



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGÓN

LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN E INVENTARIOS COMO INSTRUMENTO DE MEJORA CONTINUA

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO INDUSTRIAL
P R E S E N T A N:
RENÉ ALSIVAR GONZÁLEZ
OSCAR NOE VÁZQUEZ POSADAS

ASESOR: M. EN I. ULISES MERCADO VALENZUELA

MÉXICO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2002



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS:

A MIS PADRES:

POR EL APOYO INCONDICIONAL QUE SIEMPRE ME HAN DEMOSTRADO.

A MIS HERMANOS :

POQUE SIEMPRE ESTEMOS UNIDOS.

A mis profesores

Porque gracias a su apoyo y confianza hemos alcanzado una meta mas en nuestro camino al éxito.

A mi profesor Ulises Mercado Valenzuela.

Porque siempre hemos contado con su apoyo, amistad y confianza.

A todos mis amigos

Gracias por su compañía y apoyo incondicional.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ÍNDICE

ÍNDICE	1
OBJETIVO PRINCIPAL	2
OBJETIVOS PARTICULARES	2
JUSTIFICACION DEL TEMA	3
MARCO TEORICO	4
TEMARIO	7
DESARROLLO	9
CONCLUSIONES	116
BIBLIOGRAFIA	117
APENDICE	118
ANEXOS	119

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN E INVENTARIOS COMO INSTRUMENTO DE MEJORA CONTINUA

OBJETIVO PRINCIPAL

Establecer que la planeación de la producción e inventarios, son herramientas que permiten una mejora continua.

OBJETIVOS PARTICULARES

La mejora continua es una de las herramientas que brinda grandes oportunidades dentro de la industria, es quizás una de las mejores y más económicas opciones que se pueden aprovechar al máximo.

La planeación de la producción y los inventarios forman parte importante dentro de la mejora continua ya que son una de las bases más importantes para poder mejorar la productividad de una empresa manufacturera. Algunas de las herramientas básicas para poder tener una programación y control de la producción es la planeación, los inventarios y los pronósticos. Cada uno de estas herramientas básicas brindan los conocimientos necesarios para poder tomar las decisiones más adecuadas asignando así los escasos recursos en forma eficiente para lograr un propósito o meta de la empresa.

Como todas las herramientas entre mejor las conozcamos mejor uso podemos hacer de ellas, la planeación es una de ellas la cual consiste en anticiparse al futuro para la consecución de objetivos y metas preestablecidas y sus objetivos son utilizar en forma óptima los recursos humanos, materiales y financieros entre otros para:

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

Los inventarios son parte esencial dentro de la mejora continua ya que forman parte de todo tipo de empresa cualquiera que sea su giro, el control de los inventarios dan los recursos necesarios para tener a la producción controlada.

Los pronósticos son otra de las herramientas que tenemos a la mano la cual nos brinda los conocimientos necesarios para anticipar los datos necesarios que nos ayudan en la planeación y control de la producción.

Cada una de las herramientas son importantes para tener una programación y control de la producción adecuadas a las necesidades y objetivos establecidos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

JUSTIFICACIÓN DEL TEMA

Uno de los problemas más frecuentes dentro de producción, es la mala planeación de los inventarios para tener el abastecimiento adecuado de materiales y equipo, que son fundamentales para mantener los niveles deseados en producción.

Esto quiere decir que para poder obtener los resultados deseados, es necesario establecer una planeación adecuada de la producción en base a los inventarios de materiales y equipo, estableciendo así un plan maestro de producción que nos brinda la facilidad de obtener las herramientas necesarias para tomar decisiones acertadas y elevar o mantener los niveles deseados de producción.

Al establecer un plan maestro de producción se da como consecuencia mejoras en los métodos preestablecidos, obteniendo así un instrumento de apoyo para una mejora continua.

MARCO TEÓRICO

La planeación de la producción e inventarios como instrumento de mejora continua es el tema principal de esta tesis, por lo cual es de suma importancia proporcionar los conceptos básicos de planeación, inventarios, pronósticos, programación y control de la producción y algunos conceptos del caso práctico necesarios para una comprensión adecuada de los temas que se manejan dentro de cada capítulo.

La planeación es quizás uno de los más importantes capítulos de esta tesis ya que el objetivo de la planeación es el de anticiparse a lo que quizás pueda suceder determinando así las acciones necesarias para aprovechar las oportunidades y evitar problemas futuros.

Control : Es la comparación de los resultados reales con los resultados deseados para decidir si se revisan los objetivos o los métodos de ejecución.

Ejecución : Es el efectuar (realizar) los planes.

Estrategia: Implica la elaboración de la visión y misión de la organización.

Organización: Es la estructura técnica de las relaciones que deben de existir entre las funciones, niveles y actividades de los elementos humanos y materiales de una empresa con el fin de lograr la máxima eficiencia en la realización de los planes y objetivos.

Planeación: Consiste en seleccionar objetivos factibles de ser medidos y así tomar las decisiones para alcanzarlas, la planeación es un requisito previo para la ejecución y el control.

Producción: Es el acto intencional de transformar un material en algo útil.

Programa maestro de producción (MPS): Es un programa ajustado en el tiempo, de la producción necesaria para mantener los niveles convenientes de inventario de producto terminado.

Productividad: Es el uso eficiente de recursos en la producción de diversos bienes y servicios.

Los inventarios son una herramienta muy útil para la mejora continua ya que nos brindan los datos necesarios para tener una visión mas completa de cómo utilizar mejor los recursos, materiales, humanos, de productos terminados, de bienes etc.

Demanda : Es la cantidad del bien que los consumidores están dispuestos a comprar asociada a cada precio posible, manteniendo constantes los precios de bienes relacionados, ingresos, publicidad y otras variables que impactan la demanda.

Diagrama de Pareto: Es un diagrama que ayuda a analizar mejor los factores vitales y los factores triviales de un muestreo o evaluación.

Diagrama causa efecto: Este diagrama es una descripción gráfica de los factores, con inclusión de los factores y los métodos de trabajo que pueden provocar el mal funcionamiento de la planta.

Diagrama de dispersión: Es un diagrama que sirve para estudiar la relación entre dos variables.

Inventarios : Incluye todos aquellos bienes y materiales que se utilizan en los procesos de fabricación y distribución, el inventario involucra el capital, el espacio de almacenamiento, requiere de manejo, se deteriora y en algunas ocasiones se vuelve obsoleto, causa impuestos necesita ser asegurado, puede ser robado y algunas veces se pierde.

Materias primas: Materiales utilizados para elaborar los componentes de los artículos terminados.

Componentes: Estos son partes o submontajes que se encuentran listos para ir al montaje final de producción.

Materiales en proceso: Son materiales o componentes sobre los que se efectúa un trabajo o que se encuentran esperando en la fábrica entre una operación y otra.

Oferta : Es la cantidad total de bien que los productores estarían dispuestos a producir asociada a cada nivel de precio, manteniendo constante el precio de insumos, tecnología y otras variables que impactan la oferta.

Productos terminados: Estos son artículos terminados que se tienen en inventario en una planta en que se producen para almacenar o artículos terminados que se encuentran listos para ser embarcados a un cliente de acuerdo a un pedido en una palanca de producción conforme al pedido.

Lote económico: Es el tamaño de un pedido que minimiza el costo total de inventario (MEL).

Punto de reorden: Es el nivel de inventario en el cual se debe colocar una orden (ROP reorden point).

Pronósticos: Se considera a los datos de pronósticos como insumos de los modelos y de los sistemas de operación para el control de los inventarios y de la producción.

La programación y control de la producción, son dos de las operaciones importantes de la gestión de los sistemas productivos. El control de la producción se define como el diseño y la utilización de un procedimiento sistemático para establecer planes y controlar todos los elementos de una actividad.

Kanban: Indica el tipo y la cantidad a fabricar en base al proceso anterior.

Just in time: Es un sistema de información que controla de modo armónico la fabricación de los productos necesarios en la cantidad y en el tiempo así mismo necesario en cada uno de los procesos que tiene lugar tanto en el interior de la fábrica como entre distintas empresas.

Sistema de producción: Es el proceso de diseño mediante el cual los elementos son transformados en productos útiles.

TEMARIO

LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN E INVENTARIOS

1. - PLANEACIÓN

1.1. - Métodos de la planeación	10
1.2. - Estrategias de la planeación	14
1.3. - Planeación agregada de la producción	15
1.4. - Planeación de la producción	17

2. - INVENTARIOS

2.1. - Concepto	18
2.2. - Control de inventarios	19
2.3. - Función de los inventarios	19
2.3.1. - Inventario de fluctuación (de la demanda y oferta)	20
2.3.2. - Inventario de anticipación	20
2.3.3. - Inventario de tamaño de lote	21
2.3.4. - Inventario de transportación	21
2.3.5. - Inventario de protección	22
2.4. - Costos de inventarios	29

3. - PRONÓSTICOS

3.1. - Concepto	32
3.2. - Datos históricos	33
3.3. - Importancia	33
3.4. - Métodos para pronosticar	34
3.5. - Mínimos cuadrados	36
3.6. - Métodos de cálculo	37
3.7. - Exponencial	37
3.8. - Promedio simple	38
3.9. - Promedio móvil	38
3.10. - Atenuación exponencial	49
3.11. - Como seleccionar un método de pronóstico	40

4. - PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN

4.1. - Programación de la producción	41
4.1.1. - Programación	42
4.1.2. - Reglas de programación	43
4.1.3. - Plan maestro de producción	44
4.1.4. - Programación de la producción e inventarios	46

4.2. - Control de la producción	
4.2.1. - Delineación de las funciones del control de la producción	48
4.2.2. - Políticas de mercadeo y control de producción	49
4.2.3. - Parámetros que afectan la función del control de la producción....	49
4.2.4. - Diseños de control	52
4.2.5. - Medidas de control	55
4.2.6. - Instrumentos y técnicas de control	57
4.3. - Metodología a utilizar para la programación y control de la producción	
4.3.1. - Planeación de requerimiento de materiales (MRP , MRP II)	67
4.3.2. - Planeación de requerimiento de capacidad (producción)	71
4.3.3. - Planeación de requerimiento de capacidad (mano de obra)	73
4.3.4. - Kanban	74
4.3.5. - Justo a tiempo (JIT)	75
4.3.6. - ABC	77
4.4. - Mejora continua	
4.4.1. - Historia	80
4.4.2. - Características distintivas de la mejora continua	82
4.4.3. - Exigencias de dirección para la mejora continua	83
4.4.4. - Herramientas y procedimientos para la mejora continua	83
5. - IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN E INVENTARIOS EN UNA INDUSTRIA METALMECÁNICA (CASO PRACTICO)	
5.1. - Antecedentes	88
5.1.1. - Conocimiento de la empresa	89
5.1.2. - Descripción y clasificación del sistema productivo	94
5.2. - Análisis y evaluación de la problemática	97
5.2.1. - Establecimiento del objetivo general	97
5.2.2. - Diagnóstico de la situación actual	97
5.2.3. - Implantación	101
5.2.4. - Control y seguimiento	103
5.2.5. - Evaluación y retroalimentación	104
5.3. - Funciones de planeación, programación y control de la producción	105
5.3.1. - Pronóstico de producción	105
5.3.2. - Plan maestro de producción	107
5.3.3. - Planeación de requerimiento de materiales	110
5.3.4. - Programación de la producción y carga de máquinas	112

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN E INVENTARIOS**1. - PLANEACIÓN**

La planeación es la primera etapa de la administración, consiste en seleccionar objetivos factibles de ser medidos y así tomar las decisiones para alcanzarlos.

La planeación es un requisito previo a la ejecución y el control. Si no hay planes, no existen las bases para la acción y no se tiene fundamentos para poder evaluar los resultados alcanzados. Pero no solo proporciona la vía de acción sino que también permite evaluar la probabilidad de que la jornada llegue a su fin con éxito.

Los objetivos y las políticas forman un plan para la operación de la organización, la planeación ocupa una porción considerable de tiempo y vale la pena tratar de identificar las características que debe tener un plan útil.

Un plan es así:

- a). - **Explicito:** La falta de claridad indica generalmente una falta de comprensión de conocimiento o de propósito.
- b). - **Comprensible:** Los receptores de un plan pueden no tener las mismas habilidades técnicas del que lo formuló por lo cual aunque esté expresada en forma bastante explícita habrá una barrera de comprensión.
- c). - **Aceptable:** Todo plan debe de ser aceptado por los que están relacionados con su ejecución. Inevitablemente habrá que hacer modificaciones tácticas a cualquier plan y si este no se ha comprendido ni aceptado, entonces habrá un verdadero peligro de que tales modificaciones puedan afectar seriamente al logro final del propósito del plan.
- d). - **Abierto a cambios:** Como se mencionó antes pueden surgir circunstancias que requieren cambios. Todo plan que se haga o se presente en una forma innecesariamente rígida será de valor limitado en tiempos de cambio.
- e). - **Compatible con las restricciones internas y externas:** Se debe conocer las limitaciones internas (personal, materiales, equipo, dinero, etc.) y las del medio en que opera la compañía.
- f). - **Verificar:** Para poder investigar la ejecución de un plan debe estar plasmado de tal forma que se pueda verificar, esto exigirá generalmente expresar el plan en términos numéricos.
- g). - **Un acicante para entrar en acción:** Todo plan que nos constituya un estímulo muy real para entrar en acción tendrá un valor limitado.

TRIS CON
FALLA DE ORIGEN

Por lo tanto para tener éxito es necesario no solo tener medios para alcanzar los objetivos, sino también una relación por escrito de esos objetivos que sea inequívoca y explícita.

El proceso de planeación es en esencia de carácter interactivo y el planificador necesita con frecuencia recorrer la cadena en una y otra dirección.

Objetivos ↔ Políticas ↔ Pronósticos ↔ Presupuestos

La planeación, ejecución y control son procesos repetitivos que deben de acontecer continuamente la iniciación del control no requiere que los planes sean realmente ejecutados, sino solo que los resultados sean simulados y evaluados. así en ocasiones es difícil identificar una actividad como planeación y control únicamente, No obstante el describir la planeación, la ejecución y el control separada nos lleva a una comprensión mejor de estas actividades.

1.1. - Métodos de la planeación

En una empresa se deben de planificar sus actividades en distintos niveles y operarlo como un sistema. En el diagrama 1.1.1 se muestra una perspectiva general de la planificación y muestra como se relaciona la planeación agregada con otras actividades de una empresa de manufactura. La dimensión temporal se indica como corto, medio y largo plazo.

La planificación a largo plazo usualmente se lleva acabo cada año considerando un horizonte superior a un año, *la planeación a medio plazo* por lo general cubre el periodo de seis a dieciocho meses con incrementos de tiempo mensuales o trimestrales. *La planificación a corto plazo* abarca el periodo de un día a seis meses generalmente con incrementos de tiempo semanales.

La planificación a largo plazo, comienza con una declaración de los objetivos de la organización y de las metas por los diez años siguientes. *La planificación estratégica corporativa* establece como alcanzar estos objetivos y metas de acuerdo a las capacidades de la compañía y el entorno político y económico, según lo proyectado en su *pronóstico de negocios* los elementos del plan estratégico incluyen delinear las líneas de productos, los niveles de calidad y precios, y las metas de penetración en el mercado. *la planificación del producto y del mercado* traducen estas características a objetivos individuales para el mercado y las líneas de producción e incluye un plan de producción a largo plazo. *La planeación financiera* analiza la factibilidad financiera de estos objetivos en relación con los requisitos de capital y las metas de rendimiento sobre inversiones. *La planificación de recursos* identifica las instalaciones el equipo y el personal necesario para cumplir con el plan de producción a largo plazo por lo que muchas veces se conocen como *planificación de capacidad a largo plazo*.

Planificación a medio plazo

Planificación agregada a la producción, esta actividad especifica los requisitos de producción para grupos de productos principales ya sea en horas de trabajo necesarias o en unidades de producción por periodos mensuales hasta de dieciocho meses en el futuro, sus entradas principales son los planes de producto y mercado y el plan de recursos.

La planificación agregada de la producción pretende encontrar la combinación de niveles de inventario y fuerzas de trabajo mensuales que minimicen los costos relacionados con la producción durante el periodo de planeación.

Pronósticos de artículos, en este tipo de pronósticos ofrecen una estimación de los productos específicos que al integrarse con el plan agregado de producción se convierte en los resultados necesarios del programa maestro de producción, al proceso de supervisión e integración de esta información se le denomina administración de la demanda.

Programa maestro de la producción (MPS) genera las cantidades y las fechas para la fabricación de productos específicos, por lo general el programa maestro de producción es el flujo a corto plazo (seis a ocho semanas) después de este lapso puede efectuar diversos cambios, con la posibilidad de realizar modificaciones radicales después de seis meses como se indica en el cuadro 1.1.1 el MPS depende de los planes de producto y mercado y del plan de recursos descrito en el plan agregado de producción.

Planificación aproximada de la capacidad esta actividad revisa el MPS para asegurar que no existan restricciones obvias de la capacidad, que requieren cambios en el programa. *La planificación aproximada de la capacidad* incluye verificar que se haya asignado capacidad suficiente a las instalaciones de producción y almacenamiento, al equipo y a la fuerza de trabajo para proporcionar los materiales cuando se requiera.

Planificación a corto plazo

Planificación de materiales también se conoce como *planificación de necesidades de materiales* (MRP materiales requirements planning) a este sistema que toma las necesidades de producto final del plan maestro de producción (PMP) y los divide en sus piezas o en sus partes y submontaje componentes. El plan de materiales especifica cuando hay que elaborar las ordenes de compra y de producción de cada parte y submontaje para terminar a tiempo los productos.

Planificación de necesidades de capacidad (CRP capacity requirements planning) se le deberá conocer como programación de necesidades de capacidad ya que proporciona un programa detallado de cuando hay que ejecutar cada operación un centro de trabajo y cuanto tardará el proceso. La información que utiliza proviene de las ordenes CRP ayuda a validar el plan aproximado de la capacidad.

Programa del montaje final, presenta las operaciones necesarias para que el producto obtenga su forma final, en esta etapa se programan las características especiales o finales de producto.

Planificación de entradas y salidas, se refiere a diversos informes y procedimientos relacionados con las demandas programadas y las restricciones de capacidad del plan de materiales

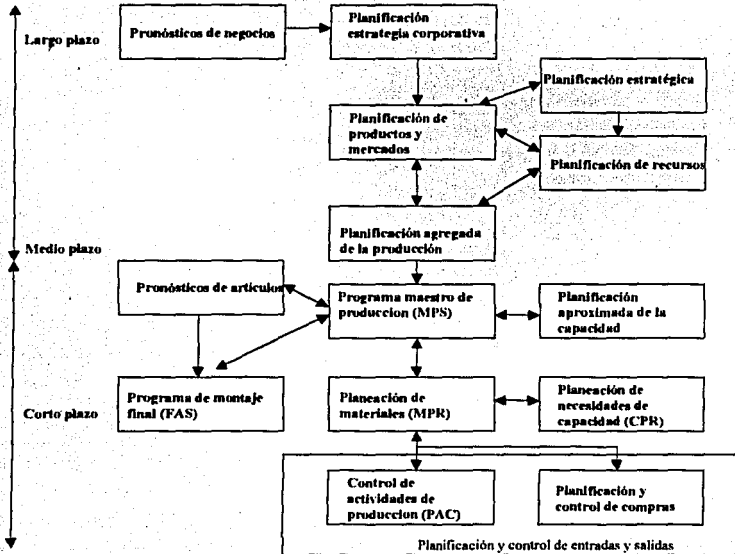
Control de actividades y de producción (PAC) es un término relativamente nuevo que se usa para describir la programación y las actividades de control. El PAC comprende la programación y el control de las actividades cotidianas, en este punto se traduce el plan maestro de producción a las prioridades inmediatas de los programas de trabajo diario.

Planificación y control de compras tiene que ver con la adquisición y el control de los artículos comprados, una vez más de acuerdo con el plan de materiales. Se requiere la planificación y el control de entradas y salidas para asegurar que las compras no solo consisten en conseguir materiales a tiempo para cumplir con el programa, sino también el tomar en cuenta que hay pedidos que por varias razones requieren reprogramar las compras.

En resumen todos los métodos de planificación tratan de equilibrar la capacidad requerida y la capacidad disponible para luego programar y controlar la producción de acuerdo con los cambios en el equilibrio de la capacidad.

Un buen sistema de planificación debe ser completo sin ser excesivo y tener la confianza de los usuarios en todos los niveles de la estructura de la organización.

Figura 1.1.1
Esquema general de las actividades de la manufactura



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.2. - Estrategias de la planeación

Existen tres estrategias de planificación de la producción las cuales implican concesiones entre el tamaño de la fuerza de trabajo, las horas de trabajo, el inventario y los atrasos en producción.

Estrategia de persecución, iguala la tasa de producción a la tasa de pedidos. El éxito de esta estrategia depende de contar con una bolsa de solicitantes fáciles de capacitar de la cual se pueden obtener trabajadores al aumentar el volumen de los pedidos, por supuesto hay consecuencias motivacionales, si son pocos los pedidos pendientes los empleados pueden sentir la necesidad de reducir el ritmo de trabajo para no ser despedidos en el momento en que se cumplan los pedidos.

Fuerza de trabajo estable, horas de trabajo o variables que modifiquen la producción cambiando el número de horas que se trabaja por medio de horas flexibles o de tiempo extraordinario. Al variar el número de horas de trabajo es posible que las cantidades de producción sean iguales a los pedidos. Esta estrategia proporciona continuidad a la fuerza de trabajo y evitar muchos de los costos emocionales y tangibles derivados de contratar y despedir trabajadores que implica la estrategia de persuasión.

Estrategia de nivel, mantiene una fuerza de trabajo estable que trabaje a una tasa de producción constante. Las escaseces y los excedentes se absorben con variaciones en los niveles de inventarios con los pedidos pendientes y con las pérdidas en ventas. Los empleados se benefician de una posible reducción en niveles de servicio a clientes y mayores costos de inventarios, otro aspecto es la posibilidad de que los artículos en inventario se vuelvan obsoletos.

Cuando se aplica solo una de estas variables para absorber las fluctuaciones en la demanda se le denomina *estrategia pura*, una *estrategia mixta* es la combinación de una o más, como se podrá suponer es más común la aplicación de *estrategias mixtas* en la industria.

Métodos de la planeación.

Existen dos métodos básicos para la planeación:

Método intuitivo: Quizá se comienza con el método menos deseable para la planeación, un enfoque intuitivo, no cuantitativo. Esto quiere decir que muchas empresas se basan año tras año dependiendo de sus necesidades ajustando sus demandas para poder cumplir con la demanda.

Método gráfico y de diagramas: Los métodos gráficos y de diagramas son populares debido a que son fáciles de entender y utilizar. Básicamente estos planes trabajan con unas cuantas variables a la vez, permitiendo a los planeadores comparar la demanda proyectada con la capacidad existente. Son sistemas de prueba y error que no garantizan un plan de producción óptimo, pero tienen la ventaja de utilizar solamente algunos cálculos sencillos, que pueden ser realizados por el personal administrativo de oficina.

En general se siguen cinco pasos en el método gráfico:

1. - Determinar la demanda de cada período.
2. - Determinar cuál es la capacidad para el tiempo regular, tiempo extra y la subcontratación de cada período.
3. - Encontrar los costos de la mano de obra, los costos de contratar y despedir y los costos de mantenimiento del inventario.
4. - Considerar políticas de la compañía que se puedan aplicar a los trabajadores o a los niveles de inventario.
5. - Desarrollar planes alternativos y examinar sus costos totales.

1.3. - Planeación agregada de la producción

La planeación de la producción utiliza el pronóstico de la planeación de producto y de venta para planear los volúmenes agregados de la producción.

En la planeación de la producción los artículos se especifican en los términos más amplios posibles: toneladas, barriles, metros, dólares u horas estándar de producción. La especificidad de la línea requerida de producto a este nivel depende del equipo necesario para fabricarlo.

Una vez que se ha diseñado y activado un sistema de producción, los problemas que se presentan con más frecuencia es la planeación, análisis y control de los aspectos operacionales del sistema de producción. Uno de estos problemas es la planeación de la producción agregada. Otros significan el determinar la ruta que el producto debe tomar a través de la planta, el programa que debe usarse, como deberán atenderse las ordenes de trabajo y como podrán mantenerse dentro del programa las actividades de producción.

Estas actividades: ruta, programación cronológica, despacho y expedición son actividades básicas de planeación y control, se pueden usar varios tipos de sistemas para el control de la producción, dependiendo del tipo de producto o servicio de que se trate, esto incluye control de ordenes, control de flujo, control por bloques, control de carga, control de lotes, control de proyectos especiales como gran parte de la efectividad de la planeación, el control descansa en las comunicaciones efectivas, se debe desarrollar y mantener un sistema de comunicaciones efectivo y eficiente.

Uno de los problemas más difíciles a los que se enfrenta al operar de un sistema de producción es determinar que tanto producir y cuando hacerlo.

Para resolver este problema se debe saber como predecir la demanda, traducir la demanda en ordenes de producción y usar los dispositivos o auxiliares para la programación cronológica.

La función de programación y control de la producción es extremadamente compleja, seguir el rastro de tantas pérdidas, máquinas y empleados que intervienen en la operación de la planta es una tarea difícil.

Para poder visualizar la situación, se usan técnicas de mapeo basadas en una idea otorgada al campo de la administración de la producción.

En general, el objetivo de la planeación de la producción agregada es el seleccionar aquella combinación de recursos humanos y materiales que puedan satisfacer con mayor eficiencia la demanda anticipada de las salidas de producción. En términos más específicos, el problema de la planeación agregada es determinar la tasa de producción (o programa agregado) que satisfaga los requisitos anticipados de salidas al tiempo que minimice los costos relacionados asociados con una fuerza laboral fluctuante, inventarios y otras variables de decisión pertinentes tales como horas extras, subcontratación y uso de capacidades.

En la planeación agregada hay tres variables principales sujetas a la manipulación: la tasa de producción, el nivel de fuerza de trabajo y el nivel de inventarios. Estas variables se perfilan en la tabla siguiente junto con los medios que se emplean convencionalmente para mejorar estas variables.

Variables de decisión en la planeación de la producción agregada:

I. Tasa de producción.

- a) Horas extras.
- b) Tiempo libre (pagado).
- c) Horas de trabajo acortadas.
- d) Uso de capacidades.
- e) Subcontratación.

II. Fuerza de trabajo.

- a) Empleo.
- b) Despedido.

III. Inventarios.

- a) Acumulación.
- b) Agotamiento.
- c) Salidas de almacén.
 - 1) Ventas perdidas.
 - 2) Devoluciones.

El procedimiento de la planeación de la producción agregada consiste en determinar el programa de requisitos de producción. El programa de requisitos de producción es una tabulación de los requisitos de producción para cada período considerado en el horizonte de planeación. Deba anotarse que los requisitos de producción son generalmente equivalentes a las demandas pronosticadas. Por conveniencia se supondrá que no hay acumulación de inventarios y que no se permiten devoluciones. lo que

significa que la demanda debe satisfacerse en el período en que se origina, y que sólo el almacén de seguridad se usará para satisfacer una demanda futura.

El segundo paso para resolver el problema de la planeación de la producción agregada es determinar la solución más efectiva de costos que satisfaga el programa de requisitos de producción.

La tercera estrategia es seleccionar la solución de costos más efectiva sería un asunto relativamente sencillo si se dieran datos sobre el costo.

1.4. - Planeación de la producción

Un plan de producción es aquel que establece las metas de niveles de servicio a los clientes, los niveles de inventario blanco, la magnitud de los retrasos, si los hay, los ritmos de producción, la magnitud de la fuerza de trabajo, los niveles de contratación, despidos, los planes de tiempo extra y subcontratación. Así el plan de producción es la base para determinar los requerimientos de capacidad que debe coincidir con la disponibilidad de capacidad.

Para poder desarrollar lo antes mencionado, se utiliza la información proveniente de la planeación del producto y de las ventas para planear los niveles agregados de producción y los niveles de inventario por periodos de tiempo para grupos de productos.

El objetivo del plan de producción es proporcionar suficientes artículos terminados, por determinado periodo, para satisfacer los objetivos del plan de ventas a la vez que permanecen dentro de las restricciones financieras y de capacidad de producción, cuando la demanda varía de un periodo a otro, la planeación de la producción para exceder la demanda puede proporcionar inventarios para satisfacer la demanda excesiva en un periodo siguiente.

Es posible que las divisiones o plantas dentro de una empresa requieren planes de producción por separado a medida que se aproxima el modo de producción, la planeación se vuelve más refinada y se desarrolla un plan maestro de producción (MPS).

El MPS establece toda la fabricación prevista de artículos dentro de los grupos de productos por periodos de planeación.

2. - INVENTARIOS

2.1. - Concepto

Todas las empresas tienen algún tipo de sistema de planeación de inventarios y de control, un banco, un hospital, las agencias de gobierno, las escuelas y desde luego cualquier organización de manufactura y producción están preocupadas por la planeación y control de inventarios.

El término inventario se refiere a la existencia de un artículo que se usa en la organización, es decir es cualquier recurso almacenado que se utiliza para satisfacer una necesidad actual o futura.

Un sistema de inventarios es un conjunto de políticas y controles que supervisan los niveles de inventario y determinan cuáles son los niveles que deben mantenerse cuando hay que reabastecer el inventario y de que tamaño deben de ser los pedidos.

El inventario incluye insumos de tipo humano, financiero, energético, de equipo, de materias primas, salidas como piezas o componentes y bienes terminados y las etapas intermedias del proceso como bienes terminados parciales o trabajo en proceso.

La elección de los artículos que se incluyen en el inventario depende de la organización. Una operación de manufactura puede tener un inventario de personal, máquinas, capital de trabajo, así como materias primas y bienes terminados.

Por convención el inventario de manufactura se refiere a los materiales que forman parte de los productos de una empresa. El inventario de manufactura se clasifica en segmentos:

- Materias primas
- Productos terminados
- Piezas componentes
- Suministros
- Trabajo en proceso

En los servicios el inventario generalmente se refiere a los bienes tangibles que pueden vender y a los suministros necesarios para administrar el servicio.

El producto básico de análisis de inventarios en la manufactura y los servicios que manejan existencias es, especificar (1) cuándo hay que pedir los artículos y (2) de qué tamaño debe de ser el pedido. Las tendencias recientes en la industria han modificado las sencillas preguntas de cuándo y cuánto. Muchas empresas pretenden establecer relaciones a largo plazo, con los proveedores para el suministro de sus necesidades quizás para todo el año, esto cambia el cuándo y cuántos hay que pedir a cuándo y cuántos entregar.

2.2. - Control de inventarios

Una administración exitosa del inventario requiere de controles administrativos, físicos y financieros adecuados. Estos controles se obtienen mediante registros de inventario y prácticas de registros de auditoría, métodos de evaluación del inventario y almacenamiento y seguridad.

Es posible registrar el estado del inventario sobre una base perpetua, o sobre una base periódica. El registro perpetuo consiste en registrar cada transacción del inventario cuando ocurre, o inmediatamente después. Así un registro perpetuo del inventario es un registro hasta el instante (tiempo real) de las transacciones y una declaración de (1) cantidad de los pedidos (y las no recibidas), (2) cantidad del inventario, (3) cantidad asignada (pero que todavía está en el inventario), y (4) cantidad disponible para asignación.

En un sistema de registro de inventario estrictamente periódico, el inventario es contabilizado o medido a intervalos fijos, es decir cada dos semanas, y se actualiza el registro del inventario disponible.

2.3. - Función de los inventarios

La función de los inventarios en la producción de bienes se usa para satisfacer las siguientes necesidades:

Mantener la independencia de las operaciones, si existe un suministro de materiales en un centro de trabajo este centro tiene flexibilidad para operar. Por ejemplo las estaciones de trabajo en una línea de montaje, generalmente son independientes ya que la alimentación de materiales y productos para el trabajo se efectúan a la velocidad de la línea es probable que no existan o que sean pocos los productos adicionales para que puedan trabajar el empleado, si actúa más rápido o más lento que la velocidad de la línea o si la estación de trabajo reduce la tasa de producción. La unidad terminada en una estación de trabajo pasa a la siguiente persona.

Satisfacer las variaciones en la demanda del producto si se conoce con precisión la demanda del producto se puede (aunque no siempre es económico) fabricar el producto para satisfacer exactamente la demanda. Sin embargo por lo general no se conoce la demanda, por lo que hoy que mantener existencias reguladoras o de seguridad para absorber la variación.

Permitir flexibilidad en los programas de producción, la existencia en inventarios reduce la precisión que existe en el sistema de producción para generar los bienes, esto da mayor tiempo de entrega, lo que permite planificar la producción para obtener el flujo más regular y un menor costo operativo. Con la producción de lotes más grandes: por ejemplo: los altos costos de preparación favorecen la producción de más unidades una vez terminada la preparación.

Programar un margen de seguridad para variaciones en la entrega de materias primas, cuando se obtienen materiales de un proveedor, hay varias razones por las que pueden concurrir demoras, una variación normal en los tiempos de envío, escasez de materiales en la planta de proveedores, un pedido extraviado o el envío de materiales incorrecto o defectuosos.

Aprovechar el tamaño económico del pedido, obviamente elaborar un pedido tiene un costo, fuerza de trabajo, llamadas telefónicas, etc. por consiguiente si aumenta el tamaño del pedido, será menor el número de pedidos que hay que elaborar, además los costos de envío no son lineales y favorece a los pedidos más grandes, conforme es mayor el envío menor es el costo por unidad.

2.3.1. - Inventario de fluctuación (de la demanda y la oferta)

Este tipo de inventarios son aquellos que se llevan porque la cantidad y el ritmo de ventas y de producción no pueden pedirse con exactitud. Los pedidos pueden promediar 100 unidades por semana para un artículo dado pero habría semanas en que las ventas podrían ser tan elevadas como 300 o 400 unidades. El material puede recibirse en *stock* normalmente tres semanas después de que fue solicitado por la fábrica pero ocasionalmente puede llevarse seis semanas, estas fluctuaciones en la demanda y oferta pueden compensarse con los *stocks de reserva* o *stocks de seguridad*, esto quiere decir que cuando el tiempo de entrega del proveedor o el tiempo en proceso son mayores al promedio se necesita un inventario, para mantener un flujo uniforme de trabajo.

Este tipo de *inventario de fluctuación* se conoce como *inventario de seguridad*, *inventario de amortiguamiento*, *de reserva*, cualquiera de los tres permite a la organización dar servicio a sus clientes, la demanda de este servicio es superior al promedio o cunde el envío de inventarios de reabastecimiento precisa más tiempo de lo usual.

Los inventarios de fluctuación existen en centros de trabajo cuando el flujo de trabajo en estos centros no pueden equilibrarse completamente, los *inventarios de fluctuación* llamados también *stocks de estabilización* pueden incluirse en un plan de producción de manera que los niveles de producción no tengan que cambiar para enfrentar las variaciones aleatorias de la demanda.

2.3.2. - Inventario de anticipación

Estos son inventarios hechos con anticipación a las épocas de mayor venta o programas de promoción comercial o a un periodo de cierre de planta. Básicamente los *inventarios de anticipación* almacenan horas de trabajo y horas-máquina para futuras necesidades y limitan los cambios en las tasas de producción.

Cierre por vacaciones, los altos de ventas, las promociones de ventas y las posibles huelgas son situaciones que pueden conducir a una empresa a que produzca o compre artículos terminados componentes, materiales o suministros adicionales. Los *inventarios de anticipación* permiten a una organización hacer frente por adelantado a una emergencia en la demanda o a una oferta insuficiente.

Para justificar la adquisición de un inventario anticipado el costo debe ser menor que los ahorros esperados, (como se muestra en el anexo 1).

2.3.3. - Inventario de tamaño de lote

Con frecuencia es imposible o impráctico fabricar o comprar artículos en las mismas cuotas que se venderán, por lo tanto los artículos se consiguen en cantidades mayores a las que se necesitan en el momento, el inventario resultante es el *inventario de tamaño de lote*, el tiempo de arreglo es un factor importante en la determinación de la cantidad de dicho inventario.

En muchos casos resulta muy eficaz producir o comprar artículos al mismo ritmo al cual se consumen, muchas veces las tasas de producción eficiente son mayores que las tasas de consumo.

El comparar gran cantidad de materiales que se utilizan durante un periodo de tiempo es la forma económica de hacerlo. Buscar la economía en la fabricación o en la compra, conduce a comprar o producir en forma intermitente los artículos o materiales en una cantidad (tamaño del lote) suficiente para satisfacer la demanda relativamente estable durante ciertos periodos.

La solución ideal es ser capaz de producir o de comprar económicamente la cantidad de uno. Es decir el requerimiento mínimo. Si se es capaz de producir la cantidad exacta requerida se eliminan los costos de mantenimiento de las unidades residuales, esta solución necesita que se reduzcan los costos fijos (costo de ordenar y de preparación) hasta el punto que los tamaños muy pequeños de lotes sean económicamente factibles. El análisis tanto del procesamiento administrativo de las ordenes como de las preparaciones es crucial para lograr la reducción en el tamaño del lote en el inventario y en la flexibilidad de la producción y distribución. Los grandes buques petroleros y transportes de automóviles son el resultado de los lotes económicos de embarque. Por lo general la fabricación de piezas de fundición y de piezas plásticas fabricadas en moldes de inyección usualmente aun requieren de lotes económicos grandes para justificar el costo fijo, reducir el tamaño de los lotes es un desafío para la fabricación y la distribución.

2.3.4. - Inventario de transportación

Estos existen porque el material debe moverse de un lugar a otro. El inventario depositado en un camión y que se va a entregar a un almacén puede estar en camino hasta los diez días mientras el inventario se encuentra en camino, no puede tener una función útil para las plantas o los clientes existen exclusivamente por el tiempo de transporte

No siempre las etapas en el proceso de producción se encuentran adyacentes físicamente. De hecho es frecuente que los componentes se fabriquen en una parte del estado del país o del mundo y se embarcan en otras localidades para su ensamblaje. En forma similar los productos tramitados se embarcan desde distancias considerables a las bodegas, a los distribuidores o a los clientes.

Un amplio inventario que fluye de una etapa a la siguiente debe conservarse dentro de la línea de producción y el proceso de distribución sin ser interrumpido. Los artículos en movimiento de una etapa a la siguiente se denominan *inventarios de transportación* (en

tránsito) incluye todos los artículos embarcados desde las bodegas de productos terminados a los clientes así como aquellos productos que una organización embarca de una de sus plantas a otra.

Existe una tendencia natural a pasar por alto o no reconocer por completo el costo de *inventarios de transportación* (TRIC) este inventario requiere de capital y está sujeto a sufrir algún daño, deterioro, desperdicio, pagar seguros, impuestos, robos, y costo de manejo. Los *inventarios de transportación* existen y cuesta dinero por lo que se debe cuantificar este costo.

TRIC es igual al producto del porcentaje de costo de mantener la transportación, el nivel monetario del volumen que se embarca y el tiempo en tránsito. (ejemplo en el anexo 2):

$$TRIC = K * R * C * t$$

Donde :

- K Porcentaje de costo de mantenimiento de transportación basada en el costo de capital seguro, robo y demás (no se incluye el costo del embarque)
- R Requerimientos (demanda) por periodo
- C Costo unitario
- t Tiempo de tránsito

En la mayor parte de los casos, el costo real del inventario en transportación se debe determinar con exactitud suficiente para el objetivo de la toma de decisiones.

2.3.5. - Inventarios de protección

Las compañías que utilizan grandes cantidades de materiales básicos o mercadería que se caracterizan por fluctuar en sus precios, pueden obtener ahorro significativo comprando grandes cantidades, llamadas *inventarios de protección* donde los precios sean bajos. Las adquisiciones de cantidades extra a un precio reducido también reducirán el resto de los materiales, de los artículos para un momento de precio más tarde.

Además de agrupar los inventarios por funciones se pueden clasificar por su condición durante su procesamiento:

Materias primas: materiales utilizados para elaborar los componentes de los artículos terminados.

Componentes: estos son partes o submontajes que se encuentran listos para ir al montaje final de producción.

Materiales en proceso: son materiales o componentes sobre los que se efectuó un trabajo o que se encuentran esperando en la fábrica entre una operación y otra.

Productos terminados: estos son artículos terminados que se tienen en inventario en una planta en que se producen para almacenar o artículos terminados que se encuentran listos para ser embarcados a un cliente de acuerdo a un pedido en una palanca de producción conforme al pedido.

Estas clases son los agrupamientos en los cuales se presentarán los valores totales de inventarios en los informes de contabilidad.

Tabla 2.3.5.1 Tipos de inventarios funciones y beneficios

Tipo	Función	Beneficios
Tamaño de lote	Desacoplar las operaciones de fabricación.	Descuentos comprados, preparación de equipo y maquinaria, gastos de papeleo y de inspección, etc. reducidos.
Fluctuación de la demanda	Seguro contra la demanda inesperada (stock de seguridad).	Ventas incrementadas, fletes de salida reducidos, sustitución del producto de mayor valor, servicio al cliente, de oficina, teléfono, costo de empaque etc.
Fluctuación de la oferta	Seguro contra los suministros interrumpidos (huelgas, variaciones del tipo de guía de proveedores).	Tiempos muertos y tiempos extra reducidos, materiales sustitutos y fletes de llegada, ventas incrementadas.
Anticipación	Estabiliza la producción (cubrir ventas estacionales promociones de mercado etc.).	Gastos de timo extra, subcontratos, despidos, seguro de desempleo, entrenamiento, desperdicio y repetición de trabajo etc. reducidos, menor capacidad, exceso en el equipo necesario.
Transportación	Llena la línea de distribución (es decir material en tránsito, en o almacén de sucursal y en consignación).	Tener inventario de protección contra los aumentos de precios.
Inventario de protección	Aumento de las ventas reducción de los costos manejo y de empaque.	Disminución de los costos de materiales.

Además de agruparlos por funciones puede clasificarse a los inventarios por su condición durante su procesamiento.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Magnitud económica del lote (EOQ)

El tamaño de un pedido que minimiza el costo total de inventarios se conoce con el nombre de magnitud económica del lote (MEL).

El patrón de consumo y reposición de la MEL basado en los supuestos indicados, aparece en la figura 2.3.2, las líneas verticales indican la recepción instantánea de un pedido de tamaño Q un ritmo constante de consumo, representado por las líneas inclinadas, lleva el nivel de inventario a cero durante el intervalo entre pedidos t . El número medio de artículos almacenados es $Q/2$.

La incógnita en el patrón triangular son los máximos, cantidad por ordenar Q y las bases, tiempo entre pedidos t . Los costos de adquisición y de existencia representado gráficamente en la figura 2.3.1, son función de Q , el costo anual de adquisición es el número de pedido presentados por año multiplicado por el costo por pedido.

Costo anual de adquisición: OD/Q

Donde :

- O Costo por pedido
- D Número de unidades demandados por año
- Q Número de unidades por pedido

Suponiendo que los costos de manejo y de capital están basados en el nivel medio de inventario tenemos:

Costo anual de existencia: $(H + iP) Q/2$

(posesión + interés cargado por unidad y por año) * inventario promedio

Cambiando las expresiones obtenemos la formula:

$$OD/Q + (H + iP)Q/2$$

La formula del MEL es:

$$Q = (2OD/H + IP)1/2$$

Intervalo de pedido: $t = Q/\text{días laborales} * D$

Costo anual de existencia: $OD/Q + (H + iP)Q/2 + PD$

Figura 2.3.1 Relación del costo y el tamaño del pedido

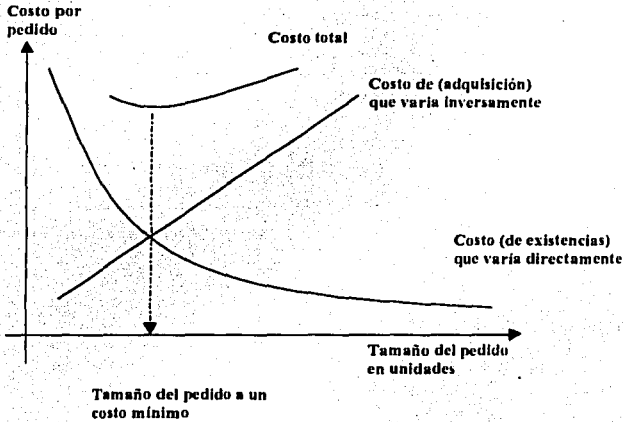
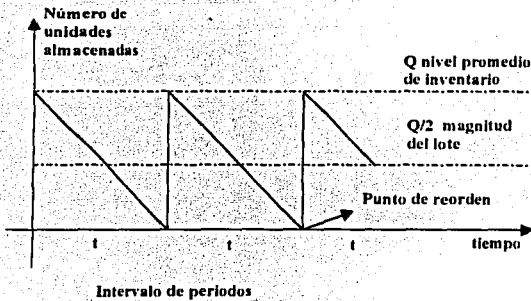


Figura 2.3.2 Patrón del inventario con reposición instantánea y demanda constante



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Punto de reorden

Ya que se tiene una decisión de cuánto ordenar se debe observar la segunda pregunta del inventario, ¿Cuándo ordenar?. Los modelos sencillos de los inventarios suponen que la recepción de una orden es instantánea. En otras palabras supone que una empresa tendrá que esperar hasta su nivel de inventario sea de cero antes de colocar una orden y que recibirá los artículos inmediatamente. Sin embargo el tiempo entre la colocación y la recepción de una orden llamado tiempo de entrega, puede ir desde unas cuantas horas hasta varios meses. Por lo tanto la decisión de cuánto ordenar está expresada en términos de un punto de reorden que es el nivel de inventario en el cual se debe colocar una orden.

El punto de reorden (ROP) se da como:

ROP = (demanda diaria) (tiempo de entrega para una orden nueva en días)

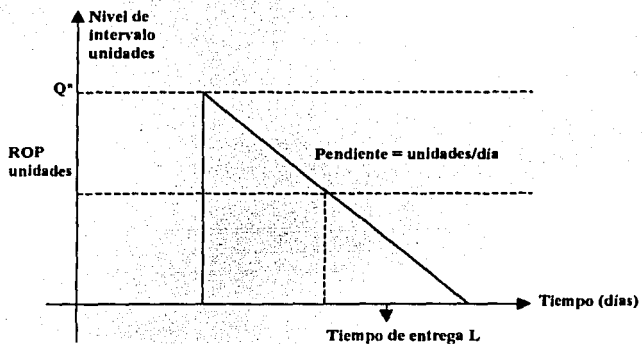
$$ROP = d * L$$

Esta ecuación para ROP supone que la demanda es uniforme y constante, cuando este no sea el caso, se deberá añadir el inventario extra, llamado frecuentemente inventario de seguridad.

La demanda diaria d se encuentra al dividir la demanda anual D entre el número de días laborales en un año.

$$d = D / \text{número de días laborales en un año}$$

Figura 2.3.3 La curva del punto de reorden ROP



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Lote económico de producción

Las condiciones de reposición instantánea de los suministros se modifica ligeramente cuando estos últimos son manufacturados a solicitud en vez de ser remitidos desde un almacén de artículos ya fabricados, la diferencia está en que los suministros son remitidos tan pronto como son fabricados, lo cual significa que los artículos son utilizados durante el periodo de reposición como la representan las líneas inclinadas que suben desde cada punto de reorden en la figura 2.3.4.

El gasto principal de adquisición cuando una empresa produce sus propios suministros es el costo de preparación. El patrón de inventario de la figura 2.3.4 indica que la producción da comienzo en el momento en que los suministros disponibles se agotan. En la práctica el punto de redondeo se fijará a cierto nivel de inventario arriba de cero para notificarle a producción que pronto se necesita suministro. Esta alteración dará tiempo suficiente para programar los procedimientos de preparación.

El periodo de reabastecimiento t es el tiempo requerido para producir el lote económico de producción LEP.

$$t = Q/M = \text{cantidad ordenada} / \text{producción por día}$$

Cuando D y M se expresa en cantidades diarias, el nivel de inventario aumenta cada día durante el periodo de reabastecimiento cuando:

$$\text{Nivel máximo de inventario: } (M-D)t = (M-D)Q/M = (1 - D/M)Q$$

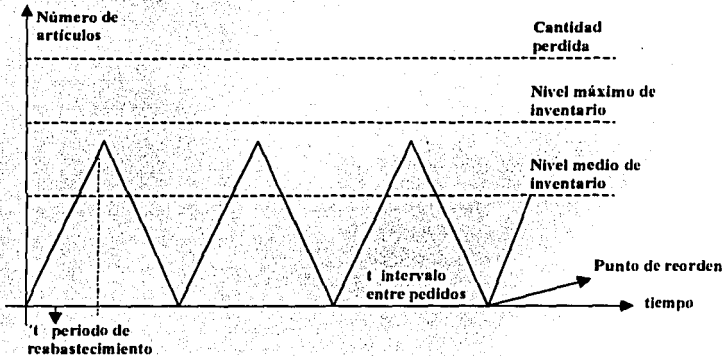
$$\text{Nivel medio de inventario: } (1 - D/M)Q/2$$

$$\text{Costo total anual del LEP: } OD/Q + (H + iP)(1 - D/M)Q/2$$

Donde Q incluye los costos de preparación y P es el costos de producción, dando como resultado:

$$Q = (2OD/(H + iP)(1 - D/M))^{1/2}$$

Figura 2.3.4 Patrón del inventario habiendo consumo durante un periodo de reabastecimiento



2.4. - Costos de inventarios

Se debe asignar costos de los diversos aspectos del inventario a fin de evaluar correctamente los méritos de las funciones opuestas, los costos más pertinentes y los símbolos mediante los cuales se denotan las formulas son los siguientes:

Precio (P)

El valor de una partida es un precio de compra por unidad, si se obtiene de un proveedor externo, o su costo de producción por unidad, si es producido internamente, la cantidad en función de su grado de refinamiento, el valor de un producto durante su etapa inicial de elaboración es poco más que el costo de reunir materias primas. A medida que avanza por el ciclo de producción acumula una fracción de los costos fijos de las instalaciones de producción, los costos de mano de obra directa de las operaciones de refinado y el costo directo de las adiciones de materiales, también el precio por unidad de las compras externas puede variar en forma de los descuentos por volumen de compra.

Costo de capital (iP)

La cantidad invertida en una partida o costo de capital es una suma no disponible para otros fines. Si el dinero se invirtiera en otra parte, se esperaría un rendimiento de la inversión. Se hace un cargo a gastos de inventario para explicar ese rendimiento no recibido. El monto de cargo refleja el rendimiento porcentual esperado de otras inversiones. El interés cargado, i , se aplica contra el precio P para hacer valer el derecho al costo anual de capital.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Costo por pedido (O)

Los costos de adquisición tienen su origen en el gasto efectuado para emitir un pedido a un proveedor externo en los costos de preparación de la producción interna. Los costos de pedido incluyen el costo fijo de mantener un departamento de pedidos y los costos variables de preparar y tramitar las requisiciones de compra incluso cuando los pedidos provienen de otras partes de la misma empresa los costos del pedido siguen teniendo aplicación.

Los costos de preparación representan el trabajo físico en el que se incurre al prepararse para una corrida de producción (preparar el equipo o ajustar las maquinas) e incluye los costos de oficina para dar instrucciones a los talleres programar y apresurar los pedidos externos, la adquisición interna y los costos de preparación permanece un tanto constante independientemente de la importancia del pedido.

Costo de posesión (II)

Los costos provenientes de muchas fuentes se consideran bajo el encabezamiento. Costo de posesión, normalmente se asigna un valor porcentual o monetario al total general que abarcan todas las fuentes que enseguida se detallan. de ordinario los costos de posesión. permanente, fijos hasta una determinada capacidad de inventario y luego varían de acuerdo con la cantidad adicional almacenada.

Instalación de almacenamiento: es necesario tener o arrendar edificios para almacenar el inventario. El gasto comprende el costo anual equivalente de la inversión si las instalaciones son propias o el alquiler si son arrendadas, la calefacción, el alumbrado y los impuestos sobre bienes.

Manejo : el costo de mover los artículos hasta desde y dentro del almacén incluye el gasto por daños salarios y equipos.

Depreciación: el cambio en el valor de un artículo durante el almacenamiento se debe a deterioro físico, a mutilación y robo no cubiertos por el seguro y a la obsolescencia.

Seguro : asegura los bienes durante el almacenamiento, es una política conservadora o la protección está basada normalmente en el valor monetario medio del inventario.

Impuesto: Algunos estados gravan con un impuesto periódico sobre inventarios en el transcurso del año con base a la cantidad almacenada en la fecha. Particularmente en los establecimientos que venden al menudeo como las agencias de automóviles es posible manipular los niveles de inventario de manejar que los más bajos coincidan con la fecha de valoración.

Costo de oportunidad (OC)

Dos tipos de costos van asociados con el agotamiento de existencias cuando todavía hay demanda del producto el primero es el costo de las medidas de emergencia para atender

a una entrega urgente. Este costo se identifica finalmente como la diferencia entre el costo adicional de servicio acelerado. El otro el costo es mucho más difícil de adivinar porque hay personas involucradas. Cuando los procedimientos de emergencia no pueden proporcionar el artículo deseado el cliente queda insatisfecho. El único costo es el de la producción perdida, la relación de un cliente disgustado en término de negocio futuros es una estimación de costo sumamente difícil.

3. - PRONÓSTICOS

3.1. - Concepto

La Sociedad Americana de Control de Producción e Inventario (APICS, American Production and Inventory Control Society) considera que un pronóstico es un procedimiento objetivo, en el que se utiliza información recabada en un espacio de tiempo. Un pronóstico considera que las tendencias actuales continuarán en el futuro. El término predicción se utiliza para describir cualquier actividad que implique una evaluación subjetiva.

La base para cualquier actividad en la producción son los pedidos reales o el pronóstico de pedidos futuros. En un ambiente de producir contra inventario, las actividades de producción se fundamentan por completo en pronósticos, debido a que los pedidos deben satisfacerse con los artículos que hay en el inventario.

Muchas decisiones de negocios dependen de algún tipo de pronóstico. Por ejemplo: los contadores recurren a los pronósticos de costo e ingresos para realizar la planeación fiscal; los encargados de planear la producción usan los pronósticos a fin de estar en posibilidad de planear la capacidad, los niveles de inventario y las actividades que se deben llevar a cabo en el taller. Los pronósticos son solo afirmaciones acerca del futuro. Pronosticar es el arte y la ciencia de predecir los eventos futuros. Puede involucrar el manejo de datos históricos para proyectarlos al futuro mediante algún tipo de modelo matemático.

Los pronósticos se clasifican generalmente en el horizonte de tiempo futuro que describen.

Pronóstico a corto plazo.

Este tiene un lapso de hasta un año pero es generalmente menor a tres meses. Se utiliza para planear las compras, programación de planta, niveles de fuerza laboral, asignaciones de trabajo y niveles de producción.

Pronóstico a mediano plazo.

Un pronóstico de rango mediano, o intermedio, generalmente un lapso de tres meses a tres años. Es valioso en la planeación de producción y presupuestos de ventas, presupuestos de efectivo y el análisis de varios planes de operación.

Pronóstico a largo plazo.

Generalmente con lapso de tres años o más, los pronósticos a largo plazo se utilizan para planear nuevos productos desembolsos de capital, localización de instalaciones o su expansión y la investigación y el desarrollo.

Existen ocho pasos para un sistema de pronósticos. Independientemente del método utilizado para pronosticar se siguen los mismos ocho pasos:

1. - Determinar el uso del pronóstico: ¿Qué objetivo se persigue obtener?
2. - Seleccionar las partidas que se van a pronosticar.
3. - Determinar el horizonte de tiempo del pronóstico: ¿Es a corto, mediano, o largo plazo?.
4. - Seleccionar un (os) modelo (s) de pronóstico.
5. - Juntar los datos necesarios para hacer el pronóstico.

6. - Validar el modelo de pronóstico.
7. - Hacer el pronóstico.
8. - Instrumentar los resultados.

Estos pasos presenta una manera sistemática de iniciar, diseñar y llevar acabo un sistema de pronósticos.

3.2. - Datos históricos

A lo largo de la historia, los ejecutivos han sentido la necesidad de contar con asesores clarividentes. Ese formato tentador de las predicciones a largo plazo tiene un atractivo especial, incluso ahora. Si se mencionan unas cuantas fechas o cantidades específicas, hay mucho campo para maniobrar. Las interpretaciones hábiles podrían lograr, incluso, que el pronóstico general parezca ser presiente. Aunque tales pronósticos atormentan la imaginación, no encajan en el medio industrial.

A principios de siglo, se hicieron pocos intentos formales de predecir las condiciones comerciales futuras. Los niveles de producción eran fijos por los administradores, de manera que correspondieran a sus estimaciones de la demanda. Se contrataban trabajadores y se acumulaba suministros de acuerdo con el optimismo de los jefes de departamento.

Antes de la segunda guerra mundial, las industrias comenzaron a reconocer que se necesitaba un sistema integrado de producción. Se establecieron distintos grupos para elaborar las predicciones necesarias. Se inició la era de las encuestas de mercado y los cuestionarios sobre productos y, con ella se produjo un intervalo de credibilidad que fomento la desilusión consiguiente.

Actualmente, parece que el péndulo de la aceptación del pronóstico está subiendo otra vez, pero no a nivel fervoroso de antes. Las complicadas interrelaciones de la economía actual hacen que los pronósticos sean un paso fundamental en la planeación de las operaciones.

3.3. - Importancia

El estímulo para pronosticar proviene de la necesidad de planear y, a su vez, la necesidad de planear proviene de la necesidad de trabajar, ahora, en actividades cuyo fin es satisfacer demandas futuras. Nada es enteramente estático. Los cambios que tienen lugar en la naturaleza pueden ser tan lentos como la erosión causada por el viento en el desierto o tan repentinos como un tornado. Condiciones similares se dan en la producción. La demanda de un artículo estable puede ser esencialmente constante durante años, mientras que la demanda de otro artículo diferente puede desaparecer antes de que éste salga de la fase de diseño. Los servicios que un año tienen gran demanda pueden ser innecesarios el siguiente, al ser sustituidos por otros en los que nadie soñó el año anterior.

La mayoría de los pronósticos tiene por objeto estimar la demanda o las ventas futuras como se indica en el esquema siguiente 3.4.1.

3.4. - Métodos para pronosticar

Existen dos enfoques generales para pronosticar, así como existen dos maneras de abordar todos los modelos de decisión. Uno es el análisis cuantitativo; el otro es el acceso cualitativo. Los pronósticos cuantitativos manejan una variedad de modelos matemáticos que utilizan datos históricos y/o variables causales para pronosticar la demanda. Los pronósticos cualitativos o subjetivos incorporan factores importantes tales como intuición, emociones, experiencias personales del que toma la decisión y sistemas de valores para alcanzar un pronóstico.

Se consideran cuatro técnicas de pronósticos cualitativos diferentes:

1. - *Jurado de opinión ejecutiva*. Este método toma la opinión de un pequeño grupo de administradores de alto nivel, a menudo en combinación con modelos estadísticos y se obtiene una estimación de grupo sobre la demanda.

2. - *Compuesto de fuerza de ventas*. Este pronóstico, cada vendedor realiza un estimado de ventas para su región; estos pronósticos son revisados para asegurarse que son realistas, y entonces se combinan a niveles de distrito y nacionales para lograr un pronóstico global.

3. - *Método Delphi*. Este proceso grupal interactivo permite a los expertos, que pueden estar situados en diferentes lugares, hacer pronósticos. Existen tres tipos diferentes de participantes en el proceso Delphi: los que toman la decisión, personal asesor y encuestados. Los tomadores de decisión generalmente consisten en un grupo de cinco a diez expertos que harán el pronóstico real. El personal asesor asiste a los que toman la decisión al preparar, distribuir, recolectar y resumir una serie de cuestionarios y resultados de encuestados. Los encuestados son un grupo de personas cuyos juicios son evaluados y vistos. Este grupo alimenta información a los responsables de la toma de decisiones antes de que se haga el pronóstico.

4. - *Encuesta a consumidores de mercado*. Este método solicita la información de los clientes o clientes potenciales acerca de sus planes futuros de compra. Puede ayudar no solamente a preparar el pronóstico sino también a mejorar el diseño del producto y la planeación de productos nuevos.

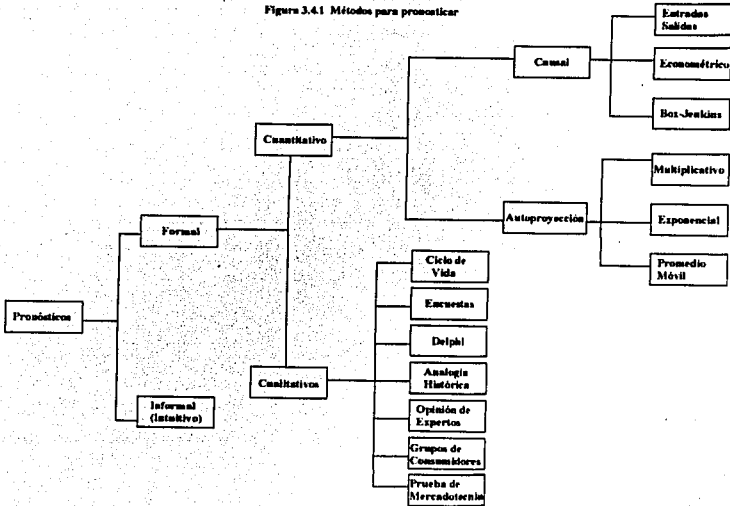
Existen también cinco métodos cuantitativos para pronosticar. Ellos son:

1. - Simplista.
2. - Promedios móviles.
3. - Suavización exponencial.
4. - Proyección de tendencia.
5. - Modelo causal de regresión lineal.

Modelo de series de tiempo: Los primeros cuatro se llaman modelos de serie de tiempo. Ellos predicen sobre la base de la suposición de que el futuro es una función del pasado. En otras palabras, ellos ven lo que el ha pasado en un periodo de tiempo y usan una serie de datos pasados para hacer el pronóstico.

Modelos causales. La regresión lineal, un modelo causal, incorpora al modelo las variables o factores que puedan influenciar la cantidad que se pronostica.

Figura 3.4.1 Métodos para pronosticar



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

3.5. - Mínimos cuadrados

Siempre que los puntos de datos marcados parezcan seguir una línea recta, se puede usar el método de *mínimos cuadrados* para determinar la recta que mejor se ajuste. Será aquella que más se acerque a todos los puntos de datos. Otra manera de decir lo mismo es que la línea deseada minimiza las diferencias entre la línea y cada uno de los puntos. Esta última explicación da origen al nombre del método de mínimos cuadrados: nos da la ecuación de la recta para cual la suma de los cuadrados de las distancias verticales entre los valores reales y los valores de la recta es mínima. Otra propiedad de la línea es que la suma de esas mismas distancias verticales es igual a cero.

Una recta se define por la ecuación $Y = a + bX$. Para un análisis de series de tiempo, Y es un valor de pronóstico a una fecha dada, X , medida por incrementos, digamos de años, a partir de un punto base. Nuestro objetivo es determinar a , el valor de Y en el punto base y b , la pendiente de la recta.

Se usan dos ecuaciones para determinar a y b . La primera se obtiene multiplicando la ecuación de la recta por el coeficiente de a y sumando luego los términos. Si el coeficiente de a es igual a 1 y N es el número de puntos de datos, la ecuación es:

$$*Y = Na + b *X$$

La segunda ecuación se obtiene de manera similar. El coeficiente de b es X . Después de multiplicar cada término por X y sumar todos los términos, tendremos:

$$*XY = a *X + b *X^2$$

A las ecuaciones obtenidas así se les llaman *ecuaciones normales*

Las cuatro sumas necesarias para resolver las ecuaciones, $*Y$, $*X$, $*XY$ y $*X^2$ se obtienen por un método tabular. Podemos simplificar los cálculos seleccionando cuidadosamente el punto base. Como X es igual al número de períodos desde el punto base, seleccionando como base un punto medio en la serie de tiempo, $*X$ es igual a cero. Los números más pequeños que resultan partiendo de un punto base centrado hacen también que los otros productos y sumas requeridos sean más fáciles de manejar. Una vez obtenidas las cuatro sumas, se sustituyen en las ecuaciones normales y se calculan los valores de a y b . Luego se sustituyen esos valores en la ecuación de la recta para completar la fórmula de pronóstico:

$$Y_f = a + bX$$

Nota: * = sumatoria

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.6. - Métodos de cálculo

Una vez adoptado el supuesto importante que tenemos datos representativos, podemos elegir un método para transformar los datos en un pronóstico. Comenzamos por presentar los datos a una escala conveniente. La presentación no tiene que ser exacta, porque todo lo que buscamos es descifrar el patrón general. Ese patrón nos dará un buen indicio del método de cálculo más adecuado. El conocimiento de los métodos ofrecerá nuevos indicios.

Algunos métodos de pronósticos son muy complicados y requieren conocimientos considerables de matemáticas; otros son del tipo de regla empírica y permiten hacer un pronóstico mediante simples operaciones aritméticas

3.7. - Exponencial

A veces, una curva uniforme permite un mejor ajuste a los puntos de datos que la recta. Una curva uniforme implica un crecimiento o disminución porcentual uniforme, en vez del incremento o la disminución constante ejemplificados por una recta. La ecuación de una curva puede adoptar la forma exponencial $Y = ab^x$, la cual indica que Y varía en cada periodo en una proporción constante b.

Podemos determinar los valores de a y b por el método de mínimos cuadrados si cambiamos la ecuación exponencial a su forma logarítmica:

$$\log Y = \log a + x \log b$$

Donde

$$\log a = \frac{\sum (\log Y)}{N}$$

$$\log b = \frac{\sum (X \log Y)}{\sum (X^2)}$$

Nota : * = exponencial X

Donde: ^ = sumatoria

N = número de datos

3.8. - Promedio simple

Cuando b , en la ecuación de la recta $Y = a + bX$, es igual a cero, la línea es horizontal. En ese caso, el pronóstico para el periodo siguiente viene a ser el promedio simple de todos los valores de Y hasta la fecha:

$$Y_f = \sum Y / N$$

El cálculo de un promedio simple para un pronóstico basado en la tendencia es por lo tanto un caso especial del método de mínimos cuadrados.

Los cálculos basados en el valor promedio van asociados más a menudo con las variaciones de temporada, las cuales tienen lugar dentro de una tendencia general. Por definición, las variaciones de temporada se limitan a fluctuaciones ocurridas dentro de un solo año. De manera que tendremos que obtener datos de varios periodos dentro del año, con el fin de determinar los patrones de temporada. Los registros mensuales o trimestrales son los más comunes. Cuando se dispone de información que abarque un buen número de años, la media aritmética de cada periodo dentro de un año tiende a amortiguar o a promediar los efectos cíclicos entre los años.

Nota : \sum = Sumatoria

3.9. - Promedio móvil

Se obtiene un pronóstico por promedio móvil promediando los puntos de datos a lo largo del número deseado de periodos anteriores. Ese número abarca normalmente un año, con el fin de atenuar las variaciones de temporada. La atenuación se debe a que los valores altos y bajos ocurridos durante un año tienden a compensarse. Aplicando el promedio móvil, de manera que abarque más periodos, se hace aumentar el efecto de atenuación, pero disminuye la sensibilidad del pronóstico a los datos más recientes.

Un promedio móvil calculado para un número de observaciones de los datos más recientes casi nunca es un buen pronóstico para el periodo siguiente, a no ser que el patrón de los datos sea relativamente constante. Un índice de temporada referido al promedio móvil mejorara el pronóstico. Un valor de índice se calcula dividiendo la demanda real entre el promedio móvil centrado de ese periodo. Se obtiene un índice más confiable promediando varios valores de índice para periodos comunes de tiempo. El pronóstico es por lo tanto el producto del promedio móvil centrado más reciente de un periodo por el valor de índice de ese periodo.

3.10. - Atenuación exponencial

Cualquier método de pronóstico cuantitativo permite atenuar las fluctuaciones en un patrón de demanda. En la atenuación exponencial, controlamos las características de atenuación agregando la constante de atenuación llamada alfa, la cual da más énfasis a las demandas recientes. Aunque la atenuación exponencial se puede aplicar a cualquier técnica de pronóstico de series de tiempo.

Un pronóstico, usando la atenuación exponencial, proviene de la ecuación:

$$F_n = \alpha Y_{n-1} + (1 - \alpha)F_{n-1}$$

La cual se puede reordenar así:

$$F_n = F_{n-1} + \alpha(Y_{n-1} - F_{n-1})$$

Donde :

F_n = pronóstico para el siguiente período.

F_{n-1} = pronóstico para el período anterior.

α = constante de atenuación ($0 < \alpha < 1$).

Y_{n-1} = valor real en el período anterior.

Por lo tanto, un pronóstico atenuado es igual al pronóstico atenuado anterior más alguna fracción de la diferencia entre el pronóstico y los valores reales durante el período anterior. Por esta descripción, resulta evidente que debemos determinar un pronóstico anterior, así como el valor de, para poder hacer un nuevo pronóstico.

Siguiendo una serie de pronósticos, se puede observar que la atenuación exponencial no es más que un promedio ponderado. Si decimos que el primer pronóstico es F_0 e indicamos los pronósticos posteriores mediante F_1 y F_2 , etc., la serie de pronósticos resultaría así:

$$\text{Periodo 1: } F_1 = Y_0 + (1 - \alpha)F_0$$

$$\text{Periodo 2: } F_2 = Y_1 + (1 - \alpha)F_1 \\ = Y_1 + (1 - \alpha)(Y_0 + (1 - \alpha)F_0)$$

o bien, de modo general,

$$F_n = Y_{n-1} + (1 - \alpha)F_{n-1} \\ = Y_{n-1} + (1 - \alpha)Y_{n-2} + (1 - \alpha)^2 Y_{n-3} \\ = (1 - \alpha)^{n-1} Y_{n-n} + (1 - \alpha)F_0$$

donde

F_n = pronóstico para el período n.

Y = datos históricos.

Y_{n-n} = pronóstico inicial.

$F_0 = F_0$, si no es posible hacer un pronóstico inicial.

La fórmula básica de la atenuación exponencial es más adecuada para un patrón relativamente constante de la demanda. Cuando la demanda sigue una tendencia lineal, el operador básico de atenuación exponencial se puede aplicar de nuevo al resultado de la ecuación de pronóstico original para obtener una predicción más sensible.

3.11. – Como seleccionar un método de pronóstico

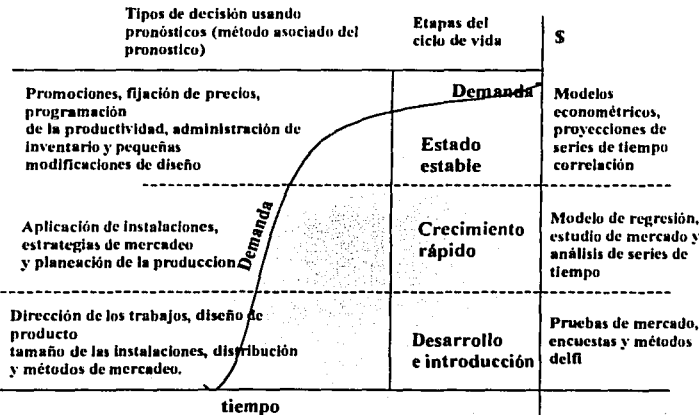
Una misma organización puede aplicar varios métodos diferentes de pronósticos para prever el futuro de sus diversas actividades. También aplicará probablemente, diferentes métodos durante el ciclo de vida de un solo producto. La selección podrá depender de alguno o de todos los factores siguientes:

- Disponibilidad y exactitud de los datos históricos.
- Grado de exactitud que se espera del pronóstico.
- Costo de desarrollo del pronóstico.
- Duración del periodo que abarca la predicción.
- Tiempo de que se dispone para hacer el análisis.
- Complejidad de los factores que afectan a las operaciones futuras.

Como los pronósticos tratan de predecir los niveles futuros de actividad, los diferentes métodos de pronóstico van asociados con el ciclo de vida del producto o servicio basado en los niveles de la demanda.

En la figura 3.11.1 se muestran tres etapas:

Figura 3.11.1 Tipos de decisiones que dependen de pronósticos durante las etapas del ciclo de vida de un producto o servicio.



TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

4. - PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN

4.1. - Programación de la producción

La programación de la producción consiste en asignar las ordenes de producción o las operaciones en que se descomponen a centros de trabajo específico dentro de intervalos temporales concretos, en otras palabras, un programa es una asignación más un calendario. El proceso de programación pueden verse como una fase más de preparación de las actividades productivas, después de la planificación y del cálculo de necesidades.

En los sistemas productivos continuos (puros) la problemática se circunscribe casi únicamente a la asignación de operaciones a centros, al establecimiento de la ruta y siguiente equilibrado de líneas, puesto que a partir de este punto solo restará establecer la secuencia de los productos a lanzar a las líneas, si es que por las mismas transitan productos con características muy diferentes.

En los sistemas intermitentes la programación adquiere una carta de naturaleza distinta, y posiblemente más complejas, por cuanto la frecuencia del ciclo de programación será más alta y las decisiones deberán tomarse, en gran proporción en función de las circunstancias reales de cada momento. Las subfunciones que podemos distinguir dentro de la función programación son las siguientes:

Subfunción carga: Asignación de las operaciones a centros de trabajo, decisión que se adoptará por comparación entre la capacidad disponible del centro y la carga requerida por las operaciones ya asignadas al mismo.

Subfunción secuenciación: Secuenciación de las operaciones asignadas a un centro de trabajo para establecer su orden de ejecución.

Subfunción temporización: Determinación de los instantes de inicio y fin de cada operación.

Los objetivos perseguidos (dentro de las consideraciones generales establecidas por la planificación) suelen ser:

- Terminar en plazo un alto porcentaje de ordenes.
- Obtener una alta utilización del equipo y del personal.
- Reducir al mínimo las horas extras.
- Reducir al mínimo la obra en curso.

Estos objetivos son claramente antagónicos entre sí dada una situación concreta del sistema productivo, por lo que deberá establecer una jerarquización entre ellos.

La marcha a seguir suele ser la que se describe a continuación:

- Patrimonio de ordenes de trabajo, cada una de ellas con fecha planificada de terminación.
- Las ordenes de trabajo se transforman en operaciones específicas para cada una de las cuales se determinan las necesidades de mano de obra, maquinaria, etc. en las diversas alternativas.

- Las ordenes se cargan a centros de trabajo concreto, dentro de intervalos específicos, en función de carga.
- Se determinan las necesidades agregadas de mano de obra, tiempo máquinas, etc. a nivel centro de trabajo y se comparan con las capacidades existentes.
- En función del resultado de la comparación se toman decisiones con relación a movimientos de plantilla, tasa de producción, horas extra, subcontratación, etc. así como respecto a cambios de asignación de ordenes, modificando el centro o el intervalo.
- Se procede a la secuenciación en cada centro de trabajo.
- Se desarrolla el programa detallado.

4.1.1. - Programación

Un programa es una representación del tiempo invertido en efectuar una tarea y debe deducirse de los requerimientos técnicos de la misma, los pronósticos de ventas y de capacidad disponible. No es una simple lista de funciones necesarias puesto que toma en cuenta las relaciones tecnológicas entre varias funciones.

Un programa de trabajo planeará la manufactura de una tarea particular; una vez hecho no necesitará ser cambiado a menos que haya un cambio, ya sea en la tarea (por ejemplo, en la cantidad de producir o en el producto que se produce) o en el método de manufactura. Por tanto, una compañía que elabora una gama de productos conformará un número de programas que se archivan y utilizan como base para el control de producción. Tales programas no tienen fecha, pero especifican el tiempo invertido, una vez fijada la fecha de entrega, será posible fechar el programa para que se obtengan fechas positivas para el inicio y terminación de cada función. Cuando se elabora un programa es importante registrar en él:

1. - El producto.
2. - La cantidad programada.
3. - La fuerza de trabajo empleada.

La mayoría de las organizaciones manufactureras producen cierto número de tareas simultáneas en consecuencia es necesario amalgamar cierto número de programas. Esto se hace cuando se conoce las fechas de entrega de cada tarea y la amalgama total especificará el trabajo a efectuarse en cada departamento a lo largo de cada periodo examinado. Esta operación se conoce como programación y el resultado simplemente como el programa, el programa de producción o programa de manufactura para la planta como un todo.

Las condiciones óptimas de trabajo se obtienen cuando los diversos programas de tareas pueden trasladarse al programa sin modificación. Por tanto la preparación de un programa de producción requiere de que se preste atención a:

- a). - Las fechas en que se debe entregarse el producto terminado.
- b). - Los diversos programas de tareas.
- c). - Las capacidades de las diversas secciones o departamentos.
- d). - Las eficiencias de las diversas secciones o departamentos.
- e). - El programa de mantenimiento.
- f). - Los días de asueto.
- g). - Enfermedades y ausentismo por anticipado.

- h). - Las obligaciones existentes.
- i). - La disponibilidad de materiales.
- j). - La prioridad de los diversos trabajos.
- k). - Los desperdicios admisibles.

4.1.2. - Reglas de programación

Las reglas de programación son:

1. - Programar primero las tareas con las más corta operación inicial.
2. - Programar primero las tareas con las más corta operación final.
3. - Programar las tareas de acuerdo con su contenido total de trabajo.
4. - Programar las tareas de acuerdo con la fecha de su recepción.
5. - Asignar prioridades a las tareas de acuerdo con el cliente.

Ninguna de estas reglas puede aparecer como "optimizadora", son enteramente arbitrarias.

Las actividades para la programación maestra se realizan en tres etapas (1) diseño del MS, (2) creación del MS y (3) control del MS:

A.- El diseño del MS incluye las siguientes etapas:

1. - Seleccionar los artículos; esto es, elegir los niveles en la estructura de los materiales que deben de representar los artículos programados (se deben de incluir tanto los componentes como los ensambles finales.)
2. - Organizar el MS por grupos de productos.
3. - Determinar el horizonte de planeación, las barreras de tiempo y las guías operativas relacionadas.
4. - Elegir el método para calcular y presentar la información disponible para prometer.

B. - La creación del MS incluye las siguientes etapas:

1. - Obtener la información necesaria, incluyendo el pronóstico, los pedidos pendientes (compromisos con los clientes) y el inventario disponible.
2. - Preparar el bosquejo inicial del programa maestro de producción (MSP).
3. - Desarrollar el plan de los requerimientos de la capacidad aproximada.
4. - Si es necesario, aumentar la capacidad o revisar el bosquejo inicial del MSP para obtener un programa de factible.

C.- El control del MS incluye las actividades siguientes:

1. - El seguimiento de la producción actual y su comparación con la producción planeada para determinar si se está cumpliendo con las cantidades planeadas en el MSP y las promesas de entrega.

2. - Calcular lo disponible para prometer, para determinar si algún pedido que llegue puede ofrecer en un periodo específico.
3. - Calcular lo proyectado en mano para determinar si la producción planeada es suficiente para cumplir con los pedidos que se esperan en el futuro.
4. - Usar los resultados de las actividades precedentes para determinar si se debe revisar el MSP o la capacidad.

4.1.3. - Plan maestro de producción

Un programa maestro de producción especifica lo que se debe fabricar y cuando se debe fabricar. El programa debe estar de acuerdo con un plan de producción. Esta planeación se deriva de las técnicas de planeación agregada. Tales planes incluyen una variedad de entradas, las cuales involucran también a los planes financieros, la demanda del cliente, las posibilidades de ingeniería, la disponibilidad de la mano de obra, las fluctuaciones del inventario, el desempeño de los proveedores y otras consideraciones.

El plan maestro de producción indica los requerimientos para satisfacer la demanda y cumplir con el plan de producción. Este programa establece qué productos fabricar y cuándo.

Muchas organizaciones establecen un programa maestro de producción y después fijan la operación a corto plazo del plan. La operación fija del programa es conocida como el programa "fijo", "firme" o "congelado". Solo se permiten los cambios después del programa fijo establecido. El programa maestro de producción determina la producción pero no es un pronóstico de la demanda. Muestra las unidades que se deben producir.

El programa maestro se puede expresar en términos de:

1. - Un producto final en una compañía con actividad continua (fabricar para inventario).
2. - Una orden del cliente en una compañía con taller de trabajo (fabricar por orden).
3. - Módulos en una compañía repetitiva (ensamblar para inventario).

El programa maestro especifica los productos terminados que la organización anticipa que producirá en cada periodo. El programa maestro (MS) es un eslabón clave en la cadena de planeación de manufactura y control.

El (MS) se interrelaciona con mercadotecnia planeación de la producción y planeación de capacidad también maneja el sistema de planeación de requerimiento de materiales (MRP).

La programación maestra calcula la cantidad necesaria para satisfacer los requerimientos de todas las fuentes de demanda. Posibilita al área de producción hacer la evaluación de los requerimientos de capacidad de una forma más detallada. Así mismo, proporciona la información necesaria para que tanto producción como mercadotecnia puedan llegar a un acuerdo con respecto de una acción cuando las solicitudes de los clientes no puedan satisfacer con la capacidad normal. Por último, proporciona a la administración la oportunidad para discernir si podrá lograr el plan comercial y los objetivos estratégicos que se han planteado.

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

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

Pronóstico de la demanda

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

Pedidos de cliente

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

Inventarios de producto terminado

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

$$P = V + IF - II$$

Donde:

- P = Es la cantidad a fabricarse.
- V = Es el volumen de ventas.
- IF = Inventario final.
- II = Inventario inicial.

Capacidad de producción

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

Lote económico de producción

Durante la fabricación de un lote se presentan tres tipos de costos básicos que son:

- Costo fijo para la preparación de cada lote.
- Costo variable en función del tamaño de lote por concepto de mantener inventarios en existencia.
- Costos variables en función del tamaño del lote por concepto de mantener déficit de existencias.

4.1.4. - Programación de la producción e inventarios

La programación de la producción y el inventario es un problema común en muchas organizaciones. Porque cuando los costos de producción varían en una base por unidades en el número de unidades que se producen realmente, los resultados que proporcionan los modelos elementales de inventario pueden no ser apropiados. Además, si se puede pronosticar la demanda futura con un alto grado de exactitud y si varía de un período a otro se debe tomar en cuenta esta información al determinar simultáneamente la tasa óptima de producción y el nivel de inventario para la firma.

El informe de programación de la producción proporciona el vínculo entre el control del inventario y el control de la producción. Este provee la herramienta que el programador necesita para realizar su trabajo eficaz de selección de los artículos que se deben de incluir en el programa de arranque (inicial) para alimentar trabajo a la planta y lograr las tasas planeadas de producción.

4.2. - Control de la producción

Toda organización produce o deberá producir una jerarquía de planes para permitirle cubrir sus propósitos corporativos, estos planes definen entre sí el nivel de detalle en el que opera, y el detalle es en sí mismo el lapso cubierto por el plan, el mayor lapso correspondiente de la política global de la compañía es determinada por el consejo directivo conforme a esta, pero ocupando un período menor se hacen los pronósticos de venta que cuantifican e identifican los productos que se fabrican en el futuro predecible, a partir de estos pronósticos el departamento de control de la producción DCP prepara un programa de producción que a su vez genera una carga de producción que por último se convierte en acción por medio de la supervisión de la producción (figura 4.2.1) debe notarse que la representación de un conjunto de planes es un proceso interactivo dado que puede ocurrir, que la incapacidad de realizar un plan a un nivel puede causar un cambio en los planes a niveles superiores, igualmente los planes deben engranar y ser aceptables y congruentes para todo los implicados, así un pronóstico de ventas debe concordar con los objetivos del consejo y la capacidad del departamento de producción.

Por lo tanto el departamento del control de la producción es uno de los departamentos de planeación dentro de la organización y de hecho, algunas autoridades se refieren a él cómo el departamento de planeación y control de la producción.

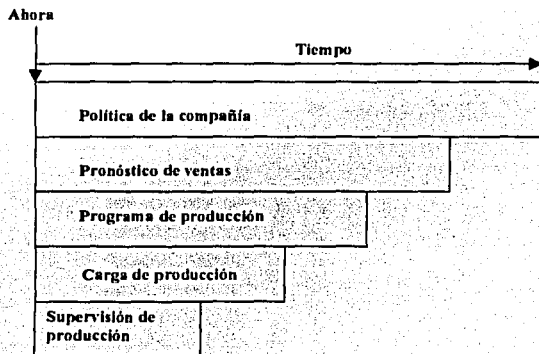
En esencia el departamento de control de la producción deberá de ser capaz de responder en cualquier momento preguntas básicas y aparentemente simples como:

1. - ¿Puede emprenderse una tarea determinada?, y de ser así, ¿cuándo?
2. - ¿Hasta dónde han avanzado las tareas en proceso?

Y al tratar de proporcionar estas respuestas debe intentar organizar el uso más efectivo de la mano de obra, los materiales y la planta. El controlador de la producción necesita una meta clara, capaz de lidiar simultáneamente con un gran número de problemas, un conocimiento total de los procesos de producción y técnicas de organización eficiente de oficinas, valoración de la importancia de controlar los costos y una comprensión de los métodos matemáticos y más importante el razonamiento matemático.

Muchas de las debilidades de las unidades industriales (por ejemplo: excesivas existencias de materiales, promesas de entrega incumplidas, tiempos perdidos, etc.) puede atribuirse directamente a un control de la producción interior o no existente, mientras que un control realmente efectivo puede alcanzar aumentos de la producción mucho más espectaculares a mucho menor costo que cualquier otro mecanismo de dirección. Cuando no hay buen control de la producción ninguna otra actividad puede mostrar resultados efectivos.

En cualquier plan para mejorar la eficiencia de una fábrica o reducir los pedidos, la organización de un departamento de control de la producción realmente eficaz debe de ser de la más alta prioridad.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4.2.1. - Delineación de las funciones del control de la producción

Programación y carga

Al momento de emitir un programa de ventas (en el caso de que se haga para existencias) o un ajuste de recibo de una orden (en caso de hacerlo para una orden del cliente) el mercadeo debe emitir una orden de trabajo que autoriza la manufactura de un producto o un grupo de productos. Esta orden es el punto de partida de todas las actividades del DCP concerniente a la manufactura actual, aunque el DCP debe haber asistido al mercado al fijar la fecha de entrega que aparece en la orden de trabajo.

Aparte de la orden de trabajo se prepara un *programa maestro* que implica determinar los requisitos y disponibilidad de mano de obra y materiales, así determinar fechas en las que deben determinarse las funciones principales. Este programa maestro debe remitirse a la sección de control laboral, en la cual se verifica la disponibilidad (tanto de hombres como de máquinas), se preparan programas detallados y se cargan los distintos departamentos tan detalladamente como sea útil. Al mismo tiempo se pasará una copia del programa maestro a la sección de *control de material* que verifica la disponibilidad de materiales emprendiendo cualquier acción necesaria. El programa maestro necesita ser revisado siempre que ocurra un cambio en cualquier condición (demanda, materiales, recursos, etc.).

Control de materiales

El control de materiales es el recurso de la moneda de la cual el control laboral es el anverso. Dado que el número de elementos de información es mucho mayor en el caso de los materiales que en el laboral no son necesariamente apropiadas las mismas técnicas. En general puede decirse que la tarea del controlador de materiales es determinar la necesidad de materiales y después tomar las medidas necesarias para ver si se cubre esta necesidad.

Despacho y progreso

En el momento adecuado de iniciará la manufactura por la sección de despacho que reúne todos los documentos importantes, verifica en detalle la disponibilidad de mano de obra, materiales, herramientas, equipo y auxiliares, emiten documentos de autorización durante todo este tiempo y durante la siguiente manufactura, la sección de progreso observa el comportamiento, verificando que se estén cumpliendo los requerimientos del programa maestro. Toda desviación del programa se notifica a la supervisión apropiada y se hace cualquier modificación necesaria del programa para contrarrestar los resultados de dicha desviación. Si la fecha final de entrega, pareciera peligrar es responsabilidad incuestionable del departamento de control de producción informar al departamento de ventas para que si se considera pertinente el cliente pueda ser advertido.

El no hacer esta simple cortesía conduciría severamente a un deterioro de las relaciones con el cliente lo que a su vez puede reflejarse eventualmente en la recepción de ordenes. Una fecha de entrega debe considerarse inquebrantable y realizarse cualquier esfuerzo

para mantenerla, pero si resulta imposible hacerlo, el cliente debe de estar informado y esta información sola puede originarse en el departamento de control de la producción.

4.2.2. - Políticas de mercadeo y control de producción

Existen dos formas posibles en que una compañía manufacturera puede obtener sus ingresos:

1. - Recibiendo ordenes de los clientes y generando trabajo para cubrir esa ordenes.
2. - Obteniendo ordenes de los clientes, ordenes que se cubren con trabajo generado antes de la recepción de la misma.

Mucho del trabajo de la producción tiene que ver con la acción futura y por tanto con mayor precisión se prediga el futuro, así se tiene mejor oportunidad de que el controlador de la producción elabore planes más efectivos. Una política de recepción de ordenes producirá inevitablemente mayor incertidumbre que una política de obtención de ordenes, la cual tendrá consigo un mayor riesgo.

El departamento de mercado necesita pronosticar las ventas futuras y asumir la responsabilidad de las existencias vendidas así los pronósticos serán más exactos.

La decisión de cambiar de recepción de ordenes a obtención de ordenes es estrictamente importante y los efectos dado, que influyen en toda la organización.

4.2.3. - Parámetros que afectan la función del control de la producción

1. - Organización de la producción

La manera en que se organiza la producción, los resultados tecnológicos empleados, la localización de la planta y el grado de especialización de los operarios directo, afectan a la función de control de la producción es decir, mientras menor sea la organización tanto en dimensiones físicas como organizativas y mayor sea la flexibilidad de la fuerza de trabajo, más fácil será la teoría del controlador de la producción.

2. - Información y flujo de información

El control de la producción solo puede actuar sobre la información que recibe, lamentablemente mucha de la información es endeble.

- a) Tiempo estándar.
- b) Existencia en el almacén.
- c) Disponibilidad de materiales.
- d) Monto de trabajo ya terminado.
- e) Capacidades de los puestos de trabajo.

Todos son propensos a ser altamente imprecisos. Hay una considerable renuncia por parte de la mayoría de los miembros de una organización a transmitir información acerca de sus propias actividades, esto ocurre con frecuencia porque se supone que la información se requiere con propósitos punitivos (algo así como dame cuerda para ahorcarte). La dirección debe dejar claro a todos los implicados que el libre flujo de la información va con mejores intereses de todos en la organización.

3. - *Sistemas de programación*

Lo medular en las funciones del control de la producción es la función de programación. Es una tarea difícil de realizar, a veces con consecuencias desafortunadas, puede convertirse en un fértil campo para que incursionen quienes se inclinan por las matemáticas. En un análisis final la operación de todo sistema de programación dependerá de la habilidad de los operarios, los administradores y los supervisores de primera línea para comprender lo que se requiere para el propio sistema.

Por lo tanto la intangibilidad debe de ser un aspecto primordial, suele ser mejor sacrificar apariencia para ser capaz de producir un programa que sea entendible. También es inevitable que las prioridades cambien y el método de programación debe ser capaz de acomodarse a los cambios con extrema rapidez.

4. - *Tecnología del proceso*

Puesto que el controlador de la producción, está efectivamente planeando un horario para el movimiento de un trabajo a través de un cierto número de puestos de trabajo, la tecnología de proceso debe ser bien comprendida, usualmente siempre habrá varias maneras alternas de efectuar un proceso de producción y es con frecuencia mejor normalizar un método tecnológico particular, para un número sus tendencias de trabajo diferentes que trata de obtener el mejor de cada proceso.

Una tarea particularmente difícil de organizar es la que previene que el material fluya en una dirección, cuando el material abandona un puesto de trabajo para regresar al mismo tras de haberse efectuado otras operaciones. Los responsables de establecer métodos deberían tratar de evitar este retroceso y considerar los efectos, que sobre el control de la producción tiene sus requerimientos de proceso. Cualquier aparente pérdida de eficiencia tecnológica puede ser más que compensada por la simplificación de la tarea de control de la producción.

5. - *Estabilidad de las prioridades*

Todo horario es fundamentalmente un establecimiento de prioridades y mientras más a menudo se cambien las prioridades, más frecuentemente se necesita cambiar el horario. Es una experiencia común que las reuniones de avance de los bienes destruyan todas las prioridades establecidas en la reunión anterior y fijen otras nuevas. Esto presenta una situación imposible para el control de la producción, quien se haya en la posición de correr cada vez más rápido para permanecer en el mismo lugar, obviamente ninguna declaración de prioridades puede considerarse invariable, a medida que cambian las circunstancias las prioridades deben seguirlos, sin embargo la separación común entre las funciones de mercadeo y producción puede llevar a que se fije prioridades que son en sí mismas inalcanzables y una definición simple dice que el control de la producción es el arte de tratar de conciliar solicitud imposible con recursos inadecuados mientras el departamento de la producción tiene la responsabilidad de tratar de cubrir las necesidades del mercado, el departamento de mercadeo tiene la obligación de tratar de producir pronósticos firmes para que el departamento de producción actúe en conciencia.

Uno de los rasgos más fácilmente observable en una unidad de producción es la presencia de equipos inactivos y bajo la presión de la dirección máxima, se hacen a menudo grandes esfuerzos para mantener las máquinas trabajando. Los efectos de una política de utilizar a cualquier precio pueden ser desastrosos puesto que pueden producir un exceso de materiales y trabajo iniciado. Un criterio mucho más racional es el de la velocidad de flujo de materiales, mientras más rápido pueda transformarse el material

en bienes terminados, más rápidamente puede recuperarse la inversión inicial. Un flujo saludable de dinero es un prerequisite esencial para una organización saludable.

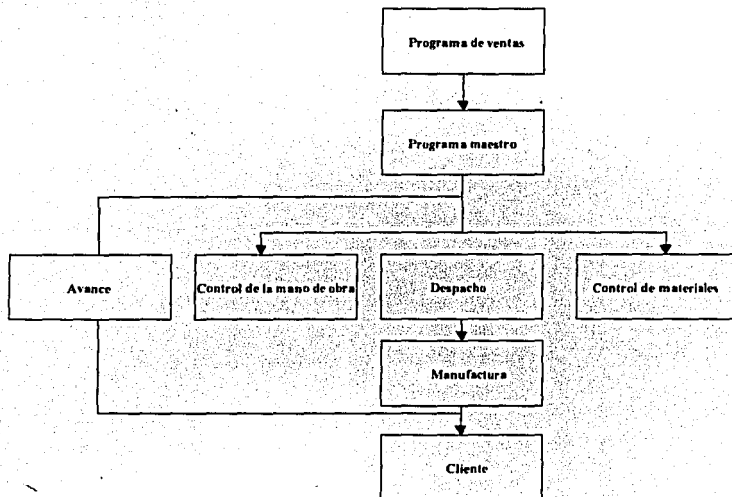
Prerrequisitos que afectan al control de la producción:

1. - Organización de la producción.
2. - Información y flujo de información.
3. - Sistema de programación.
4. - Tecnología de proceso.
5. - Estabilidad de las prioridades.
6. - El mito de la utilización de la planta.

Secuencias de operaciones

Las secuencias de operaciones están representadas por la figura 4.2.3.1 y las cinco funciones principales del DCP (programación, carga, despacho, progreso, y control de materiales) debe quedar claro que estas funciones aunque separadas, no son realizadas necesariamente por personas diferentes dependiendo los detalles de la organización de las condiciones locales, tal como el tamaño de la planta, el volumen, el tiempo de trabajo y la situación geográfica de la planta.

Figura 4.2.3.1
Bosquejo de las funciones del DCP



4.2.4. - Diseños de control

Hay muchos diseños de control de la producción. Hablaremos de tres tipos básicos, pero se han hecho innumerables cambios para adaptarse a situaciones específicas. Un sistema de control diseñado para una determinada fábrica podría no funcionar en otra y hasta podría no seguir siendo eficaz en la original a medida que varíen las necesidades de la producción. Se describen tres divisiones de producción que están asociadas con los tres tipos de diseño de control.

1. - *Producción continua* (utiliza una distribución del producto).
 Producto final y rutina de producción estandarizados.
 Gran volumen de producción elaborada mediante equipo especial.
 Poco inventario en proceso y largas corridas de producción.
 Bajos niveles de especialización de los trabajadores.
 Flexibilidad limitada del proceso.

2. - *Producción intermitente* (utiliza una distribución del proceso).
 Producto final no estándar que requiere controles extensos de la producción.
 Volumen promedio de producción elaborada mediante equipos de uso general.
 Mucho inventario en proceso y corridas de producción más cortas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Niveles medios a elevados de especialización de los trabajadores.

Proceso más flexible gracias al equipo versátil de manejo de materiales.

3. - *Proyectos especiales* (Utilizan a menudo una distribución de posición fija).

Producto final especial que requiere controles rígidos de producción.

Bajo volumen de producción que con frecuencia requiere la cooperación de varios subcontratistas.

Mucho inventario en proceso con una sola corrida de producción.

Altos niveles de especialización de los trabajadores.

Gran flexibilidad del proceso.

Control de flujo

El *control de flujo* o en serie se aplica a la producción continua que solemos encontrar en las refinerías de petróleo, en las plantas embotelladoras, en la fábrica de cigarros, en las de papel y en otras de producción en masa. La estandarización de los productos, del equipo y de las asignaciones de trabajo permite que los controles estén estandarizados también. La preocupación consiste en mantener un suministro continuo y amplio de materiales.

El gran volumen de producción implica que es necesario acumular y almacenar cantidades enormes de materias primas hasta que se les necesiten. El equilibrio normal del costo de almacenamiento con el costo de oportunidad resulta afectado por la influencia del de los agotamientos de existencia. Debido a la inflexibilidad del proceso, toda la operación quedará reducida por la escasez de materiales en un punto cualquiera en la serie de actividades. El volumen de producción exige atención estricta al inventario de artículos terminados y un sistema de distribución que funciones sin interrupciones.

El despacho de ordenes de trabajo es en buena parte innecesario debido a las largas corridas de producción. Los trabajadores conocen sus tareas repetitivas sin necesidad de instrucción especial. El equivalente más próximo de las ordenes de trabajo es la emisión de autorizaciones de producción que indican el nivel que se espera durante un cierto intervalo. Se entrega normalmente a los gerentes y supervisores de producción que controlan el flujo del proceso, más que a los trabajadores de la línea de producción.

Control de pedidos

El *control de pedidos*, asociado con la producción intermitente, es mucho más complejo que el control de flujo. La naturaleza tan especial de trabajo implica que las ordenes de producción pueden provenir de distintas fuentes y por cantidades y diseños diferentes. El tiempo permitido para la producción puede variar también como resultado de las promesas de entrega hechas por los vendedores. Esas condiciones dificultan la planeación previa y requieren un alto grado de control de cada orden.

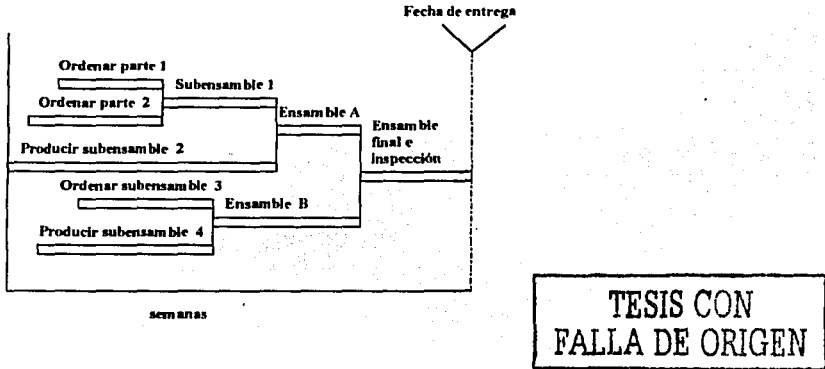
La recepción de una *orden de trabajo* inicia la acción de determinar qué materias primas y partes se requieren y qué operación de producción se deben programar. Al elaborar el programa de trabajo se tiene en cuenta la lista de materiales, la información de itinerario para el orden sucesivo de las operaciones y las fechas de entrega deseadas.

Los métodos principales de programación son la *programación hacia atrás*, para cumplir con una fecha límite y la *programación hacia delante*, para producir lo más pronto posible. El primer método da comienzo con la fecha de entrega requerida y calcula hacia atrás para determinar la fecha de emisión de la orden. Cuando se requieren varios submontajes con tiempos de entrega diferentes, el programador tiene que trabajar hacia atrás a lo largo de cada línea de submontaje a fin de determinar las fechas de

emisión de las ordenes de trabajo para componentes como se muestra en la figura 4.2.4.1

La programación hacia adelante se usa con más frecuencia con productos cuyos componentes no requieren ensamble. Por ejemplo en una fábrica de láminas metálicas donde se ordena una aleación determinada de cierto grosor, los clientes quieren normalmente el material tan pronto como se disponga de tiempo de máquina. Si hay demanda atrasada, verifican la fecha de entrega solicitada para establecer prioridades. En ese caso, está realmente combinando las programaciones hacia atrás y hacia delante. Cuando hay un factor limitador evidente en el flujo de la producción, se recibe atención especial y se le llama *control de carga*. Por ejemplo si se requiere una máquina muy costosa o única en su clase para atender varios pedidos diferentes, todas las actividades relacionada con esos pedidos se sujetan al tiempo de que se dispone con la máquina crítica. La finalidad del control de carga es aliviar hasta donde sean posible los efectos del cuello de botella asegurando una utilización máxima del activo decisivo.

Figura 4.2.4.1 Diagrama de ensamble basado en los tiempos de entrega requeridos para cumplir con una fecha de entrega prometida



Control de proyectos especiales

El *control de proyectos especiales* se reserva para las tareas distintivas o particularmente importantes con características poco comunes. La mayoría de las ordenes son entregadas por los directores y supervisores directamente a los trabajadores encargados de la ejecución. El mismo personal de supervisión vigila los avances y realiza acción correctiva cuando el trabajador se atrasa. Esos procedimientos menos formales y más costosos los justifican los problemas de coordinación que implica unificar los esfuerzos de los diversos oficios para ajustarse a las rígidas limitaciones de tiempo.

Como cada fase de un proyecto especial tiende a depender de la terminación de una fase anterior, Las medidas de apresuramiento adoptan con frecuencia las formas de programación de emergencia para segmentos específicos. Las grandes dosis de recursos

adicionales aplicados en forma intermitente hacen aumentar con rapidez los costos directos. Es difícil controlar la aplicación de recursos adicionales, porque el número de supervisores raramente aumenta durante los periodos de actividad acelerada. El empleo de diagramas de actividad de corto alcance ofrece protección contra el aumento vertiginoso de los costos debido al amontonamiento del trabajo y a las operaciones deficientes.

4.2.5. - Medidas de control

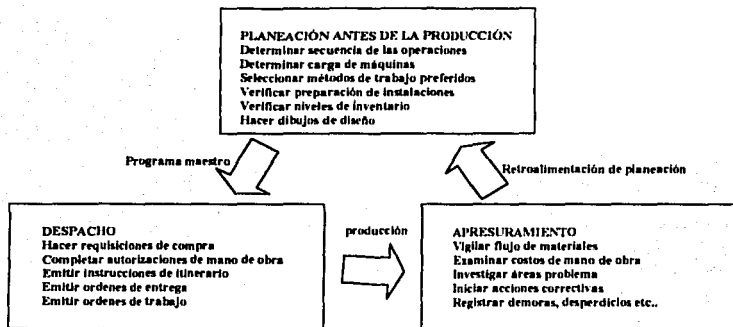
Algunas de las actividades tácticas más directas se indican en la figura 4.2.5.1. El resultado de esas actividades es un programa maestro de producción, fundamento de todas las acciones. Indica cuántos productos estarán listos para ser distribuidos y cuándo. Esa información se usa para controlar los materiales y determinar las asignaciones de operadores y máquinas a los pedidos individuales.

Despacho

La función de despacho da *luz verde* a la producción. La acción que activa la fabricación es la emisión de ordenes de trabajo y de materiales. Esas ordenes ponen en ejecución las operaciones indicadas por el programa maestro. Cuando se van a usar varias partes, las ordenes de producción se descomponen en tarjetas de trabajo para las tareas sucesivas y para las maneras de realizarlas. Se registran también las entregas de materiales y la información acerca del siguiente destino del componente.

Los deberes exactos de la función de despacho y la manera de cumplir con esos deberes varía entre empresas. En el *despacho centralizado*, el departamento de control de la producción entrega ordenes de trabajo detalladas directamente a los operadores que realizan las tareas. El *despacho descentralizado* envía ordenes de trabajo generales a los supervisores de departamento y estos deciden qué máquinas se van a usar, quién la usará y cuándo se realizara el trabajo. Una vez emitidas las ordenes de trabajo, la función de despacho sigue asumiendo a veces la obligación de registrar los tiempos reales de operación, las causas de la ociosidad y de las averías y otra información similar pertinente acerca del programa. Otras veces, esa obligaciones recaen en el área de apresuramiento.

Figura 4.2.5.1 Actividades de control



Apresuramiento

Mientras que el despacho consiste fundamentalmente en un flujo de información, el *apresuramiento* se ocupa de flujos de materiales y componentes. Las dos funciones tienden a superponerse tanto en forma cronológica como en responsabilidad. Los acontecimientos registrados bajo la función de despacho son ajustados por las actividades de apresuramiento.

El apresurado sigue los progresos de un pedido desde la etapa de materia prima hasta el producto terminado. Con frecuencia se le confiere autoridad y se le dan las facilidades necesarias para mover materiales o productos semiterminados a fin de aliviar el amontonamiento en el flujo de producción. Por ejemplo el hecho de que los componentes no lleguen a una determinada estación de trabajo es detectado en las oficinas de despacho gracias a las gráficas de avance o al informe de procesamiento de datos. El apresurador investiga las causas de la demora. Si se debe a una mala interpretación de las ordenes de trabajo, puede aclarar los puntos y posiblemente usar equipo que tiene a su disposición para aliviar el amontonamiento de los materiales. Si los problemas de circulación van más allá de la autoridad del apresurador, éste los pasará a la oficina de la planeación de la producción para que se revisen las acciones o las redistribuciones de recursos. Las modificaciones resultantes vuelven por lo general al apresurador quien se encargará de ponerse en práctica.

El apresuramiento y el despacho se llevan a cabo bajo una misma operación, en particular en el control de proyectos especiales. Con un diseño de control de flujo, la combinación de funciones es también lógica: El despacho es relativamente directo porque se requieren pocas instrucciones detalladas mientras que el apresuramiento es más importante en vista de la gravedad de las interrupciones temporales del flujo. Con el diseño de control de pedidos las dos funciones se complementan en el control de estricto necesario para seguir las ordenes a través de la fábrica. Estén o no combinadas las funciones, ambas deben contribuir a las evaluaciones después de la operación. Las recomendaciones derivadas de la corrección de errores anteriores dan lugar a diseños de control que reducen los errores repetidos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Relaciones críticas

La prioridad de acuerdo con la cual se asignan los trabajos a las personas o a las máquinas se puede determinar de muchas maneras pero una de las más sencillas consiste en asignar los trabajos aplicando las reglas sencillas de prioridad por ejemplo:

- El que llega primero es atendido primero (se programa a los trabajadores a medida que se reciben de los clientes).
- El cliente preferido tiene servicio prioritario (se da prioridad a los pedidos de los mejores clientes).
- La queja más fuerte se atiende enseguida (se hacen avanzar los pedidos atrasados de los clientes que más se quejan del mal servicio).
- En cualquier momento, un pedido cualquiera (selección al azar de un trabajo entre los que deben hacerse, para pasarlo a una estación de trabajo abierta).

Cada una de esas reglas ayuda más o menos al programador a decidir que trabajo asignará enseguida, pero ninguna de las *alertas* para indicar la urgencia relativa de todos los trabajos que esperan para ser terminados se logra un mejor control de todo el menú de órdenes de trabajo calculando la relación crítica de cada compromiso de trabajo no programado un índice de la prioridad relativa de los trabajos.

La forma general de una relación crítica (RC) es:

$$RC = \text{Tiempo que falta para hacer un trabajo} / \text{Tiempo normal requerido para terminar el trabajo}$$

Cuando varios trabajos están esperando una rendija en el programa de trabajo, las relaciones críticas son medidas en de urgencia: mientras más baja sea la relación, mayor será la urgencia.

Las relaciones críticas son efectivas tanto para el programador de avances como para las revisiones actuales de los programas existentes.

4.2.6. - Instrumentos y técnicas de control

Cada empresa y hasta los controladores dentro de la misma empresa, utilizan mecanismos de control adaptados de manera especial a sus propias necesidades. Las formas impresas para programas maestros, análisis de carga, órdenes de fábrica, requisiciones de almacén, memos de crédito de almacén, vales de desecho órdenes de movimiento de materiales, notas de inspección y otros registros de control de usados comúnmente varían mucho en cuanto a diseño, tamaño, detalle.

También la representación visual es esencial. Los diagramas varían desde las gráficas de barras fijadas en los muros de un centro de información hasta los grandes tableros permanentes con ranuras cromadas para colocar barras de tiempo hechas de plástico de colores, si bien las forma y los símbolos difieren, la intención uniforme es transmitir información y seguir los progresos de las acciones activadas por la información. Describimos aquí varios instrumentos y técnicas administrativas comunes destinadas a cumplir la emisión de control.

Gráficas de Gantt

La cualidad principal de una gráfica de Gantt es su simplicidad. No se ha intentado reconocer su el riesgo ni las acciones alternativas. Las actividades se sujetan a fecha de acuerdo con el programa elaborado. Las desviaciones respecto del calendario previsto se registran para indicar las condiciones actuales. Mediante esta rutina se hacen las asignaciones a los trabajadores, se revela el patrón de las demoras y se exponen necesariamente la distribución cambiante de las cargas de producción.

En las figuras 4.2.6.1, 4.2.6.2, 4.2.6.3, se ilustran tres versiones de las gráficas de Gantt. Se aplican a tres métodos de programación: perpetua, periódica y por pedido. Las diferentes convenciones y símbolos que se ilustran se podrían intercambiar entre los tipos de programas y las otras formas descriptivas totalmente diferentes podrían sustituir o complementar a las que se muestran. Se recomienda algo de prudencia en su elaboración, para conservar la virtud de la simplicidad. Si se llena una gráfica con demasiada información se puede destruir su capacidad de registro y transmisión de datos.

Un programa perpetuo se establece revisando el estado de trabajo de todos los trabajos que figuran en un archivo de pedidos pendientes. El tiempo requerido para todos los trabajos en cada departamento, máquina o instalación se puede anunciar en forma similar en la figura 4.2.6.1. Los anuncios se hacen típicamente una vez por semana. Las barras horizontales indican el tiempo reservado en cada instalación para realizar el trabajo ya ordenado. Las cargas relativas de las instalaciones y la carga general de trabajo de la fábrica se exponen en forma clara. las instalaciones que tienen cargas más pequeñas se pueden utilizar para aliviar a los departamentos sobrecargados. La puesta al día semanal proporciona también un registro gráfico de las cargas de trabajo cambiantes. El carácter de los patrones de carga es útil para asignar estudios de mejoramiento de los métodos, seleccionar inversiones de capital y pronosticar las necesidades de personal y mantenimiento.

Figura 4.2.6.1 Gráfica de cargas de Gantt para programación perpetua

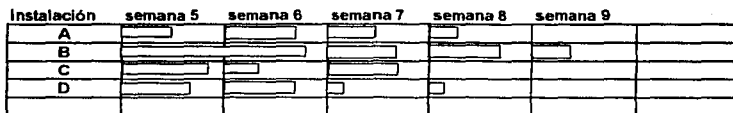


En la *programación periódica*, el trabajo que se debe utilizar dentro de un periodo establecido, por lo general una semana, se carga a las instalaciones correspondientes, como se indica en la figura 4.2.6.2. Los trabajos requeridos para completar los pedidos individuales se asignan a las instalaciones indicando únicamente que deben ser terminados dentro del periodo. La longitud de las barras en la gráfica representa el tiempo programado en cada instalación durante el periodo.

La línea que aparece debajo de la barra indica la carga de trabajo acumulada programada con anticipación. De nuevo, el trabajo acumulado en cada instalación le indica al programador, de un vistazo, el patrón cambiante de las cargas de trabajo y llama su atención hacia las sobrecargas. En la figura 4.2.6.2 la instalación B tiene una

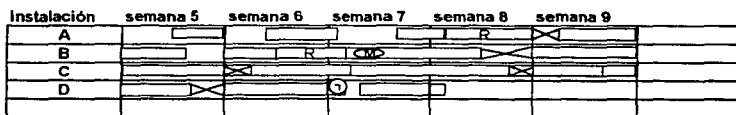
carga de trabajo acumulada de unas cuatro semanas, lo cual podría presagiar dificultades para hacer frente a compromisos futuros.

Figura 4.2.6.2 Gráfica de cargas de Gantt indicando las cargas acumuladas para programación periodica



La gráfica de Gantt es útil también para *programar pedidos específicos*. La forma más simple usa barras cuya longitud representa el tiempo necesario para completar el trabajo que el pedido requiere. Las barras se colocan en el renglón de las operaciones que caracterizan a cada pedido. El programa de terminación corresponde a las consideraciones del tiempo de entrega de una gráfica de ensamble, como se muestra en la figura 4.2.4.1

Figura 4.2.6.3 Gráfica de cargas de Gantt para programación de pedidos e informe de avance

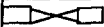


Se obtiene ventajas adicionales de una gráfica de pedido de Gantt registrando lo que sucede realmente a medida que el trabajo avanza. Después de haber comenzado con un programa representado mediante barras en una escala de tiempo, se ponen marcas y símbolos en la gráfica, en cada puesto al día para indicar el estado actual del trabajo y la causa de las desviaciones respecto de lo planeado. En la tabla 4.2.6.1 se dan algunos símbolos útiles para poner al día.

Es difícil hacer extensivo el análisis de empleo de las gráficas de barra. El formato de barras es suficiente para problemas sencillos tales como la planeación de asignaciones en los pequeños centros de máquinas. Para problemas más complejos disponemos de las técnicas CPM.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 4.2.6.1 Símbolos empleados típicamente en la actualización de gráficas de Gantt

Símbolos	Significado
0.101	La línea con paréntesis indica el tiempo asignado para la terminación del pedido designado. En el símbolo que se muestra, el número del pedido es 101.
0.101	La línea doble o en color debajo del paréntesis denota la parte del trabajo terminado a la fecha.
	La X entre los paréntesis reserva tiempo para compensar las demoras y para aumentar la flexibilidad del programa.
R	Indica el tiempo de reparación de averías de las máquinas o para mantenimiento.
M	Indica la demora causada por materiales faltantes o inadecuados.
T	Indica la demora acusada por problemas con las herramientas.
P	Indica la demora causada por falla de la energía eléctrica o por deficiencia del operador (Falta de experiencia, lentitud, falta de instrucciones, etc.)
O	Indica la demora causada por error del operador.

Diagramas de tiempos CPM

La programación por ruta crítica, CPM se aplica más comúnmente a los proyectos especiales. La versión gráfica usada con fines de control se llama *diagrama de tiempos*. Es una red de flechas reducidas a una escala de tiempo. Toda la información disponible proviene de una red de flechas se incorpora a un diagrama de tiempos, sea más fácil de entender y más útil para fines de control.

Convertir una red de flechas en un diagrama de tiempos, equivale a hacer que la red se ajuste a un sistema de coordenadas rectangulares. El eje horizontal representa el tiempo, el eje vertical representa cadenas de actividad que pueden ser asociadas con una división del proyecto o la asignación de instalaciones, como se muestra en la gráfica de las barras antes descritas. El proceso de conversión es principalmente un trabajo mecánico, ya que la información básica está tabulada en la red y en el calendario de límites.

Cada uno de los símbolos usados en la red de flechas tiene su contra partida en el diagrama de tiempos, como se muestra en la tabla 4.2.6.2. Las líneas sólidas verticales indican restricciones en ambas direcciones, todas las actividades conectadas en la izquierda de una línea vertical son requisitos previos para la iniciación de todas las actividades a la derecha de esa línea. Los eventos son puntos claros en el tiempo marcado por los signos de intercalación, indicadores de tiempo que señalan momentos clave en el flujo de ese tiempo de izquierda a derecha. Las líneas horizontales entre signos de intercalación representan actividades. No hay necesidad de marcar la duración de las actividades porque va implícita en los signos de tiempo: el que está al principio de una actividad indica la primera iniciación y el que se encuentra al final indica la primera terminación, de manera que la duración de la actividad es TP-IP. La descripción de las actividades se sigue anotando arriba de la línea de actividad. Otra información, por ejemplo el costo de los recursos necesarios para llevar a cabo una actividad, se puede anotar debajo de la línea.

La representación gráfica de la holgura total es una de las características más reveladoras de un diagrama de tiempos. La holgura total aparece como una línea horizontal punteada después de la última actividad de la cadena. Todas las actividades

de la cadena comparten la holgura indicada. Como se puede ver en la figura 4.2.6.4, las actividades B, C y D forman una cadena. La holgura total para cada una de esas actividades, indicada por $HT=IMT-IP$ de la red de flechas, es de tres unidades de tiempo. Por lo tanto si B o C se retrasa en tres unidades de tiempo, no quedara holgura libre para programar a D, de manera que D se convierte en actividad crítica.

Tabla 4.2.6.2 Comparación de símbolos de la red de flechas y del diagrama de tiempos

Red de flechas	smbolo	Diagrama de tiempos	Descripción
	Actividad		En el diagrama de tiempos no se requiere puntas de flecha porque se sabe que el tiempo fluye de izquierda a derecha.
	Actividad crítica		Las líneas dobles indican la ruta crítica. La duración de las actividades es la diferencia entre las flechas más tempranas de iniciación y terminación
	Evento		El evento 2 es la línea vertical al final de la actividad A. No se necesita algunos de intersección por separado para tiempos en una fusión o explosión de actividades.
	Ficticio		Los ficticios se indican mediante flechas de trazos dibujadas verticalmente o incluyendo-se a la derecha. Las actividades se deben describir con palabras arriba de la línea.

La holgura total se indica después de la última actividad de la cadena solo por comodidad al elaborar la gráfica inicial: Indica la existencia de un margen, pero no sugiere en modo alguno que debe asignarse así en el programa final. Las líneas de holgura señalan áreas de flexibilidad del programa y la ruta crítica pone límites al manipuleo del mismo. Surgen restricciones adicionales de las limitaciones de recursos asociados con determinadas actividades. Se obtiene un programa útil cuando se usa el tiempo de holgura para mejorar la utilización de los recursos.

La versatilidad de los diagramas de tiempos se acrecienta más aun agregando una *red de recursos* con la misma escala de tiempo en la gráfica. La finalidad de la red es registrar las asignaciones individuales de recursos. En la etapa de planeación de un proyecto, se puede usar la red para experimentar con asignaciones diferentes, en la etapa de control puede servir como registro para comparar el consumo real con el consumo planeado. Con proyectos más pequeños raramente se necesita la red, porque la información se puede anotar de manera directa en el diagrama sin recargarla demasiado.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

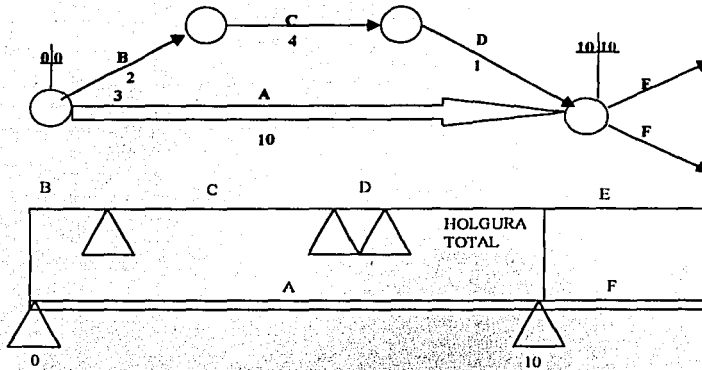


Figura 4.2.6.4 Segmento de una red de flechas y segmento correspondiente del diagrama de tiempos

Cuando un proyecto se ha retrasado con respecto al ritmo previsto, el director tiene tres alternativas:

- *No hacer nada.* La duración del proyecto será probablemente mayor que la planeada, pero el tiempo perdido se podría recuperar mediante tiempos de terminación más cortos de las actividades restantes.
- *Aplicar recursos adicionales.* Ciertas actividades pueden sacar provecho de los procedimientos de emergencia, pero ese gasto se debe limitar a aquellas que tienen poca o ninguna holgura.
- *Cambiar los métodos.* Un recurso sustituto, por ejemplo una máquina automática en vez de un modelo operado manualmente, o la subcontratación de todo el trabajo, puede a veces alterar la manera de llevar a cabo una actividad, para reducir su duración.

El diagrama de tiempos ayuda a seleccionar estas alternativas mostrando el efecto total de las posibles alteraciones.

La conveniencia de usar diagramas de tiempos o gráficas de Gantt se puede juzgar comparando los dos formatos de acuerdo con los usos de las gráficas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Uso	Comparación
Estudio	Una crónica de la información relativa a las condiciones actuales es más fácil de compilar con barras. Si las actividades tienen interrelaciones importantes, se puede hacer una representación más completa mediante las convenciones del diagrama de tiempos.
Diseño	Por lo general, una solución nueva o modificada se muestra mejor en un diagrama de tiempos porque se dan más datos, sobre todo cuando se usa una red de recursos conjuntamente con el diagrama. El efecto total de los resultados es más fácil de observar cuando se conoce la holgura y las dependencias.
Presentación	La gráfica de Gantt se presta admirablemente para presentar una solución resumida y las instrucciones para la acción. Su simplicidad elimina la mayoría de las interpretaciones equivocadas. Cuando los recursos de varios oficios intercalan para realizar un proyecto, las descripciones más completas del diagrama de tiempos revela con más claridad la flexibilidad del programa y las responsabilidades por las operaciones cooperativas.

Línea de equilibrio

El método de línea de equilibrio para controlar la producción combina características de gráficas de barras de Gantt y el diagrama de tiempos CPM con gráficas de requerimientos de materiales. El método fue elaborado por la marina durante la Segunda Guerra Mundial. Es muy apropiado para las operaciones de ensamble que abarca varios componentes diferentes. En esencia, aplica el principio de administración por excepción mediante una comparación de los avances realizados con los componentes individuales y el programa de tiempos de los ensambles terminados. Las verificaciones regulares del avance revelan el evento futuro de cualesquiera demoras del momento e indican el grado de urgencia de la acción correctiva.

La aplicación de técnicas de líneas de equilibrio consiste en cuatro etapas principales, en todas las cuales se recurre a los auxiliares gráficos:

- Una representación gráfica de los objetivos de entrega.
- Un cuadro del programa de producción mostrando el orden sucesivo y la duración de todas las actividades necesarias para elaborar un producto.
- Una gráfica de avance mostrando el estado actual del trabajo con los componentes.

- Una línea de equilibrio trazada de manera que indique la relación entre el avance de los componentes y la producción necesaria para cumplir con el programa de entregas.

Los diagramas de las tres primeras etapas se presentan en una sola gráfica compuesta. La cuarta etapa relaciona los datos de todos los diagramas. La complejidad de la técnica ocupa el término promedio entre las representaciones gráficas de Gantt y del CPM. La mayor parte del trabajo corresponde a la evolución de las etapas iniciales. De ahí en adelante, las actualizaciones sucesivas requieren menos habilidad y tiempo.

Gráfica objetivo

Una *gráfica objetivo* muestra programa de avance esperado de los productos y el avance real. Se llama *gráfica objetivo* porque muestra el objetivo en cuanto a producción y la forma en que se está logrando. Como aparece la figura 4.2.6.5, la curva de entregas programadas comienza en el origen y sube en función del tiempo. La forma curvada se encuentra asociada con el diseño de un nuevo producto, donde el aprendizaje tiene lugar durante la producción. Previendo un rendimiento más eficiente durante las últimas fases del programa, el ritmo de las entregas prometidas es mayor que en la fase inicial.

La otra curva que aparece en la gráfica objetivo se deriva del número real de productos terminados entregados a una determinada fecha. En cada puesta al día, el número de productos entregados desde la última verificación de avance se marca como una extensión de la línea de entregas reales. Un descenso de esta línea por debajo de la de entregas programadas es obviamente motivo de alarma. Puesto que una tendencia establecida hacia un ritmo insuficiente de producción es más difícil de corregir que una tendencia incipiente, la intención principal de la técnica de línea de equilibrio es identificar las áreas que podrían ser de dificultades en el futuro.

Plan de programa

A la gráfica de las operaciones requeridas para completar una unidad del producto terminado se le llama *plan del programa*. Se parece mucho a un diagrama de tiempos en el cual todas las actividades se programan con su tiempo de iniciación más tardíos. Cada renglón importante de actividades va asociado con un componente de ensamble final. Los nodos (círculos) que aparecen a lo largo de los renglones marcan los eventos que deben estar terminados para la fecha indicada en la escala de tiempo. De manera que la gráfica se halla orientada hacia los eventos. En la figura 4.2.6.6 el punto en el cual puede dar comienzo el ensamble final está marcado por la terminación de los componentes A y B.

La gráfica completa sirve de referencia en cuanto al tiempo de entrega en que cada evento debe preceder a la terminación total. La escala de tiempo se invierte respecto a la sucesión normal de izquierda a derecha para indicar ese tiempo de entrega requerido. La materia prima para el componente A se tiene que recibir nueve semanas antes de la fecha de terminación del producto. También los otros eventos deben tener lugar de acuerdo con sus tiempos de entrega respectivos, para mantener la producción prevista.

Figura 4.2.6.5 Gráfica objetivo

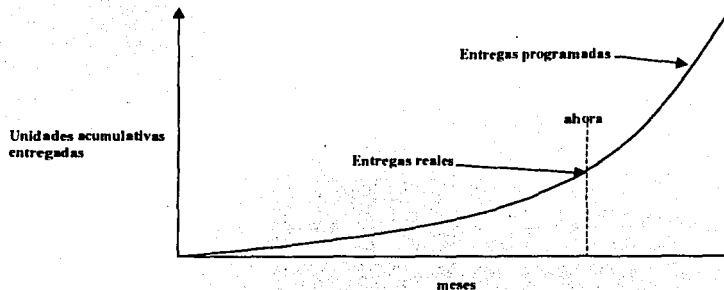
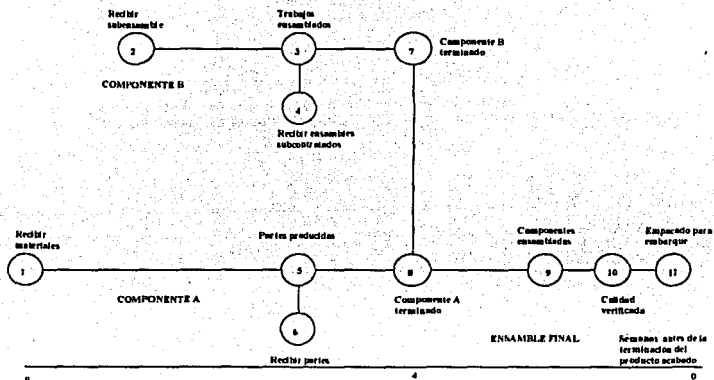


Figura 4.2.6.6 Plan de programa



Gráfica de avance

El estado actual de cada operación indica por un evento en el plan del programa se muestra en la *gráfica de avance*. Unas barras verticales indican el inventario físico de las partes, componentes y ensambles asociados con los eventos. En cada puesta al día, la altura de las barras aumenta de acuerdo con el número de unidades que pasaran por cada evento desde la última verificación de avance. La escala vertical de la gráfica de

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

avance es adyacente e igual al eje vertical de la gráfica objetivo, como se puede ver en la figura 4.2.6.7.

Línea de equilibrio

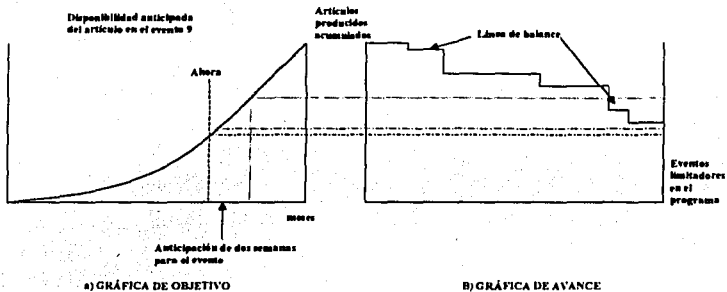
Una línea que parte de la gráfica objetivo y corre a lo largo de las barras de la gráfica de avance para indicar el número esperado de artículos terminados constituye la línea de equilibrio. Va de la curva de entregas programadas de la gráfica objetivo, desde un punto asociado con la fecha de la verificación de avance. El número de unidades sobre la escala vertical corresponde al número de unidades que deberían haber pasado por el último evento, representado por la primera barra, a la derecha, de la gráfica de avance. Una lectura similar de cual debería ser el inventario físico para cada evento para mantener el programa a tiempo obtiene sumando el tiempo de entrega de cada evento en cuestión a la fecha. El tiempo de entrega sumado señala, en la escala horizontal, un punto a partir del cual una línea trazada verticalmente hasta la curva determinará el número acumulado de unidades esperadas a través del evento.

Como se puede ver en la figura 4.2.6.7, sumando el tiempo de entrega de dos semanas del evento 9 (obtenidas del plan del programa) a la fecha, se determina un punto de la curva que corresponde a 130 unidades. Quiere decir que deberán estar disponibles ahora 130 ensambles terminados (evento 9) para cumplir con las entregas programadas, o sea el número de productos que se espera terminar para mediados de junio.

Comenzando por el extremo derecho de la gráfica de avance, la barra 11 revelan claramente que no se cumplirán las entregas esperadas: Se han entregado 90 unidades en vez de las 100 contratadas. Pasando a la izquierda, resulta evidente también que no hay esperanza inmediata de recuperarse, porque los eventos 9 y 10 están lejos todavía de las expectativas. La diferencia principal parece ser el trabajo subcontratado del evento 6. Mientras esa deficiencia no se supere, la producción del componente A seguirá estando retrasada respecto del programa.

Un análisis más riguroso de la línea de equilibrio indica que los eventos correspondientes al componente B(3,4 y 7) está fuera de equilibrio por el lado positivo. Esa situación podría ser el resultado de una aplicación excesiva de recursos al componente B: Una terminación demasiado rápida puede dar lugar a problemas de producción debido a la extracción de recursos que podrían utilizarse más ventajosamente en otra parte y a la acumulación de componentes que tendrán que ser manejados y almacenados hasta que se les necesite para ensambles posteriores. Desde un punto de vista más optimista, la terminación acelerada de algunos eventos podría permitir la desviación de recursos hacia eventos que van retrasados. Aunque la decisión respecto a una manera mejor de remediar los problemas de producción espera una investigación a fondo de causa y efecto, la línea de equilibrio llama la atención hacia otras soluciones probables.

Figura 4.2.6.7 Líneas de equilibrio a) gráfica objetivo y b) gráfica de avance



4.3. - Metodología a utilizar para la programación y control de la producción

4.3.1. - Planeación de requerimiento de materiales (MRP , MRP II)

Con base en un programa maestro que se obtiene de un plan de producción, un sistema de planificación de necesidades de materiales (MRP) crea un programa de actividades que identifica las piezas y materiales específicos que se necesitan para producir artículos finales, las cantidades precisas necesarias y las fechas en que hay que enviar y recibir los pedidos de estos materiales o fabricarlos dentro del ciclo de producción. Los MRP actuales utilizan un programa de computación que lleva a cabo estas operaciones. El concepto de la planificación de necesidades de materiales no es nuevo. La lógica determina que los romanos probablemente la usarón en sus proyectos de construcción; los venecianos, en la fabricación de navíos; y los chinos al construir la gran muralla.

Los objetivos principales de un sistema MRP básicos son controlar los niveles de inventario, asignar prioridades operativas para los artículos y planificar la capacidad de carga de los sistemas de producción. Estos objetivos pueden ampliarse de la siguiente manera:

Inventario.

- Pedir la pieza correcta.
- Pedir la cantidad correcta.
- Pedir en el momento correcto.

Prioridades.

- Pedir con fecha límite correcta.
- Respetar las fechas límite.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Capacidad.

Planificar una carga completa.

Planificar una carga precisa.

Planificar tiempo adecuado para completar la carga futura.

El tema de la MRP es "conseguir los materiales correctos para el lugar correcto en el tiempo correcto".

Los objetivos de la administración de inventario en un sistema MRP son mejorar el servicio a los clientes, minimizar la inversión en inventario y maximizar la eficiencia operativa de la producción.

La filosofía de la planeación de necesidades de materiales es que hay que apresurar el flujo de materiales cuando su carencia retrasaría el programa global de producción, y demorarlo cuando hay atrasos en el programa de trabajo y se pospone su necesidad.

Los beneficios de un sistema MRP utilizando sistemas computarizados son los siguientes:

Capacidad para establecer precios más competitivos.

Reducción en el precio de venta.

Reducción en inventario.

Mejor servicio al cliente.

Mejor respuesta a las demandas del mercado.

Capacidad para cambiar el programa maestro de producción.

Reducción en los tiempos de preparación y desmontaje.

Reducción en el tiempo de inactividad.

Además los sistemas MRP:

Emiten avisos, de manera que los gerentes pueden ver el programa de actividades planificando antes de que se emitan los pedidos.

Indican cuándo hay que demorar o apresurar.

Atrasan o cancelan pedidos.

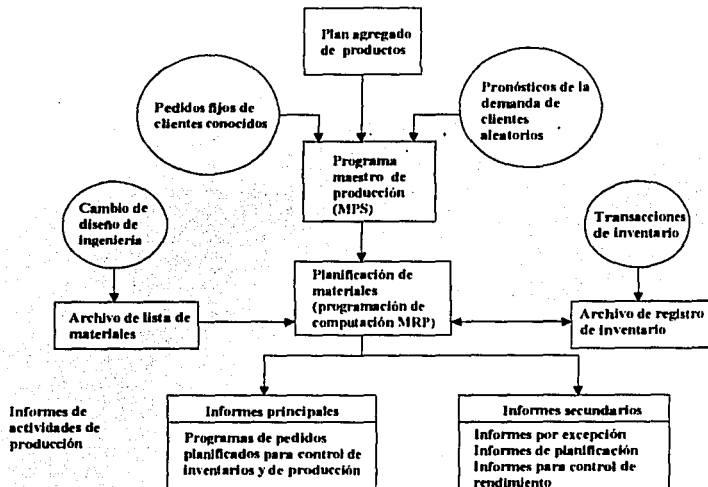
Cambian cantidades de pedidos.

Adelantan o atrasan las fechas de entrega de pedidos.

Ayuda a planificar la capacidad.

La estructura de un MRP es la siguiente:

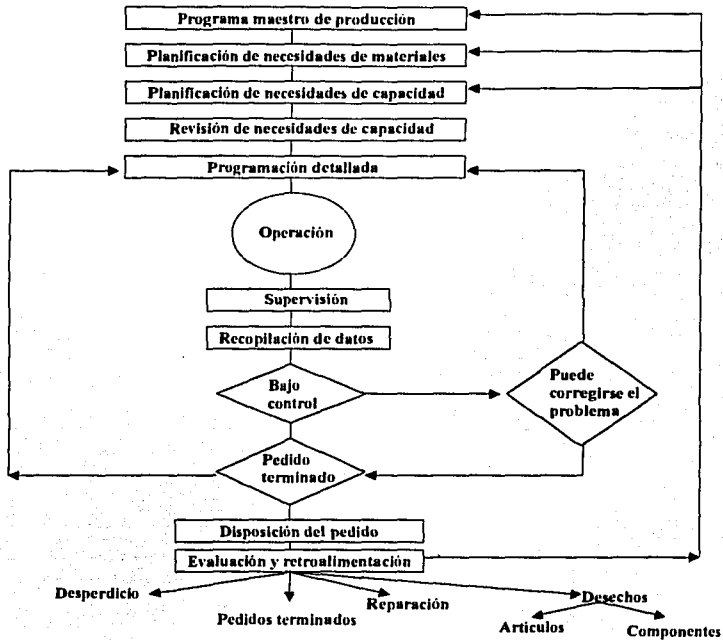
Figura 4.3.1.1 Perspectivas general de las entradas para un programa normal de planificación de necesidades de materiales e informes generados por el programa.



El esquema funciona de la siguiente manera: Se utilizan los pedidos de productos para crear un programa maestro de producción, que establece el número de artículos que hay que producir en periodos específicos. Un archivo de listas de materiales identifican los materiales específicos que se usan para fabricar cada artículo y las cantidades correctas de cada uno. El archivo de registro de inventario contiene datos como el número de unidades disponibles y en pedido. Estas tres fuentes (programa maestro de producción, archivo de listas de materiales y archivo de registro de inventario) se convierten en las fuentes de datos para el programa de necesidad de materiales, el cual amplía el programa de producción para obtener un programa detallado de pedidos para toda la secuencia de producción.

¿Cuándo se puede emplear la MRP?. La MRP se usa en diversas industrias con entorno de taller de trabajo (lo cual significa que con el mismo equipo se fabrican varios lotes de producción), como aparece en el siguiente esquema.

Figura 4.3.1.2 Sistema MRP de ciclo cerrado que muestra la retroalimentación



Como se puede observar en el esquema, la MRP es de mayor valor para las compañías que participan en operaciones de montaje que para las que se dedican a la fabricación. Por último hay que señalar otro aspecto importante la MRP no funciona bien en compañías que producen pocas unidades al año.

MRP II

Era natural que se ampliara el programa de planificación de necesidades de materiales para incluir otras partes del sistema productivo. Una de las primeras que se incluyó fue la función de compras. Al mismo tiempo se presentó una inclusión más detallada del sistema de producción, en el área del taller, en los envíos y en el control de la programación detallada. La MRP ya había incluido las limitaciones de los centros de trabajo, por lo que era obvio que el nombre de planificación de necesidades de materiales ya no era adecuado para describir la aplicación del sistema. Por tal motivo se introdujo el término planificación de recursos de manufactura (MRP II) para reflejar el concepto de que cada vez participaba mayor parte de la empresa en el programa.

El propósito inicial de la MRP II era planificar y supervisar todos los recursos de una empresa de manufactura: manufactura, mercadotecnia, finanzas e ingeniería, por medio de un sistema de ciclo cerrado que genera cifras financieras. El segundo propósito importante del concepto MRP II fue que simulara el sistema de manufactura. Actualmente se considera como un sistema total, que abarca a toda la compañía, donde todos (compradores, personal de mercadotecnia, producción, contabilidad) trabajaban con el mismo plan de juego, utilizando las mismas cifras y son capaces de hacer simulaciones para planificar y probar estrategias.

4.3.2. - Planeación de requerimiento de capacidad (producción)

Pocos productos se convierten en un éxito de venta. Quienes planean la producción lo saben y basan sus proyecciones en expectativas razonables, pero existe la amenaza de un fracaso: Un producto que no logra venderse a pesar de los trabajos de promoción. La programación cautelosa de la producción puede ofrecer alguna protección contra el desastre limitando las inversiones iniciales en maquinaria para la producción, reduciendo las compras de materiales a niveles absolutamente mínimos y empleando mano de obra temporal. Esas medidas reducen el compromiso monetario con un nuevo producto, evitando un costo por unidad mayor de lo necesario.

La planeación de la capacidad trata de integrar los factores de la producción de manera que se minimicen los costos de la instalación durante la vida de un producto o proyecto. Como hay un número desconcertante de diseños de las instalaciones individuales necesarias para introducir un nuevo producto importante, uno de los primeros pasos de la planeación consiste en determinar una meta realista en cuanto a ventas. El número total de unidades vendidas debe ser suficiente para recuperar la inversión, pero estar dentro de las posibilidades del mercado. La meta debe equilibrar el precio de venta y los costos de producción. Puesto que la utilidad se maximiza cuando el costo marginal es igual al ingreso marginal, el número de unidades fabricadas y vendidas debe ser planeado con referencia a esa relación económica.

Dejando la cuestión del precio de venta a las consideraciones relacionadas con el mercado, podemos determinar la cantidad preferida de producción analizando los costos de la misma.

Costo fijo promedio

Se supone que los costos fijos son constantes durante la vida de un producto, si bien todos los costos tienden a ser variables a la larga. Obviamente, la parte de costo fijo atribuible a cada unidad producida disminuye mientras más unidades se produzcan.

Costo variable promedio

Los costos variables por unidad son relativamente elevados para las primeras unidades de producción. En general, disminuye a medida que la producción aumenta, debido a los descuentos por volumen de compra de los materiales, al uso más eficiente del personal, etc. más adelante en el ciclo de vida, a no ser que se mantenga un control estricto, los costos variables por unidad pueden aumentar como resultado de la complacencia, el exceso de personal, el deterioro de las instalaciones y las condiciones de trabajo.

Costo total promedio

Como el costo total promedio es simplemente la suma del costo fijo promedio y el costo variable promedio, indica los efectos combinados de extender los cargos fijos y los rendimientos decrecientes de los recursos variables usados con exceso.

Costo marginal

El costo de producir una unidad más es el costo marginal de esa última unidad. Si cuesta 1000 um (unidades monetarias) producir 100 unidades y 1012 um producir 101 el costo marginal será de 12 um.

Al observar el costo marginal se debe analizar cuando sube hasta el punto en que iguala al costo promedio total, la producción continua dará lugar a un costo total por unidad cada vez más alto y esa condición hará disminuir la utilidad por unidad si el precio de venta es constante. Cuando el precio de venta disminuye con la mayor producción, la cantidad fabricada y vendida al nivel en el cual el ingreso marginal es igual que el costo marginal es la capacidad que maximiza las utilidades.

Por lo tanto, el costo marginal es la lectura barométrica que los analistas de la producción deben vigilar para controlar mejor un sistema de producción.

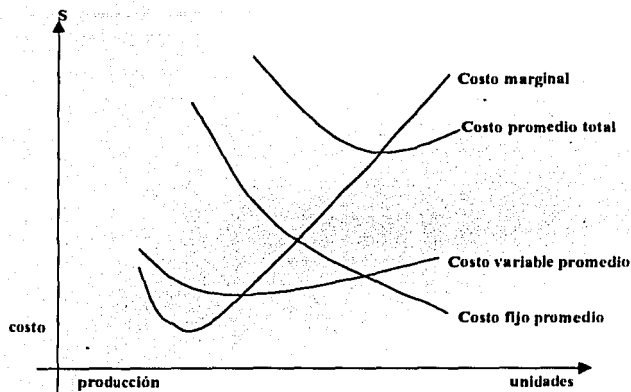


Figura 4.3.2.1 Relación de los costos promedio y marginal de producción. El costo total 'por unidad sigue generalmente una curva en forma de U. Está a su mínimo cuando es igual al costo marginal de la última unidad producida.

4.3.3. - Planeación de requerimiento de capacidad (mano de obra)

La planeación del tamaño y la composición de la fuerza de trabajo es comparable con la planeación basada en las necesidades previstas de producción. Este tipo de planeación de las necesidades de mano de obra es evidentemente un problema estratégico, ya se trate de una empresa nueva o de la expansión o la contratación de la producción actual. Las fluctuaciones de temporada son con frecuencia más severas en las industrias de servicios, porque las empresas no pueden almacenar el tiempo de los servidores en la forma en que se almacenan los productos para tener una reserva disponible cuando se necesite. Tampoco las empresas de servicio pueden variar a voluntad los ritmos de producción, como lo hacen muchos fabricantes, para mantener un nivel de empleo relativamente constante.

La planeación de la capacidad en las operaciones de corta duración está basada en la cantidad de mano de obra requerida para que cada trabajo se realice. La suma de los tiempos de los trabajadores requeridos para determinar todas las labores necesarias durante un periodo específico es el nivel de empleo de ese periodo. Se plantean dos preguntas: ¿Con qué frecuencia se realiza cada tarea y que tiempo lleva cada una? Las respuestas de cada una de estas preguntas les indica a los supervisores el número de

empleados necesarios para producir un volumen específico de producción o bien, a la inversa, que tanta producción se puede esperar de un número específico de trabajadores. Desde el punto de vista del tiempo, todas las tareas caen en una de dos categorías: Son fijas o son variables. Las tareas fijas tienen una duración constante y se realizan con la misma frecuencia. Pueden ser largas, como cuando un equipo trabaja bajo un contrato prolongado, o tan cortas como cuando se trata de una llamada telefónica diaria. Todas las demás necesidades de personal están basadas en el número de tareas variables requeridas y en el tiempo que se asigne a cada una. Las ocurrencias de tareas de tiempo variable puede ser difíciles de prever, en especial en las operaciones nuevas. Se obtiene pronósticos razonablemente exactos de la frecuencia y del patrón de tiempo refiriéndose a los registros de trabajo similares. El resultado final es una tabla de necesidades de personal que convierte los tiempos en mano de obra requerida, por número y tiempo.

Las organizaciones que conocen todas las tareas que forman parte de sus operaciones tácticas están mejor equipadas para responder a las fluctuaciones de la carga de trabajo y predecir las necesidades de personal para cumplir con su misión estratégica. Incluso si los tiempos de tarea no son absolutamente exactos y su correspondencia con las tareas futuras no se conocen con toda certeza, la base cuantificada que proporciona para tomar decisiones respecto a personal es preferible a solo suponer las necesidades futuras. La planeación de la capacidad está rodeada siempre de imponderables, ya que las demandas futuras no se pueden prever con seguridad. Esas incertidumbres son características de la economía de sistemas.

4.3.4. - Kanban

La expresión *Justo a tiempo* tuvo su origen en Japón y su aplicación más famosa tuvo lugar en la Toyota Motor Company. El sistema Toyota, conocido como *Kanban* por la palabra japonesa que significa *Registro visible*, utiliza únicamente dos tipos de tarjetas (kanbans) para indicar la cantidad y el momento de flujo de materiales:

Una *tarjeta de movimiento* autoriza la transferencia de un recipiente estándar, que contiene una parte específica, de la estación de trabajo donde se produjo la parte a la estación donde será usada.

Una *tarjeta de producción* autoriza la producción de un recipiente estándar de una parte específica en la estación de trabajo desde la cual se ha transferido un recipiente.

Una tarjeta viaja con el recipiente y típicamente esta marcada con un número de identificación, un número de parte, una descripción de la parte, el lugar de emisión y el número de unidades que contiene el recipiente estándar. Así, las tarjetas sustituyen a la computadora en el seguimiento y control del flujo de materiales.

Las tarjetas kanban constituyen un sistema sencillo y flexible de programación que fomenta la buena coordinación entre centros de trabajo en la fabricación repetitiva. La cantidad de material que hay en un sistema se controla teniendo un número prescrito de recipientes circulando en un momento cualquiera. Un centro de trabajo *usuario* *jala* de los recipientes que están en un centro de trabajo proveedor mediante una tarjeta de movimiento. Por su parte, un *proveedor* no puede empujar un recipiente hacia un usuario porque ningún movimiento puede producirse mientras el usuario no se encuentre listo. Cuando lo esté, lo indicará la llegada de una tarjeta de *movimiento*.

Además, el proveedor no puede producir hasta que reciba el aviso en forma de una tarjeta de producción.

La diferencia entre un *sistema de producción jalado* y un *sistema de producción empujado* es la que hay entre *producir por pedido* y *producir por programa*. En un sistema de jalar, las actividades que se elaboran corriente arriba está ajustadas a las necesidades del ensamble final. Cuando todas las partes y materiales componentes son jalados a través de la producción respondiendo exactamente a las necesidades del producto final, se alcanza el del teórico de la *producción sin existencias*. No obstante, un sistema que funciona de manera exclusiva a base de jalar es susceptible de interrupción casi instantánea si se produce una avería en cualquier actividad corriente arriba.

4.3.5. - Justo a tiempo (JIT)

Si se piensa que el inventario es el agua de un lago, que cubre un lecho de piedras y que las piedras representan problemas, es lógico que si se hace bajar el nivel del agua (inventario) quedarán a la vista las piedras (los problemas) y será más fácil hallarlas y quitarlas. Si comparamos el lecho del lago con una fábrica, la analogía comunica un mensaje importante: la manera de detectar lo que está refrenando la producción es decir los niveles de inventario lo suficiente para exponer deficiencia de operación que en general son ocultadas por amortiguadores en forma de partes acumuladas. En esencia, lo anterior ocurre cuando las partes son producidas o recibidas *justamente* cuando se le necesita en el proceso de producción, eliminándose así las existencias amortiguadoras. El nombre que se da a esta filosofía de fabricación es **producción justo a tiempo, JIT**.

El concepto "justo a tiempo" se aplica principalmente a procesos repetitivos de manufactura. No se necesitan grandes volúmenes, pero está limitado a aquellas operaciones que producen las mismas piezas una y otra vez. El sistema justo a tiempo, el tamaño ideal del lote es una pieza. Los japoneses consideran al proceso de manufactura como una gigantesca red de centros de trabajo conectados entre si, donde la disposición perfecta sería que cada trabajador completara su tarea en una pieza y la pasara directamente al siguiente trabajador en el momento en que este estuviera listo para recibir otra pieza. La idea es aproximar a cero las colas de espera, para:

1. - Invertir lo más mínimo en inventarios.
2. - Reducir los tiempos de entrega de la producción.
3. - Reaccionar más rápidamente ante cambios en la demanda.
4. - Descubrir cualquier problema en la calidad.

CAPITULO CUATRO: PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN

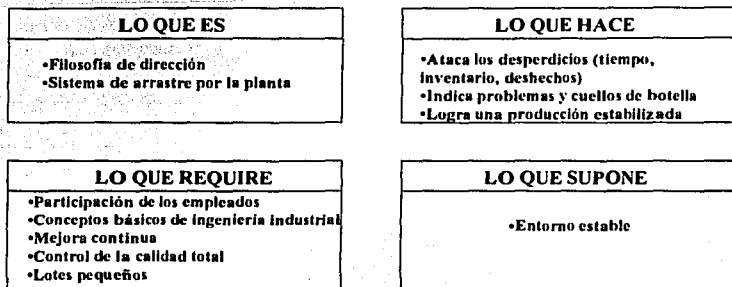


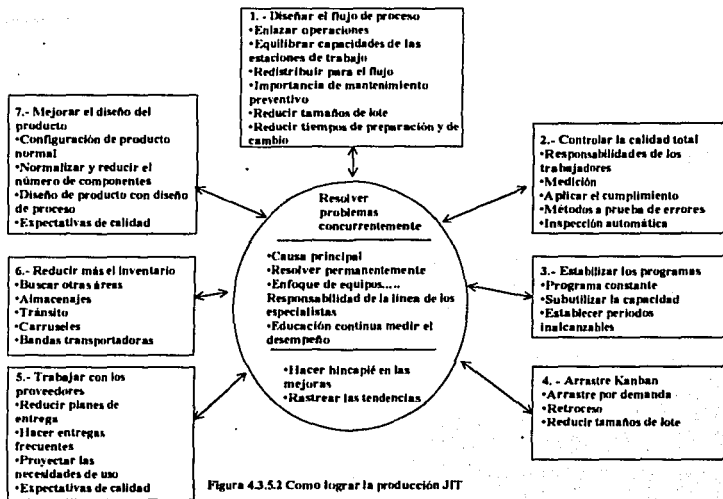
Figura 4.3.5.1 Justo a tiempo

La producción justo a tiempo no permite contingencias. Se espera que toda pieza esté sin defectos al recibirse; que cada máquina esté disponible cuando se requiera para producir piezas; que cada compromiso de entrega se realice en el momento preciso para el que se programó.

Los parámetros de la JIT afirman que es un concepto revolucionario que todos los fabricantes tendrán que adoptar para seguir siendo competitivos. Conocido también como Kanban, producción con inventario cero (PIC), programación de la demanda, producción sin existencias y sistemas de producción con inventario mínimo (SPIM), el método básico consiste en reducir continuamente los costos del producto subrayando la eliminación del desperdicio, nada de rechazos, ni demoras, ni acumulaciones, ni colas, ni ociosidad, ni movimientos inútiles.

Para lograr la producción a bajo costo, de alta calidad y a tiempo, el sistema JIT suprime la acumulación de inventarios entre operaciones sucesivas. Lo hace organizando alrededor de una cantidad de producción de "1" lo cual significa que el lote de cada parte es 1. Puesto que no se permite existencias de seguridad, no puede haber partes defectuosas. La responsabilidad por la erradicación del trabajo defectuoso y las averías del equipo recaen en los operadores individuales. Las cuotas de producción son inviolables y las fluctuaciones de los programas diarios se minimizan con el fin de mantener un ritmo de flujo casi uniforme. Los resultados de la aplicación de esos principios, junto con un esfuerzo concertado para mejorar la productividad, han sido a menudo espectaculares.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



4.3.6. - ABC

La división de inventarios en tres clases de acuerdo con el desembolso de dinero se conoce como análisis ABC. La clasificación de cada artículo es el producto de su consumo anual por su costo de compra o de producción por unidad. El patrón típico de desembolso es el que se muestra en la figura 4.3.6.1. La clase A, en la cual se concentra la atención, incluye artículos de valor elevado cuyo volumen en términos de dinero representa el 75 al 80 por ciento de los desembolsos en materiales pero solo el 15 al 20 por ciento del volumen en cuanto a cantidad. Las proporciones de invierten al pasar de los artículos A a los C.

Un tratamiento selectivo de los artículos de inventario dirige los análisis formales hacia las áreas donde servirán más. La información necesaria para desarrollar una curva de distribución de valor-cantidad es, por lo general, fácil de obtener. Los valores marcados guían el análisis progresivo: Los artículos más importantes son atendidos primero y luego se hacen evaluaciones sucesivas según el tiempo lo permita. El efecto general es de comprar tiempo de análisis para los artículos de alto volumen acumulado los de poco valor. Enseguida se dan procedimientos más específicos.

Artículos A

Se determinan cuidadosamente las cantidades por ordenar y los puntos de reposición. los costos de adquisición y las tasas de consumo se revisan cada vez que se hace un

pedido, Se aplican controles estrictos a los registros de existencias y a lo que sucede con los tiempos de entrega.

Artículos B

Se efectúan los cálculos del MEL y del nivel de reabastecimiento, revisando las variables trimestral o semestralmente. Se espera que los controles normales y los buenos registros detectarán cualquier cambio importante en el consumo.

Artículos C

No se hacen cálculos formales. La cantidad de reabastecimiento es normalmente la provisión para uno o dos años. Unas simples anotaciones registran la recepción de los nuevos suministros, pero no se hace intento alguno de llevar una cuenta corriente del nivel de existencia. Una revisión periódica, quizá una vez al año, verifica fácilmente la cantidad en almacén.

El suministro de artículos A y B se controla sujetándolas a un sistema de control de inventario perpetuo o periódico.

Sistema de inventario perpetuo

Un sistema de inventario perpetuo lleva un registro continuo de las cantidades almacenadas y rebasen las existencias, cuando baja hasta un cierto nivel, ordenando una cantidad fija. Cada vez que se hace un retiro, esa cantidad se resta del nivel anterior anotado en una tarjeta de existencia, para reflejar con exactitud la cantidad todavía disponible. En algunos establecimientos más grandes y modernos, los registros de inventario los lleva un sistema de computadora en tiempo real: La cantidad retirada se anota en una computadora en la cual se lleva cuenta del estado de las partidas A y B. La computadora indica cuando se llega a un punto de reorden e incluso puede ser programada para que modifique la MCL cuando el patrón de la demanda parece haberse alterado en forma permanente.

El sistema de dos recipientes es una división del plan de pedido fijo en la cual un recipiente contiene una cantidad igual al nivel de reposición y el segundo contiene la diferencia entre Q y el punto de rebordeen. Las unidades se toman del segundo recipiente hasta que esté vacío. Lo anterior indica la necesidad de hacer un pedido de reposición. Durante el tiempo de entrega para reabastecerse, los retiros se hacen del otro recipiente que contiene la cantidad que se espera usar durante la entrega más una existencia de seguridad. El procedimiento cíclico suprime la necesidad de hacer hacientos en tarjetas, pero requiere control para asegurarse de que no se harán retiros del recipiente de reserva hasta que el otro esté vacío y que se notificará al departamento de compras cuando se comience a usar el recipiente de reserva.

Sistema de inventario periódico

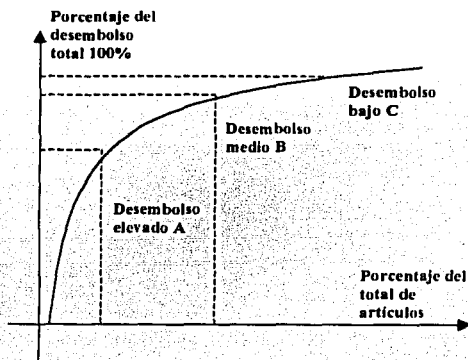
En un sistema de inventario periódico, el número de artículos almacenados se revisa a intervalos fijos: Cada semana, cada mes, etc. Los intervalos siguen esencialmente el concepto ABC: los artículos que implican un desembolso más alto son verificadas con más frecuencia que los artículos C. Después de cada revisión se hace un pedido, cuyo tamaño depende de la tasa de consumo durante el periodo entre revisiones. Ese pedido de tamaño variable tiene por objetivo llevar el nivel de existencia cerca de un número máximo deseado, por ejemplo la MCL más unas existencias de seguridad:

Cantidad pedida = MCL - inventario actual + consume durante la entrega + existencia de seguridad.

Así, el pedido es más grande cuando la demanda entre revisiones es alta.

El sistema de pedidos fijos a intervalo es particularmente conveniente en aquellos casos en que hay muchos retiros pequeños de existencias y los costos para ordenar son bajos. Una tienda de departamento es un buen ejemplo: el inventario que está en los anaqueles de vigilado en forma visual a intervalos frecuentes. Grandes pedidos compuestos de muchas partidas diferentes se pueden hacer de una sola vez al almacén. La observación casual es mucho más práctica que el registro de los retiros individuales y los grandes pedidos periódicos reducen los costos de traslado. Asimismo, un pedido combinado puede dar lugar a descuentos por volumen de compra. El punto flaco del sistema radica en las fallas humanas, por ejemplo no hacer oportunamente las revisiones periódicas o no encontrar todo el inventario existente porque fue mal colocado o guardado en más de un lugar.

Figura 4.3.6.1 Distribución de los desembolsos para suministros con respecto a la cantidad proporcionada



Keith Locket; La producción Industrial y su administración representaciones y servicio de ingeniería Ed. Alfa-omega, 1990 79
 James L. Riggs ; Sistemas de producción planeación análisis y control; Ed. Limusa; 1999.
 Ramon Companys Pascual; Planeación de la producción (productiva); Ed. Marcombo boxareu; 1988

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

4.4. - Mejora continua

La mejora continua (CI continuous improvement) es una filosofía de dirección que considera que el reto de la mejora de producción y procesos es un procedimiento, sin fin de pequeños logros de manera específica **la mejora continua** busca *mejorar continuamente la maquinaria, materiales, utilización de personal y métodos de producción, a través de la aplicación de sugerencias e ideas de los integrantes de los equipos*. Aunque surgió de las empresas de Estados Unidos esta filosofía ha sido la piedra angular del enfoque japonés para las operaciones y muchas veces se contrasta con el enfoque occidental tradicional de apoyarse en grandes innovaciones teóricas y tecnológicas para obtener mejoras "de impacto".

En este capítulo se analizará los elementos clave de dirección de la mejora continua y se aplican algunas de las herramientas básicas relacionadas con el proceso CI.

4.4.1. - Historia

Aunque generalmente se asocia la mejora continua con la dirección japonesa en realidad los programas CI se crearon, desarrollaron y mandaron en Estados Unidos.

En 1894 poco antes del siglo pasado National Cash Register Company (NCR) estableciendo un programa para resolver problemas de trabajo y la baja moral. Se determina que la necesidad de mejorar era fundamental cuando los compradores devolvieron un cargamento de cajas registradoras defectuosas de Inglaterra a la planta en Dayton, Ohio. Los generamos después de que el presidente y fundador de la compañía trasladó un escrito al área de trabajo de taller para averiguar que sucedía, realizó un programa para mejorar la fábrica. Por ejemplo: hacer de la fábrica un lugar bien iluminado y agradable con paredes 80% de vidrio, otros cambios incluyeron incorporar doctores y enfermeras al personal, mejorar las prácticas de seguridad e incluso instituir un periodo obligatorio de ejercicio diario para fomentar un espíritu de equipo, al mismo tiempo la compañía implanto un extenso programa de sugerencias con premio que llegaron hasta 500 dólares en oro. Para 1897, NCR también ofreció clases nocturnas para la educación y el desarrollo de los trabajadores para ayudarlos a que calificaran para promociones.

Aunque en 1915 la mejora continua era evidente en Lincon Electric Company que actualmente es la mayor fabricante de equipo y suministro para soldadura por arco en el mundo. Para aprovechar las habilidades de resolución de problemas de sus empleados el fundador estableció contratos de tarifa por pieza que no cambiarían si los empleados no encontraban un método mejor (es decir no se *reducirían tarifas*). En 1929 la compañía remuneró a los empleados con la mitad de los ahorros que se obtuvieran en el primer año de implantar sus ideas para mejorar. El plan en 1929 se convirtió más tarde en un sistema de bonos basado en ganancias que incluían ideas generadas al calcular los bonos individuales, lo que es irónico es que en la segunda guerra mundial el éxito de Lincon con la mejora continua dio lugar a algunas preocupaciones referentes a que la compañía

no competía de manera justa ya que podía producir por debajo de los precios establecidos por el gobierno entonces a pesar de que Lincon estaba dispuesta a compartir sus prácticas con otras compañías tubo bastantes problemas con el gobierno. En la década de los sesenta Procter & Gamble instituyó lo que llamaron *cambio deliberado* como enfoque de equipo para recortar los costos de producción, este enfoque se basa en la creencia de que los ahorros importantes en costos se obtienen de mejoras de métodos, no de exhortar a los trabajadores para que trabajen más duro. El enfoque forma parte actualmente del programa de CI de Procter & Gamble y sus preceptos clave es la filosofía de la perfección no es una barrera para el cambio, esto quiere decir que aunque sea casi imposible mejorar un método de trabajo existente puede ser un método diferente y superior. En Japón se adoptó en toda su extensión la filosofía de mejora continua a principios de los años cincuenta, esto se debió a dos razones era una forma barata de mejorar la producción y reducir los costos en un periodo de fuerte escasez de recursos, como explicó el director de Toyota Motor Corporation después de su revista en Estados Unidos en 1950.

La segunda razón la presión de las autoridades de la ocupación para utilizar los métodos CI para acelerar la reconstrucción después de la segunda guerra mundial. En 1949 los militares de Estados Unidos establecieron un contrato con TWI (Training Within Industries Inc.) Una compañía que había desempeñado un papel importante en la capacitación de supervisores para desarrollar programas de capacitación para las compañías japonesas, la idea fundamental de estos programas era capacitar a las personas en métodos estándar para que luego ellas capacitaran a otros, ó sea capacitar al capacitador.

Aunque los japoneses utilizaban círculos de calidad y sistemas de sugerencias como parte habitual de su gestión, la CI (*raizon*) método de reducción de costos sin fuertes inversiones. Toyota por ejemplo recibió ese año seis veces más sugerencias que en 1970, Canon Inc. Inició su compañía para convertirse en una compañía de categoría mundial y ahorro cerca de 200 millones de dólares en costo directo gracias a la CI.

En la década de 1980 las campañas de Estados Unidos comenzaron a introducir la CI. Xerox por ejemplo estudió a Canon e inició su propio programa de liderazgo a través de la calidad con una fuerte orientación CI.

Quizás el mayor exponente de CI en Estados Unidos sea New United Motor Manufacturing Inc. (NUMMI), es una compañía de comparación conjunta que establecieron General Motors y Toyota para fabricar automóviles subcompactos, la planta se estableció en 1984 en las instalaciones de una vieja planta de GM en Fremont California, la planta había cerrado sobretodo por causa de conflictos entre la gerencia y los trabajadores, producción de mala calidad y baja productividad. Para resolver estos problemas NUMMI

1. - Instituyó prácticas JIT.

2. - Estipuló en su contrato con el sindicato United Auto Workers que ambas partes buscarían la mejora continua, en calidad, eficiencia y el ambiente de trabajo por medio de *Raizen*, círculos de calidad y programas de sugerencias. Para que esto funcionara el sindicato estuvo de acuerdo en reducir el número de clasificaciones de puesto, de 64 a 4 y NUMMI garantizó que los trabajadores (conocidos como miembros del equipo) nunca serían despedidos por aumento en la productividad.

Aunque los gerentes en Japón siempre han implantado la CI en plantas de manufactura crece el interés por usarlo en los servicios como parte del movimiento de control de la calidad total.

Ventajas y desventajas de la mejora continua para lograr aumentar en la productividad (en comparación con la automatización avanzada):

Ventajas

1. - La automatización muchas veces ha logrado los resultados esperados por las dificultades para su implantación y la complejidad de diseño y la dirección de los sistemas automatizados.
2. - Los competidores pueden comprar la automatización u otros avances tecnológicos. La mejora continua pertenece a la compañía que la usa.
3. - La CI es una estrategia de bajo costo en comparación con la automatización además la inversión que se hace para capacitar a las personas, se recupera con los ahorros por mejorar año tras año.

Desventajas

1. - La CI tarda mucho tiempo por lo que la automatización puede ser la única manera de cumplir a corto plazo con las necesidades de volumen de las campañas.
2. - La CI requiere mucho esfuerzo para mantenerla la automatización poco esfuerzo.

4.4.2. - Características distintivas de la mejora continua

Con base a una revisión del programa CI, hay dos características esenciales que distinguen a los sistemas de mejora continua de los tradicionales o lo que se ha llamado Sistema de Mantenimiento de Estándares (SMS estándar maintaining systems).

1. - La perspectiva que tiene la gerencia de los estándares de rendimiento de la organización con la mejora continua, la gerencia considera el nivel de rendimiento de la empresa como algo que hay que enfrentar y aumentar continuamente en el sistema de mantenimiento de estándares, se le considera esencialmente fijo por las restricciones tecnológicas y la organización existente de la impresión de que no se pueden vender estas restricciones sin una teoría de producción o innovación de gran magnitud.
2. - La manera en que la gerencia considera la contribución y el papel de sus empleados. el poder real de la CI surge por parte de la dirección de las personas, los directores ejecutivos y los gerentes de operaciones de las empresas con éxito creen que la

participación de los empleados y el trabajo en equipo son la clave para las mejoras. esto no siempre sucede con los ejecutivos que sugieren el enfoque de mantenimiento de estándares, aunque si consideran que la gente es importante es más probable que se dejen llevar por una nueva generación de equipo automatizado que piensa en instalar, esto no quiere decir que los ejecutivos de CI no empleen tecnología común en sus plantas de hecho muchos lo hacen, más bien es para señalar que la filosofía de mejora continua les hace pensar primero en como fortalecer el trabajo y el crecimiento de los empleados (algunas de las diferencias específicas en la dirección de los recursos humanos que existen entre los enfoques SMS y CI solo que el segundo se caracteriza por equipos de trabajo multifuncionales, dirección participativa, orientación hacia grupos y forma descentralizada de decisiones).

4.4.3. - Exigencias de dirección para la mejora continua

1. - *La mejora requiere un periodo de aprendizaje antes de que genere beneficios.* Aunque la CI se centra en pequeñas mejoras de implantación rápida, incluso las mejoras pequeñas pueden coaccionar alteraciones en los flujos de trabajo y por lo tanto reducciones a corto plazo en la producción.

2. - *El personal y la gerencia deben tener confianza mutua para generar el flujo libre de ideas que dirigen el esfuerzo CI.* Esta confianza se puede venir abajo de varias formas: Una es con sistemas de compensación desiguales para salarios o primas de mejora, otra manera es reducir los presupuestos de las unidades que han reducido sus costos, una tercera es no garantizar el empleo de los individuos que han realizado mejoras productivas que pueden eliminar sus puestos.

3. - *Un sistema de recompensas debe promover la compensación entre departamentos.* Las mejoras de procesos que aparecen en un departamento por lo general tienen consecuencias en otros departamentos, una manera final de destruir al CI es establecer un sistema de recompensas que castigue a uno de los dos departamentos.

4. - Mejora continua = Capacitación continua

La capacitación continua es de dos formas:

Capacitación en métodos de resolución de problemas que llevan a las mejoras y capacitación en nuevos procedimientos necesarios para poner en operación las mejoras. la capacitación es el mayor costo de la mejora continua. Los costos se incrementan porque los trabajadores toman parte de su tiempo de trabajo para participar en grupo de resolución de problemas, asignarse a otras funciones para comprender los problemas ajenos a sus propios grupos de trabajo y por supuesto los programas formales de capacitación CI.

5. - La CI requiere un sistema eficiente para manejar las ideas de mejora y administrar el proceso de recompensas

Si no existe un medio bien planificado para recopilar evaluar implantar y recompensar las ideas de mejora, no teniendo éxito ningún programa de mejora continua, esto quiere

decir que hay que revisar las ideas, juzgarlas e implantarlas rápidamente y recompensarlas de manera equitativa. La retroalimentación de las ideas que se rehacen deberán explicar porque en una forma que implique el conocimiento que tenga el contribuyente de la operación. En otras palabras el sistema de sugerencias de mejora debe ser en sí un modelo de CI.

4.4.4. - Herramientas y procedimientos para la mejora continua

Los métodos que utilizan las compañías para CI van desde programas muy estructurados que utilizan herramientas SPC (el modelo japonés) hasta sencillos sistemas de sugerencias que se bajan en análisis colectivos e informales.

A continuación se describen los procedimientos de la mejora continua y los procedimientos de un método estructurado.

Los siguientes conceptos forman las bases del método estructurado típico para el proceso CI.

El ciclo planificar-hacer-revisar-actuar (PHRA).

Estructuración detallada del problema y análisis de los hechos.

Estandarización de la mejora.

El ciclo PHRA que ocasione se llama círculo de Deming (figura 4.4.1) transmite la naturaleza cíclica y continua del proceso CI la fase planificar del ciclo, es aquella donde se identifica a una área de mejora (en ocasiones se le denomina tema) y un problema específico también es de donde se lleva cabo el análisis con una o más de las herramientas SPC para la solución de problemas.

Los trabajadores utilizan estas herramientas junto con el enfoque de intercambio de ideas como el método 5W2H que se muestra en la tabla para obtener una mejora continua lo que es típico en muchas aplicaciones CI es la identificación de medidas preventivas orientadas a la eliminación de la causa del problema a la barrera para una solución.

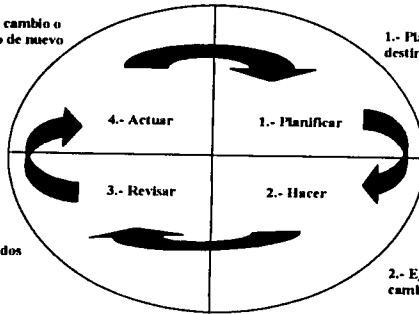
La fase hacer del ciclo PHRA tiene que ver con implantar el cambio, los expertos recomiendan que primero se aplique el plan en pequeña escala y que se documente todos los cambios del plan.

La fase *revisar* tratar con la evaluación de datos que se recopilan durante la implantación. El objetivo es ver si hay buen ajuste entre la meta original y los resultados reales, la fase *actuar* es de donde la mejora se codifica como el nuevo procedimiento estándar y se repite en diversos procesos dentro de la organización.

Ciclo PHRA (Círculo de Demin)

4.- Institucionalizar el cambio o abandonarlo y hacerlo de nuevo

1.- Planificar un cambio destinado a la mejora



3.- Estudiar los resultados ¿funcionó?

2.- Ejecutar el cambio

Figura 4.4.1. Círculo de Demin

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Siete herramientas de SPC

1. - Análisis de Pareto, se aplica para identificar las pocas causas que representan la mayor parte de los problemas, separa los pocos fundamentales de los muchos triviales. Todas las causas posibles o problemas de variación se clasifican de acuerdo con su contribución al costo, variación u otras medidas.
2. - Diagrama de flujo de proceso, ilustra los pasos relevantes de un proceso y ayuda a comprenderlo.
3. - Hoja de verificación programa evidencia cuantitativa de la frecuencia de sucesos. Por ejemplo se puede usar para verificar que la gente cree que un problema realmente lo sea.
4. - Diagrama de causa-efecto presenta y organiza las categorías principales de la causa del efecto deseado o indeseado.
5. - Histograma muestra de la distribución de diversas variables reales, como el peso en forma de frecuencia. Es una forma de evaluar los datos visuales.
6. - Diagrama de dispersión sirve para estudiar la relación entre datos.
7. - Diagrama de control se usa para determinar la naturaleza de la causa de la variación.

Tabla 4.4.4.1. - Método 5W2H

Tipo	5W2H	Descripción	Medida preventiva
Asunto	¿Qué?	¿Qué hacer? ¿Puede eliminarse esta tarea?	Eliminar tareas innecesarias
Propósito	¿Por qué?	¿Por qué es necesaria esta tarea? Esclarecer el propósito	
Ubicación	¿Dónde?	¿Dónde se hace? ¿Tiene que hacerse ahí?	
Secuencia	¿Cuándo?	¿Cuándo es el mejoramiento para hacerlo? ¿Tiene que hacerse entonces?	Cambiar la secuencia o combinación
Personas	¿Quién?	¿Quién lo hace? ¿Debería hacerlo alguien más? ¿Por qué lo hago?	
Método	¿Cómo?	¿Cómo se hace? ¿Es el mejor método? ¿Hay alguna otra forma?	Simplificar la tarea
Costo	¿Cuánto?	¿Cuánto cuesta ahora? ¿Cuál será el costo después de la mejora?	Seleccionar un método de mejora

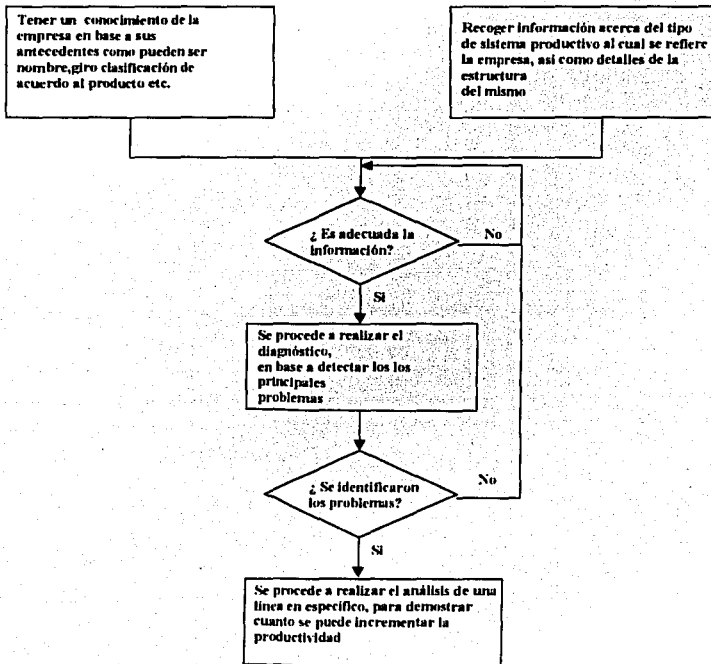
TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

5. - IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN E INVENTARIOS EN UNA INDUSTRIA METALMECÁNICA (CASO PRACTICO)

5.1 Antecedentes

La información contenida en este capítulo se analiza de una forma gráfica en la siguiente figura:

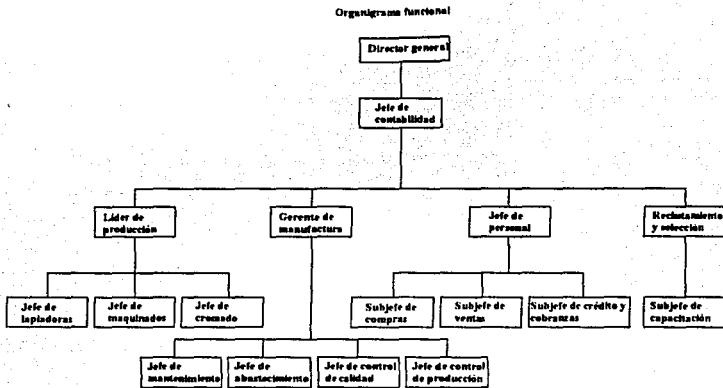
Figura 5.1.1



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5.1.1. – Conocimiento de la empresa

1. Nombre de la empresa: Auto Precisa S.A. de C.V. (perteneciente al grupo Spicer)
2. Giro: Fabricación de anillos para pistón.
3. Clasificación de acuerdo con el tipo de empresa: Empresa manufacturera del ramo automotriz.
4. Clasificación de acuerdo al tamaño: Esta empresa se considera mediana ya que se compone de 700 empleados en piso y 40 administrativos.
5. Clasificación de acuerdo el producto: Producto de consumo duradero.
6. Clasificación de acuerdo al capital: Privada.
7. Estructura organizacional.



El anillo para pistón se compone de un ranurado interior y un ranurado exterior, actualmente la empresa maneja 5000 modelos de anillos para pistón, la mayoría son para venta en el mercado nacional tomando en cuenta que se trata de fundición de hierro gris y solamente maneja una línea para el Chevy de General Motors, por lo cual se vio

en la necesidad de certificarse en el sistema QS9001 para la industria automotriz. La codificación para el anillo es como sigue:

19MX37HIJ

Los dos primeros dígitos indican la línea de fabricación, las siguientes dos letras indican el país de origen, los siguientes dos dígitos indican el número de control de producción y las siguientes dos letras indican su clave para el sistema kanban de producto terminado.

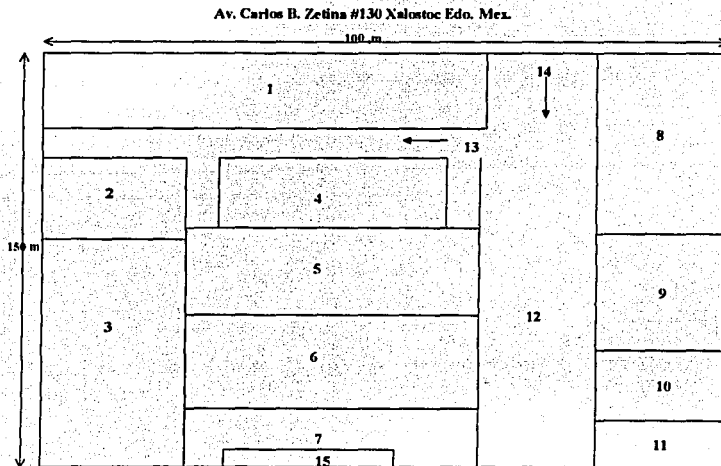
Para este caso será necesario manejar una línea de producto, el anillo para Chevy de General Motors cuya codificación es 32MX51HIK .

Lay out

Situación de la planta de Autoprecisa ubicada en Xalostoc Estado de México

Planta baja

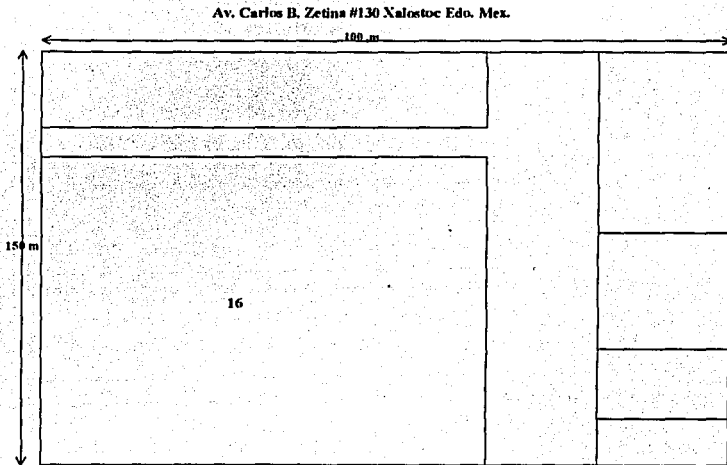
1. Estacionamiento de directivos y personal de confianza.
2. Almacén de materia prima.
3. Área de lavado.
4. Almacén de producto terminado.
5. Área de rectificación final.
6. Área de lapiado y maquinado.
7. Área de cromado.
8. Oficinas del director general y del contador general.
9. Comedor de empleados.
10. Cisterna 20 X 4 m.
11. Compresora 3m largo X 1.5m diámetro.
12. Área de carga y descarga.
13. Entrada a planta.
14. Entrada de clientes y proveedores.
15. Sistema de ventilación y recolección de polvos.



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

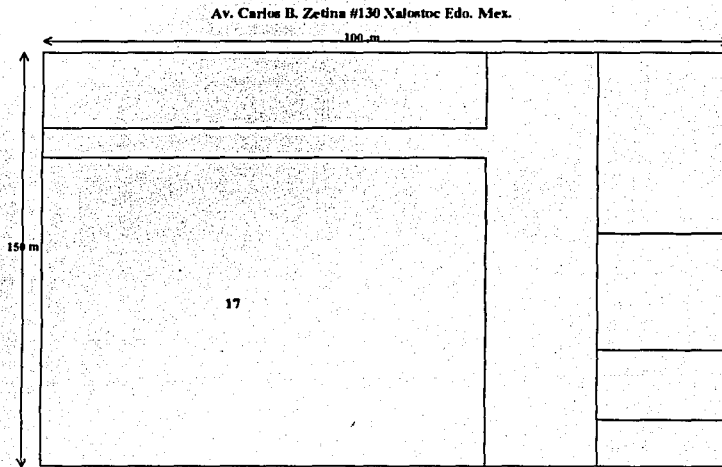
Primer piso

16. Oficinas de mantenimiento, control de producción y control de calidad.



Segundo piso

16. Superintendencia de producción y manufactura.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5.1.2. - Descripción y clasificación del sistema productivo

El sistema productivo que emplea Auto precisa S.A. de C.V. para manufacturar el anillo para pistón del Chevy de General Motors, se puede clasificar como un sistema de producción continuo, ya que en las líneas de producción se mantienen a un ritmo de trabajo constante y los procesos no varían.

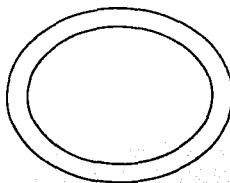
El proceso es el siguiente:

Almacén de materias primas:

En el almacén de materias primas se reciben lotes de anillos importados de Brasil, este anillo está hecho de fundición gris.

Las características de la fundición gris se adecuan a las necesidades de manufactura para los anillos de pistón por su bajo precio, facilidad de maquinado y alta resistencia a la compresión.

La fundición gris es una aleación de hierro, carbono, silicio, manganeso, azufre y fósforo, el contenido de carbono varía de 2.6 a un 5 %. La dureza de este material es de 200 a 400 en la escala Brinell siendo ideal para esfuerzos a la compresión.



Área de lavado

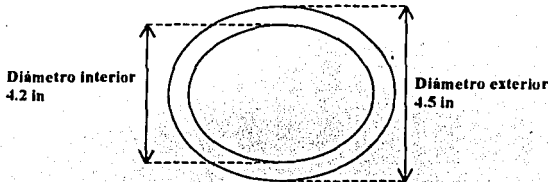
Este anillo llega en bruto de la fundición, por lo que se lleva a una máquina de lavado en la cual se eliminan los excesos de material.

TELSON
FALLA DE ORIGEN

Área de maquinado

En el área de maquinado se eliminan los bordes tanto interior como exterior adecuando el anillo a las dimensiones requeridas, para posteriormente pasar al área de cromado.

En esta área se cuentan con 3 máquinas herramientas las cuales realizan una operación de 5 piezas por minuto en dos máquinas y una máquina que realiza una operación de 10 piezas por minuto.



Área de cromado

En esta área se da un recubrimiento de cromo a las piezas para que estas tengan una mayor resistencia al desgaste y la abrasión. La capa de cromo en promedio es de 0,05mm de espesor.

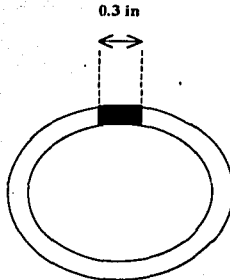
El proceso electrolítico consiste en hacer pasar una corriente eléctrica desde un nodo hasta un cátodo (el cátodo es la pieza donde se deposita el metal) a través de una solución de cromo, conductora de electricidad, en presencia de un catalizador, posteriormente se introducen las piezas dentro de un horno el cual tiene una capacidad de 30 anillos por ciclo el cual dura 30 minutos.

Una vez que los anillos tienen su recubrimiento de cromo se pasa al área de maquinado nuevamente.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Área de maquinado

Una vez que el anillo tiene su recubrimiento de cromo se elimina una porción de 0.3 in de la circunferencia y se da el acabado eliminando los bordes de las orillas, una vez que se hicieron estas operaciones se pasa al área de lapeado.



Área de lapeado

En esta área se da el acabado final al anillo ya que este proceso elimina las ralladuras producidas por el maquinado, obteniendo una superficie plana y suave requerido para un sello hermético a alta presión.

En esta área se tienen seis máquinas lapeadoras que trabajan a un ritmo de tres anillos por segundo, los anillos son introducidos en grupos de 20 piezas dándoles un tratamiento con un abrasivo suave durante 30 ciclos.

Una vez que los anillos están terminados el departamento de calidad realiza la revisión final, que da la pauta para que el lote sea transportado al almacén de producto terminado.

Durante el proceso de producción se realizan inspecciones de calidad en cada área para tener un control más riguroso de la calidad del producto.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5.2. - Análisis y evaluación de la problemática

Actualmente la empresa brinda una entrega de 20,000 anillos para pistón diariamente a General Motors, con un tiempo de entrega de 24 horas. La planta de General Motors está requiriendo una entrega de 21,000 piezas por día con el mismo nivel de servicio.

Dado que nuestro objetivo es incrementar el nivel de producción de un 10% a un 15% haciendo un análisis de rendimiento del área de maquinado final, tomando en cuenta los análisis de producción de enero, febrero, marzo, abril y mayo podemos obtener los estándares de producción de estos meses y hacer una pronóstico de cómo se comportará la producción en los siguientes meses, obteniendo los datos requeridos para solucionar el problema.

5.2.1 – Establecimiento del objetivo general

Actualmente la línea de anillos para el Chevy de General Motors tiene una eficiencia de proceso de un 10% y la queremos elevar a un 15% con la correcta utilización de los sistemas de inventarios.

El número de piezas promedio que se fabrican es del orden de 28800 piezas por día.

5.2.2. - Diagnóstico de la situación actual

Actualmente se maneja una entrega diaria de 20,000 anillos para pistón de chevy a nuestro cliente General Motors brindándole el servicio que este requiere.

La planta de General Motors ha solicitado un incremento de un 5% sobre la entrega que se realiza diariamente a partir de julio.

El Director de la planta ha girado un memorándum donde se da aviso a los gerentes para que tomen las medidas pertinentes.

Antes de poder tomar alguna decisión para desarrollar un plan de acción, es necesario conocer si es factible el realizarlo o no.

Capacidad de producción de la planta es uno de los factores que se deben de evaluar antes de poder tomar la decisión correcta. Los parámetros a estudiar para conocer la capacidad de planta son:

- Eficiencia de equipos
- Tiempos muertos
- Mermas

Eficiencia de equipos

La eficiencia de equipos depende de cada una de las áreas del proceso de producción, las cuales tienen capacidades distintas dependiendo de la maquinaria que se ocupa en cada una de ellas.

Área de lavado

En el área de lavado tenemos que se introducen 4 tarjetas de anillos con 20 piezas cada una de ellas en un ciclo de 1 minuto, esto da una capacidad de 4800 piezas por hora.

Área de lavado

Tarjas	pzas por minuto	pzas por hora	pzas por turno turno de 8 horas	pzas por día
Tarja 1	20	1200	9600	28800
Tarja 2	20	1200	9600	28800
Tarja 3	20	1200	9600	28800
Tarja 4	20	1200	9600	28800
Total	80	4800	38400	115200

Tabla 5.2.2.1**Área de maquinado**

El área de maquinado cuenta con tres máquinas herramientas que realizan una operación de torneado de 20 piezas por minuto.

Área de maquinado

Máquina	pzas por minuto	pzas por hora	pzas por turno turno de 8 horas	pzas por día
Máquina 1	5	300	2400	7200
Máquina 2	5	300	2400	7200
Máquina 3	10	600	4800	14400
Total	20	1200	9600	28800

Tabla 5.2.2.2

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Área de cromado

El área de cromado cuenta con un horno que realiza la operación de 60 anillos por minuto.

Área de cromado

Horno	pzas por minuto	pzas por hora	pzas por turno turno de 8 horas	pzas por día
Horno 1	60	3600	28800	86400

Tabla 5.2.2.3

Área de lapidado

En el área de lapidado se cuenta con 6 máquinas lapiadoras que tienen una capacidad de 3 anillos por segundo.

Es decir si tenemos una capacidad de 180 piezas por minuto.

Área de lapidado

Lapiadoras	pzas por minuto	pzas por hora	pzas por turno turno de 8 horas	pzas por día
Lapiadora 1	180	10800	86400	259200
Lapiadora 2	180	10800	86400	259200
Lapiadora 3	180	10800	86400	259200
Lapiadora 4	180	10800	86400	259200
Lapiadora 5	180	10800	86400	259200
Lapiadora 6	180	10800	86400	259200
Total	1080	64800	518400	1555200

Tabla 5.2.2.4

Como se puede observar en la figura 5.2.5 nuestro limitante de producción es el área de maquinado ya que el número de piezas promedio que se fabrican es de 28800 piezas por día.

Área	pzas por minuto	pzas por hora	pzas por turno turno de 8 horas	pzas por día
Área de lavado	80	4800	38400	115200
Área de maquinado	20	1200	9600	28800
Área de cromado	60	3600	28800	86400
Área de lapidado	1080	64800	518400	1555200

Tabla 5.2.2.5

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Actualmente la empresa satisface la demanda mensual solicitada por General Motors al 100 %, esto quiere decir que se está cubriendo la demanda mensual sin ningún problema. Aunque en algunas ocasiones la fábrica tiene que trabajar los días sábados para completar el pedido.

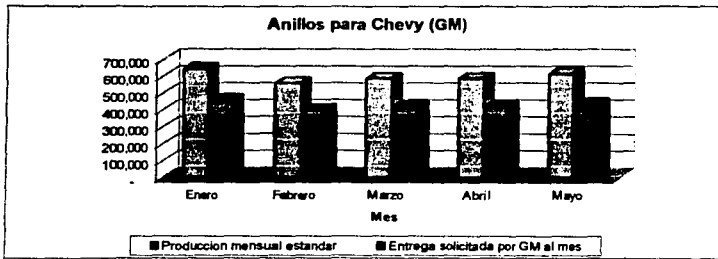
Como se puede ver en la tabla 5.2.2.6 la producción estándar promedio es de 595 000 piezas por mes, haciendo un promedio tenemos que estamos trabajando a un 71 % de la capacidad de producción estándar.

Tabla 5.2.2.6

Mes	Producción diaria	Días Laborales	Producción estándar	Demanda mensual	Producción Real	% de cumplimiento	% de capacidad
Enero	28,000	23	644,000	460,000	460,000	100%	71%
Febrero	28,000	20	560,000	400,000	400,000	100%	71%
Marzo	28,000	21	588,000	420,000	420,000	100%	71%
Abril	28,000	21	588,000	420,000	420,000	100%	71%
Mayo	28,000	22	616,000	440,000	440,000	100%	71%
Junio	28,000	21	588,000				
Julio	28,000	22	616,000				
Agosto	28,000	23	644,000				
Septiembre	28,000	20	560,000				
Octubre	28,000	23	644,000				
Noviembre	28,000	19	632,000				
Diciembre	28,000	20	560,000				
Promedio			595,000	428,000	428,000	100%	71.43%

En conclusión actualmente estamos produciendo a la par de la demanda, como se muestra en la gráfica 5.2.2.1.

Gráfica 5.2.2.1



Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Producción mensual estándar	644,000	560,000	588,000	588,000	616,000	-	-
Entrega solicitada por GM al mes	460,000	400,000	420,000	420,000	440,000	-	-

Tiempos muertos

Los tiempos muertos dentro del proceso de producción como se puede ver en el anexo 3.

Tabla 5.2.2.7

Turno	tiempo min	piezas por turno
Primer turno	16	320
Segundo turno	20	400
Tercer turno	5	100
Total	41	820

En el primer turno se observa que hay una pérdida de 16 minutos durante el proceso, este tiempo afecta con 320 piezas, en el segundo turno se tienen pérdidas de 20 minutos los cuales dan un atraso de 400 piezas.

En el tercer turno se tienen solo 5 minutos de tiempo perdido lo cual da un atraso de 100 piezas.

En total se tiene una pérdida de producción de 820 piezas por tiempos muertos durante el proceso, pero que son necesarios para poder mantener la calidad necesaria para satisfacer las demandas de nuestro cliente.

5.2.3. - Implantación

Una vez que se ha establecido el sistema que se emplea dentro de la empresa, la implantación y las correcciones son las siguientes:

- Se implementara un sistema de inventarios que permita establecer un plan maestro de producción.
- Establecer un control más preciso de la producción

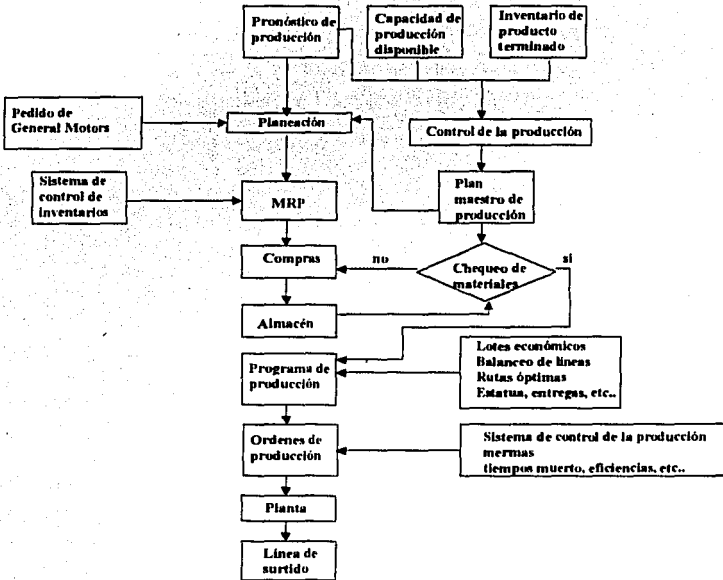
Estos cambios implementados dan los siguientes beneficios:

- Cumplir con las entregas solicitadas por la planta de General Motors, brindando la puntualidad y calidad requeridos.
- Aprovechar los recursos con los que se cuentan actualmente al máximo.
- Facilitar el desarrollo de los sistemas de producción, proporcionando la información necesaria haciéndolos más controlables y adaptables a cambios.
- Reducir el nivel de inventarios (Producto terminado y proceso).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- Reducción de tiempos muertos.
- Mejor aprovechamiento de la maquinaria y equipo.
- Reducción de mermas.
- Reducción de trabajos.

Figura 5.2.3



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5.2.4. - Control y seguimiento

Para el control y el seguimiento de este proyecto se piensa hacer un plan general , el cual brindará las actividades y tiempos exactos que se requieren para el logro de los objetivos y metas ,en este caso el departamento de control de la producción (coordinador) y el área de manufactura (área responsable) negociarán los detalles del control y el seguimiento siempre apegándose al plan general.

Tabla - 5.2.4.1

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	
Registro de pronóstico de demanda							P
							R
Recopilación de información para el cálculo de la capacidad de producción							P
							R
Cálculo de las capacidades de producción e implementación							P
							R
Elaboración de formatos y procedimientos para establecer registros de producción							P
							R
Evaluación y control de parametros de producción							P
							R
Recopilar datos para lotes y rutas de producción							P
							R
Cálculo de lotes economicos							P
							R
Análisis y determinación de rutas óptimas							P
							R
P Pronosticado							
R Real							

En la tabla se muestra en que mes se efectúa cada una de las actividades para tener un control del plan, para incrementar la productividad.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Para la mejora continua el plan que se debe seguir es el siguiente:

Tabla 5.2.4.2

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	
Registro de pronostico de demandas													P cada mes. R
Recopilación de información para el cálculo de la capacidad de producción													P cada mes. R
Cálculo de las asociaciones de producción e implementación													P cada dos meses. R
Elaboración de formatos y procedimientos para establecer registros de producción													P cada mes. R
Evaluación y control de parámetros de producción													P cada mes. R
Recopilar datos para lotes y runs de producción													P cada mes. R
Cálculo de índices económicos													P cada mes. R
Análisis y determinación de líneas óptimas													P cada mes. R
P Presentación R Real													

5.2.5. - Evaluación y retroalimentación

Una vez hecho el seguimiento adecuado se procederá a la comparación de los datos obtenidos con los establecidos matemáticamente. En caso de no satisfacer las necesidades requeridas, se analizarán las causas por lo cual no se satisfacen las metas establecidas, y si las causas son de carácter de implementación y no de estrategia se hará un reajuste del plan en caso contrario se hará un rediseño de la estrategia.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5.3. - Funciones de planeación, programación y control de la producción**5.3.1. - Pronóstico de producción**

Se hizo el análisis con tres tipos de pronósticos de los cuales se selecciona el mas parecido a los datos de los meses de enero a mayo, los pronósticos utilizados son:

Promedio simple

Este pronóstico consiste en obtener el promedio en base a los datos de los meses de enero a mayo como se muestra en la tabla 5.3.1.1.

Promedio simple	
Mes	Demanda mensual
Enero	460,000
Febrero	400,000
Marzo	420,000
Abril	420,000
Mayo	440,000
Junio	
Promedio	428,000

Tabla 5.3.1.1

Exponencial

Este pronóstico consiste en calcular en base a datos mensuales la recta normal que se ajusta a los datos de cada mes.

En la tabla 5.3.1.2. se muestra la forma de cómo obtener los datos necesarios para realizar el pronóstico, usando las formulas mencionadas en el capítulo de pronósticos, se obtiene los valores de a y b

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{\log Y/N}{N} \\
 &= \frac{28.15}{5} \\
 &= 5.63
 \end{aligned}$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Calculando b

Tenemos que:

$$\begin{aligned} b &= \frac{\sum(X \log Y)}{X^2} \\ &= \frac{-28.17}{15} \\ &= -1.88 \end{aligned}$$

Obteniendo la inversa de **a** y **b** tenemos que $a = 426579.51$ y $b = 0.013$

Por lo tanto la ecuación normal ajustada es:

$$\begin{aligned} Y &= a + b X \\ Y &= 426579.51 + 0.013X \end{aligned}$$

Donde **X** toma los valores del mes deseado, en este caso el pronóstico buscado es el de junio por lo que el valor de $X = 2$

Sustituyendo el valor en la fórmula, tenemos que el pronóstico para junio es de:

$$\begin{aligned} Y &= 426579.51 + 0.013(2) \\ Y &= 426579.54 \end{aligned}$$

Nota

* = Sumatoria
N = número de datos utilizados

mes	Demanda mensual				
	Y	X	X ²	log Y	X log Y
Enero	460,000	-3	9	5.66	-16.98
Febrero	400,000	-2	4	5.60	-11.20
Marzo	420,000	-1	1	5.62	-5.62
Abril	420,000	0	0	5.62	0.00
Mayo	440,000	1	1	5.64	5.64
Junio					
Julio					
Total	2,140,000	5	15	28.15	28.17

Tabla 5.3.1.2

En base a estos dos pronósticos tenemos que la demanda solicitada para el mes de junio puede ser de:

- 1.- 428000
- 2.- 426579.54

Como se puede observar los valores obtenidos son muy similares, pero para efectos del plan maestro tomamos en cuenta el de mayor volumen, con el fin de hacer los cálculos más confiables.

5.3.2. - Plan maestro de producción

Como se ha mencionado anteriormente en el objetivo principal es incrementar la producción un 5% para satisfacer la demanda que nuestros clientes requieren, es necesario poder establecer un plan maestro de producción que ajustado a la producción en el tiempo de producción necesario sea adecuado a las necesidades que se requieran.

Es decir este plan de producción debe ser flexible para mantener el ajuste adecuado de inventarios de producto terminado.

Uno de los datos necesarios para calcular eficazmente el plan maestro de producción es el lote económico de producción para poder calcularlo se obtuvieron los siguientes datos:

Lote económico de producción

Costo por pedido

Miles por mes

Costo mensual del departamento de programación	15,000
Costo mensual de surtir ordenes	80,000
Total	95,000

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

El costo por pedido es de:

$$O = 95,000 \text{ pesos}$$

Demanda mensual

La demanda mensual es el pedido promedio de los últimos 5 meses:

$$D = 449,400 \text{ pzas}$$

El inventario actual

$$H = 31,200 \text{ pzas}$$

Interés cargado es de:

$$I = 12 \%$$

Costo primo por unidad

$$P = 3.5 \text{ pesos}$$

La producción estándar promedio es de:

$$M = \text{Producción diaria} * \text{días laborales}$$

$$M = 595,000$$

Aplicando la formula:

$$Q = (2OD/(H + iP)(1 - D/M))^{1/2}$$

Tenemos la siguiente tabla:

Tabla 5.3.2.1

Lote económico de producción

demanda diaria

21000

Mes	Días Hábiles	cantidad	producción	Demanda	Nivel máximo	Nivel medio	Intervalo entre
		ordenada	Promedio	Mensual	de inventario	de inventario	pedidos
		Q	M	D	(1-D/M)Q	(1-D/M)Q/2	t = Q/M
Enero	23	934,879.67	644,000	483,000.00	233,719.92	116,859.96	1.45
Febrero	20	871,779.79	660,000	420,000.00	217,944.95	108,972.47	1.56
Marzo	21	893,308.46	668,000	441,000.00	223,327.11	111,663.56	1.62
Abril	21	893,308.46	668,000	441,000.00	223,327.11	111,663.56	1.62
Mayo	22	914,330.36	616,000	462,000.00	228,582.59	114,291.29	1.48
Junio	21	893,308.46	668,000	441,000.00	223,327.11	111,663.56	1.62
Julio	22	914,330.36	616,000	462,000.00	228,582.59	114,291.29	1.48
Agosto	23	934,879.67	644,000	483,000.00	233,719.92	116,859.96	1.45
Septiembre	20	871,779.79	660,000	420,000.00	217,944.95	108,972.47	1.56
Octubre	23	934,879.67	644,000	483,000.00	233,719.92	116,859.96	1.45
Noviembre	19	849,706.83	632,000	399,000.00	212,426.46	106,213.23	1.60
Diciembre	20	871,779.79	660,000	420,000.00	217,944.95	108,972.47	1.56
Promedio		911,478.62	695,000.00	449,400.00	223,044.18	111,522.09	1.63

En esta tabla se muestra los lotes económicos requeridos para cada mes, en promedio se tiene un lote económico de 911,500 pzas para satisfacer una demanda de 449,500 pzas promedio mensuales. El tiempo de entrega es de un mes y medio en promedio.

Plan maestro de producción.

La formula del plan maestro de producción es:

$$P = PP + IF - II$$

Donde

P = Cantidad de unidades a producir

IF = Inventario final de unidades que se desea mantener

PP = Pronóstico de producción

II = Inventario inicial

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 5.3.2.2

Plan maestro de producción

Mes	Días Habiles	Pronóstico de producción	Inventario de Seguridad	Inventario inicial	Producción = PP+IF-II
		PP	IF	II	Produccion
Mayo	22	462,000	30,512	154,000	338,512
Junio	21	441,000	30,512	147,000	324,512
Julio	22	462,000	30,512	154,000	338,512
Agosto	23	483,000	30,512	161,000	352,512
Septiembre	20	420,000	30,512	140,000	310,512
Octubre	23	483,000	30,512	161,000	352,512
Noviembre	19	399,000	30,512	133,000	296,512
Diciembre	20	420,000	30,512	140,000	310,512

El inventario de seguridad se obtiene a partir de la siguiente formula:

$$Z = (L \cdot D2) / 1/2$$

Donde :

Z = inventario de seguridad

L = tiempo de entrega

D = Desviación estándar

D2 = Varianza

Sustituyendo tenemos:

$$Z = 30,512$$

Por tanto el plan maestro de producción se muestra en la tabla 5.3.2.2

5.3.3. - Planeación de requerimiento de materiales

Parte importante del proceso de producción es el requerimiento de materiales, la razón de que se le ponga mucha atención a este tema en la mayoría de las empresas es a los diversos problemas que pueden surgir por falta de materiales dentro del proceso de producción. Si se deja de tener existencia de un artículo crítico podría dar como resultado paros en las líneas de producción. Además, los clientes esperan que se tenga existencias que necesitan, sino la empresa pierde clientes, no solo por ese artículo sino para muchos otros en el futuro.

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

Explosión de consumo de materiales.

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

Para la determinación del inventario de final o de seguridad, se considera lo siguiente:

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

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

Para el proveedor: hacer tarjetas de producción económicas manteniendo inventarios para futuras entregas programadas.

Para la empresa: recibiendo lote óptimo y contando con inventario con proveedor.

La MRP regulada en el tiempo inicial con una lista de los artículos con base en un programa maestro de producción (MPS) y determina la cantidad de todos los componentes y materiales requeridos y la fecha en que se necesitan.

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

A continuación se presenta la corrida de MRP para el anillo de Chevy, que de acuerdo al MPS se pretende llevar a cabo:

Tabla 5.3.3.1

Mes	Periodo	Requerimiento total	Requerimientos totales	Recepciones Planeadas	Disponible de acuerdo al plan	Requerimientos netos	Nivel real de inventarios
Enero	0	1,661,200	460,000	1,661,200	70,000	1,661,200	1,271,200
Febrero	1		460,000				871,200
Marzo	2		420,000				451,200
Abril	3		420,000				31,200
Mayo	0	1,823,000	462,000	1,823,000	31,200	1,823,000	1,382,200
Junio	1		441,000				861,200
Julio	2		462,000				489,200
Agosto	3		483,000				6,200
Septiembre	0	1,823,000	420,000	1,823,000	6,200	1,823,000	1,409,200
Octubre	1		463,000				926,200
Noviembre	2		399,000				627,200
Diciembre	3		420,000		107,200		107,200

En la tabla se puede observar la los inventarios de materiales que se requiere para satisfacer el incremento que requiere General Motors.

A partir de mayo se inicia la modificación en los pedidos solicitados de materia prima, con el incremento del 5 %.

5.3.4. - Programación de la producción y carga de máquinas

La planeación, el control y la programación de la producción determinan el comportamiento del sistema de producción, si hay capacidad suficiente, si las ordenes se entregaron en el momento oportuno y si los materiales se encuentran disponibles, parece una tarea sencilla pero a medida que se incrementan el número de trabajos y máquinas, también incrementan las combinaciones, dando una programación sumamente difícil.

Los objetivos de tiempo y cantidad, de un programa de producción son desde la planeación hasta la entrega.

Los objetivos son:

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

La carga de las máquinas se maneja de la siguiente manera:

En el área de maquinado se manejan tres tomos los cuales tiene una producción estándar de 28800 piezas en los tres turnos, estos es, si los tomos funcionaran sin parar durante todo el día se tendría esta producción estándar.

Tenemos que los días laborales son de lunes a viernes esto es para poder brindar un mantenimiento adecuado a las máquinas durante sábado y domingo, teniendo así el funcionamiento de las máquinas asegurado.

En la tabla 5.3.4.1 se muestra la producción estándar de los tres turnos

Tabla 5.3.4.1
Área de maquinado

Máquina	Turno 1	Turno 2	Turno 3	pzas por día
Máquina 1	2400	2400	2400	7200
Máquina 2	2400	2400	2400	7200
Máquina 3	4800	4800	4800	14400
Total	9600	9600	9600	28800

En la tabla 5.3.4.2 se muestra la producción real de las tres máquinas, estas cantidades se deben a los cambios de turno que se efectúan cada 8 horas.

Tabla 5.3.4.2

Área de maquinado

Máquina	Turno 1	Turno 2	Turno 3	pzas por día
Máquina 1	2350	2350	2350	7050
Máquina 2	2300	2300	2300	6900
Máquina 3	4700	4700	4700	14100
Total	9350	9350	9350	28050

En el área de lavado solo se utiliza un tarja para satisfacer la producción del Chevy es decir una tarja en los tres turnos es suficiente para tener la producción diaria de anillos, esto se debe a que el área de lavado tiene una capacidad de 115,200 anillos por día, para satisfacer la demanda de los anillos para Chevy solo se emplea un 25 % de la capacidad.

Tabla 5.3.4.3



Area de lavado

Tarjas	Turno 1	Turno 2	Turno 3	pzas por dia
Tarja 1	9600	9600	9600	28800
Tarja 2	9600	9600	9600	28800
Tarja 3	9600	9600	9600	28800
Tarja 4	9600	9600	9600	28800
Total	38400	38400	38400	115200

En el área de cromado se tiene una producción estándar de 259, 200 por lo cual se emplea un 11 % de la capacidad para la producción de los anillos para Chevy.

Tabla 5.3.4.4

Horno	Turno 1	Turno 2	Turno 3	pzas por dia
Horno 1	86400	86400	86400	259200

En el área de lapiado se maneja una producción de 1,555,200 pzas lo cual quiere decir que manejamos solo un 2 % de la producción estándar para los anillos de Chevy

114

ORIGEN

Tabla 5.3.4.5

Area de lapidado

Lapiadoras	Turno 1	Turno 2	Turno 3	pzas por día
Lapiadora 1	86400	86400	86400	259200
Lapiadora 2	86400	86400	86400	259200
Lapiadora 3	86400	86400	86400	259200
Lapiadora 4	86400	86400	86400	259200
Lapiadora 5	86400	86400	86400	259200
Lapiadora 6	86400	86400	86400	259200
Total	518400	518400	518400	1,555,200

Tabla 5.3.4.6

Objetivo	Se incrementó la productividad un 5 % más con los mismos recursos, tan solo con el hecho de hacer un plan maestro de producción que se adecuar a las necesidades del proceso de producción.
Productividad	Se incremento el número de piezas de 20,000 a 28,000 utilizando los recursos ya existentes.

Es importante dar a conocer que la finalidad de este trabajo es dar a conocer que utilizando la planeación de la producción e inventarios adecuadamente se puede obtener una mejora continua, lo cual dará un gran ahorro para la empresa.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CONCLUSIONES

Las pequeñas y grandes empresas se enfrentan cada día a mercados más competitivos y con más exigencias, por lo que es necesario buscar soluciones que permitan mantenerlas dentro del mercado.

La planeación de la producción e inventarios son una herramienta de la cual los ingenieros mexicanos pueden hacer uso de ellas para mejorar un sistema de producción, ya que busca aquellas debilidades que tiene, las analiza y crea estrategias para disminuirlas o erradicarlas. de igual forma se relaciona con otras áreas para poder tener un mejor desarrollo dentro de la empresa.

La importancia de la planeación, dentro de una empresa es adelantarse a los sucesos futuros, analizando las mejores opciones que permitan tomar las decisiones adecuadas que den solución a situaciones críticas. Además una buena planeación permite resolver cualquier situación crítica.

El hacer un plan que brinde la flexibilidad para adecuarlo a cualquier necesidad es una situación ideal, pero en la vida real no es posible tener esta situación. Es por eso que la mejora continua se basa en las herramientas que se explican en este trabajo, dando las bases para poder analizar, evaluar y resolver situaciones críticas de una manera más sencilla.

El ingeniero industrial al utilizar estas herramientas puede enfrentar retos dentro de una empresa, desarrollando métodos y procedimientos que permitan mejorar un sistema, optimizar recursos, implantar nuevos sistemas, etc.

Es importante hacer notar que se debe de desarrollar una planeación con objetivos que se adapte a situaciones y problemas reales, de otra forma no funcionará la metodología que se desarrolle.

BIBLIOGRAFÍA

Barry Render, Jay Heizer Administración de operaciones

Chase Aquilano, Dirección y Administración de la producción y de las operaciones, Ed. Addison-wesley iberoamericana.

Elwood S. Buffa y William H. Taubert, Sistemas de producción e inventarios, Ed. Noriega (1994)

Foggarty Blackstone Hoffman, Administración de la producción e inventarios, Ed. CECSA

George W. Plossl, Control de la producción de inventarios principios y temas, segunda edición , Ed. Prentice hall (1987)

Jack R. Meredith, Administración de operaciones 2ª edición, Ed. Limusa-wiley

James L. Riggs, Sistemas de producción planeación análisis y control 3ª edición, Ed. Limusa (1999)

Keith Locker, La producción industrial y su administración representaciones y servicio de ingeniería Ed. Alfa-omega, (1990)

Martin K. Starr, Administración de producción sistemas y síntesis, Ed prentice hall inc. (1979)

Ramon companys pascual, Planeación de la producción (productiva), Ed. Marcombo boxareu (1988)

Richard B. Chase, Dirección y administración de la producción y de las operaciones, Ed. Addison-Wesley iberoamericana

Richard J. Hopeman, Administración de la producción y operaciones, Ed. Limusa (1994)

Yasuhiro Monden, Sistema de producción de Toyota, Ed. Macchi, IAE

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

APENDICE

SIGLAS

- CI (Continuous implement) Mejora continua.
- CPM Programación de ruta critica.
- CRP Planeación de requerimiento de necesidades (Capacity requirements planning).
- DCP Departamento de control de producción.
- MEL Magnitud económica de lote.
- MPS Programa maestro de producción.
- MRP Requerimiento de materia prima (Materiales requirements planning).
- MS Plan maestro (master sistem).
- LEP Lote económico de producción.
- PAC Planeación y control de compras.
- PIC Producción con inventario cero.
- PHRA Planificar – Hacer – Revisión – Actuar.
- PMP Plan maestro de producción.
- RC Relación critica.
- ROP Punto de reorden.
- SMS Sistema de mantenimiento de estándares (estándar maintaining system).
- SPIM Sistema de produccion con inventario mínimo.
- TRIC Inventario de transportación.
- CRP Planeación de necesidad de capacidad.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Anexos

Anexo I (Inventarios de anticipación).

Ejemplo:

Un hospital de USA tubo oportunidad de duplicar sus pedidos y de adquirir un abastecimiento con anticipación de tres meses con un total de 1000 unidades de equipos quirúrgicos al precio unitario en ese momento de 6.50 um (unidades monetarias) con un crecimiento anticipado en el precio de 6.75 en tres meses el agente de compras calculo que existe la probabilidad de que el precio aumente en un 90% el agente sabia que se contaba con el espacio y l capital. La política que se adopto consistió en comprar una cantidad que no supera el abastecimiento para 6 meses ¿ Deberá efectuar la comprar el agente?

(Ahorros totales esperados)(ahorros en el centro de pedidos + ahorros esperados en los costos de materiales)

Donde

$$\begin{aligned} \text{Ahorro esperado en materiales} &= (\text{Número de unidades})(\text{ahorros por unidad})(\text{probabilidad de aumento en el precio}) \\ &= 1000 * 0.25 * 0.9 \\ &= 225 \end{aligned}$$

y

$$\text{Ahorros en costo por pedido} = 1 \text{ pedido en } 30\text{um}$$

$$\text{Así ahorros totales esperados es} = 225$$

Si se utiliza un porcentaje de costo por mantenimiento de 25% al año (se generan los siguientes costos)

Costos totales = (Inversión en el inventario)(periodo)(porcentaje de mantenimiento)

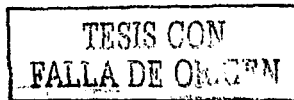
Donde

$$\begin{aligned} \text{Inversión} &= 1000 * 6.5 \\ \text{Tiempo} &= 0.25 \text{ años (3 meses)} \\ \text{Porcentaje} &= 25\% \text{ al año} \end{aligned}$$

Así

$$\begin{aligned} \text{Costos totales} &= 1000 * 6.5 * 0.25 * 0.25 \\ &= 406.25 \end{aligned}$$

Dados estos hechos, se puede ver que la adquisición anticipada no reditúa



Anexo 2 (inventario de transportación)

Ejemplo:

Si una fábrica de estructura para automóvil embarca un promedio diario de 1000 estructuras, y estas toman un día y medio, en promedio, para llegar a la planta de ensamble, las estructuras tienen un valor de 30 cada una y 0.15 es una buena estimación de costo de mantenimiento entonces:

$$\begin{aligned} \text{TRIC} &= (0.15 \text{ años})(1000 \text{ unidades por día})(30)(0.15 \text{ días}) \\ &= 6750 \text{ por año} \end{aligned}$$

La reducción del tiempo de transportación es de día y medio a un día diario como resultado un ahorro anual de 2250.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Anexo 3 (Diagramas de tiempos muertos)

Turno I

Resumen				Gráfica de flujo del proceso				Turno			
Cantidades		No.	Tiempo	Distancia		Fecha		Primer turno		Analista	
			min	m							
<input type="checkbox"/>	Operación										
<input type="checkbox"/>	Inspección	5	10								
<input type="checkbox"/>	Transportación	6	6								
<input type="checkbox"/>	Demora										
<input type="checkbox"/>	Almacenamiento	2									
	Total	13	16								

Resumen				Gráfica de flujo del proceso				Turno			
Cantidades		No.	Tiempo	Distancia		Fecha		Segundo turno		Analista	
			min	m							
<input type="checkbox"/>	Operación										
<input type="checkbox"/>	Inspección	5	14								
<input type="checkbox"/>	Transportación	8	8								
<input type="checkbox"/>	Demora										
<input type="checkbox"/>	Almacenamiento	2									
	Total	15	20								

Paso		simbolo	Tiempo	Distancia	Pasos del proceso				Eliminar	Mayor	Cambiar	Ordenar
			min	m								
1		O I U E S D I V			Análisis de hierro gris almacenados en el almacén de materias primas							
2		O I U E S D I V	2		Se transportan los análisis hacia el área de lavado					X		
3		O I U E S D I V	2		Inspección del área de calidad					X		
4		O I U E S D I V	1		Transporte al área de mapeado							X
5		O I U E S D I V	2		Inspección del área de calidad					X		
6		O I U E S D I V	1		Transporte al área de cronado							X
7		O I U E S D I V	3		Inspección de calidad					X		
8		O I U E S D I V	1		Transporte al área de mapeado							X
9		O I U E S D I V	2		Inspección de calidad					X		
10		O I U E S D I V	1		Transporte al área de lavado							X
11		O I U E S D I V	2		Inspección de calidad					X		
12		O I U E S D I V			Transporte al almacén de producto terminado							
13		O I U E S D I V			Almacén de producto terminado							

Turno 2

Resumen				Gráfica de flujo del proceso				Turno			
Cantidades		No.	Tiempo	Distancia		Fecha		Segundo turno		Analista	
			min	m							
<input type="checkbox"/>	Operación										
<input type="checkbox"/>	Inspección	5	14								
<input type="checkbox"/>	Transportación	8	8								
<input type="checkbox"/>	Demora										
<input type="checkbox"/>	Almacenamiento	2									
	Total	15	20								

Paso		simbolo	Tiempo	Distancia	Pasos del proceso				Eliminar	Mayor	Cambiar	Ordenar
			min	m								
1		O I U E S D I V			Análisis de hierro gris almacenados en el almacén de materias primas							
2		O I U E S D I V	2		Se transportan los análisis hacia el área de lavado					X		
3		O I U E S D I V	2		Inspección del área de calidad					X		
4		O I U E S D I V	1		Transporte al área de mapeado							X
5		O I U E S D I V	3		Inspección del área de calidad					X		
6		O I U E S D I V	1		Transporte al área de cronado							X
7		O I U E S D I V	3		Inspección de calidad					X		
8		O I U E S D I V	1		Transporte al área de mapeado							X
9		O I U E S D I V	3		Inspección de calidad					X		
10		O I U E S D I V	1		Transporte al área de lavado							X
11		O I U E S D I V	3		Inspección de calidad					X		
12		O I U E S D I V			Transporte al almacén de producto terminado							
13		O I U E S D I V			Almacén de producto terminado							

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tumo 3

Resumen				Orbita de flujo del proceso		Turno		
Líneas		Hrs	Tiempo min	Distancia m	Actual	Fecha	Inicio turno	
<input type="checkbox"/>	Operación						Análisis	
<input type="checkbox"/>	Inspección							
<input checked="" type="checkbox"/>	Transportación	4	5					
<input type="checkbox"/>	Demora							
<input checked="" type="checkbox"/>	Almacenamiento	2						
Total		7	5					
				Análisis para programación				
				Cargo				
				Departamento				
				Producción		Posible acción		
paso	embudo	Tiempo min	Distancia m	Fases del proceso	Eliminar	Mover	Cambiar	Ordenar
1				Análisis de hierro gris almacenado en el almacén de materias primas				X
2		1		Se transportan los arrollos hacia el área de lavado				X
3		1		Transporte al área de molienda				X
4		1		Transporte al área de cribado				X
5		1		Transporte al área de molienda				X
6		1		Transporte al área de lapido				X
7				Transporte al almacén de producto terminado				
8				Almacenamiento de producto terminado				

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN