



FACULTAD DE INGENIERIA

**DISEÑO DE RECURSOS DIDÁCTICOS PARA LA ENSEÑANZA  
DE VISUAL MANUFACTURING**

TRABAJO DE GRADUACIÓN  
PARA OPTAR AL GRADO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL

**PRESENTADO POR:  
JOSÉ FERNANDO FUENTES MENJIVAR  
CARLOS ROBERTO SANTAMARÍA VALLE**

SEPTIEMBRE DE 2002

SOYAPANGO

EL SALVADOR

# **UNIVERSIDAD DON BOSCO**

## **RECTOR**

ING. FEDERICO MIGUEL HUGUET

## **SECRETARIO GENERAL**

HNO. MARIO OLMOS, SDB

## **DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA**

ING. CARLOS GUILLERMO BRAN

## **ASESOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN**

ING. LUIS ERNESTO NÚÑEZ DÍAZ

## **JURADO EXAMINADOR**

ING. ROSA SOSA

ING. JAIME ANAYA

**UNIVERSIDAD DON BOSCO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**JURADO EVALUADOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**DISEÑO DE RECURSOS DIDÁCTICOS PARA  
LA ENSEÑANZA DE VISUAL MANUFACTURING**

---

**ING. ROSA SOSA**

**JURADO EXAMINADOR**

---

**ING. JAIME ANAYA**

**JURADO EXAMINADOR**

---

**ING. LUIS ERNESTO NÚÑEZ**

**ASESOR DEL TRABAJO**

## **AGRADECIMIENTOS**

A **Dios** todo poderoso, por darnos la energía de la vida, la sabiduría y la perseverancia para llevar a feliz término este trabajo de graduación.

A nuestros **Padres**, porque nos apoyaron en todo sentido y nos animaron, sobre todo en los momentos más difíciles de la carrera y de esta investigación.

A nuestros **Familiares y Amigos**, que siempre estuvieron pendientes de nuestro progreso, nos acompañaron y nos brindaron su confianza.

A nuestro **Asesor**, Ing. Luis Núñez. Sus orientaciones y observaciones fueron de gran ayuda para darle carácter científico a ésta tesis.

A la **Comunidad** Universitaria (salesianos, catedráticos, compañeros estudiantes), por brindarnos amistad y conocimiento durante los años de estudio.

A todas aquellas personas que colaboraron de diferentes formas para llevar a cabo este Trabajo.

<b><u>INTRODUCCIÓN.....</u></b>	<b><u>7</u></b>
<b><u>CAPITULO I PLANTEAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA.....</u></b>	<b><u>8</u></b>
1.1 GENERALIDADES.....	8
1.2 IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN.....	8
<i>Uso didáctico.....</i>	<i>9</i>
<i>Rápida ejecución.....</i>	<i>9</i>
<i>Diversificación del recurso.....</i>	<i>9</i>
<i>Bajo costo y fácil implementación.....</i>	<i>10</i>
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	10
1.3.1 Objetivo General.....	11
1.3.2 Objetivos Específicos.....	11
1.3.3 Alcances.....	12
1.3.4 Limitaciones.....	12
<b><u>CAPITULO II MARCO TEÓRICO.....</u></b>	<b><u>13</u></b>
2.1 INTRODUCCIÓN TEÓRICA.....	13
2.2 GIRO DEL NEGOCIO.....	13
2.3 PRODUCCION GLOBAL.....	17
2.3.1 La Planeación y Control de la Producción.....	17
2.3.2 Marco Conceptual.....	17
2.3.3 Tipos de Planeación y Control de producción.....	21
2.3.4 Aplicación en la industria de la Planeación y Control de la producción.....	54
2.3.5 CONCEPTOS BÁSICOS DE LA CONTABILIDAD.....	59
2.3.6 Educación e informática.....	63
2.4 MARCO HISTÓRICO.....	70
2.5 MARCO SITUACIONAL.....	75
2.5.1 Relación entre la Ingeniería Industrial y Planeación y control de la Producción.....	75
2.6 FUNDAMENTOS.....	76
2.6.1 Principios de Distribución en Planta.....	76
2.6.2 Principios de Investigación de Operaciones.....	84
2.6.3 Principios de Contabilidad y Costos.....	86
<b><u>CAPITULO III PROPUESTA DE SOLUCIÓN .....</u></b>	<b><u>91</u></b>
3.1 APLICACIÓN DE VISUAL MANUFACTURING EN INGENIERÍA INDUSTRIAL.....	91
3.2 PROPUESTA PARA LA EVALUACIÓN.....	92
3.2.1 Evaluación previa.....	92

<i>3.2.2 Estructura de Guía de laboratorio.....</i>	<i>93</i>
<i>3.2.3 Investigación Complementaria y Ejercicios Prácticos Propuestos.....</i>	<i>94</i>
<i>3.2.4 Manual Operativo de Consulta para Instructor.....</i>	<i>95</i>
<b>3.3 PROPUESTA DEL PERFIL DEL INSTRUCTOR.....</b>	<b>95</b>
<b>3.4 PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN TEÓRICA DE ASIGNATURAS.....</b>	<b>95</b>
<b>3.5 PROPUESTA DE CONTENIDO EN GUÍAS DE LABORATORIO.....</b>	<b>103</b>
<b>3.6 PROPUESTA DE PLAN DE DESARROLLO DE LAS CLASES Y PRÁCTICAS.....</b>	<b>104</b>
<b><u>CAPITULO IV MANUAL OPERATIVO DE VISUAL MANUFACTURING.....</u></b>	<b><u>124</u></b>
<b><u>CAPITULO V GUÍAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO.....</u></b>	<b><u>126</u></b>
<b><u>CONCLUSIONES.....</u></b>	<b><u>129</u></b>
<b><u>RECOMENDACIONES.....</u></b>	<b><u>130</u></b>
<b><u>BIBLIOGRAFIA.....</u></b>	<b><u>131</u></b>
<b><u>GLOSARIO.....</u></b>	<b><u>132</u></b>

## INTRODUCCIÓN

El software de Visual Manufacturing, combina el último y más poderoso desarrollo en software de hoy con tecnología más avanzada en hardware. Visual Manufacturing es un sistema completamente integrado de administración y control de información. Visual Manufacturing, es una herramienta indispensable para el ingeniero actual, ya que permite obtener una perspectiva mucho mas amplia del negocio como un todo; y la Universidad Don Bosco cuenta con la infraestructura, tecnología y el software para que los alumnos de ingeniería industrial puedan aprender a trabajar en este ambiente. Actualmente no se cuenta con el material de apoyo necesario para que el alumno y catedrático realicen laboratorios con procedimientos y ejercicios prácticos definidos.

El presente proyecto tiene como objetivo principal, aplicar los recursos con los que se cuenta actualmente en la universidad y que no están siendo aprovechados al máximo.

En la materia de planeación y control de la producción se ha tratado en numerosas ocasiones de enseñar junto con la teoría, la práctica, en un sistema para la planeación óptima de los recursos. Con la experiencia que se obtuvo al momento de ser impartida dicha materia, se notaron ciertos aspectos, como falta de bibliografía, material didáctico, y procedimientos específicos que relacionen el contenido de la materia con un sistema computarizado, como Visual MFG.

Principalmente se pretende que en la Ingeniería Industrial, se capacite a los alumnos en el área de la planeación y control de la producción y Contabilidad y Costos, Contabilidad en un nivel Básico, puesto que el fuerte del software es la planeación y control de recursos, por medio de Visual Manufacturing, esto, logrado con la elaboración de guías de laboratorio y un manual operativo, que sirva de complemento a éstas.



---

# **CAPITULO I PLANTEAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA**

## **1.1 GENERALIDADES**

El tema de planeación y control de la producción a través de sistemas de planeación de recursos es relativamente nuevo en el campo científico y en las disciplinas de ingeniería; se considera una herramienta de apoyo para el mejor aprovechamiento de recursos en una organización; por medio de la simulación de la programación de la producción bajo diferentes escenarios de operación.

En los países en vía de desarrollo aun no han sido aplicados la planeación y control de la producción como una herramienta para la reducción de tiempos, recursos y costos, debido al empirismo predominante en la mayoría de las empresas y por la inadecuada o escasa transferencia de tecnología de la que adolece este tipo de países.

La Universidad Don Bosco, como una institución que busca incrementar la participación en el desarrollo económico y social de El Salvador, a través de servicios científico-tecnológicos y de la formación de profesionales altamente capacitados, se ha preocupado por incorporar en la cátedra de Planeación y Control de la Producción, el desarrollo práctico de un sistema de planeación de recursos con el que ya se cuenta, para ser utilizado en beneficio del crecimiento empresarial y preparar mejor a los ingenieros del futuro.

## **1.2 IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN**

La Universidad Don Bosco, cuenta con recurso valioso, para la capacitación de sus profesionales, tal es el caso, de contar con Visual Manufacturing. Este sistema es de los más completos actualmente, en materia de planeación y control de recursos en las organizaciones. Por lo que se vuelve, trascendental el que los alumnos, tengan la oportunidad de entrar en contacto



---

con este sistema, y que lo puedan asimilar de una forma completa. A partir de esta premisa, es que se presentan las justificaciones para elaborar un proyecto, que tenga como objetivo, la aplicabilidad de Visual Manufacturing en la Industria.

### **Uso didáctico.**

En nuestro medio el uso de sistemas computarizados se presenta cada vez con mayor auge, esto implica preparar técnicamente a las personas con equipo que facilite su entendimiento y aumente su destreza.

Como es bien sabido, la mayoría de países europeos, asiáticos y parte de los americanos utilizan equipo didáctico para la enseñanza en las escuelas o colegios técnicos. La Universidad Don Bosco con su connotación en el área tecnológica pretende implementar, enseñar y proponer a la sociedad salvadoreña tecnología de punta, es por esta razón que la propuesta es de implementar solamente un manual con guías prácticas de los diferentes módulos de Visual Manufacturing, para que el alumno las pueda desarrollar y entender; todo esto con finalidad didáctica para todos aquellos que tengan contacto con dicho laboratorio.

Esto fortalecerá la enseñanza, aplicación, uso y entendimiento de los sistemas computarizados de planeación de recursos.

### **Rápida ejecución.**

Las guías de laboratorio, estarán elaboradas de forma tal, que el usuario pueda ir paso a paso de una manera sencilla, implementando los diferentes programas del sistema en situaciones o ejercicios prácticos que se dan en la realidad; esto irá de la mano con la teoría para que se comprenda la relación teoría-práctica.

### **Diversificación del recurso.**

Una de las ventajas, es que VISUAL Manufacturing es un sistema de información, integrado, sofisticado y amplio, diseñado para ayudar en la



---

ejecución de procesos de una empresa, independientemente del tipo de industria que sea.

### **Bajo costo y fácil implementación.**

El costo de implementar este proyecto es relativamente bajo partiendo de que ya se cuenta con un centro de cómputo y el software en la universidad.

Su implementación es fácil, debido a que en el plan de estudios de ingeniería industrial se cuenta con materias, en las cuales el software puede ser un complemento para el contenido de estas y no presenta mayores complicaciones para su ejecución.

### **1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

La exposición clara de la evidencia para tratar un problema específico, es fundamental para tener una visión mucho más amplia, de cualquier situación a resolver y así poder definir con precisión los objetivos y estrategias que serán base esencial de la solución.

En distintas ocasiones se ha tratado de incluir la enseñanza de Visual Manufacturing como parte del contenido de la asignatura Planeación y control de la producción. Estos intentos lamentablemente han carecido de una estructura que permita la comprensión de los módulos de Visual Manufacturing que se han pretendido enseñar. Es por esto que la dirección de la escuela de Ingeniería Industrial, siempre con el afán de querer aprovechar los recursos con los que cuenta, ha mostrado la inquietud de crear una fuente de enseñanza para el software.

Con la experiencia que se obtuvo al momento de ser impartida dichas "prácticas", se puede concluir que: el área de planeación y control de la producción necesita ser fortalecida y explotada al máximo en la parte práctica debido a que enfrenta los siguientes problemas:



1. Falta de integración teoría-práctica de la materia.  
En la teoría se presentan contenidos, que al momento de realizar la práctica, no se aplican completamente a lo que se está trabajando al momento de ejecutar las prácticas.
2. Falta de guías didácticas para la enseñanza de manera lógica y secuencial de los temas impartidos en la práctica.  
Los diferentes intentos de enseñar la cátedra de Visual Manufacturing como parte de las prácticas de laboratorio, han sido intentos fallidos, ya que, no se cuenta con el material didáctico, estructurado de manera lógica, para un eficiente aprendizaje.
3. Falta de recursos bibliográficos.  
Este punto, es parte de la problemática general, ya que al no contar con material escrito, que pueda apoyar en la enseñanza del sistema, se sigue tratando por medios empíricos, de transmitir algún tipo de mensaje a los alumnos.

### **1.3.1 Objetivo General**

- Elaborar una fuente de recursos didácticos para el aprendizaje y aplicación del software Visual Manufacturing.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Crear un recurso didáctico para poder capacitar a los alumnos de Ingeniería Industrial en el uso de Visual Manufacturing.
- Desarrollar de manera profesional y formal la enseñanza de Visual Manufacturing.
- Presentar una propuesta de calendarización de contenidos, para la utilización de los recursos prácticos desarrollados, en la materia de:
  - Planeación y Control de la Producción.
  - Contabilidad y Costos.



- 
- Elaborar seis guías prácticas de laboratorio, para la enseñanza de Visual Manufacturing para la asignatura de Planeación y Control de la Producción.
  - Desarrollar tres guías prácticas de Visual Manufacturing, que sean aplicables a la Contabilidad y Costos.
  - Elaborar un Manual Operativo para el instructor en formato HTML, como complemento a las Guías prácticas presentadas.

### **1.3.3 Alcances**

- Que funcione como proyecto piloto para el desarrollo de Visual Manufacturing en las materias de Planeación y Control de la Producción y Contabilidad y Costos.
- El proyecto incluirá seis guías de laboratorio para Planeación y Control de la Producción y tres guías para la materia de Contabilidad y Costos.
- La investigación contendrá un manual operativo para el instructor con generalidades, para poder operar el sistema.
- La exploración de Visual Manufacturing, en este estudio, desea despertar en el usuario la inquietud de poder desarrollar un sistema de esta naturaleza, que pueda estar al alcance de empresas de bajo presupuesto.

### **1.3.4 Limitaciones**

- No existe en el país suficiente bibliografía del software.
- La planeación y control de procesos industriales por medio de sistemas computarizados es un área poco explotada en El Salvador, por tanto no se cuenta con suficiente personal técnico entendido en la materia.

## **CAPITULO II MARCO TEÓRICO**

### ***2.1 INTRODUCCIÓN TEÓRICA***

Para la aplicación del Software Visual Manufacturing, se necesita tener bases teóricas principalmente en los aspectos siguientes:

#### **Producción:**

Sistemas de planeación y control de producción, balances de línea; tipos de sistemas para planeación.

#### **Contabilidad y Costos:**

Generalidades de Contabilidad, Inventarios.

#### **Generalidades de Informática:**

Evolución de la informática y su aplicación en la educación. Revolución de la educación, con la entrada de la computación.

#### **Modelado de la empresa:**

Para la efectiva aplicación de Visual Manufacturing es preciso la definición de todos los parámetros necesarios para poder modelar la empresa. Dentro de estos parámetros se encuentran los tipos de costeo a utilizarse en contabilidad, definición de las capacidades y características de los recursos de planta, espacios físicos de almacenamiento, etc.

### ***2.2 GIRO DEL NEGOCIO***

Partes que componen un negocio:

- Servicio al Cliente y Ventas
- Ingeniería
- Planificación
- Compras
- Producción
- Contabilidad Costos
- Facturación y Despacho



---

**Servicio al Cliente.** Servicio al cliente se encarga de la gestión de ventas y atención al cliente. Esta parte es la que genera las ventas, y lo forma parte la fuerza de ventas que pertenece a la empresa. La diferencia entre comprar una u otra marca es el servicio al cliente y el cumplimiento de los compromisos, así que es una de las partes a tener en cuenta.

**Ingeniería.** El departamento que continua en la cadena es Ingeniería, y se encarga de toda la parte de diseño de productos, y especificaciones técnicas, las cuales tienen que ser comunicadas a las personas en ventas, y así ellos tengan claro de las bondades y limitaciones que tiene el producto que comercializan.

**Planificación.** La siguiente etapa es la de planificación, y es aquí donde se generan los planes maestros de producción, y de la cual salen los requerimientos de materiales para los pedidos en firme, si es que se trabaja contra pedido, o si se trabaja para inventario, se genera la planeación maestra, que sirve para generación de requerimiento de materiales.

**Compra de Materiales e insumos.** Aquí, se generan los pedidos y las ordenes de compras a proveedores, dependiendo de los resultados de los requerimientos determinados en planificación. Lo importante en esta parte es que se cumplan los tiempos de entrega, para que no se causen retrasos en la producción por incumplimientos o imprevistos por parte de los proveedores y embarques.

**Producción.** Es la parte que se encarga de transformar la materia prima en producto terminado. Se parte de los planes maestros de producción para determinar las cantidades a producir, según las características mínimas



---

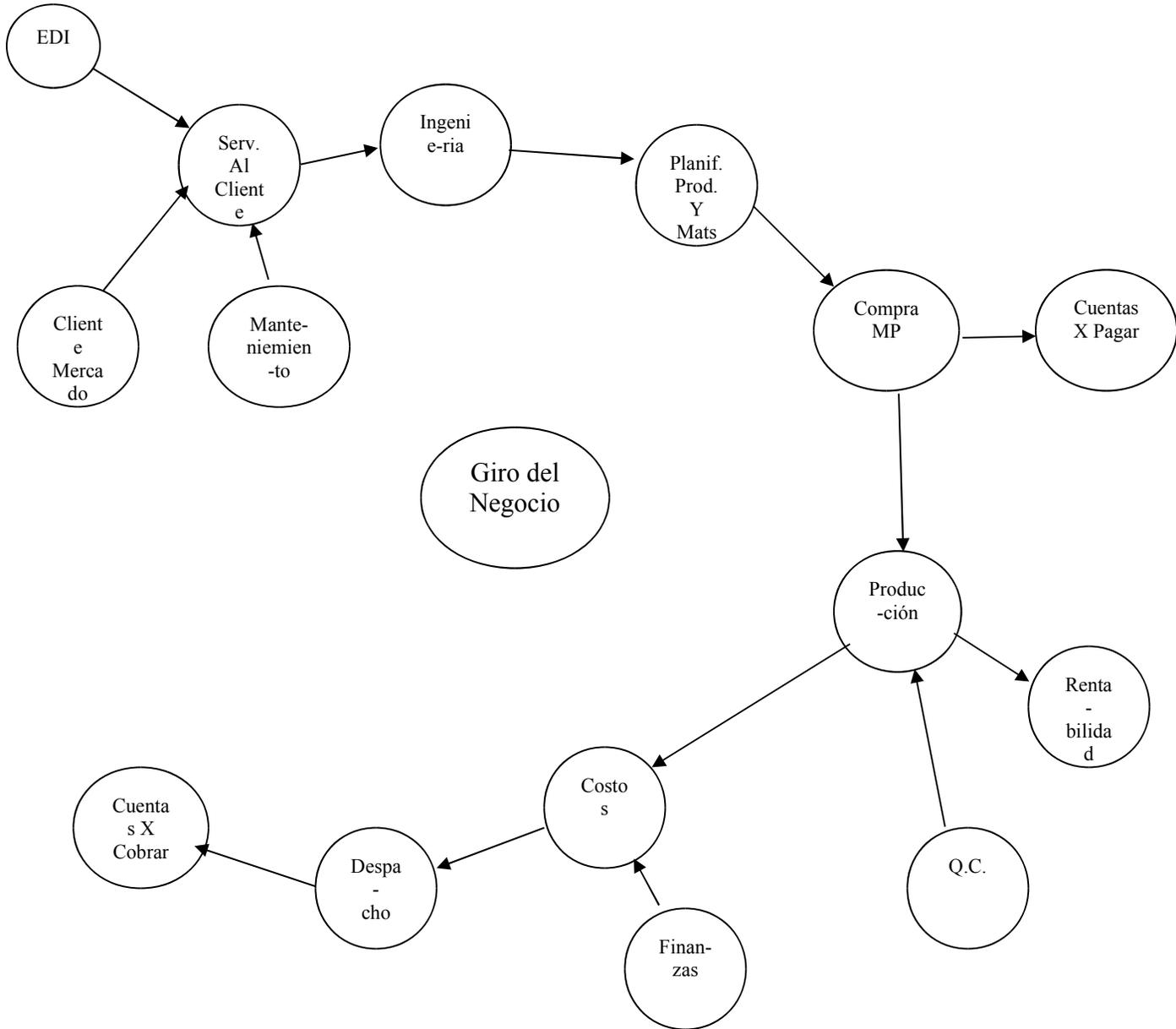
necesarias para que cumplan con los estándares de calidad ofrecidos y aceptados por el cliente.

**Contabilidad y Costos.** Esta parte lleva control sobre las operaciones que involucran dinero e inventario. Se generan los costos de producto para determinar a que precio se pueden vender, según las políticas de margen de venta. También se lleva registro de las cuentas por pagar y cuentas por cobrar de la compañía.

**Facturación y Despachos.** Aquí se emite un documento que muestra la cantidad que se le esta vendiendo al cliente, así como el detalle del producto embarcado y sus especificaciones para entrega de pedido.

Entre mas rápido se cumpla este ciclo, mas rápida será la generación de dinero por parte de la empresa, lo que resulta en una mayor utilidad y mayores ingresos.

El siguiente esquema muestra gráficamente el giro del negocio.





---

## **2.3 PRODUCCION GLOBAL**

Inspirada en el Renacimiento en el siglo XV y más tarde en el inicio de la primera revolución industrial inglesa, Europa fue el centro del poder económico en el siglo XIX; Estados Unidos, sin embargo, se convirtió en el núcleo de la segunda revolución industrial, dominando el desarrollo del siglo XX. En consecuencia, la teoría y las primeras técnicas de la administración fueron el producto del desarrollo occidental. Los conceptos de la línea de producción en una fábrica, la división del trabajo y la estructura administrativa funcional alcanzaron su madurez tanto en Europa como en América. El surgimiento del Asia sur oriental después de la Segunda Guerra Mundial con una fuerte orientación a la exportación, en particular de Japón como una potencia industrial, dio como resultado un sistema comercial abierto en el que ya no se puede ignorar la competencia internacional. El advenimiento de este mercado global es el tema de esta primera sección. Se presentará primero la evolución de los sistemas de producción, seguida de un estudio del nuevo ambiente competitivo.

### **2.3.1 La Planeación y Control de la Producción.**

La planeación y control de la producción es una actividad universal, y no es mas que hacer planes o elaborar un patrón o modelo completo de trabajo a realizar y suministra las bases sobre las cuales obraran las otras funciones directivas de producción; haciendo uso de distintas herramientas para el control y retroalimentación de los planes trazados.

### **2.3.2 Marco Conceptual.**

#### **Planeación de producción, capacidad y materiales.**

En su forma más sencilla, la relación entre el mercado (cliente) y la instalación de producción es iterativa. La demanda del mercado pide a la instalación de producción que fabrique el producto que se envía al mercado para

satisfacer la demanda. Cuando se genera más demanda, el proceso se repite (figura 2-1).

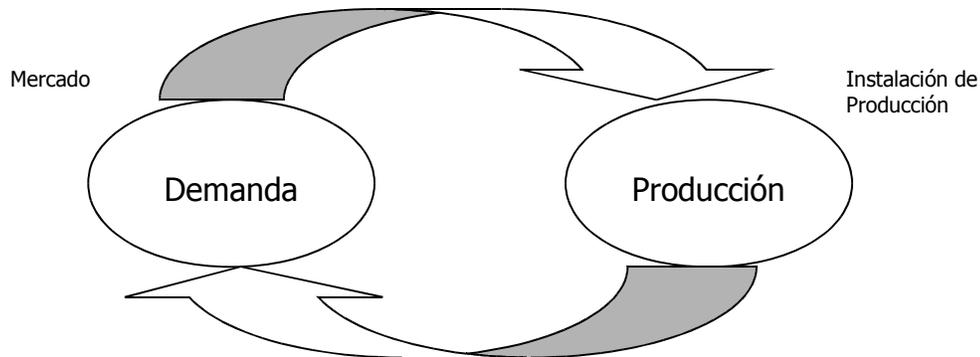


Figura 2-1. El Ciclo de Demanda-Producción

En algunos casos, este ciclo se realiza de manera casi instantánea (justo a tiempo). Es sencillo manejar los cambios en la demanda siempre y cuando se cuente con la materia prima.

En otros casos el ciclo toma más tiempo. La fabricación de automóviles, por ejemplo, requiere tiempo para que la producción responda a los cambios en la demanda. Un automóvil es un producto complejo y su producción no es inmediata; deben fabricarse componentes, comprarse materiales y tiene que ensamblarse la unidad. Se necesita realizar una gran cantidad de planeación, entre otras actividades, dentro de la componente de la producción.

Muchos productos no son entidades simples. Están compuestos de subensambles y partes, algunas compradas y otras fabricadas. Un paso en la fabricación de un producto es un plan de producción. Un plan de producción especifica las cantidades de cada producto final (artículo terminal), subensambles y partes que se necesitan en distintos puntos del tiempo. Dos requerimientos para generar un plan de producción son las estimaciones de demanda del producto final y un plan maestro de producción (MPS) que se usa para crear un plan de producción detallado.



Las estimaciones para la demanda del producto final se obtienen usando los métodos de pronósticos. Dado un pronóstico, se obtiene la cantidad requerida de cada componente para hacer el producto final. Aquí se hace la distinción entre **demanda dependiente y demanda independiente**. La demanda independiente significa que no existe relación entre la necesidad de un artículo y cualquier otro artículo. (Esto no es lo mismo que independencia estadística). Por lo general, los artículos con demanda independiente son productos finales, donde la demanda depende de las condiciones del mercado. Por otro lado, la demanda dependiente implica que la necesidad de un artículo se crea por la necesidad de otro. Observe que se pronostica una demanda independiente, pero se planea una demanda dependiente.

La manufactura ocurre solo cuando se necesitan productos con demanda dependiente. Por lo tanto, los modelos de inventarios desarrollados para artículos con demanda independiente deben modificarse para la demanda dependiente.

El **plan maestro de producción** (MPS) es un plan de entrega para la organización manufacturera. Incluye las cantidades exactas y los tiempos de entrega para cada producto terminado. Se deriva de las estimaciones de la demanda, aunque no necesariamente es igual a ellas. El MPS debe tomar en cuenta las restricciones de fabricación y el inventario de producto terminado. Una restricción de fabricación importante es la capacidad. Así, para verificar la factibilidad del MPS se lleva a cabo una evaluación inicial de la capacidad. Esto se conoce como **planeación preliminar de la capacidad**. Si la capacidad disponible es insuficiente, se cambia el MPS.

Desglosar el MPS en un programa de producción para cada componente de un producto final se logra mediante el sistema de **planeación de requerimientos de materiales** (MRP). El sistema MRP determina los requerimientos de materiales y los tiempos para cada etapa de producción. Los faltantes de materiales son otra restricción importante en la manufactura. Como complemento a este proceso se tiene la **planeación de la capacidad**.

El proceso de planeación de la producción descrito se muestra en la figura 2-2. Este proceso tiene una estructura jerárquica, desde las estimaciones de la demanda hasta el MRP. Otra manera de ver este proceso es considerar que tiene una "parte frontal" y una "parte terminal". La parte frontal es la que interactúa con la demanda del cliente, y la parte terminal interactúa con la ejecución del plan de producción. El MRP maneja la parte terminal: genera el plan para cumplir con la demanda dependiente.

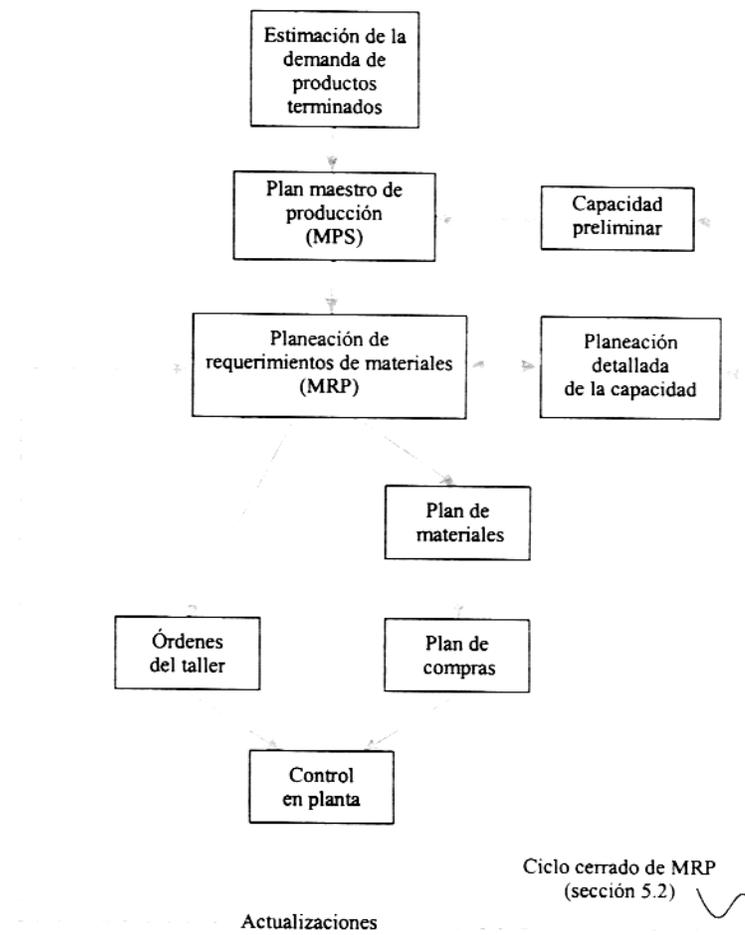


Figura 2-2. Proceso de Planeación de Producción

El resto de este capítulo contiene un análisis profundo de las distintas etapas y conceptos del proceso de planeación de la producción. Comienza con el

MPS, sigue con la planeación de la capacidad y culmina con el estudio de las características de los sistemas MRP.

### 2.3.3 Tipos de Planeación y Control de producción.

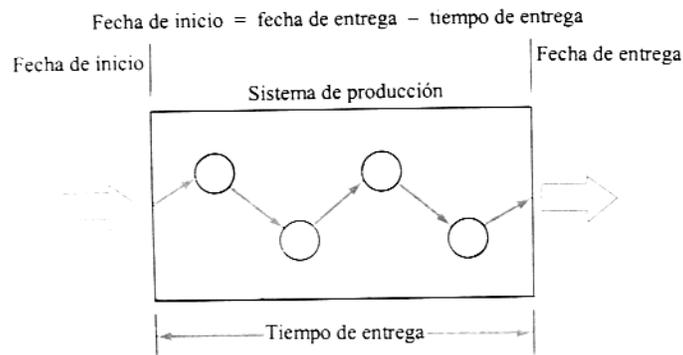
#### 2.3.3.1 Sistemas Empujar

##### Filosofía

Los sistemas empujar tienen una componente técnica, al igual que conceptos administrativos esenciales. La componente técnica se refiere a la manera en que se mandan los trabajos al sistema de producción y su flujo a través del sistema. Como tal se puede ver como una herramienta de control de materiales, según se describe en la figura 2-3.

$$\text{Fecha de inicio} = \text{fecha de entrega} - \text{tiempo de entrega}$$

Figura 2-3. Sistemas Empujar (Programación hacia atrás)



Se determina una fecha de entrega para cada trabajo, ya sea a partir de mercadotecnia o de su siguiente operación. Los trabajos se mandan en una fecha de inicio, que es la fecha de entrega menos el tiempo de entrega. Se hace notar que el tiempo de entrega es un parámetro de planeación determinístico. El tiempo de flujo es el tiempo real que toma el material en atravesar el sistema de producción; es variable y se quiere reducir esa variabilidad cuanto sea posible. Una vez enviado, el trabajo fluye de una operación a otra a través del sistema de producción sin importar lo que pase adelante de él. De aquí el término empujar para este método; se empujan los trabajos a través del sistema de producción.



Otro nombre para los sistemas empujar es sistemas basados en el programa, ya que el programa empuja la producción.

El concepto administrativo detrás de los sistemas empujar es el de planeación central. Las decisiones sobre cómo deben procesarse las órdenes de producción son centralizadas. Estas decisiones se empujan después a niveles más bajos de la organización y deben cumplir con el programa central generado.

### **2.3.3.2 Planeación de Requerimientos de Materiales (MRP)**

#### **Panorama general**

Durante las dos últimas décadas, muchas compañías industriales han cambiado sus sistemas de inventarios, y en lugar de manejarlos como sistemas de punto de reorden (enfoque de demanda independiente), ahora los manejan como sistemas de MRP (enfoque de demanda dependiente). La tecnología de las computadoras lo ha hecho posible. Este enfoque se desarrolló a principios de los 70 y se atribuye a varios expertos, entre ellos a Orlicky y Wight.

Un MRP es una manera adecuada de considerar productos complejos. Por lo general, se toma en cuenta el ensamble de varios componentes y subensambles que forman un producto completo. Igual que para el MPS, el tiempo se ve como intervalos discretos o baldes de tiempo. El principal objetivo del MRP es determinar los requerimientos —la demanda discreta de cada componente en cada balde de tiempo—. Estos requerimientos se usan para generar la información necesaria para la compra correcta de materiales o para la planta de producción, tomando las cifras de los tiempos del MPS y generando un conjunto resultante de componentes o de requerimientos de materiales espaciados en el tiempo. Sigue a este procedimiento una planeación detallada de la capacidad (CRP). Después se analiza cómo se puede generar un MRP.

## Esencia del MRP

El principal objetivo de los sistemas MRP es generar los requerimientos de componentes y materia prima por etapas. Éstos constituyen la salida del sistema. En esta sección se estudian los insumos requeridos por el sistema y después se profundiza sobre los resultados obtenidos.

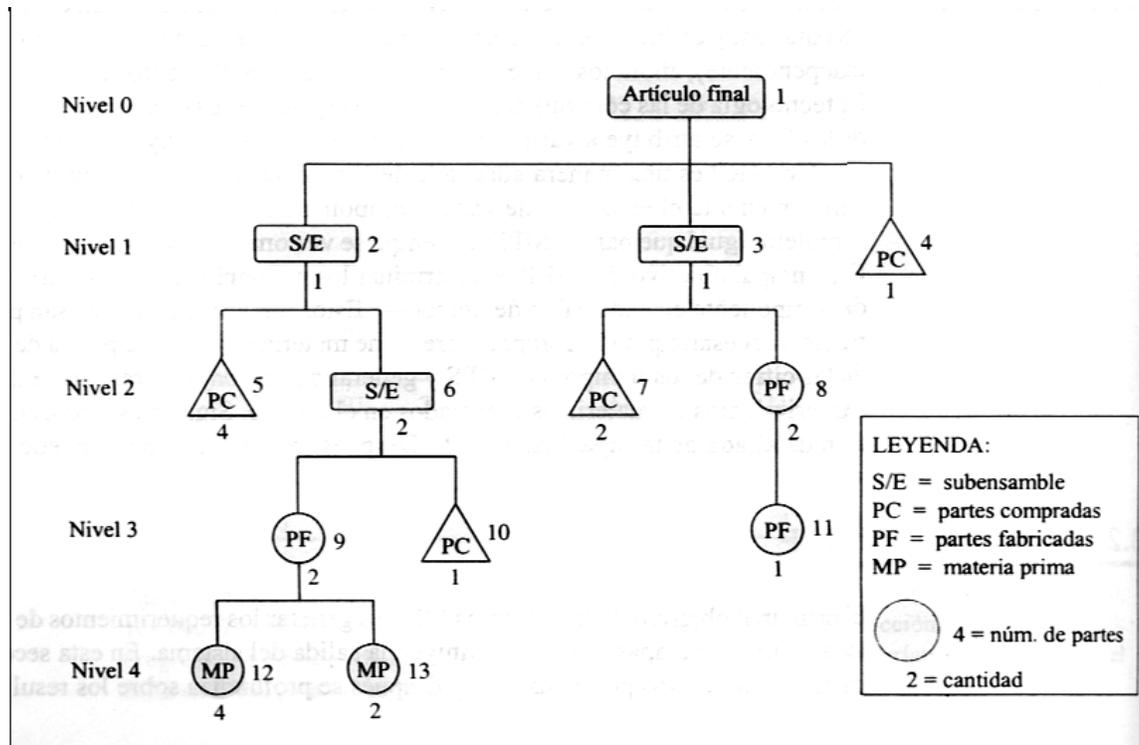


Figura 2-4. Diagrama de estructura de un producto genérico

Los tres insumos más importantes de un sistema MRP son el programa maestro de producción, los registros del estado del inventario y la lista de materiales (estructura del producto). Se hace hincapié en la importancia del MPS como insumo para el MRP. Es el insumo primordial del sistema MRP, ya que el objetivo principal de este sistema es tomar los requerimientos para cada etapa del producto terminado y traducirlos en requerimientos de componentes individuales. Con frecuencia se usan dos insumos adicionales para generar la salida del sistema: las órdenes de componentes que se originan en fuentes



---

externas a la planta, y los pronósticos de los artículos sujetos a demanda independiente (como material de mantenimiento o material de soldadura).

**Los registros del estado del inventario** contienen el estado de todos los artículos en el inventario. El registro se mantiene actualizado con todas las transacciones del inventario —recepción, retiros o asignaciones de un artículo de o para el inventario—. Si se registra en forma adecuada, cada transacción se logra la integridad del archivo del inventario.

Los registros de inventario incluyen también factores de planeación, que por lo común son tiempo de entrega del artículo, inventario de seguridad, tamaños de lote, desperdicio permitido, etcétera. Se necesitan para señalar el tamaño y los tiempos de las órdenes de compra planeadas. El usuario del sistema determina los factores de planeación según la política de inventarios (inventario de seguridad, tamaño del lote), o de acuerdo con restricciones exógenas (tiempo de entrega de proveedores).

La lista de materiales (LM) en ocasiones se llama estructura del producto. Sin embargo, existe una diferencia sutil. La estructura del producto es un diagrama que muestra la secuencia en la que se fabrican y ensamblan la materia prima, las partes que se compran y los sub-ensambles para formar un artículo final. El archivo de computadora de la estructura del producto se llama lista de materiales. En la figura 2-4 se muestra una estructura de un producto genérico. Este ejemplo específico se refiere a un producto con cuatro niveles; se dice que tiene cuatro niveles de profundidad. Entre más niveles tenga la estructura de un producto, más complejo será —el número de niveles puede ser más de diez—. Cada elemento de la estructura del producto tiene un número y es costumbre mostrar las cantidades necesarias de cada uno para un artículo final. En algunos casos se incluye el tiempo de producción para cada nivel de la estructura. De esta manera, para cada cantidad de productos terminados, es posible obtener los requerimientos por etapas para cada nivel.



---

Normalmente se hace referencia a la jerarquía de la estructura del producto como una relación padre-hijo. Cada elemento tiene un padre —el elemento arriba de él— y un hijo —el elemento abajo de él—. Un artículo final sólo tiene hijos y la materia prima (MP); las partes compradas (PC) sólo tienen padres.

La salida más importante de un sistema MRP es el conjunto de órdenes planeadas que se distribuyen. Éstas son de dos tipos, órdenes de compra y órdenes de trabajo. Las órdenes de compra son cantidades de MP y PC que deben comprarse y los tiempos de disponibilidad. De acuerdo con esto, se emitirá una orden de compra el día que corresponde a la fecha de entrega menos el tiempo de entrega del proveedor. Las órdenes de trabajo son cantidades de MP y S/E que deben fabricarse y los tiempos de sus entregas. Por lo tanto, la orden de trabajo se emite el día que corresponde a esta fecha de entrega menos el tiempo de fabricación. Las órdenes de compra constituyen el plan de compras, mientras que las órdenes de trabajo generan el plan de producción para la planta. A continuación se analizará la lógica para generar estas dos salidas.

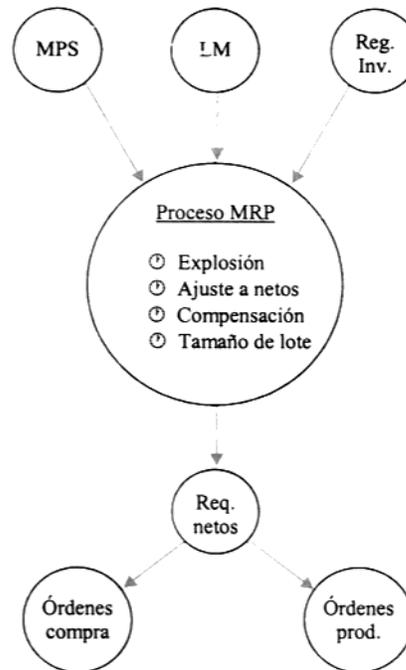


FIGURA 2-5. Proceso MRP

### Proceso MRP

La esencia de un sistema MRP es el proceso (figura 2-5), que transforma el insumo en la salida. La salida de este proceso consiste en los requerimientos netos. Éstos forman la base para determinar las órdenes de compra y de trabajo. La transformación de insumos en salidas o productos se hace en forma sistemática, siguiendo una serie de pasos llamados explosión, ajuste a netos, compensación y tamaño del lote.

En el proceso de explosión se simula el desensamble del producto final en sus componentes. Con las cantidades del MPS y la información de la lista de materiales, se desciende a través de la estructura del producto y para cada parte se evalúa la cantidad de hijos requerida. Esto da los requerimientos netos para cada elemento de la lista de materiales.



---

## Sistemas MRP II

Los términos sistema MRP y sistema empujar con frecuencia se usan en forma indistinta. Como concepto, MRP II (al igual que otros métodos de PCP integrada) representa un esfuerzo hacia el logro de la excelencia en la manufactura. Para ser más específicos, el MRP II puede verse como un método para la planeación efectiva de todos los recursos de una organización de manufactura. Una definición formal es: MRP II es un sistema de planeación, programación y control basado en computadora. Proporciona a la administración una herramienta para planear y controlar sus actividades de manufactura y las operaciones de apoyo, obteniendo un nivel más alto de satisfacción del cliente y reduciendo, al mismo tiempo, los costos. El MRP II es un crecimiento del MRP. En un principio, el MRP era una herramienta computarizada para programar y ordenar los materiales. Más tarde, se usó para planear de nuevo, actualizando las fechas de entrega de las órdenes en la planta; esto dio como resultado un desempeño mejorado de las ventas y de la planta. Siguió algunos intentos para mejorar la planeación de producción, el programa maestro de producción (MPS) y los pronósticos de demanda. Con un mejor MPS incorporado el MRP, éste se convirtió en un sistema MRP de ciclo cerrado. La siguiente etapa fue mejorar la planeación de la capacidad en distintos niveles y agregar habilidades de simulación. Esto hizo posible generar planes financieros basados en el proceso de planeación MRP. Así, el MRP se convirtió en un sistema para toda la compañía, el cual maneja las operaciones de planeación y control y dejó de ser sólo una herramienta para programar el flujo de los materiales.

Wight (1984) propuso llamar al nuevo sistema planeación de recursos de manufactura, con el acrónimo MRP II. El II era necesario para distinguirlo de la planeación de requerimientos de materiales (MRP). Este nombre subsistió puesto que hacía hincapié en el mayor alcance y mostraba su herencia del MRP. La figura 2-6 muestra un sistema MRP II de ciclo cerrado. Es un sistema mucho más amplio que el MRP.

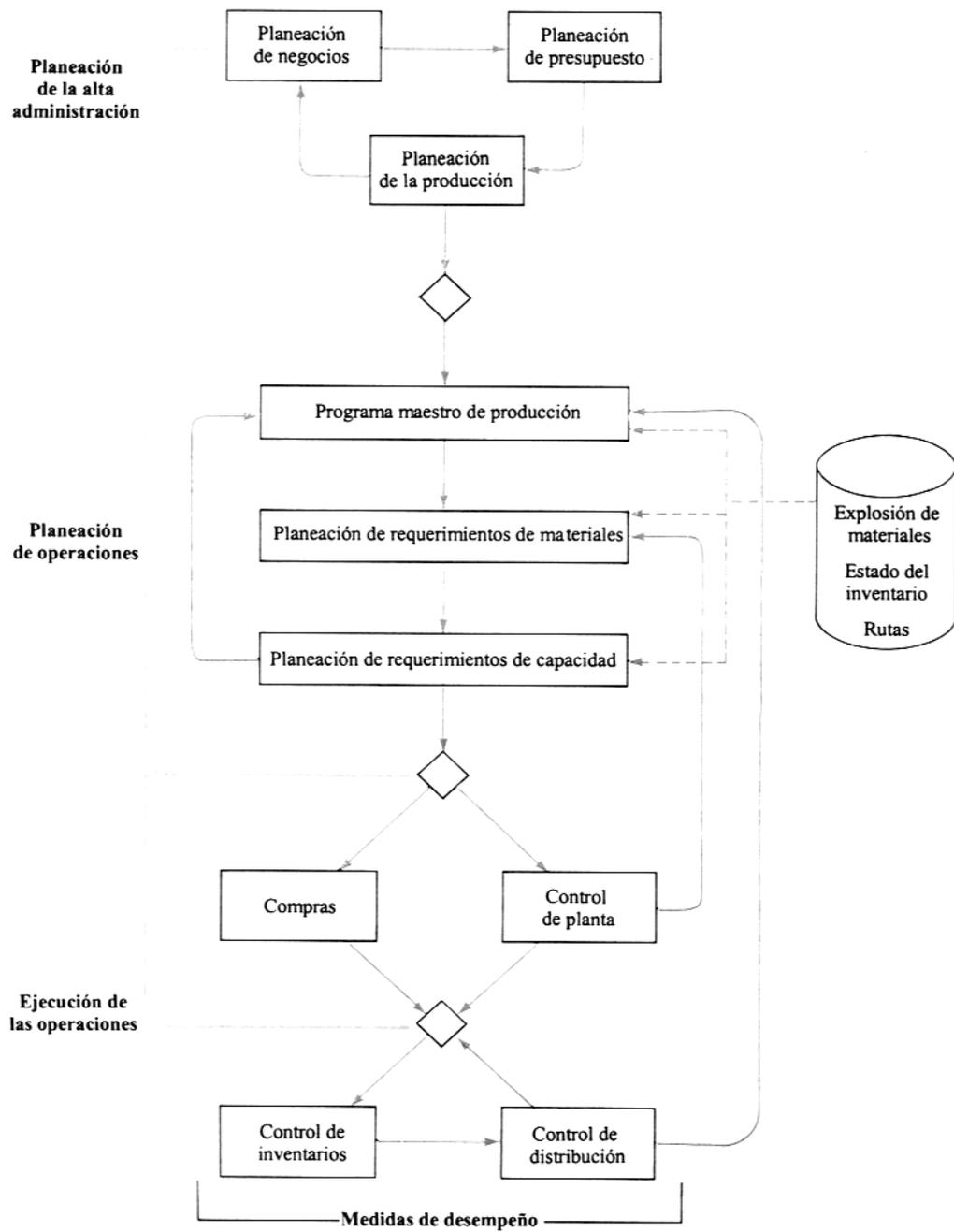


Figura 2-6. Funciones y ciclos de retroalimentación en un sistema MRP II de ciclo cerrado



---

## **Componentes del sistema**

Puede decirse que un sistema MRP II tiene tres componentes principales: planeación administrativa, planeación de operaciones y ejecución de operaciones. La alta administración es responsable de la planeación administrativa, las unidades de personal de apoyo manejan la planeación de las operaciones y el personal de manufactura se encarga de la ejecución. Cada componente tiene puntos de verificación para proporcionar retroalimentación. Esta retroalimentación determina si los recursos globales son adecuados, si la planeación de las operaciones está completa y la conformidad de la ejecución con los planes, y permite que la administración responda a cambios en las condiciones.

La estrategia de la compañía es la base de las actividades de la componente del MRP II que corresponde a la alta administración. La estrategia se traduce en objetivos de negocios para el año actual. Esto, a su vez, se convierte en la entrada para el proceso de planeación de ventas, en el cual se planean las ventas por cantidad de producto y por volumen de dinero. Le sigue la planeación de la producción que es, en esencia, un plan de entregas para manufactura. El plan de producción implica un compromiso que cada función de la organización debe adoptar.

### **El MRP como sistema de información**

Un sistema MRP se basa en la computadora. Entonces, se puede describir en forma esquemática dentro de la "tecnología de las computadoras", en esencia, de otra manera. En la figura 2-7 se muestra un sistema de información MRP. Las órdenes de compra y las órdenes de trabajo son la salida más importante de un sistema MRP. Las notificaciones de reprogramación se mandan a la planta cuando se requiere un cambio. Se dan dos ejemplos de otros beneficios que se obtienen.

Un presupuesto de compra se puede obtener multiplicando las cantidades que aparecen en las órdenes de compra por sus costos unitarios respectivos.

Como las órdenes de compra se hacen por etapas, se puede desarrollar un presupuesto mensual, trimestral o anual, dependiendo del horizonte de planeación. Este presupuesto se puede comparar con el presupuesto asignado y para hacer ajustes. El resultado final de este proceso es un plan de materiales que muestra las cantidades requeridas y la asignación del presupuesto en el tiempo.

Otro beneficio posible del sistema MRP es una simulación "qué pasa si", mediante la cual se puede examinar la factibilidad de los cambios en el MPS (debidos, por ejemplo, a la llegada de una nueva orden de un cliente) y se puede dar la fecha de entrega adecuada. Esto se logra con la introducción de la nueva cantidad al MPS y el uso del método de cambio neto para verificar la factibilidad de la capacidad y los materiales. Con la reciente proliferación de estaciones de trabajo y computadoras PC, la simulación de "qué pasa si" ha ganado popularidad.

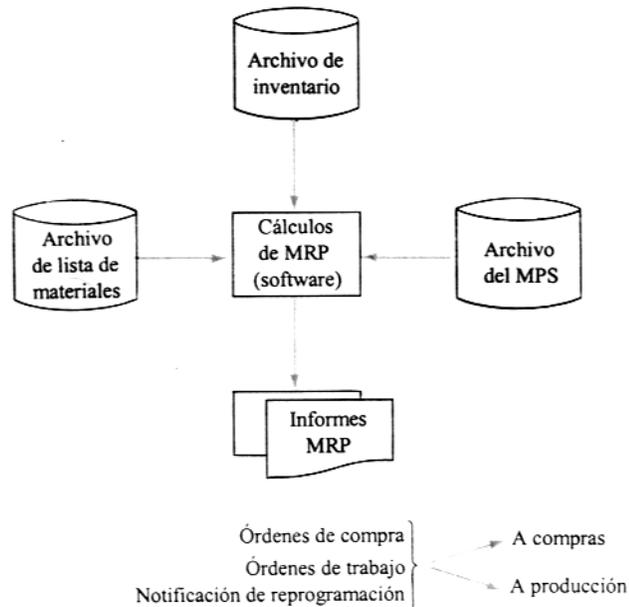


Figura 2-7. Sistema de Información MRP



## **APLICACIÓN Y EVOLUCIÓN DEL MRP**

El MRP es uno de los sistemas de control que más se aplican; existen virtualmente miles de aplicaciones. Éstas ocurren en organizaciones pequeñas y grandes que fabrican una gran variedad de productos. Es difícil establecer una distinción entre una aplicación de MRP en sí y el MRP como parte de un sistema más amplio llamado planeación de recursos de manufactura (MRP II). El mismo razonamiento se aplica al software de MRP.

### **2.3.3.3 Plan Maestro de Producción.**

#### **Panorama general**

Un plan maestro de producción se genera ya sea a partir del plan agregado, si se dispone de o directamente de las estimaciones de la demanda de los productos finales individuales. Si el MPS se genera de un plan agregado, debe desglosarse en productos individuales. Un plan de producción agregado representa la medida global de producción de una compañía, mientras que un plan maestro de producción es un plan para fabricar “cuántos productos terminados deben fabricarse y cuándo se producirán”.

No debe confundirse el plan maestro de producción con un pronóstico. Un pronóstico representa una estimación de la demanda, mientras que un plan maestro de producción constituye un plan para fabricar. No son lo mismo, aunque sus formatos puedan parecer similares. La diferencia es que un plan de producción considera el inventario existente, las restricciones de capacidad, la disponibilidad de los materiales y el tiempo de producción; por lo tanto, las cantidades de producción se pueden cambiar en el eje del tiempo según sea necesario.

Al desarrollar un MPS, deben tomarse en cuenta la naturaleza del producto y el mercado. Por lo común se identifican tres tipos de entornos

producto-mercado relacionados con el MPS: producción para inventario (PPI), producción por pedido (PPP) y ensamble por pedido (EPP). La compañía con PPI produce en lotes y mantiene inventarios de producto terminado para la mayor parte de sus productos finales. La industria de electrodomésticos menores, en la que el fabricante almacena para la venta futura, es un ejemplo. La ventaja es que los tiempos de entrega al cliente (entrega de estantes) se minimizan a costa de mantener inventarios de productos terminados. En este ambiente, el MPS se realiza a nivel de producto terminado. Se compone de pronósticos de demanda y ajustes para el inventario de producto terminado. La producción comienza antes de conocer la demanda con precisión. El entorno de producción para inventario es típico de las compañías que fabrican relativamente pocos artículos pero que son estándar y tienen un pronóstico de demanda bastante exacto. Es común que las compañías que producen para inventario fabriquen un pequeño número de artículos finales a partir de una gran cantidad de materia prima (incluyendo los artículos comprados), como se muestra en la figura 2-8.

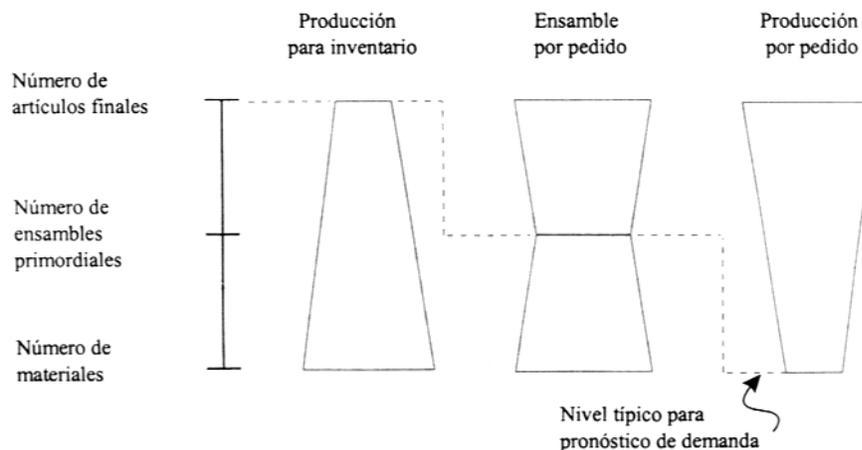


Figura 2-8. Entorno Producto-Mercado.

En el otro extremo está el entorno de producción por pedido (figura 2-8). No se tiene un inventario de producto terminado y las órdenes de los clientes se surten atrasadas. Se negocia con el cliente una fecha de entrega para cada producto y el artículo final se coloca en el programa maestro. La producción no



---

comienza hasta que se tiene el pedido. Este ambiente de producción, por lo general, tiene un número grande de configuraciones de productos y es difícil anticipar las necesidades exactas de un cliente específico. Un buen ejemplo son los motores de propulsión; éstos se producen sólo como respuesta a la orden de un cliente. Casi siempre, el número de artículos finales y sub-ensambles excede el número de materiales; los mismos materiales se usan para muchos productos. El MPS consiste en fechas de entrega al cliente rígidas y se puede ver como determinado por las órdenes. El MRP planea la producción y los pronósticos de demanda se usan a nivel de materia prima.

El entorno ensamble por pedido está entre los dos extremos. Se ensambla un gran número de artículos finales a partir de un conjunto relativamente pequeño de sub-ensambles estándar o módulos. La fabricación de automóviles es un ejemplo. La orden de un distribuidor especifica qué opciones entre muchas se desean. La estructura del producto tiene la forma de un reloj de arena (figura 2-8). El número grande de artículos finales hace que las necesidades de pronósticos sean en extremo onerosas. Hace que tenga más sentido desarrollar el MPS para el módulo en lugar de a nivel de artículo final. Los módulos se fabrican para el inventario y el ensamble final se realiza cuando llega una orden de un cliente. De esta manera se logra un compromiso justo entre el costo de mantener inventario, la flexibilidad de productos y los tiempos de entrega.

Los ambientes de ensamble por pedido con frecuencia tienen dos programas maestros. Además del MPS, se tiene también un programa de ensamble final (PEF) a nivel de artículos finales. El MPS gobierna la producción de módulos y como tal está motivado por el pronóstico. El programa de ensamble final gobierna el ensamble del artículo final y está motivado por las órdenes. Existen dos tiempos de producción: el tiempo del MPS y el tiempo PEF. Cuando un cliente coloca una orden sólo se observa el tiempo del programa de ensamble final.



---

## Planeación del MPS

Para la planeación y mantenimiento del MPS se usan registros de las etapas en el tiempo. Las cantidades de producto se colocan en espacios de tiempo llamados baldes de tiempo. Por lo general, los baldes comprenden un mes o una semana. Estos registros se pueden producir en una computadora y sirven como insumo del proceso del MRP. La planeación del MPS se parece al proceso empleado para el control de inventarios, en donde la ecuación de balance de materiales era la herramienta básica. La diferencia primordial para el MPS es que se están manejando artículos finales, por lo que es necesario hacer algunas modificaciones.

Recuerde que el MPS es un pronóstico ajustado para el inventario, las órdenes de los clientes, las restricciones de producción, etcétera. Por lo tanto, un plan para el MRP debe tener elementos que conforman un plan de producción. Por lo común, estos elementos incluyen:

Pronóstico —un pronóstico de entrega en el tiempo para el artículo final.

Órdenes de clientes —cantidades para las que se tienen órdenes de clientes sólidas y una fecha de entrega prometida.

Inventario de fin de periodo —inventario disponible al final del balde de tiempo.

MPS —cantidad de artículos finales cuya producción debe completarse en cierto balde de tiempo. Observe que debido al tiempo de entrega, la producción de esta cantidad debe comenzar antes.

Inventario actual —inventario disponible al inicio del primer periodo.

Para obtener el plan para el MPS se usa una tabla. Las columnas representan los baldes de tiempo y los renglones incluyen los elementos.



---

### 2.3.3.4 Sistemas Jalar

#### Filosofía

De la misma manera que los sistemas empujar, los sistemas jalar tienen una componente técnica y un concepto administrativo. La componente técnica es un derivado de una técnica de control de la producción desarrollada en Toyota Motor Company en Japón, a principios de los 60. En general, su origen se atribuye a Ohno y Shingo, quienes trabajan en Toyota en ese tiempo. La técnica se dio a conocer como el sistema de producción Toyota. El objetivo es proporcionar una técnica de control sencilla que reduzca el tiempo de entrega y el trabajo en proceso. Kanban, la palabra japonesa para tarjeta, es la herramienta original que se usó para lograr estos objetivos. Este enfoque resalta la habilidad de Toyota para cumplir con la demanda de sus clientes de los diferentes modelos de automóviles con un retraso mínimo es decir con flexibilidad máxima.

Existe una diferencia sutil entre los sistemas empujar y los sistemas jalar. Un sistema empujar controla el envío de las órdenes de trabajo, mientras que el sistema jalar controla la planta. Para ser más específicos, los sistemas empujar controlan la producción (al controlar el envío de órdenes) y miden el trabajo en proceso, mientras que los sistemas jalar controlan el trabajo en proceso y miden la producción (Spearman, 1992).

Al pasar el tiempo, la técnica jalar evolucionó a un concepto administrativo mucho más amplio. Con frecuencia se le da el nombre de justo a tiempo (JIT) o sistema JIT integrado. Esto que resulto, ya no es un "sistema de producción para fabricar el tipo de unidades necesarias, en el tiempo necesario y en las cantidades necesarias" (Monden, 1981), más bien es un concepto que debe adoptarse. Abarca no sólo los sistemas de producción sino los clientes y los proveedores junto con el control de la calidad y del flujo del trabajo. El alcance se amplía para incluir la elimina opción del desperdicio de cualquier tipo o forma (inventario, productos defectuosos, tiempos de proceso, entrega largos, entregas



---

retrasadas y más). Esto hace que el JIT integrado sea una parte de una estrategia de negocios corporativa al igual que una herramienta de PCP integrado.

Para aclarar la terminología, jalar es un principio que gobierna el flujo de materiales. Kanban es un método manual para implantar el sistema jalar. JIT se refiere a todo el sistema, al control del flujo de materiales y a una filosofía administrativa. Sin embargo, en ocasiones en la industria, el JIT puede no querer decir otra cosa que otro nombre para un sistema kanban.

### **El principio de jalar**

Los sistemas Jalar existen desde hace muchos años y han surgido muchas definiciones para ellos. La que se piensa que capta el verdadero espíritu del concepto jalar es la administración de la interdependencia. Una característica que distingue a un sistema jalar es su enfoque para manejar la interdependencia, en particular en las operaciones de manufactura (Arogyaswamy y Simmons, 1991).

Con el fin de fabricar un producto, el trabajo se divide en tareas individuales, por lo común procesos de manufactura o de ensamble. Estas tareas son interdependientes y deben coordinarse. Thompson define varios tipos de interdependencias, dos de los cuales, el secuencial y el recíproco, son relevantes para la planta de producción.

La salida de cada operación depende de la entrada de una (o más) operaciones anteriores, es decir, la operación 2 depende del material que fluye de la operación 1, y la operación 3 depende de la operación 2. Si se detiene la operación 1 afecta todas las operaciones que le siguen. Sin embargo, si la operación 3 se detiene, no se afectan las operaciones anteriores; continuarán el procesado del material y esto creará inventario en proceso, hasta que se llenen los "amortiguadores". Para reducir la interdependencia entre las anteriores y



---

posteriores y mantener la salida de la línea de producción, es común introducir amortiguadores entre las operaciones. Estos amortiguadores separan las operaciones y eliminan la interdependencia a menos que el amortiguador se vacíe cuando se detiene una máquina anterior. Aun así, si ocurre una falla en la operación 2, la operación 1 es insensible a eso y seguirá procesando y aumentará el inventario en el amortiguador que le sigue.

Es recíproca porque existe una relación en dos sentidos entre las operaciones 1 y entre las operaciones 2 y 3. En esta relación, cada operación afecta y es afectada por una o más operaciones, lo que requiere un ajuste mutuo para su coordinación (Thompson, 1967). Un paro en una operación anterior afectará las operaciones posteriores y viceversa.

La relación en dos sentidos puede ser el flujo de materiales hacia adelante y el flujo de información hacia atrás. Así, la operación 2 depende de la operación 1 en el material, mientras que la operación 1 depende de la operación 2 en la información.

En este sistema, un paro en la operación 3 afectará la operación 2 por el flujo de información. De la misma manera, la operación 2 no comenzará a menos que obtenga la señal de información de la operación 3 de que se ha retirado un producto de la última estación. Esta información fluye hacia atrás y será la señal de salida de la materia prima para la operación 1.

La interdependencia recíproca es el principio básico del sistema jalar. El material fluye hacia adelante y la información hacia atrás. Una señal de una operación a una que le precede pide la cantidad requerida de un artículo. Un sistema jalar transforma un sistema interdependiente secuencial en un sistema interdependiente recíproco. Este principio es similar al que usan los supermercados en Estados Unidos; los productos se jalar hacia las repisas según la tasa de demanda. De hecho, Olmo cita este sistema de supermercados como la inspiración del sistema jalar instalado en Toyota. La aplicación del principio de jalar se conoce como el sistema JIT que se analizará en seguida.



---

## **Sistemas JIT**

Los sistemas JIT combinan la componente de control de producción y una filosofía administrativa. Se requieren cuatro preceptos básicos para el éxito de un sistema JIT (Goihar y Stam,1991):

- Eliminación de desperdicio
- Participación de los empleados en la toma de decisiones
- Participación de los proveedores
- Control total de la calidad

El desperdicio tiene una relación estrecha con los procesos que agregan costo. De todos los tipos de desperdicio, el inventario es el que más atención ha atraído. Se asegura que el exceso de inventario cubre otros tipos de desperdicio. Al reducir el inventario, un objetivo del JIT, se descubren estos problemas. Para ampliar este concepto, con frecuencia se usa una analogía con un río y sus piedras (figura 2-9). Las piedras son los problemas y el río representa el material que fluye por la planta. El nivel del río se iguala al trabajo en proceso. Cuando el nivel del río es alto, los problemas están cubiertos. Al bajar el nivel del río quedan expuestos los problemas; éste es el primer paso para resolverlos.

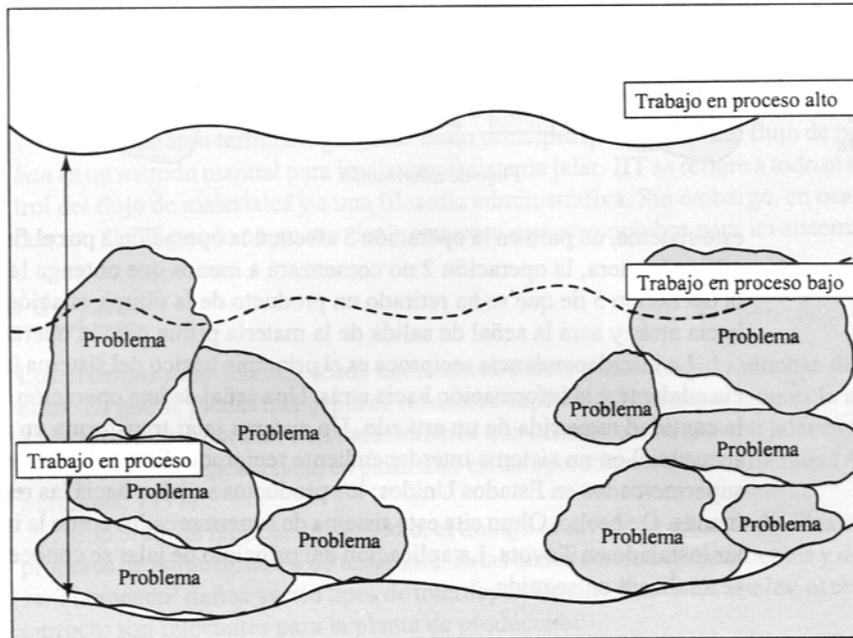


Figura 2-9. Analogía con un río y las piedras

La participación de los empleados como parte de la filosofía JIT va de la mano con la cultura de los sistemas controlados por el mercado. En un sistema JIT esto se logra a través del trabajo en equipo y de delegar autoridad en los empleados. Se da más responsabilidad a cada empleado en el proceso de producción. Un ejemplo típico es la responsabilidad de la calidad. En su expresión máxima cada empleado puede parar toda la línea de producción, si la calidad no es satisfactoria. Esto se conoce como jidoka en la terminología japonesa.

La participación de los proveedores indica una relación de trabajo distinta con los proveedores. En lugar de verlos como adversarios, los proveedores se consideran socios.

La tendencia es reducir el número de proveedores y establecer asociaciones a largo plazo con ellos. Este proceso es también el enfoque TQM. Su impacto es mayor cuando se implanta como parte de la filosofía JIT.

## **Software para Sistemas Jalar**

El software para los sistemas jalar se centra principalmente en el control de planta y por lo común se encuentra como software para JIT, aunque sólo maneje la componente técnica de JIT. Los sistemas jalar se implantaron en un principio como sistemas kanban manuales, así el software para JIT tuvo un desarrollo lento. Debido a la planeación miope de JIT, con frecuencia, este software es un agregado al MRP II, que sustituye al módulo de control de planta. La ventaja es que se obtiene un programador poderoso que sincroniza el uso de la capacidad. El resultado de esta fusión es un sistema híbrido conocido como JIT-MRP (o JIT-MRPII). La mayoría de los paquetes comerciales de MRP II actuales incluyen una componente de JIT. Cuando se usa, se puede eliminar el kanban manual y usarse un kanban electrónico para iniciar la producción o mover el material. Recientemente surgió el software de JIT en sí; realiza funciones de orden de entrada, programación y control jalar. Su precio va de \$1,000 a \$50,000 dólares. Se pueden ver listas con algunos detalles en Krepchin (1988) y en "Buyer's Guide" (1995). El software para la manufactura que satisfaga las necesidades de JIT está todavía en desarrollo.

### **2.3.3.5 Sistemas de Cuello de Botella.**

#### **Filosofía**

En este momento, deben ser evidentes una estructura estándar de PCP integrada, una componente técnica y un concepto administrativo. Los sistemas de cuello de botella no son diferentes. Se presenta uno de los enfoques más conocidos, aunque existen otros. La componente técnica de este enfoque es un programador de cuello de botella conocido como optimized production technology (OPT) o tecnología de producción optimizada. El concepto administrativo se llama teoría de las restricciones (TOC).



---

La filosofía detrás de OPT y TOC es una meta, de hecho, la meta es: "haz dinero en el presente lo mismo que en el futuro" (Goldratt y Cox, 1986). La fortaleza de TOC es que una meta sencilla y directa es una guía consistente y poderosa para desarrollar sus conceptos y herramientas. Todavía más, para lograr la meta, la compañía debe, al mismo tiempo, aumentar la producción, reducir el inventario y disminuir los gastos operativos. Estos puntos están más allá de cualquier argumento. TOC, junto con OPT, se desarrollaron para lograr esta meta.

Eliyahu Goldratt desarrolló el sistema de programación OPT en Israel, a principios de los 70. La historia es que Goldratt, un físico israelí, se involucró por primera vez con los sistemas de producción al ayudar a un amigo que tenía una planta para fabricar cubitos de pollo. En 1979, Goldratt introdujo OPT en Estados Unidos y fundó Creative Output, Inc. (Col), para comercializarlo. El desarrollo de OPT y más tarde TOC fue, casi exclusivamente, el trabajo de Goldratt.

La premisa de OPT es que los cuellos de botella son la base para la programación y la planeación de la capacidad. Los recursos se clasifican como los que son cuello de botella y los que no lo son. Los recursos de cuello de botella se programan a su máxima utilización, y el resto se programan para servir al cuello de botella. Esto significa que en algunos casos los recursos que no son cuellos de botella pueden estar ociosos. El objetivo de máxima eficiencia para todas las máquinas ya no se satisface. OPT es en esencia un sistema de software, pero la aplicación de algunos de sus principios no necesariamente requiere software.

A mediados de los 80, OPT había madurado en una filosofía administrativa más comprensible. En palabras del propio Goldratt (1988)

Quizá el resultado más importante fue la formulación de lo que se considera una teoría global para manejar una organización. La llamo teoría de las restricciones y se ve todo lo que se hizo antes como un derivado de esta teoría.



La base de TOC es su definición de restricción: "cualquier cosa que limita un sistema para lograr un desempeño más alto en el cumplimiento de su meta". TOC es una manera de manejar las restricciones del sistema. La influencia de OPT es clara; después de todo, cuello de botella es un tipo de restricción en la planta, y OPT es un método para manejar esta restricción. A continuación se hacen análisis más detallados de OPT y TOC.

### **Los principios del cuello de botella: OPT**

Cuello de botella es un término que se encuentra con frecuencia. Un puente puede ser un cuello de botella para el paso de vehículos, una línea de teléfono puede ser un cuello de botella en la comunicación, y una caja registradora en una tienda de departamentos puede ser un cuello de botella para los clientes. Un cuello de botella se asocia con una cadena de eventos. Es la componente de la cadena que permite, por una u otra razón, que ocurran menos eventos que el resto de las componentes.

El OPT distingue entre dos tipos de restricciones, **cuello de botella y recurso restringido de capacidad**. El cuello de botella se aplica al caso en que la capacidad de los recursos es menor o es igual que la demanda del mercado, es decir, un cuello de botella es un recurso que restringe la capacidad de producción.

Un recurso de capacidad restringida es un recurso que se ha convertido en cuello de botella como resultado de la utilización ineficiente. Para simplificar, sólo se usará el término cuello de botella.

OPT no es el primer método que identifica y estudia los cuellos de botella. En la programación de un proyecto se identifica la ruta crítica. Es obvio que cada actividad en la ruta crítica es una actividad cuello de botella. Más aún, cualquier retraso en una actividad crítica retrasará el tiempo de terminación del proyecto. Por otro lado, para acortar la duración del proyecto, debe acortarse la duración



---

de al menos una actividad cuello de botella. Estos conceptos se incorporan a las reglas de OPT. A continuación se detalla la lista de las reglas de OPT, formuladas para lograr la utilización máxima del cuello de botella.

### **Reglas de OPT**

- 1 Se balancea el flujo, no la capacidad.
- 2 Las restricciones determinan la utilización de lo que no es cuello de botella.
- 3 Utilización y activación de un recurso no son sinónimos.
- 4 Una hora perdida en un cuello de botella es una hora perdida en todo el sistema.
- 5 Una hora ahorrada en donde no hay cuello de botella es un espejismo.
- 6 Los cuellos de botella gobiernan la producción y el inventario en el sistema.
- 7 El lote transferido puede, y muchas veces debe, no ser igual al lote del proceso.
- 8 El lote del proceso debe ser variable, no fijo.
- 9 Deben establecerse programas observando todas las restricciones. Los tiempos de entrega son el resultado de un programa y no pueden determinarse.

La influencia de los conceptos de la ruta crítica se puede ver en algunas reglas. La regla 7 es tal vez la más revolucionaria. En MRP, todas las técnicas de tamaño de lote suponen tamaños iguales para los lotes transferidos y procesados. OPT también difiere de MRP en que no usa tiempos de entrega predeterminados (regla 9).

## **La teoría de restricciones.**

La teoría de restricciones es una extensión y mejora al OPT. Otros nombres para TOC son manufactura sincrónica o producción sincronizada. TOC puede verse como una filosofía construida alrededor de una guía y diseñada para crear un proceso de mejora continua.

La premisa básica de TOC es que la salida del sistema está determinada por sus restricciones. La definición de restricción sugiere que TOC tiene una aplicación más amplia que la planeación y control de la producción. Se identifican tres grandes categorías de restricciones:

La premisa básica de TOC es que la salida del sistema está determinada por sus restricciones. La definición de restricción sugiere que TOC tiene una aplicación más amplia que la planeación y control de la producción. Se identifican tres grandes categorías de restricciones:

- Restricción de recursos interna: éste es el clásico cuello de botella: máquina, trabajador o incluso una herramienta.
- Restricción de mercado: la demanda del mercado es menor que la capacidad de producción. En este caso el mercado dicta el ritmo de producción.
- Restricción de política: una política dicta la tasa de producción (por ejemplo, una política de no trabajar horas extra.

TOC se centra en el papel que juegan las restricciones en los sistemas con el fin de mejorar el desempeño del mismo hacia la meta. Para evaluar el mejoramiento, se proponen dos tipos de medidas de desempeño: medidas financieras y medidas operacionales. Las medidas financieras que se usan son las clásicas: ganancia neta, rendimiento sobre la inversión y flujo de efectivo. Se sugieren las siguientes medidas operacionales nuevas:



- 
- Salida: ésta es la tasa a la que el sistema genera el dinero a través de las ventas. El producto no vendido no es salida.
  - Inventario: éste es el dinero que el sistema ha invertido en comprar cosas que piensa vender; mide el inventario sólo en términos del costo material, sin tomar en cuenta la mano de obra ni los gastos generales.
  - Gastos de operación: éste es el dinero que el sistema gasta con el fin de convertir el inventario en salida, incluyendo todo, mano de obra, gastos generales y otros.

Observe que las medidas de eficiencia, tales como la utilización de recursos, no son parte de las medidas operacionales.

Para la mejora continua Goldratt desarrolló cinco pasos de TOC:

1. Identificar las restricciones del sistema.
2. Decidir cómo explotar las restricciones del sistema.
3. Subordinar todo lo demás a la decisión tomada en el paso 2.
4. Elevar las restricciones del sistema. El término elevar significa hacer posible el logro de un desempeño más alto respecto a la meta.
5. Si en los pasos anteriores se ha violado una restricción, se regresa al paso 1. No debe permitirse que la inercia se convierta en una restricción.

TOC sugiere ciertas técnicas específicas para ayudar a la implantación de los cinco pasos. Estas técnicas incluyen análisis de causa y efecto, nubes que se evaporan, administración de amortiguadores y tambor-amortiguador-cuerda.

## Epílogo

Desde su concepción, OPT/TOC ha sido un tema controvertido. Aunque la controversia ha disminuido últimamente, las diferencias de opinión son todavía grandes. Algunos consideran que es el salvador de la manufactura en Estados Unidos. Otros reconocen su visión pero aducen que “estos logros son admirables para un sistema desarrollado al final de la década de los 70 por un físico que todavía no ha producido su primera historia de éxito no calificado” (Baudin, 1990). Igual que en otros casos de esta naturaleza, se piensa que la verdad está en algún punto intermedio.

La razón de la controversia puede ser la forma en que se introdujo OPT/TOC. Desde el principio, el OPT se desarrolló como un producto para la venta, en contraste con el MRP II y JIT, cuyo origen fue su uso en una fábrica. Al no revelar cómo funciona el “algoritmo secreto” de OPT, su diseñador lo condenó a quedar sumergido en el misterio. La mercadotecnia tan agresiva de Goldratt llegó casi al nivel del celo de un misionero. Este enfoque puso furiosos a unos y convirtió a otros. “En un mercado nuevo, relativamente inocente como el de los sistemas de control de la producción, un poco de misterio y muchas promesas llegan muy lejos (Blinksy, 1983). Entonces, tal vez los dueños de OPT y TOC practicaron lo que predicaban: explotaron la restricción del mercado.

En un último análisis, estos argumentos no son importantes. La pregunta crucial es si el OPT/TOC hace una contribución al control de la producción y al pensamiento de la fabricación. En un principio, OPT/TOC no identificaba los cuellos de botella, pero OPT centra la atención en ellos y desarrolla métodos para explotarlos. De una simple herramienta de programación, OPT desarrolló una filosofía completa de producción. OPT/TOC está dejando su huella en la industria y con esto comparte el escenario con MRP II y JIT.



---

## **Comparación entre jalar, empujar y cuellos de botella.**

La comparación de los tres enfoques puede ser muy compleja. Para evitar eso, se estructura como sigue: primero se resume cada enfoque, después se hace una comparación por pares y, por último, se comparan los tres. Recuerde que todos comienzan con una componente técnica y desarrollan una filosofía administrativa para toda la organización.

Los sistemas empujar comenzaron como una técnica de planeación de requerimientos y se convirtieron en sistemas de administración y planeación de operaciones y su ejecución. Un sistema empujar genera un MPS, "explota" el producto final en sus partes, ordena su liberación a la planta y verifica y ajusta el inventario.

El MRP II es un concepto de planeación centralizada, con una amplia base de datos como apoyo. MRP II es una poderosa herramienta para planear la producción y los materiales. Su base de datos la convierte en una buena herramienta para la integración funcional y la administración de datos. Su modo de planeación es tal vez el más adecuado para manejar entornos dinámicos, como la producción intermitente.

El MRP II tiene tres debilidades notorias: supone una capacidad infinita; requiere datos relativamente exactos y completos de todos los eventos en la planta, y supone tiempos de entrega fijos, lo que lo hace débil. Para mitigar la suposición de capacidad infinita, el MRP II usa un módulo de planeación preliminar de la capacidad. Esto es, en definitiva, una aproximación y pocas veces proporciona una buena solución. La idea de capacidad infinita experimenta un resurgimiento en la investigación, por lo que deben esperarse nuevos desarrollos en esta área en los próximos años.

El tiempo de entrega fijo es una limitación importante de los sistemas empujar. Los tiempos de entrega varían según el grado de carga de la planta. La

falacia de MRP II es que sus liberaciones producen las mismas condiciones que determinan los tiempos de entrega, pero estos tiempos de entrega se toman como conocidos y fijos al hacer las liberaciones (Karmarkar, 1989). Además, tanto los tiempos de manufactura como los de entrega de abastecimiento fluctúan en la práctica. Un tiempo de entrega fijo se establece suficientemente alto para cubrir todas las contingencias y dará como resultado inventarios excesivos.

Existen remedios para esta debilidad en los tiempos de entrega del MRP II. El más drástico es "lista negra" que contiene las partes que están atrasadas o a punto de atrasarse. Las listas negras son métodos informales y por lo tanto no está bien documentados. Algunos métodos más formales son el de liberación de órdenes (X-Flo), técnicas de programación (Class, MIMI) o simulación (Factor). Un enfoque más riguroso es el de los sistemas híbridos, que se analizarán más adelante.

Los sistemas jalar comenzaron como una técnica de control de la producción, kanban, y se convirtieron en una filosofía de administración, JIT. Los principios que rigen son la administración del tiempo de entrega y la eliminación de desperdicio en todas las etapas de la manufactura. La fuerza que impulsa al JIT es la entrega a tiempo del material a cualquier proceso de transformación.

Las ventajas principales de los sistemas jalar son tiempos de entrega más cortos, que añaden flexibilidad a la línea de producción para responder a cambios en la demanda; reducción de inventario y eliminación de otros tipos de desperdicio (de material y retrabajo, utilización, etc.), y las consideraciones de capacidad inmersas en las operaciones de programación de los sistemas jalar en dos sentidos. El sistema kanban es una forma poco costosa de implantar los sistemas jalar. El hecho de que puedan o no usar la computadora, hace posible implantarlos en organizaciones pequeñas.

Los sistemas jalar sufren de tres desventajas importantes:



- Son sistemas miopes. No reconocen los eventos futuros y por lo tanto no planean bien.
- Los sistemas jalar son reactivos. No operan bien en casos con grandes variaciones; es decir, requieren un flujo de producción uniforme para que la implantación sea exitosa.

Los sistemas jalar no pueden realizar el seguimiento de los lotes (esto es, no pueden anclar los lotes a los clientes específicos).

De cualquier forma, las técnicas y la filosofía de los sistemas jalar tienen un lugar establecido en las industrias occidentales.

Los sistemas de cuello de botella son relativamente nuevos en el campo de los sistemas de producción integrada. Comenzaron como programadores del cuello de botella (OPT) y evolucionaron en una filosofía de administración más amplia (TOC). La fuerza detrás de ambos, OPT y TOC, es la explotación de las restricciones. La mayor contribución de TOC es que se concentra en las restricciones y promueve el concepto de efectividad contra eficiencia (es decir, la baja utilización de la máquina o el tiempo ocioso de la mano de obra no necesariamente son un mal). Ninguna de estas ideas es nueva, pero OPT/TOC resalta las herramientas para implantarlas.

Las mayores desventajas de los sistemas de cuello de botella son el manejo de la capacidad finita, que permite la separación de lotes y requiere la integridad de los datos sólo para los cuellos de botella. Es concluyente que el OPT es un programador para la planta muy poderoso.

Los sistemas de cuello de botella también tienen fallas. Son sensibles a varios parámetros, como el número de recursos del cuello de botella, el número total de centros de trabajo y la complejidad de la estructura del producto. El OPT es útil en particular en la manufactura no repetitiva como los talleres de producción intermitente. Su desempeño disminuye mucho en situaciones de cuellos de botella dinámicos. Cuando el cuello de botella cambia de una máquina



a otra, se conoce como dinámico. Su causa son los cambios en la mezcla de productos o las variaciones estocásticas. Una investigación de campo sobre los usuarios de OPT (Fry, 1992) identifica cinco debilidades primordiales en los paquetes de software.

- No son amigables
- Requieren una retroalimentación a tiempo y una exactitud extrema
- Son demasiado sofisticados
- El costo de mantenimiento es prohibitivo
- Los resultados no son intuitivos

La implantación completa de OPT/TOC requiere cambios importantes en la organización, que la hacen tanto costoso como difícil. Todavía más, algunas medidas operacionales sugeridas por TOC todavía causan controversia y esto inhibe su implantación.

Existe una diferencia básica entre los sistemas empujar y jalar. Los primeros inician la producción anticipándose a la demanda futura, mientras que los segundos inician la producción como reacción a la demanda actual (Karmarkar, 1989). Los sistemas empujar son mejores para la planeación y los sistemas jalar los son para las actividades en la planta de producción.

Sin embargo, los sistemas jalar y empujar no son mutuamente excluyentes y no necesariamente tiene conflictos entre sí. La línea que los divide no es tan marcada como algunos pretenden. Más aún, coexisten en los sistemas híbridos contruidos sobre sus puntos fuertes. Sin duda muchas compañías de manufactura avanzada practican este enfoque híbrido. Usan kanban o un sistema similar junto con un "caballito de batalla" de empujar probado como MRP II.

Los sistemas híbridos tienen una implantación diferente según la situación. Por ejemplo, en un entorno de fabricación con flujo uniforme, MRP II realiza la planeación de materiales y los métodos jalar controlan la planta. En la



manufactura repetitiva por lotes con tiempos de entrega más o menos estables, la liberación de órdenes puede hacerla MRP II o jalar, pero MRP II debe realizar la planeación de materiales. Por último, en un entorno dinámico, como la producción intermitente, MRP II es invaluable para la planeación y, por ser el mejor, para la liberación de órdenes; el laberinto de flujo de materiales es demasiado complejo para jalar. Estos sistemas híbridos han recibido nombres como JIT-MRP, MRP sincronizado, y MRP II basado en tasas, entre otros.

Los sistemas empujar y los de cuello de botella parecen tener cosas en común. De hecho, OPT se desarrolló para sustituir MRP II. Ambos tienen fortalezas y debilidades, pero sobresale un hecho: existen muchos más usuarios de MRP II que de OPT. Esto es obvio debido a que hay alrededor de 200 compañías de software que venden MRP II y sus derivados, y sólo hay unas cuantas que ofrecen el software de cuello de botella.

OPT usa casi los mismos datos que requiere MRP II, pero los procesa en forma diferente. Entonces, una organización que usa MRP II de ciclo cerrado ya cuenta con los datos básicos para OPT y con la comprensión de la retroalimentación. El requisito de integridad de los datos para estos sistemas es distinto. La afirmación de que OPT necesita menos exactitud en los datos que MRP II debe tomarse con recelo. OPT necesita menos exactitud en los centros no cuello de botella, pero requiere mayor exactitud en los datos para el cuello de botella.

MRP II es transparente al usuario. En el caso de OPT, el usuario no siempre lo entiende, todavía tiene el síndrome de la caja negra, aunque poco a poco desaparece. En MRP II, la liberación de órdenes es el tambor, el OPT puede colocar el tambor donde quiera. Dado que OPT toma en cuenta la capacidad finita, produce programas más cercanos a la realidad que MRP II.

Existe similitud entre los dos enfoques, respecto a los requerimientos de datos para el producto y el proceso y al compromiso administrativo. Por lo tanto, ambos requieren un esfuerzo considerable para la implantación, capacitación



específica, educación e instrucción. Por último, los sistemas empujar utilizan una filosofía de planeación centralizada, mientras que los de cuello de botella se centran en la explotación de las restricciones.

Los sistemas jalar y cuello de botella tienen varias características comunes. Ambos son programadores de capacidad finita y ambos han vencido el problema de tamaño de lote de MRP II. Sus requisitos de integridad en los datos son menores, considerando que la necesidad de JIT de exactitud es casi nula. Ambos enfoques promueven la reducción de preparaciones; OPT exige esta reducción sólo para el cuello de botella, la requiere para todos los centros de trabajo. Ambos sistemas comparten la filosofía de efectividad a su manera. JIT se enfoca en la eliminación del desperdicio mientras que TOC resalta la explotación de las restricciones.

OPT no sufre la miopía en la planeación de JIT. Por otra parte, la implantación de JIT no necesariamente requiere computadoras. Los sistemas jalar con frecuencia requieren la reorganización de la planta, los de cuellos de botella no. Por último, los sistemas jalar generan la programación más rápido que OPT, pero OPT proporciona un programa más completo.

Los sistemas empujar, jalar y cuello de botella comparten varias características. De una manera u otra, todos requieren un cambio en la cultura organizacional con un esfuerzo bastante grande en educación y capacitación. Todos necesitan un compromiso de la administración para lograr un cambio en los procesos. Ninguna de sus componentes técnicas es la mejor para todos los entornos de producción en todos los problemas.

Y de los tres enfoques respecto a la función de PCP y al sistema de manufactura. Cada elemento de la tabla contiene lo que los autores piensan que es el mejor enfoque. Si no hay un ganador evidente se dan dos enfoques. Al examinar la tabla, sobresale una conclusión: Para todas las funciones en todos los entornos, el mejor enfoque es el híbrido. Sin embargo, como no existe un producto comercial, es más difícil implantarlo.



---

## Hacia el futuro

Los sistemas de producción integrados se encuentran siempre en el estado de cambio tecnológico. Las herramientas de administración de la manufactura que los apoyan también debe ir cambiando. Así, no se cree que exista un arreglo rápido para los sistemas de producción integrados. No hay una panacea; no existe un método que se ajuste a todos los entornos de manufactura. Entonces, ¿hacia dónde nos dirigimos? Los autores piensan que hay tres tendencias asociadas con tres participantes distintos: quienes desarrollan los sistemas, los usuarios de los sistemas y las organizaciones que los adoptan.

Quienes desarrollan los sistemas harán un esfuerzo para vencer las fallas de cada sistema. Un enfoque, ya en desarrollo, emplea un sistema híbrido. Otro involucra el mejoramiento del mismo sistema. Así, se vislumbra el inicio de un software MRP II con un programador de capacidad finita y una suposición relajada de los tiempos de entrega fijos. Un producto de este tipo es un software llamado Ashbel. Los sistemas de cuello de botella también tienen un nuevo producto llamado Disaster que supuestamente resuelve el aspecto de cuellos de botella dinámicos. En definitiva se necesita más investigación para mejorar estos sistemas.

Por usuarios de sistema se entiende aquellos profesionales dentro de la organización que usarán y darán servicio al sistema. Este grupo contribuye en el proceso de selección del sistema. Conforme los usuarios conozcan más, habrá un mayor entendimiento de la naturaleza de los sistemas de PCP integrados, en particular, comprenderán que no hay una talla para todos. El resultado será un proceso de selección más cuidadoso que ajuste las habilidades de la herramienta a la necesidad y al entono.

Para la organización que adopta el sistema, la selección de cierto enfoque debe ser acorde con la filosofía de administración. Se piensa que para muchas organizaciones que están llevando a cabo un cambio cultural (TQM,

“reingeniería”, kaizen, etc.) sería más sencillo adaptarse a las filosofías administrativas de cada sistema de planeación y control de la producción integrado. De hecho, esta tendencia tal vez haga que las tres filosofías se acerquen. Sin duda, ya no es como “comer dulces”. El Wall Street Journal (Naj, 1996) informó sobre la nueva moda en el desarrollo de software: la velocidad. Se trata de un software basado en simulación que emula la cadena de abastecimiento con detalle, tomando en cuenta muchos aspectos estudiados: MRP, inventarios, programación de cuellos de botella, capacidad finita, tiempo de respuesta rápida, etcétera. Estos sistemas de software pueden mostrar casi al instante si una orden se puede entregar a tiempo. Si la respuesta es no, el software dirá qué cambios se deben hacer para que la entrega sea posible. Parece ser el principio de la siguiente era en el software de manufactura, la que va más allá de MRP II y ERP.

### **2.3.4 Aplicación en la industria de la Planeación y Control de la producción**

#### **Aplicaciones industriales de sistemas Jalar**

Existen numerosas aplicaciones de los sistemas jalar desde su introducción en la industria occidental a principios de los 70. También se cuenta con datos de campo abundantes para obtener una idea de la experiencia general de la implantación del JIT. Se analizarán dos aplicaciones.

La primera aplicación es la de Harley Davidson (Reid, 1990), el famoso fabricante de motocicletas. Casi tuvo que cerrar por la competencia japonesa (de Honda y Yamaha) durante los 70. En 1973 Harley Davidson (H-D) tenía 75% del mercado de motocicletas gran turismo, pero se cayó a menos del 25% para el final de la década. Durante estos años y a principios de los 80, la compañía implantó un plan de recuperación riguroso. Una de sus componentes más



importantes era JIT, en ambos aspectos, el filosófico y el técnico. H-D llamó a su versión de JIT pro grama de material cuando se necesita. De producir grandes lotes en corridas de producción largas, H-D cambió a lo que llamó sistema de “frijolitos de dulce”. La línea de ensamble produciría todos los modelos, en diferentes colores, todos los días. Las otras componentes de JIT que se implantaron incluyeron reducción de desperdicio (reducción de preparaciones y mejoras a la calidad) y participación de empleados. Se usaron sistemas de manufactura celular para acomodar las instalaciones de producción.

Los resultados del plan de recuperación de H-D fueron sorprendentes. De estar en números rojos, la compañía logró números negros. El porcentaje de mercado para fines de los 80 aumentó a más del 50%. La historia de H-D es un ejemplo de implantación exitosa de JIT en Esta dos Unidos. Se hubiera un salón de la fama para PCP integrada, H-D sería venerada.

La segunda aplicación que se presenta se refiere a una pequeña empresa, Strat Industries, en Australia (Sohal y Naylor, 1992). La compañía emplea a 50 personas y se especializa en diseño, manufactura y ensamble de unidades de control de temperatura central productos en ambientes domésticos e industriales. Strat Industries tiene ventaja en calidad y precio sobre sus competidores, pero tenía tiempos de entrega largos que redundaban en ventas perdidas. La compañía producía el mismo producto durante toda una semana. Al final de la semana, cambiaba para construir un producto distinto la siguiente. Para reducir el tiempo de entrega, decidió usar la filosofía de manufactura JIT. Al hacerlo, encontró factible un modelo mixto de ensamble, y secuenciaron los productos para cumplir con los requerimientos de sus clientes.

La inversión en la implantación fue mínima, pues se empleó un sistema kanban manual. El tiempo de entrega se redujo de 10 a tres días, lo que aumentó las ventas y las ganancias un 30%.

El inventario se redujo 60% y el trabajo en proceso bajo a 40 horas trabajadas. El ensamble con el modelo mixto ha dado flexibilidad en la



---

programación y en la producción. Cuando se publicó este informe, los esfuerzos de mejora continuaban (kaizen).

Esto muestra que JIT es adecuado para la empresa pequeña, y su implantación no merma los recursos de capital. Por las cifras reportadas, el retomo sobre la inversión debe haber sido considerable.

Crawford (1988) informan sobre los resultados de una encuesta realizada entre quienes primero implantaron JIT en Estados Unidos. La investigación identifica problemas de implantación y operación. Fueron 39 las respuestas obtenidas de la encuesta; todos estaban en el proceso de implantar JIT. La mayor parte de las empresas encuestadas son de los sectores automotriz y electrónico y emplean entre 60 y 10 000 personas. Algunos de los beneficios de JIT, según las respuestas, son reducción promedio de 41% en inventario y 40% en el tiempo de entrega, 26% de incremento en la calidad del producto, reducción promedio del 30% en espacio de almacén y un incremento promedio de 54% en el margen de utilidades. Esto significa un incremento sustancial en la posición competitiva para las compañías. El informe también identifica problemas de implantación (como resistencia al cambio y falta de compromiso de la administración) y algunos problemas operativos (como baja calidad, exactitud en los datos y medidas de desempeño).

Una encuesta realizada por White (1993) consistió en una muestra de 1035 organizaciones en Estados Unidos que adoptaron JIT. Más del 80% de las organizaciones informan haber implantado una reducción en la preparación, empleados con funciones múltiples y control total de calidad. La mayoría de los que respondieron (86.4%) indica que JIT proporcionó un beneficio neto global para su organización. Informan que el tiempo de producción disminuyó 60% en



---

promedio y que cada vez más las organizaciones con procesos de manufactura repetitivos adoptan prácticas de JIT.

La conclusión de las dos encuestas es que JIT es ya una práctica arraigada en Estados Unidos.

### **Aplicaciones industriales de Sistemas Cuellos de Botella.**

Comparada con el MRP II y JIT, la programación de cuello de botella es un enfoque relativamente nuevo, todavía hay pocos casos de implantación bien documentados en la literatura. Johnson (1986) informe sobre una implantación en General Electric; Fogarty (1991) resume dos aplicaciones, una en General Motors y otra en AT&T, y Beckett y Dang (1992) describen un implantación en Pratt & Whitney Canada.

General Electric implantó OPT en 20 plantas. Los resultados en su Aircraft Engine Business Group en Wilmington, Carolina del Norte indican que sus ciclos de producción son 40% más cortos que en instalaciones similares. Más aún, el inventario se redujo \$30 millones en un año.

La planta de corte de General Motors en Windsor, Ontario implantó "manufactura sincrónica" que es un híbrido del concepto TOC/JIT. La implantación comenzó en 1986. Para 1988, la planta había logrado cerca de 50 rotaciones de inventario por año —hacia 17 cuando inició—. El tiempo de entrega se redujo 94%, el costo anual disminuyó 23 millones de dólares y la producción aumentó alrededor de 17%.

De estos resultados (Fogarty, 1991) se obtiene una idea general interesante de la mecánica de TOC. Mientras el tiempo de entrega se redujo 94%, el inventario sólo disminuyó 68%. Casi siempre, al implantar JIT por primera vez, esos porcentajes son similares. La razón de la diferencia es que en TOC el lote transferido es distinto del procesado, y en JIT son iguales.



---

La planta de la división de microelectrónica de AT&T en Reading, Pensilvania implantó lo que se llama "manufactura de sentido común". Este enfoque parece también ser una fusión de los conceptos TOC y JIT. Se reporta una reducción de 50% en inventario y 70% en el tiempo de entrega, y la rotación del inventario se quintuplicó, pero el retrabajo aumentó 60%. En total, la planta estaba muy satisfecha con estos resultados.

Pratt & Whitney Canada informa resultados de corto plazo de lo que llamó "manufactura sincrónica", también una combinación de las filosofías TOC y JIT. Su meta establecida es un cambio de cultura organizacional. Los objetivos específicos son disminuir en 50% el tiempo de entrega y el inventario, a la vez, aumentar 100% las entregas a tiempo. Entre septiembre de 1990 y junio de 1991, las entregas a tiempo había aumentado 50% y el inventario y los tiempos de entrega habían disminuido 25 y 38%, respectivamente. Junto con la aplicación de las técnicas de manufactura sincrónica, P&W informa sobre un programa masivo de educación para eliminar una cultura de ineficiencia e instituir una cultura de satisfacción del cliente.

La implantación de TOC/OPT tiene también su lado negativo. Un ejemplo es un fabricante de semiconductores que usa la teoría de restricciones para administrar su flujo de producción. Por un lado, los trabajadores y supervisores odiaban la idea de tener una etiqueta de cuello de botella, los ingenieros sentían lo contrario. La etiqueta era la única manera de lograr que la administración apoyara sus proyectos y sus experimentos. El resultado fue un ambiente de manufactura poco deseable.



---

### 2.3.5 CONCEPTOS BÁSICOS DE LA CONTABILIDAD

La estructura básica de la contabilidad en todos los sistemas es sencilla. Hay varios conceptos, definiciones de términos, clasificaciones, principios de contabilidad general mente aceptados y disposiciones gubernamentales que rigen las partes de un sistema contable y cómo se relacionan entre sí. Todas estas partes se explican con detalle en el libro. El conocimiento de los conceptos, las definiciones y las reglas que gobiernan una parte de la estructura contable es esencial para comprender las otras, y cómo trabajan en conjunto. El elaborar un sistema contable es similar a construir un edificio. Al principio puede ser difícil darse una idea de cómo lucirá ya terminado pero si se siguen con cuidado los planos y las instrucciones, todas las partes del proyecto quedarán en el lugar correcto. Esto también es cierto en un sistema contable bien elaborado.

La estructura contable tiene cinco cuentas o clasificaciones básicas:

1. Activo
2. Pasivo
3. Capital
4. Ingresos
5. Gastos

Un activo es un recurso económico propiedad de un negocio, del cual se espera que rinda beneficios en el futuro. El valor del activo se determina por el costo de adquisición del artículo. Los tipos de activos de un negocio varían de acuerdo a la naturaleza de la empresa. Un pequeño negocio de servicio puede tener sólo un camión, materiales y una oficina en la propia casa del dueño. Una gran tienda o una empresa manufacturera puede tener edificios, mobiliario, máquinas y equipos. Algunos ejemplos de activos son el efectivo, materiales, terreno, edificio, maquinaria, equipo y mobiliario.



---

El pasivo representa lo que el negocio debe a otras personas o entidades conocidas como acreedores. Los acreedores tienen derecho prioritario sobre los activos del negocio, antecediendo a los dueños, quienes siempre vendrán en último lugar. En caso de disolución o cierre de un negocio, se debe pagar primero a los acreedores legales con el producto de la venta de los activos, y el efectivo remanente queda para los dueños. Como ejemplos de pasivos pueden mencionarse las cuentas por pagar a proveedores, los sueldos o salarios por pagar, los impuestos por pagar y los préstamos bancarios.

El capital es la aportación de los dueños. Representa la parte de los activos que pertenece al dueño del negocio. Es la diferencia entre el monto de los activos que posee el negocio y los pasivos que debe. 'Capital contable' y 'capital neto' son otros términos de uso frecuente para designar la participación de los dueños. La participación de los dueños, o capital, puede aumentar en dos formas:

1. Por la aportación en efectivo o por la aportación de otros activos en el negocio.
2. Por las utilidades provenientes de la operación del negocio y que han sido retenidas.

El capital puede disminuir en dos formas:

1. Por el retiro de efectivo u otros activos del negocio por parte de los dueños.
2. Por las pérdidas provenientes de la operación del negocio.

Una empresa individual es propiedad de un solo dueño. Éste tiene la facultad de retirar del negocio efectivo o cualquier otro activo para su uso personal en cualquier momento. Siempre que el dueño retira activos disminuye su participación o capital en el negocio, y a esto se le conoce como retiro.



Ingresos: Los ingresos representan recursos que recibe el negocio por la venta de un servicio o producto, en efectivo o a crédito. Cuando el cliente no paga en efectivo por el servicio o producto, se produce una venta a crédito y se conoce como Cuenta por Cobrar. Los ingresos se consideran como tales en el momento en que se presta el servicio o se vende el producto, y no en el que se recibe el efectivo. Los ingresos aumentan el capital del negocio. Algunos ejemplos de ingresos son:

1. Ingresos por honorarios. Los ingresos devengados por servicios profesionales que presta un contador, médico, abogado, dentista, etc., o los honorarios percibidos a cambio de proporcionar cualquier otro servicio.
2. Ventas. Ingresos percibidos por la venta de un producto a un cliente.
3. Gastos. Los gastos comprenden activos que se han usado, consumido o gastado en el negocio con el fin de obtener ingresos. Los gastos disminuyen la participación del dueño en el negocio. Algunos tipos de gastos son el alquiler, los seguros, los materiales, viáticos, gasolina y lubricantes, reparación y mantenimiento, y atenciones a clientes.

Hasta aquí se han resumido las cinco cuentas o clasificaciones básicas que forman la estructura de todo el sistema contable tales como el activo, el pasivo, el capital, los ingresos y los gastos. A continuación, en esta misma sección se procederá a definir otros términos que aunque no son básicos, sí son importantes para determinar los resultados de operación de un negocio. Dichos términos son Utilidad y Pérdida.

La utilidad es la diferencia entre los ingresos obtenidos por un negocio y todos los gastos incurridos en la generación de dichos ingresos. Obviamente, lo anterior implica que los ingresos superen a los gastos para que pueda registrarse una utilidad.

Una pérdida es el resultado de que los ingresos obtenidos por un negocio sean inferiores a sus gastos. Otra interpretación a éste concepto describe la



---

pérdida como una erogación efectuada que no generó ningún ingreso, transformándose de esa manera de un gasto en una pérdida.

Los dividendos representan la distribución de las utilidades obtenidas por la empresa a los accionistas. Los dividendos no son un gasto, sino que son semejantes a los retiros que efectúa el propietario de un negocio en el que él es único dueño. Las distribuciones suelen tener lugar en la forma de efectivo, o acciones adicionales a favor de los accionistas.

Los resultados de las operaciones efectuadas por un negocio se resumen y presentan al o los dueños, al final de un periodo determinado que se conoce como periodo contable. El periodo contable más usual es el que abarca doce meses y puede o no coincidir con el año natural. También se acostumbra contabilizar un periodo menor de un año, como un mes (mensual) o tres meses (trimestral). Cada entidad determina sus propias necesidades de informes financieros, así como la periodicidad con que se presenten.

La forma más sencilla de mantener un registro de las operaciones mercantiles es anotarlas en el momento en que se produce un cambio de efectivo.

Este es el sistema de contabilidad con base en el efectivo. Por ejemplo, contabilidad cuando un negocio vende servicios a sus clientes, el ingreso que se obtiene debería registrarse en el momento en que se recibiera el efectivo. Por tanto, sólo se deberían considerar como ingresos del periodo las ventas de contado, mientras que las ventas a crédito no se registrarían hasta que el cliente pagase la cuenta.

Un método con más sentido, y sobre el cual se basa el registro contable de todas las transacciones se denomina Sistema de contabilidad base devengado. En este sistema se reconocen como obtenidos los ingresos en el momento en que se ganan, sin tomar en cuenta cuándo se recibe el pago en efectivo.



Una venta a crédito se considera un ingreso devengado aun cuando no se reciba efectivo. A su vez, los gastos del periodo se consideran pertenecientes al periodo, en el momento en que se incurre en ellos, aunque no hayan sido pagados.

La idea contenida en el párrafo anterior constituye la piedra angular sobre la que está basada toda la mecánica de contabilización de las operaciones efectuadas por una empresa.

### **2.3.6 Educación e informática.**

El ritmo de cambio acelerado en que vivimos exige a los nuevos profesionistas desarrollar nuevas habilidades de aprendizaje para ajustarse efectivamente al cambio. El progreso inusitado de la tecnología de información abre nuevos horizontes y retos en la manera de formar al ser humano a través de la educación<sup>1</sup>.

En concordancia con el cambio y el progreso tecnológico, los centros educativos tienen que replantear su modelo educativo, enfocando su labor docente a una enseñanza basada en el aprendizaje. Este se enfoca, no solo a la adquisición de nuevos conocimientos, sino también de habilidades, actitudes y valores, para que el alumno se comprometa con las necesidades de su país y comunidad, así como para ser competitivos en su área a nivel internacional.

Un elemento central en esta nueva estrategia educativa, ha sido el uso de una plataforma tecnológica para desarrollar los cursos. Con ella, alumnos y profesores trabajan gran parte de sus cursos utilizando computadoras portátiles. A través de este medio, se fomenta la interacción alumno-profesor, alumno-alumno, así como el trabajo colaborativo.

---

<sup>1</sup> Alfonso Rivas Cruces, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey



La implantación de esta estrategia a nivel sistema ha significado la creación e implantación de sistemas de capacitación docente, soporte y desarrollo tecnológico para movilizar a profesores y alumnos hacia este nuevo paradigma educativo.

### **2.3.6.1 Revolución Educativa**

Vivimos en un tiempo organizacional que transcurre en el marco de un paradigma cibernético. Son las organizaciones eficientes los modos de hacer y de producir bienes y servicios que hacen posible la competitividad en la aldea global calificada por la globalización. Los países competitivos no puede esquivar la realidad organizacional de nuestro tiempo. A este fenómeno se le ha llamado tercera ola (Toffler, 1970) y a su impulso se ha llegado a sostener que resultará imperioso reinventar el Estado (Drucker, 1995).

El golpe de viento que ha gobernado la productividad ha sido el de la calidad total (Deming, 1989, Juran, 1990), pero no solamente de productos competitivos sino, especialmente, de servicios competitivos: estos últimos ocupan las dos terceras partes de los mercados incluidos en el circuito globalizado. Se advierte entonces una evocación, una suerte de recíproca referencia entre calidad total como clave de la competitividad, y una capacidad organizacional que haga posible la excelencia productiva de bienes y servicios. Primera conclusión: sin educación de calidad total no habrán países competitivos, pero sin aprendizaje organizacional el objetivo resultará muy difícil de ser alcanzado.

El desafío que nadie propone es instalar una pedagogía organizacional como clave operacional del aprendizaje. Aprender no es recordar sino instalar en la conducta una suerte de segunda naturaleza que sirva de campo impulsor a la vida práctica. Esa función la cumple la lecto-escritura y el aprendizaje de la matemática básica en la escuela. Ambas técnicas son sistemas -por ello no ha



---

resultado difícil que su aprendizaje no se olvide- a poco que exista una práctica mínima, que debe incrementarse hacia el perfeccionamiento.

¿Cómo podremos instalar en nuestra conducta una segunda naturaleza organizacional hacia la eficiencia, al margen de una lecto-escritura apropiada, es decir, sin apelar a una suerte de pedagogía organizacional que lo haga posible? Si ello aun no se ha logrado deberemos salir a buscarlo, a un lado el temor de que se nos califique de utópicos. ¿Cómo plantearíamos el desafío?

La Cibercultura de Alejandro Piscitelli (1995) abre unas cuantas puertas que son pistas que deben ser recorridas. "Necesitamos definir las acciones que tienen lugar cuando la mente se pone a crear y analizar". No tanto introyectar tecnología en la mente, sino experimentar en el aula entornos sociales. "La imagen debe dejar de ser lo visto para convertirse en lo construido" ¿Cómo lograrlo sin una lecto-escritura que lo haga posible? Quizás deberíamos apuntar al pensamiento sistémico (Bertalanffy, 1975), al paradigma holográfico (Pribam, 1980), a la denominada "nueva alianza" (Prigogine, Stengers, 1983) o al "nuevo método" (Morin, 1977). Para asumir la complejidad hay que instar un "pensamiento de la complejidad" que abandone enunciaciones y haga efectivos diseños.

El desafío es cómo crear hombres inteligentes en vez de máquinas inteligentes. Alejarse, en fin, tanto del "mundo feliz" de incubadora (Huxley, 1967), como del "homo videns" (Sartori, 1997). La neuroingeniería deberá avanzar en pos de lograr los medios para aumentar exponencialmente la inteligencia humana. De tal forma se podrá incrementar la velocidad de simulación como práctica escolar. Esto indica que resulta más importante incrementar la inteligencia humana que la artificial.



---

Piscitelli enseña que Daniel Dennett (1995) ha resaltado el rol estratégico que los algoritmos desempeñan en la concepción darwiniana de la evolución. En el aprendizaje el algoritmo se define por la neutralidad del sustrato y por la no intencionalidad subyacente. Coincide ello con la búsqueda del aprendizaje organizacional como segunda naturaleza del sujeto que aprende, que estamos proponiendo.

Se deberán, también, definir "los marcos conceptuales para el aumento del intelecto humano". Douglas Engelbart (1988) lo intenta a partir del diseño conjunto de lenguajes, artefactos y tecnologías. "La innovación tecnológica no debe restringirse a la ocupación de personas especializadas, sino como una forma de competencia en el lenguaje, como medio de nuevas prácticas para que quien aprende pueda hacerse cargo mejor de nuestros intereses en el mundo" (Piscitelli, 1995). Se deberá instar a manejar "nuevas conversaciones" con la tecnología, que ayuden a utilizar las ventajas comparativas de cada uno, así como a crear otras inexistentes, a partir de la "promoción de prácticas de diseño en nuevos dominios conversacionales".

La revolución educativa no podrá lograrse sólo a partir del dominio de nuevas tecnologías. Piscitelli (1995) nos recuerda que Koestler, Mumford, Bateson y Virilio han mostrado que si bien una tecnología puede aliviar las preocupaciones humanas, también lo borran al hombre de la faz del planeta. Se necesita un uso más equilibrado y sutil, diferenciado, desprejuiciado e innovador de las siete toneladas de materia gris que están a la deriva por el planeta. No es el manejo de computadoras a la perfección la solución de nuestra escuela, ello es una trampa: con programadores esquemáticos y simplistas, que solamente buscan objetivos puntuales, estereotipados y predefinidos no tendremos calidad total en nuestra educación.



---

"Una sociedad en proceso de reinventarse a si misma no necesita de una prótesis tecnológica que la ajuste. La emergencia de las sociedades de las computadoras coincide con el retroceso en la capacidad social de movilización, que ofrezca nuevas formas de gestión social y, sobre todo, las posibilidades de plantear nuevos objetivos" (Piscitelli, 1995): de cualquier tipo que sean. Lo fundamental es el uso que se hace de la tecnología. Nos dice dicho autor que "el lugar específico en el cual la computadora aumenta la inteligencia es en el trabajo en red...recién estamos en el preludio de las inteligencias colectivas...la simulación computacional es la tercera vía regia, equivalente a la deducción y a la inducción, para ganar conocimiento".

No se trata de un uso pasivo de la tecnología. Las innovaciones más relevantes se encuentran en la articulación entre educación y entretenimiento, entre computadora, televisor y videograbadora, entre consumo electrónico, comunicación, contenidos y computación (Piscitelli, 1995). Agrega que el sistema que suplantará a la televisión será la telecomputación: es decir computadoras personales adaptadas a todas las computadoras del mundo. Esas máquinas desplegarán características interactivas, desde el video controlado por un estudiante hasta la creación y recuperación de imágenes. No es posible que resistencias económicas y políticas impidan la transición hacia un mundo posttelevisivo más equitativo y creativo.

Con la digitalización que conecta usuarios finales a la red video computarizada, se va a transformar ella misma en una gigantesca computadora. Este es virtualmente el camino de Internet. Se cae el paradigma centralizante del trabajo productivo: el trabajo en relación de dependencia irá desapareciendo. El cambio de paradigma irá arrasando las redes bobas de la televisión y la telefonía, para reemplazarlas por redes interactivas inteligentes (Reinhardt, 1994).



---

La revolución educativa sólo será posible si logramos inscribir una ingeniería organizacional rehumanizante en la escuela, "pues lo humano y las principales áreas de extensión son el diseño de la vida, de la materia y de la información" (Piscitelli, 1995). En el juego Habitat, ideado por Lucasfilm, colaboran cerca de quince mil personas, siendo un gran ejemplo de simulación de la autoorganización social: dicha experiencia remeda, con bastante éxito, las complejidades concretas con que los hombres tienen que enfrentarse a diario. Instalar dicha experiencia en la escuela permite adiestrar para el autogobierno, forma eficiente para luchar contra la burocracia.

La experiencia Vivario, muestra como en un ambiente cerrado especialmente para crear vida, los estudiantes pueden inventar y luego soltar organismos en ecologías completas computadorizadas vivientes, aprendiendo de la creación del universo para realizar su propia propuesta.

En el Laboratorio de Medios del Instituto Tecnológico de Massachusetts, Nicholas Negroponte realiza grandes avances en trabajos de interfaz con computadoras. El programa está a la búsqueda de diarios electrónicos personalizados, de televisión en tres dimensiones, de hologramas de consumo masivo. Según Piscitelli dicho programa pretende devolverle al receptor el control de la situación conversacional (1995). En nuestro país el primer paso a dar será "construir capacidad nacional para utilizar el potencial científico-tecnológico en la dirección de producir cambios con sentido de justicia social, de participación política y de democratización cultural (Pasquini Durán, 1987). Todo un desafío para la pedagogía organizacional.

La indagación cibercultural manifiesta con énfasis que: nos faltan categorías dinámicas, puntos de vista divergentes y procesamiento en paralelo y distribuido de los datos que penosamente construimos; que seguimos utilizando modelos lineales y reduccionismos explicitativos incapaces de aprender los rasgos



---

básicos de los sistemas complejos; que cada vez es más agudo el divorcio entre lo que comunican las máquinas y lo que la escuela ofrece a partir de principios de comprensión obsoletos...(Piscitelli, 1995).

El desafío es que la construcción de una pedagogía organizacional, una lecto-escritura organizacional, en suma, es facilitar un aprendizaje por simulación que permita sintetizar las intuiciones del estudiante que diseña, para que luego las pueda aplicar en su vida práctica. Se quebrará de ese modo la resistencia a abandonar los bastiones analíticos, formalistas, racionalistas, y se facilitará la capacidad creativa del estudiante "a partir de una clave biológico-organizacional desconocida hasta ahora", según palabras de Piscitelli (1995).

Se tratará de estar en condiciones de aprender los procesos vivientes de un modo vital y dinámico. La simulación es la vía regia para abrir ese camino. Necesitamos pasar de nuestras mitologías racionales a una imagología pos-escritural. Necesitamos configurar una inteligencia comunicativa, activa, práctica y comunicativa. El pensamiento responsable debe bajar a la calle y la calle hoy son los medios. No hay opción al discurso electrónico. Los medios y la red unidos jamás serán vencidos, porque forman la matriz de una forma de pensamiento y de comunicación no-lineal (Piscitelli, 1995).

El desafío organizacional de nuestro tiempo, para lograr un país competitivo en tiempo real, de calidad total en todos los sistemas integrados que configuren su propia realidad y la del mundo, es desentrañar los presupuestos pedagógicos que hagan posible el cambio del aprendizaje en nuestra escuela. Sin ello será inútil que sigamos hablando de revolución educativa.

## **2.4 MARCO HISTÓRICO**

### **El paradigma de la producción**

Los sistemas de producción en la sociedad moderna son sobresalientes. Estos sistemas forman la base para construir y mejorar la fortaleza y la vitalidad económicas de un país. La tarea de desarrollar y operar los sistemas de producción crece en complejidad. Los cambios importantes en los productos, los procesos, las tecnologías de gestión, los conceptos y la cultura, dan como resultado retos y necesidades cada vez mayores.

#### **2.4.1 SISTEMAS DE PRODUCCION**

En el sentido más amplio, un sistema de producción es cualquier actividad que produzca algo. Sin embargo, se definirá de manera más formal como aquello que toma un insumo y transforma en una salida o producto con valor inherente. Un buen ejemplo de un sistema de producción es una empresa que fabrica lápices. El insumo es la materia prima como madera, grafito y pintura. La transformación consiste en cortar la madera en hojas, lijarla, hacer las ranuras, agregar la puntilla, unir las hojas, cortar en forma de lápiz y por último pintar el lápiz terminado. Los lápices son la salida. Al pensar en sistemas de producción vienen a la mente grandes operaciones de manufactura, pero otros sistemas son muy diferentes. Por ejemplo, la universidad es un sistema de producción. Los alumnos de primer ingreso son el insumo, la adquisición de conocimientos es la transformación y el producto es una persona con educación. Los sistemas de producción se pueden dividir en dos clases: de manufactura y de servicios. En la manufactura, por lo general, los insumos y productos son tangibles, y con frecuencia la transformación es física. Por otra parte, los sistemas de producción orientados a servicios pueden tener insumos/productos intangibles, como la información. Las transformaciones pueden no ser físicas, como la educación. Otra diferencia es que los bienes pueden fabricarse anticipando las necesidades

del cliente, lo que con frecuencia no es posible en los servicios. La educación es un buen ejemplo; no se puede enseñar a los estudiantes antes de que se inscriban. Para simplificar, este análisis se limitará a sistemas de producción de bienes con fines de lucro.

En los sistemas de producción, casi siempre se piensa en la porción que se puede ver, que es el proceso de transformación. Sin embargo, la mayor parte de los sistemas de producción son como los icebergs, la parte visible es solo un pequeño fragmento del sistema. Para estudiar los sistemas de producción es necesario considerar muchas de sus componentes que incluyen productos, clientes, materia prima, proceso de transformación, trabajadores directos e indirectos y los sistemas formales e informales que organizan y controlan todo el proceso. Estas componentes llevan a acciones y decisiones que deben tomarse en cuenta para que un sistema de producción opere adecuadamente.

Se estructurará el análisis de los sistemas de producción alrededor de cuatro componentes diferentes: flujo de producción, construcción de bloques del sistema, tecnología y tamaño.

### **El flujo del proceso**

El alma de cualquier sistema de producción es el proceso de manufactura, un proceso de flujo con dos componentes importantes: materiales e información. El flujo físico de los materiales se puede ver, pero el flujo de información es intangible y más difícil de rastrear. Siempre han existido ambos tipos de flujo, pero en el pasado, se daba poca importancia al flujo de información. Como se mencionó, la nueva tecnología de la información ha dado otra forma a los sistemas de producción, de tal manera que el flujo de información es crítico.

En la figura 2-10, se muestra un modelo genérico del flujo físico en un sistema de producción. El material fluye desde el proveedor al sistema de producción para convertirse en inventario de materia prima, después se mueve a la planta donde tiene lugar la conversión del material. El material se mueve a

través de diferentes procesos de transformación en las estaciones de trabajo pero no necesariamente va por la misma ruta cada vez. El material en la planta se conoce como inventario de trabajo en proceso (ITP). Al salir de la planta, el material se mueve a un sitio en donde se convierte en inventario de productos terminados.

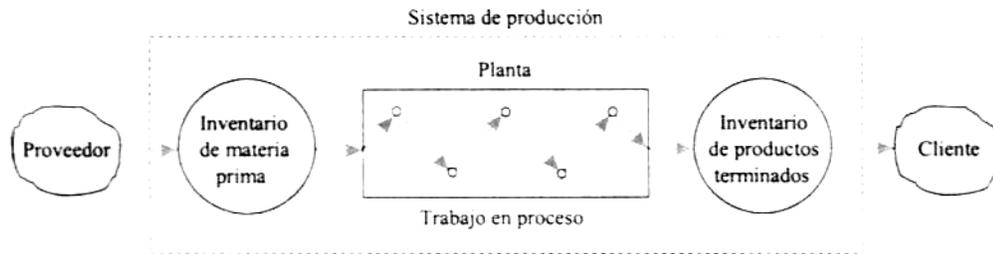


Figura 2-10. Flujo Físico Genérico

### 2.4.2 Evolución Visual Manufacturing

VISUAL Manufacturing es un sistema avanzado en sistemas de manufactura; un sistema de información, integrado, sofisticado y amplio, diseñado para ayudar en la ejecución de cada proceso de su empresa. De acuerdo a estas características, se clasifica como un sistema de simulación y modelado en la parte de producción, para el control de los recursos de los que se disponen en la empresa. Dado que las prácticas manufactureras y empresariales son muy particulares, VISUAL Manufacturing se ha diseñado para ser muy flexible. Nunca se intentaría manufacturar un producto completamente nuevo, comprando una máquina en un día, los materiales al siguiente e iniciar la producción al tercer día. En forma similar, no se tendrá éxito al intentar instalar VISUAL Manufacturing, poblar la base de datos y utilizar el producto sin un entendimiento de todas sus capacidades, de las decisiones que deben tomarse y del impacto que estas causarían. Existen muchas formas para configurar la base de datos; si se falla al tomar en cuenta la advertencia anterior podría resultar en



un gasto de una gran cantidad de tiempo y esfuerzo en la preparación del sistema, al realizarlo en una forma inapropiada para una empresa.

El sistema ofrece ventanas graficas fáciles de utilizar, que simulan el piso de producción, brindando al usuario un marco familiar de referencia. Las empresas pueden crear requisiciones de materiales y ordenes de trabajo, comparar costos, y ejecutar diferentes programaciones del piso, para obtener la programación óptima, antes de realizarla en piso. Visual Manufacturing ofrece un control extensivo para el piso de producción e inventarios y soporta una variedad de estrategias de producción.

#### **2.4.2.1 Control del piso de producción**

Visual Manufacturing ofrece un control completo del piso de producción, a través de una integración transparente de todos sus rasgos principales, incluyendo control de inventario, rastreo de materiales y mano de obra, así como sus respectivos reportes, compras y programación. Visual Manufacturing brinda un control completo sobre las operaciones de producción, las cuales eliminan el ingreso redundante de información y asegura la consistencia y exactitud a través del piso de producción.

Rasgos principales:

- Generación de órdenes de trabajo.
- Captura y análisis de todo el trabajo, materiales, carga y costos de servicios cargados a la orden de trabajo.
- Programación de ordenes individual y colectivamente, para monitorear la carga en el piso de producción.
- Generar listas de empaque y despachos para los centros de trabajo
- Ver en el instante, el estatus de trabajo de una orden.
- Recepción de inventario para y desde producción.
- Administración de requerimientos de materiales por trabajo, niveles de inventario, o una combinación de las dos.



---

### **2.4.2.2 Planeación y Programación Avanzada**

Las capacidades de Visual Manufacturing incluyen dos poderosas herramientas: el programador global de producción y la ventana de programación, que trabajan juntos para asegurar el uso mas eficiente de los materiales y recursos; y provee la información necesaria que se necesita para entregar el producto a tiempo. Visual Manufacturing fue el primer Software en presentar la programación concurrente, que considera los materiales y las restricciones de material cuando genera las programaciones de producción.

El programador global de la producción desarrolla una calendarización para todas las órdenes de trabajo en firme y las que se acaban de liberar, basado en la fecha de vencimiento, prioridad y disponibilidad de recursos y materiales. La ventana de programación permite ver la programación en formato grafico y de colores.

Rasgos principales:

- Escoger entre programación finita e infinita, opcionalmente, ajustar algún centro de trabajo con programación infinita, dentro de una programación finita de producción.
- Verificar disponibilidad de materiales junto con la capacidad por medio de la programación concurrente.
- Uso de la programación hacia delante y hacia atrás, para hacer el uso mas eficiente de los recursos.
- Calculo y marcado de las rutas criticas y determinar los tiempos.
- Ejecutar análisis de capacidad para determinar cuando se ha colocado demasiada o poca capacidad a un centro de trabajo, o cuando se tienen excesos de capacidad en los recursos.
- Correr varios escenarios, para ver los cambios y efectos sobre la capacidad, carga y tiempos.

### **2.4.2.3 Administración del estado de Ordenes de trabajo**

Las características de Costeo de Trabajo dentro de Visual Manufacturing soportan costeo Standard, dando una flexibilidad para escoger el método que mejor se ajuste a la empresa. Visual Manufacturing captura los costos a medida que suceden los cambios, asegurando, el costeo actualizado a la fecha. Además se pueden amarrar, las compras directamente a las órdenes de trabajo, para enmarcar los costos específicos al trabajo indicado. Adicionalmente se pueden amarrar órdenes de trabajo a órdenes de clientes específicos, lo que permite saber el margen real obtenido para cada orden de un cliente. Visual Manufacturing automáticamente carga los costos de la orden de trabajo a la orden de un cliente, al costo de ventas cuando se envía la orden al cliente.

Rasgos principales:

- Automáticamente actualizar las transacciones de bodega y trabajo en progreso.
- Enlace de ordenes de compra a ordenes de trabajo, para la captura de los costos, y asignarlos al trabajo que los va a utilizar.
- Enlace de órdenes de trabajo a pedidos de cliente para medir el margen verdadero.

## ***2.5 MARCO SITUACIONAL***

### **2.5.1 Relación entre la Ingeniería Industrial y Planeación y control de la Producción.**

La relación directa que mantienen estos dos conceptos es sencilla de entender; la problemática es optimizar los sistemas de cualquier tipo, y para esto tiene que contar el analista con las herramientas necesarias para el desarrollo del estudio. La Ingeniería Industrial tiene como meta, optimizar sistemas, y la mejor manera de optimizarlos, es determinando los parámetros críticos y necesarios para su modelado y planeación.



Al planear un sistema, se aprovechan al máximo los recursos, ya que se toman en cuenta las capacidades y desempeños entregados al sistema.

De las razones expuestas, se puede concluir que la ingeniería industrial ya incluye conceptos de planeamiento y control de producción, con el objetivo de sacar provecho de los recursos disponibles.

## **2.6 FUNDAMENTOS**

### **2.6.1 Principios de Distribución en Planta**

Diseño de plantas

El diseño de plantas es una extensa fusión tomada en el origen de la empresa, los planes de finanzas, la localización de la planta, y todos los planes necesarios para los requerimientos físicos de la planta.

La diferencia entre este término y el de distribución en planta es que esta última es el planteamiento y disposición óptima de las actividades industriales.

Distribución en planta

Es el planteamiento y la integración de todas las fases de todo un proceso de fabricación y las partes que componen un producto para obtener la más efectiva y económica integración entre hombres, equipo y movimiento de materiales; partiendo desde el recibo de materias primas, pasando por la fabricación hasta el despacho de los productos terminados.

Factores de la distribución en planta

Los alcances básicos para el efectivo diseño de planta puede ser reducido a la siguiente lista:

1. Adquisición de capital:



---

El capital necesario de una compañía industrial puede ubicarse dentro de tres categorías.

- A- Obteniendo capital para el inicial establecimiento de una empresa
- B- Aumentando los fondos necesarios para cubrir los costos de operación
- C- Cambiando la estructura financiera y asegurando fondos para la expansión de la empresa.

El primer origen de capital son los ahorros personales, préstamos, ventas de acciones, ventas de inventarios, negocios con créditos, etc. Cada uno de ellos tiene seguro ventajas y desventajas que deben ser consideradas. Los ahorros personales pueden ser inadecuados como un origen de capital los prestamos pueden ser obtenidos de instituciones que están en el negocio de prestar dinero estas dan cuando encuentran que la empresa puede ser rentable.

Las ventas de acciones permiten al fundador emplear un control financiero sobre la empresa y en relación de eso emplear también un control administrativo.

## 2. Diseño de productos

Es la función principal para dar origen a una planta. La naturaleza del producto y el volumen de producción determinará el tipo de proceso que debe utilizarse.

El diseño de productos tiene 3 aspectos.

1. Diseño Conceptual.
2. Diseño Funcional
3. Diseño Operacional.

### 3. Planes de ventas para los productos

Una fase temprana en el diseño de plantas es el planeamiento de los requisitos del departamento de ventas.

Para determinar esta cantidad, el departamento de ventas tiene que realizar un estudio de mercados.

Es importante conocer el carácter de la demanda del producto así como las variaciones que puedan existir en las ventas.

### 4. Determinación del proceso de producción

Los aspectos cuantitativos en la planeación de los procesos de producción son discutidos en la ingeniería económica. Algunos de estos problemas típicos económicos pueden ser:

- a. Determinación del tipo específico de la máquina herramienta que puede ser usada para ejecutar una operación dada.
- b. Determinación del tipo óptimo de materia prima que mejor se adapte para producir un producto dado.
- c. Determinación de la tasa de retorno en una inversión dada.

Al final el proceso seleccionado se apoyará en la tecnología y la economía.

### 5. Hacer o Comprar

Los problemas del diseño de plantas dependen también de la decisión de comprar o hacer. Obviamente no existe problema si se ha decidido comprar el producto.

Lo que un analista le interesa en este tipo de estudios es:

- a. Reducción tanto de los materiales por unidad como del costo del proceso
- b. Minimizar las inversiones al contado



## 6. Tamaño de la Planta

El problema de determinar el tamaño de una planta depende del volumen de producción total propuesta.

Un pronóstico exacto de los requerimientos de producción es esencial en la determinación del tamaño de la planta.

## 7. Rango de precio de los productos

Una decisión que deben hacer los gerentes es sobre el tipo de precio en el cual desean que su producto compita. Esta decisión influye en la calidad básica de su producto y afectara en el tipo de proceso.

## 8. Localización de la planta

El problema de seleccionar una localización para una planta ha sido considerado para muchos especialistas en la materia, ya que esta selección incluye grandes gastos de capital por lo que debe ser hecho con mucho cuidado.

## 9. Distribución de la planta

Esta incluida para indicar que el problema de distribución esta subordinado al diseño general de una empresa.

## 10. Selección del tipo de construcción

Debido que el edificio es la armazón protectora de las operaciones productivas de los elementos. El edificio, entonces, estará ligado con los procesos de producción.

## 11. Diversificación

La decisión para diversificar tiene un gran efecto para el problema de diseño de planta. Este no existe cuando los gerentes deciden no



diversificar, caso contrario la diversificación puede llevar a un complicado problema de distribución de la planta.

## 12. Crecimiento de la Organización

Esta relacionado también a la estructura de su organización una vez más los objetivos generales de la empresa son claramente definidos así como los objetivos de las varias subdivisiones deben también ser notoriamente identificados.

### **Alcances de la distribución en planta**

El objetivo principal es el de planear la disposición de las actividades y el personal para que un proceso de fabricación se pueda llevar a cabo, tanto de una manera efectiva como posible.

El completo alcance de un trabajo de distribución en planta podría incluir un estudio cuidadoso de lo siguiente:

1. Facilidades externas de transporte
2. Operaciones de recibo
3. Actividades de producción
4. Operaciones de servicios de auxiliares
5. Control de calidad y áreas de inscripción
6. Operaciones de empaque
7. Operaciones de despacho y carga.
8. Operaciones de almacenamiento

### **Importancia de la distribución en planta**

La importancia de la distribución de planta para la eficiente operación de una empresa no necesita ser enfatizante. Se puede reconocer que el flujo de materiales representa la parte principal de las actividades de la producción.



---

Quizás el concepto puede ser resumido en lo siguiente:

1. Un plan eficiente para el flujo de materiales
2. El modelo de flujo de materiales llega a ser la base para una efectiva disposición de las actividades físicas.
3. El manejo de materiales convierte al modelo estadístico de flujo en una dinámica real por proveer los medios por los cuales los materiales originan o permiten el flujo.
4. La disposición efectiva de las actividades, podría resultar en una operación eficiente de los procesos relacionados.
5. La eficiente operación de los procesos debe de causar un costo mínimo de producción.
6. El costo mínimo de producción causa utilidades máximas.

### **Objetivos de la distribución en planta.**

1. Reducción del riesgo de salud y aumento de la seguridad de los trabajadores
2. Elevar la moral y la satisfacción del obrero.
3. Incremento de la producción.
4. Disminución de los retrasos de producción.
5. Ahorro del área ocupada
6. Reducción del manejo de materiales
7. Mayor utilización de maquinaria, mano de obra y/o de los servicios.
8. Reducción del material en proceso.
9. Acortamiento del tiempo de fabricación
10. Reducción del trabajo administrativo, del trabajo indirecto en general.
11. Supervisión más eficiente
12. Disminución de la congestión y confusión



13. Disminución de riesgo para el material o calidad
14. Mayor factibilidad de ajuste en los cambios de condiciones

### **Principios de la distribución en planta**

1. Principios de la integración de conjuntos

Está referido a la eficiente integración de los hombres, los materiales, la maquinaria y las actividades auxiliares.

2. Principio de la mínima distancia recorrida

A igualdad de condiciones, es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material entre las operaciones sea la mas corta.

3. Principio de la circulación

En igualdad de condiciones, es mejor aquella distribución que ordena las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso están en el mismo orden o secuencia en que se transforma, tratan o montan los materiales.

4. Principio de espacio cúbico

La economía se obtiene utilizando un modo efectivo sobre el espacio disponible tanto vertical como horizontal.

5. Principio de la satisfacción y seguridad

En condiciones semejantes será siempre más efectiva la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los trabajadores.

6. Principio de flexibilidad

Será siempre más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costos o inconvenientes.



---

## Tipos de problemas de distribución en plantas

### a) Cambio en el diseño.

Frecuentemente este cambio esta afectando directamente al proceso o a las operaciones. Puede requerir solamente operaciones pequeñas en la distribución o puede resultar una gran redistribución.

### b) Alargar un departamento.

Este problema envuelve solamente la adición de unas pocas maquinas.

### c) Agregando un nuevo producto

Si el producto es similar a los productos que están siendo fabricados, el problema principal será alargar un departamento. Pero si el producto nuevo es diferente al fabricado entonces el equipo actual puede ser utilizado agregando unas pocas maquinas mas y así solucionar dicho problema.

### d) Reducción de un departamento.

Esta referido a la disminución de unas pocas máquinas.

### e) Trasladando un departamento.

Si la distribución es satisfactoria, es solamente necesario cambiar a un nuevo local, si no es satisfactoria se presentará la oportunidad de corregir los errores anteriores.

### f) Agregar un nuevo departamento.

Puede surgir de un deseo de consolidar o de la necesidad de establecer un departamento para hacer un trabajo que nunca antes se había desarrollado en la planta.



g) Sustituyendo equipo obsoleto.

Este puede requerir equipo adyacente para proveer espacio adicional.

h) Cambios en los métodos de producción

Es un pequeño cambio en un simple lugar de trabajo.

i) Reducción de costos

Este podría ser la causa o el resultado de cualquiera de los problemas antes mencionados.

j) Planeando una nueva planta

Este es el problema más grande de la distribución en planta ya que el ingeniero no está limitado por restricciones de actividades ya existentes.

## **2.6.2 Principios de Investigación de Operaciones**

La Simulación:

En la realidad surgen situaciones donde llega a ser muy complicado modelar un problema matemáticamente, o aun si pueden construirse modelos matemáticos (razonablemente aproximados), las técnicas disponibles pueden no ser adecuadas para resolver los modelos resultantes. En tales casos sería necesario recurrir a otros medios para analizar el sistema. Aquí es donde la simulación comprueba su utilidad.

En el sentido general, la simulación trata con el estudio de sistemas (dinámicos) en el tiempo. Inventarios, colas, programación y pronósticos sirven como buenos ejemplos. Los modelos de simulación se diseñan para muestrear las características del sistema que representan observando el sistema de tiempo y parecido a observar un sistema real, pero con la ventaja de que el analista está controlando el sistema simulando en vez de ser controlado por él. Esto significa que el analista puede experimentar



con un sistema y estudiar su funcionamiento mientras que cambia sus parámetros y reglas de decisión según su voluntad. Otra ventaja importante es que el tiempo o lapso real en el cual se simula el sistema en estudio puede comprimirse de manera que su funcionamiento en un año pueda examinarse en minutos en la computadora digital.

La simulación es quizás la herramienta más versátil para tratar con los sistemas complicados. Posee flexibilidad, la cual parte de la sencillez de construir un modelo de simulación. Esta versatilidad se acentúa particularmente con el poder de la computadora, que es el principal mecanismo de cómputo para procesar un modelo de simulación. Realmente en la ausencia de la computadora, la simulación dejaría de ser de valor práctico.

Aunque la simulación tiene versatilidad y flexibilidad, es experimental en naturaleza en el sentido de que el procesamiento de una "corrida" de simulación puede considerarse como una observación o una muestra en un experimento estadístico. Esto naturalmente da lugar a los problemas de diseñar el experimento (simulación), recolectar observaciones en una forma compatible con los análisis estadísticos apropiados e implantar las pruebas adecuadas para examinar la significancia de los resultados de simulación. En otras condiciones el diseño de un experimento estadístico puede no ser complicado; pero en la simulación el trabajo se complica por varios factores inherentes en los modelos de simulación.

Existen tres tipos generales de simulación:

1. Modelo analógico
2. Modelo continuo
3. Modelo discreto



El modelo analógico reemplaza al sistema original (físico) por un análogo que es más fácil de manipular. Un ejemplo típico es la representación de un sistema mecánico con un sistema eléctrico equivalente, donde el último es más simple de modificar. A diferencia del modelo analógico, las simulaciones tanto continua como discreta son, básicamente modelos matemáticos. Los modelos continuos representan el sistema que experimenta cambios uniformes en sus características en el tiempo. El objetivo del modelo es graficar las variaciones simultaneas (continuas) de las diferentes características con el tiempo. Por Ejemplo, en un sistema de inventarios, la producción podría incluir cambios en el tiempo del nivel de inventario, venta, demanda no surtida y pedidos pendientes. En los modelos discretos se simula un sistema observándolo únicamente en puntos seleccionados en el tiempo. Estos puntos coinciden con la ocurrencia de ciertos eventos que son cruciales para efectuar cambios en el funcionamiento del sistema. El tipo más común de simulación es el modelo discreto.

### **2.6.3 Principios de Contabilidad y Costos**

#### **CONCEPTO DE INVENTARIO**

De acuerdo con el Boletín C-4 de la Comisión de Principios de Contabilidad del Instituto Mexicano de Contadores Públicos el rubro de Inventarios lo constituyen los bienes de una empresa destinados a la venta o a la producción para su posterior venta, como materia prima, producción en proceso, artículos terminados y otros materiales que se utilicen en el empaque, envase de mercancía o las refacciones para mantenimiento que se consuman en el ciclo normal de operaciones.

#### **SISTEMAS Y MÉTODOS DE INVENTARIOS**

Al mantener la cuenta de inventario en el Balance General, es necesario considerar tres aspectos importantes para tal propósito:



---

## **Métodos de Valuación**

Por lo general, los precios sufren variaciones en cada compra de mercancías que se hace durante el periodo contable. El objetivo de los métodos de valuación es determinar el costo de las mercancías vendidas y el costo de las mercancías disponibles al terminar el periodo. Se debe seleccionar aquel que brinde al negocio la mejor forma de medir la utilidad neta del periodo y el que sea más apropiado a los efectos fiscales.

## **VALUACIÓN DEL INVENTARIO**

Cuando se compran mercancías con el fin de volverlas a vender, la compra se registra al costo, menos el importe de cualquier descuento por pronto pago recibido. El costo de la mercancía incluye los gastos de fletes pagados por el comprador, los seguros amparando las mercancías en tránsito o el periodo de almacenamiento y, además, los impuestos.

Aun cuando la compra inicial de mercancías se registre a su precio de costo, existen varios métodos mediante los cuales el contador puede valorar las mercancías no vendidas, al terminar el periodo contable. La selección del método es importante, debido a que el valor del inventario final afecta al costo de las mercancías vendidas y a la utilidad neta que aparecen en el Estado de Resultados, así como al inventario final que se presenta como un activo en el Balance General.

Como se mencionó anteriormente, son cuatro los métodos que más se usan para valuar los inventarios finales: el del costo específico; el de primeras entradas, primeras salidas (PEPS); el de últimas entradas, primeras salidas (UEPS) y el del promedio ponderado, todos los cuales se estudian a continuación.

### **Costo específico.**



El método del costo específico para valuar inventarios requiere que se lleve un registro detallado de la información relacionada con cada operación de compra, con el fin de que puedan identificarse las facturas específicas a que corresponden las mercancías disponibles, al final del periodo. A cada compra se le puede asignar un número especial, o a los productos de un pedido específico se les puede poner una tarjeta, de modo que al momento de la venta sea disponible determinar la factura a la que corresponde el artículo vendido. En esta forma puede conocerse a qué facturas corresponden las mercancías disponibles y puede calcularse el costo real con base en dichas facturas. El método del costo específico es el mejor para las compañías que compran productos que pueden identificarse con facilidad mediante un número especial de serie o modelo, o bien, para compañías que manejan un número limitado de mercancías.

Este método no es práctico para grandes organizaciones que compren cantidades importantes de mercancías durante el periodo contable, debido al trabajo que representa identificarlas y llevar los registros de costos. A pesar de que se obtiene una medida exacta del costo de las mercancías vendidas en el periodo contable, mediante el método del costo específico, éste rara vez se utiliza debido a la dificultad para identificar los productos y el alto costo que representa llevar registros detallados.

En el método de primeras entradas, primeras salidas o método PEPS de Primeras inventarios, se supone que las primeras mercancías compradas son las entradas, primeras que se venden. Por tanto, las mercancías en existencia al final del primer periodo serán las últimas, es decir, las de compra más reciente, valoradas al salidas precio actual o al último precio de compra.

El método ponderado para valuación de inventarios reconoce que los precios varían, según se van comprando mercancías, durante el periodo fiscal. Por tanto, de acuerdo con este método, las unidades del inventario final serán valoradas al costo promedio por unidad de las existencias disponibles durante



---

todo el año fiscal. Antes de calcular el valor del inventario final mediante el método del promedio ponderado, se tiene que determinar

En el método de últimas entradas, primeras salidas, o método UEPS de valuación de inventarios, se supone que las últimas mercancías compradas son las primeras que se venden. Las mercancías que se encuentran sin venderse al final del periodo representan las que se encontraban en existencia en el inventario inicial o los primeros productos comprados. Cuando se utiliza el método UEPS para valuación de inventarios, se supone que los primeros artículos comprados son los últimos que se venden: por tanto, el inventario final debe valuarse según el primer precio de compra o el más antiguo.

El método ponderado para valuación de inventarios reconoce que los precios varían, según se van comprando mercancías, durante el periodo fiscal. Por tanto, de acuerdo con este método, las unidades del inventario final serán valoradas al costo promedio por unidad de las existencias disponibles durante todo el año fiscal. Antes de calcular el valor del inventario final mediante el método del promedio ponderado, se tiene que determinar

En el método de últimas entradas, primeras salidas, o método UEPS de valuación de inventarios, se supone que las últimas mercancías compradas son las primeras que se venden. Las mercancías que se encuentran sin venderse al final del periodo representan las que se encontraban en existencia en el inventario inicial o los primeros productos comprados. Cuando se utiliza el método UEPS para valuación de inventarios, se supone que los primeros artículos comprados son los últimos que se venden: por tanto, el inventario final debe valuarse según el primer precio de compra o el más antiguo.

La comparación de los cuatro métodos de valuación arroja evidencia en el sentido de que el método de últimas entradas, primeras salidas (UEPS) es más conveniente en épocas en que los precios presentan una tendencia continua a la alza. En estas circunstancias, el método UEPS reporta el costo de ventas a los



---

valores más recientes, obteniéndose como consiguiente una utilidad menor y un menor pago de impuestos.

Cualquiera de los cuatro métodos propuestos constituyen prácticas contables aceptables, tanto para propósitos financieros como para propósitos fiscales.



---

## CAPITULO III PROPUESTA DE SOLUCIÓN

### ***3.1 APLICACIÓN DE VISUAL MANUFACTURING EN INGENIERÍA INDUSTRIAL.***

VISUAL Manufacturing es un sistema avanzado en sistemas de programación y control de manufactura. VISUAL Manufacturing es un sistema de información, integrado, sofisticado y amplio, diseñado para ayudar en la ejecución de cada proceso de su empresa. De acuerdo a estas características, se clasifica como un **sistema de simulación y modelado** en la parte de producción, para el control de los recursos de los que se disponen en la empresa. Dado que las prácticas manufactureras y empresariales son muy particulares, VISUAL Manufacturing se ha diseñado para ser muy flexible. Nunca se intentaría manufacturar un producto completamente nuevo, comprando una máquina en un día, los materiales al siguiente e iniciar la producción al tercer día. En forma similar, no se tendrá éxito al intentar instalar VISUAL Manufacturing, poblar la base de datos y utilizar el producto sin un entendimiento de todas sus capacidades, de las decisiones que deben tomarse y del impacto que estas causarán. Existen muchas formas para configurar la base de datos; si se falla al tomar en cuenta la advertencia anterior podría resultar en un gasto de una gran cantidad de tiempo y esfuerzo en la preparación del sistema, al realizarlo en una forma inapropiada para una empresa.

Todas estas características son aprovechadas, para la aplicación del software a los distintos tópicos que sobresalen en la ingeniería industrial.

El sistema es útil, para ejecutar una planeación, no solo, de producción, sino de toda una organización, que es lo que mejor hace, un ingeniero industrial, así que Visual Manufacturing, termina siendo, una herramienta poderosa para el Ingeniero, y que pueda hacer análisis completos de organizaciones y sus distintos departamentos involucrados. La optimización de recursos de producción



---

es uno de los fuertes de Visual Manufacturing, ya que ordena la producción, tomando en cuenta inventarios, disponibilidad de recursos (maquinaria y mano de obra), así como los tiempos de entrega solicitados por los clientes.

Una de las características de Visual Manufacturing, es que permite efectuar corridas de Materiales y Producción, para determinar cual es la mejor opción a tomar, logrando esto, con el software de modelado y simulación que contiene.

### **3.2 PROPUESTA PARA LA EVALUACIÓN.**

La propuesta para la realización de los laboratorios de Visual Manufacturing esta dividida en los siguientes puntos:

1. Evaluación previa (examen prelaboratorio), a la ejecución de la práctica.
2. Desarrollo de la guía de laboratorio.
3. Investigación complementaria.
4. Resolución de ejercicios prácticos propuestos.

Fuentes de Consulta necesarias para el desarrollo de laboratorios:

Guías de Laboratorio de Visual Manufacturing.

Manual Operativo de Consulta para el instructor.

#### **3.2.1 Evaluación previa.**

La evaluación previa, constara de exámenes prelaboratorio, los cuales estarán diseñados de manera, que se puedan evaluar rápidamente los conceptos mínimos que el alumno tiene que saber, antes de realizar la práctica de laboratorio.



---

### **3.2.2 Estructura de Guía de laboratorio.**

Todo material didáctico, debe estar formado por una estructura, la cual, de manera lógica y didáctica, pueda transmitir los conocimientos, que se pretende enseñar al alumno. A continuación se detalla la estructura de las guías de laboratorio propuesta:

#### **Encabezado**

Estará formado por el título de la guía a desarrollar, por los nombres de los responsables de impartir, tanto la teoría como la práctica.

#### **I. Objetivo General**

Objetivo principal, que se pretende lograr al llevar a cabo la sesión de laboratorio en su totalidad.

#### **II. Objetivos Específicos**

Distintos puntos importantes que se intenta cubrir y dejar claro en el alumno, a medida que éste va desarrollando la práctica de laboratorio.

#### **III. Introducción Teórica**

Apoyo a las prácticas, el cual contendrá diferentes tópicos que contribuyen al entendimiento de conceptos desarrollados a lo largo de la práctica.

#### **IV. Materiales y Equipo**

Listado de Herramientas necesarias para ejecutar la práctica de manera óptima.



---

## **V. Procedimiento**

Conjunto de explicaciones y listado de instrucciones a seguir, ordenados de manera lógica, con el objetivo de que el usuario asimile los conceptos.

El procedimiento que se seguirá para la realización de las sesiones es el siguiente:

1. Planteamiento de una problemática (generalmente un ejercicio práctico a resolver).
2. Explicación de cada etapa del ejercicio práctico a trabajar.
3. Secuencia de pasos a seguir, para ir completando cada etapa.

## **VI. Investigación Complementaria.**

Tareas recomendadas, que sirven como refuerzo a la práctica realizada.

## **VII. Ejercicios a resolver.**

Tareas recomendadas, que sirven como refuerzo a la práctica realizada.

## **VIII. Bibliografía**

Fuentes consultadas, para la realización de la guía de laboratorio.

### **3.2.3 Investigación Complementaria y Ejercicios Prácticos Propuestos.**

Para que el material didáctico sea aprovechado de mejor manera, es preciso que se refuerce los conocimientos vistos en la práctica, con una investigación de complemento y resolución de problemas. Pero una limitante para esto, es el factor tiempo, ya que no hay cupo para todo el curso al que se le



imparte el laboratorio, por falta de licencias de Software para trabajo en mas computadoras. Para eliminar este problema, se recomienda agregar dos horas mas por semana para cada grupo de laboratorio; estas horas serán sin asistencia de instructor, y le brindaran al alumno el tiempo que le falta, para resolver problemas que se detallan en las investigaciones complementarias.

### **3.2.4 Manual Operativo de Consulta para Instructor.**

El manual Operativo de Consulta, contendrá la información necesaria para que el usuario, se pueda ambientar de manera fácil y efectiva al sistema. Agregado a esto, el instructor también contará con todos los exámenes previos a las prácticas, así como los diferentes ejercicios resueltos que se piden en la investigación complementaria.

### **3.3 PROPUESTA DEL PERFIL DEL INSTRUCTOR.**

Para que los laboratorios propuestos sean impartidos de forma óptima se requiere que la persona comprometida de la ejecución cumpla con los requisitos siguientes:

- Nivel académico: Noveno ciclo de Ingeniería Industrial.
- Experiencia: Instructorías de laboratorios a grupos entre 15 y 20 personas.
- Cualidades: Responsable.

### **3.4 PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN TEÓRICA DE ASIGNATURAS.**

- **PROGRAMA DE ASIGNATURA**
- **PLANIFICACIÓN DOCENTE**



- **PLAN DE CLASE SEMANAL PARA LAS ASIGNATURAS:**
  - **PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN.**
  - **CONTABILIDAD Y COSTOS.**

**GENERALIDADES PLAN DE ESTUDIOS DE LA ASIGNATURA  
PLANEACIÓN Y CONTROL DE LAS OPERACIONES**

No de Orden: 41	ASIGNATURA	Duración del ciclo/sem: 16
Código: PCO161	<b>PLANEACIÓN Y CONTROL DE LAS OPERACIONES</b>	Duración de Hora Clase: 50 minutos
HTS = 3 HPS = 2		No Horas Ciclo: 80
CICLO I AÑO V		Unidades Valorativas: 4
	Prerrequisito: ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS/ DISEÑO DE PLANTAS Y SISTEMAS	

**A. DESCRIPCION**

Esta asignatura estudia los métodos y técnicas para planificar la producción. Incluye la planeación y requerimiento de materia prima, mano de obra, y suministros energéticos para la producción. Estudia la organización y funcionamiento de industrias, haciendo énfasis en las industrias de nuestra región. Se analizan las interrelaciones entre pronósticos de ventas, planeación de producción, y niveles de inventarios de materias primas y productos terminados. Se enseña a controlar las operaciones por medio de indicadores claves.

**B. OBJETIVOS.**

Que el estudiante pueda:

1. Comprender la importancia de la planeación y control de la producción.
2. Conocer el funcionamiento operativo de las empresas.



3. Aprender las técnicas de planeación y control de la producción.
4. Que el estudiante conozca la interrelación de la planeación de la producción con otras actividades de la industria.
5. Reducir costos a través de una buena planificación.
6. Poder medir y controlar las variables que afectan la producción.
7. Hacer un mejor uso de los recursos materiales y humanos en las operaciones de producción.

## **C. CONTENIDO**

### **UNIDAD I: INTRODUCCION A SISTEMAS DE PRODUCCION.**

1. Importancia de la función producción en la empresa.
2. La producción y los sistemas de producción.
3. Principales industrias de la región. Tendencias de producción industrial.
4. planeación, Análisis y control de los sistemas de producción.
5. Ciclo de vida de los productos. Diseño de productos y servicios.
6. Análisis del Valor de un bien.

### **UNIDAD II: ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DE LOS DEPARTAMENTOS DE PRODUCCION.**

1. Funciones gerenciales.
2. Teoría de Dirección. Teoría de sistemas.
3. Labores básicas de planificación.

### **UNIDAD III: DEFINICION DEL PROCESO DE PLANIFICACION.**

1. Pronostico.
2. Planificación a corto plazo.
3. Planificación a largo plazo.
4. Plan Maestro de Producción.
5. Programa de Producción.



---

#### **UNIDAD IV: ANALISIS SITUACIONALES**

1. Análisis de inversiones de capital.
2. Análisis de capacidad de producción y requerimiento de equipo.
3. Análisis de requerimientos de materiales y MRP.
4. Análisis de requerimiento de mano de obra.
5. Análisis de riesgos.

#### **UNIDAD V: PRESUPUESTOS.**

1. Desarrollo de presupuestos operacionales anuales.
2. Desarrollo de presupuesto de capital.

#### **UNIDAD V: ORDENES DE PRODUCCION.**

1. Estudio de balance de línea.
2. Estudio de balance de Materias Primas.
3. Calculo de perdidas por mala calidad.

#### **UNIDAD VI: CONTROL DE LA PRODUCCION.**

4. Elementos de control.
5. Diseño de sistemas de control.
6. Áreas de control en el sistema productivo.

#### **D. ESTRATEGIA METODOLOGICA:**

- |                            |     |
|----------------------------|-----|
| 1. Exposiciones didácticas | 40% |
| 2. Clases demostrativas    | 20% |
| 3. Discusiones             | 10% |
| 4. Investigación           | 10% |
| 5. Trabajo en equipo       | 10% |
| 6. Visita Técnica          | 10% |



---

## E. BIBLIOGRAFIA.

SCHROEDER, R.

*Administración de Operaciones, Toma de decisiones en función de operaciones.* McGraw Hill, México, 1996 (2 ejemplares)

SILVER, E. PETERSON, R.

*Sistemas de Decisión para Manejo de Inventarios y Planeamiento de la Producción,* Prentice-Hall, México 1985, (1 ejemplar)

LOCKYER, KEITH

*La Producción Industrial. Su Administración.* Alfa Omega, México, 1995.  
(3 ejemplares)

SIPPER AND BULFIN

*Planeación y Control de la Producción,* McGraw Hill, México 1998. (3 ejemplares)

Guías Visual Manufacturing.



## GENERALIDADES PLAN DE ESTUDIOS CONTABILIDAD Y COSTOS.

No de Orden: 38	ASIGNATURA	Duración del ciclo/sem: 16
Código: CYC321	<b>CONTABILIDAD Y COSTOS PARA INGENIEROS</b>	Duración de Hora Clase: 50 minutos
HTS = 4 HPS = 0		No Horas Ciclo: 64
CICLO II AÑO IV		Prerrequisito: INGENIERIA ECONOMICA

### A. DESCRIPCION

La asignatura comprende una introducción a la Contabilidad General, el registro de transacciones, aplicación de asientos de ajuste. Formulación de estados financieros. El Estudio y uso administrativo de los costos y otros datos económicos. Principales Sistemas de Costeo. Costos para la toma de decisiones. Diseño de Sistemas de control de costos.

### B. OBJETIVOS.

Que el estudiante pueda:

8. Comprender la importancia del registro de las transacciones comerciales de un negocio, en un Sistema de Contabilidad.
9. Conocer y aplicar el control de los costos, para la toma de decisiones, ante los problemas de ingeniería; en las operaciones de una empresa o en la formulación de proyectos.
10. Aprender sobre la formulación de los Estados Financieros, el análisis de costos y el control de estos, y su relación con las labores del ingeniero y sus resultados.

### C. CONTENIDO



---

## **UNIDAD I: INTRODUCCION A LA CONTABILIDAD GENERAL.**

7. Principios fundamentales de la Contabilidad.
8. Definición de activos y Participaciones.
9. Ingresos y Gastos. Generación del Resultado Económico en una empresa.
10. El Periodo Contable. El ciclo de la Contabilidad.
11. Registro de Transacciones Comerciales.
12. La cuenta. El Catalogo de Cuentas.
13. Realización de asientos en cuentas. Debito y Crédito.
14. Sistema Contable. Libros de Contabilidad.

## **UNIDAD II: ESTADOS FINANCIEROS.**

4. Hoja de trabajo. Asientos de Ajuste.
5. Hoja de trabajo. El Balance de Comprobación.
6. Formulación de Estados Financieros.
7. El Balance General. El Estado de Resultados.

## **UNIDAD III: CONTABILIDAD DE COSTOS.**

6. Introducción a la Contabilidad de Costos.
7. El Costo. Clasificaciones Principales.
8. Costo Directo e Indirecto. Costo Fijo y Variable.
9. El Costo de Producción. Elementos principales.
10. Sistemas de Costeo.

## **UNIDAD IV: COSTO DE PRODUCCION.**

6. Costo de materiales e insumos. Contabilidad y Control.
7. Costo de mano de obra. Contabilidad y Control.
8. Costos Generales de Fabricación. Contabilidad y Control.

## **UNIDAD IV: SISTEMAS DE COSTEO.**



3. Costeo por Órdenes de Fabricación, Lote o Pedido. Estructura y funcionamiento.
4. Costeo por Procesos, Departamento o Actividad. Estructura y Funcionamiento.
5. Costeo Predeterminado. Costeo Standard. Análisis de Variaciones.

#### **UNIDAD V: GESTION CONTABLE.**

7. Costos para la toma de decisiones.
8. Control de Costos. La Presupuestación.
9. Diseño de Sistemas de Control de Costos.

#### **D. ESTRATEGIA METODOLOGICA:**

1. Exposiciones didácticas 50%
2. Clases demostrativas 20%
3. Discusión de casos 10%
4. Investigación 10%
5. Trabajo en equipo 10%

#### **E. BIBLIOGRAFIA.**

LOPEZ ROMERO, J.

*Principios de Contabilidad*, McGraw Hill, México, 1997 (3 ejemplares)

TORRES, A.

*Contabilidad de Costos. Análisis para la toma de decisiones*. McGraw Hill, México, 1996 (2 ejemplares)

DEARDEN, J.

*Elementos de Contabilidad de Costos Industriales Programada*, Fondo Educativo Interamericano, México, 1985 (1 ejemplar)



---

### **3.5 PROPUESTA DE CONTENIDO EN GUÍAS DE LABORATORIO.**

Los tópicos a desarrollar en la asignatura de Planeación y Control de la producción donde el sistema Visual Manufacturing aplica son los siguientes:

Guías de Laboratorio para la Materia Planeación y Control de la Producción

- Guía No 1    Introducción a Visual Manufacturing
- Guía No 2    Definición de Artículos y Recursos de Planta
- Guía No 3    Aplicación de la ventana de Manufactura.
- Guía No 4    Programación de Producción.
- Guía No 5    MRP
- Guía No 6    Clientes, Pedidos y Despachos

El ciclo de estudios, en el que se imparte la asignatura, consta de 17 semanas, de las cuales, 1 semana, es la de inicio de clases, 3 semanas para parciales. Esto deja un total de 13 semanas efectivas dentro del ciclo, que es igual a 12 horas por grupo de laboratorio, para poder impartir la práctica de Visual Manufacturing. El grupo de Planeación y Control de la producción, se divide en 2 grupos prácticos, así que, se cuenta solamente con 6 semanas para impartir las prácticas, ya que son 2 semanas para llevar a cabo 1 práctica con el grupo completo de alumnos. A partir de esto se definen 6 guías de laboratorio, que incluyan los temas expuestos en el literal anterior.

Los tópicos propuestos, para ser cubiertos en la asignatura de Contabilidad y Costos son los siguientes:

Guías de Laboratorio para la Materia Contabilidad y Costos

- Guía No 1    Introducción a Visual Manufacturing
- Guía No 2    Costeo de Manufactura en Visual Manufacturing



### ***3.6 PROPUESTA DE PLAN DE DESARROLLO DE LAS CLASES Y PRÁCTICAS.***

Calendarización de Actividades en Ciclo Normal en las asignaturas:

- Planeación y Control de la Producción .
- Contabilidad y Costos.

## Calendarización propuesta para Planeación y Control de la producción.

PLANIFICACIÓN DOCENTE / UNIVERSIDAD DON BOSCO

FACULTAD: INGENIERIA
ESCUELA: INDUSTRIAL

GRUPO: UNICO
CICLO: 01/2003

ASIGNATURA: PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN	HORARIO DE CLASES Y/O LABORATORIO: Martes y Viernes (6-8 pm)
PROFESOR:	CONTACTO CON EL DOCENTE:

**DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA:** Estudio de métodos y Técnicas para la planificación de la producción, planeación de requerimientos de materia prima, mano de obra y suministros energéticos relacionados con el proceso productivo. Conocimiento de los instrumentos de control para las operaciones productivas.

UNIDADES	FECHAS (Semanas)	OBJETIVOS POR UNIDAD	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	ASIGNACIONES	FUENTES DE CONSULTA	
I INTRODUCCIÓN A SISTEMAS DE PRODUCCIÓN.	1a-Ene	Comprender los diferentes rubros y áreas de la organización, que intervienen en la planeación y control de la producción.	Generalidades de la Asignatura. Principales Industrias de la Región.	Clase Expositiva	Tarea Ex-aula	Administración de operaciones Roger Schroeder Editorial Mc Graw Hill	
	2a-Ene		Tendencias de la Producción Industrial.				
	3a-Ene		Elementos que Integran la Admón. De la Producción. Estructura Organizativa de los Dptos. De producción.	Laboratorio	Reporte de Práctica	Planeación y Control de la Producción Daniel Sipper/Robert L. Bulfin Jr. Editorial Mc. Graw Hill	
	4a-Ene		1a. Práctica de Laboratorio.			Guía No1 de Visual Manufacturing	
II DEFINICIÓN DE PROCESO, PLANIFICACIÓN Y ANALISIS SITUACIONAL.	4a-Ene	Aprender las técnicas y métodos utilizados para la planeación de la producción y los instrumentos de control asociados.	Elementos que Integran el Proceso de Planificación. Planificación a Corto Plazo - Programas de Producción.	Clase Expositiva	Reporte de Práctica	Planeamiento de Manufactura y Sistemas de Control. Thomas E. Vollman	
	1a-Feb		Planificación a Largo Plazo - Control del Avance del Plan.	Clase Expositiva Discusión de Problemas			
	2a-Feb		2a. Práctica de Laboratorio. Análisis de Inversiones de Capital.	Laboratorio Clase Expositiva		Guía No2 de Visual Manufacturing	
	3a-Feb		Análisis de Requerimientos de Materiales MRP. Ordenes de Compra.	Discusión de Problemas		Investigación de Campo	Planeación y Control de la Producción Daniel Sipper/Robert L. Bulfin Jr. Editorial Mc. Graw Hill
	4a-Feb		Primer Examen Parcial 3a. Práctica de Laboratorio.	Examen Escrito Laboratorio		Reporte de Práctica	Guía No3 de Visual Manufacturing

## Calendarización propuesta para Planeación y Control de la producción.

UNIDADES	FECHAS	OBJETIVOS POR UNIDAD	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	ASIGNACIONES	FUENTES DE CONSULTA
II (Continuación)	4a-Feb		Análisis de requerimientos de Mano de Obra.	Clase Expositiva	Tarea Ex-aula	Administración de operaciones Roger Schroeder Editorial Mc Graw Hill
	1a-Mar		Programación Global de la Producción.	Laboratorio	Reporte de Práctica	Guía No4 de Visual Manufacturing
	2a-Mar		4a. Práctica de Laboratorio.  Despachos, Control de inventarios de Producto Terminado.	Clase Expositiva		
III PRESUPUESTOS	3a-Mar	Comprender la importancia de la Presupuestación en el proceso productivo.	Desarrollo de Presupuestos. Operaciones Anuales.	Clase Expositiva	Investigación Bibliográfica	Planeación y Control de la Producción Daniel Sipper/Robert L. Bulfin Jr. Editorial Mc. Graw Hill
	1a-Abr		Segundo Examen Parcial Desarrollo de Presupuestos de Recursos Productivos	Examen Escrito Clase Expositiva		
	2a-Abr		5a. Práctica de Laboratorio.	Laboratorio	Reporte de Práctica	
IV ORDENES DE PRODUCCIÓN	3a-Abr	Maximizar el uso de los recursos materiales y humanos en las operaciones de producción.	Balance de Línea.	Clase Expositiva	Tarea Ex-aula	Administración de operaciones Roger Schroeder Editorial Mc Graw Hill  Guía No6 de Visual Manufacturing
	4a-Abr		Balance de Materiales en proceso. 6a. Práctica de Laboratorio. Calculo de Perdidas por Mala Calidad.	Laboratorio	Reporte de Práctica	
	1a-May		Control de Inventarios en Bodega y Despacho.	Clase Expositiva		
	2a-May		Presentación de Trabajo. Práctico Final Tercer Examen Parcial	Trabajo Práctico Examen Escrito	Repote de Trabajo Final	

### EVALUACIÓN

Área de Evaluación	Parcial I	Parcial II	Parcial III
Teoría 60%	Examen Escrito (20%)	Examen Escrito (20%)	Examen Escrito (20%)
Práctica 40%	Laboratorios Exámenes Previos (20%)	Laboratorios Exámenes Previos (20%)	Laboratorios Exámenes Previos (20%)
	Tareas Ex-aula	Tareas Ex-aula	Tareas Ex-aula
	Discusiones de Problemas	Discusiones de Problemas	Discusiones de Problemas
	Investigación Bibliográfica	Investigación Bibliográfica	Investigación Bibliográfica
	Portafolio Estudiantil	Investigación de Campo	Investigación de Campo
		Portafolio Estudiantil	Portafolio Estudiantil

### NOTA

El formato que aquí se sugiere para evaluación podrá ser modificado de acuerdo a las necesidades de la cátedra, puede suprimir esa área.

Calendarización propuesta para Planeación y Control de la producción.

## Calendarización propuesta para Planeación y Control de la producción.

### PLANIFICACIÓN DOCENTE / UNIVERSIDAD DON BOSCO

FACULTAD: INGENIERÍA					GRUPO: ÚNICO		
ESCUELA: INDUSTRIAL					CICLO: 01/2003		
ASIGNATURA: CONTABILIDAD Y COSTOS				HORARIO DE CLASES Y/O LABORATORIO: Grupo 02 Miércoles y Jueves (2-4 pm) Grupo 01 Martes y Jueves (6-8 pm)			
PROFESOR:				CONTACTO CON EL DOCENTE:			
<p><b>DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA:</b> Contabilidad y Costos comprende en una primera parte el estudio de los principios básicos, estructurales de lo que es la contabilidad financiera, el proceso de su sistema contable, los métodos de registro así como la evaluación de inventarios en la industria, en este tópico se realiza al final un ensayo de los estudios financieros, para visualizar la importancia dentro de la administración de los recursos. En una parte dos se compenetra el estudio sobre el manejo de los costos industriales, comenzando con la clasificación de los costos, determinación de los costos de producción y precios de venta, se profundiza en este tema en lo que se llama sistema de costos por ordenes, costos por proceso, costos estándar y principios sobre el costeo directo.</p>							
UNIDADES	FECHAS	OBJETIVOS POR UNIDAD	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	ASIGNACIONES	FUENTES DE CONSULTA	
I FUNDAMENTOS DE LA CONTABILIDAD FINANCIERA ESTRUCTURA Y PRINCIPIOS	4a-Jun	Describir y aprender las diferentes tipos de contabilidad, identificándolos por su estructura y principios de la contabilidad financiera y utilidad en la gestión empresarial.	Introducción a la contabilidad teórica de la empresa, tipos y formas según la estructura y tamaño de la organización.  Fundamentos de la contabilidad financiera, principios, estructura de cuentas, reglas de cargo y abono.	Clase Expositiva y Discusión.	Designación de lineamientos.	Principios de Contabilidad Capítulos I al V, Javier Romero López Editorial Mc Graw Hill	
	2a-Jul			Discusión de Problemas	Desarrollo de proyecto de investigación y aplicación de cátedra.		
II DESARROLLO DE SISTEMAS CONTABLES	3a-Jul	Entender el desarrollo de sistemas contables, el manejo de las cuentas y la construcción de estados financieros y su análisis dentro de la admón. financiera. Conocer los métodos de registro de compra y venta de mercancías así como la valuación de inventarios de compra y venta de mercancías.	Desarrollo del sistema contable proceso de flujo de efectivo en libro diario y mayor hasta llegar a la elaboración de los estados financieros.  1a. Práctica de Laboratorio.  Sistemas de registros en la compra y venta de mercancías.  Sistemas de valuación de inventarios.  <b>Primer Examen Parcial</b>	Clase Expositiva y Discusión.	Avance del Proyecto de cátedra.	Principios de Contabilidad Capítulos VI al X, Javier Romero López Editorial Mc Graw Hill	
	4a-Jul			Discusión de Problemas			Laboratorio Teórico  Laboratorio Práctico
	1a-Ago			Laboratorio Teórico			
	2a-Ago			Clase Expositiva y Discusión.			
			Discusión de Problemas	Revisión de Primer Avance de Proyecto.	Guía No1 de Visual Manufacturing Contabilidad Financiera Capítulos IV al VII, Gerardo Cantu Editorial Mc Graw Hill  Principios de Contabilidad Capítulos XI, Javier Romero López Editorial Mc Graw Hill		
			<b>Examen Escrito</b>				

Calendarización propuesta para Planeación y Control de la producción.

UNIDADES	FECHAS	OBJETIVOS POR UNIDAD	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	ASIGNACIONES	FUENTES DE CONSULTA	
III INTRODUCCIÓN A LA CONTABILIDAD DE COSTOS CLASIFICACIÓN Y APLICACIÓN	3a-Ago	Comprender la estructura de la contabilidad de costos, dominar la clasificación industrial de los costos, manejo de cuentas, así como la determinación de costos de producción y precio de ventas.	Contabilidad de costos, Introducción a costos y clasificación.	Clase Expositiva y Discusión.		Contabilidad de Costos Capítulos I y II, Aldo S. Torres. Editorial Mc Graw Hill 1997	
	4a-Ago		2a. Práctica de Laboratorio.	Discusión de Problemas Laboratorio Práctico		Guía No2 de Visual Manufacturing	
IV SISTEMAS EN EL MANEJO DE COSTOS DE LA PRODUCCIÓN	1a-Sep	Entender y manejar el flujo de las cuentas de producción en un proceso industrial. Conocer y aplicar los costos por ordenes de producción, costos por procesos productivos y costos estándar, así como los principios del costeo directo.	Manejo de cuentas de producción en los sistemas contables.	Clase Expositiva y Discusión.	Revisión de Segundo Avance de Proyecto.	Contabilidad de Costos Capítulos III, Aldo S. Torres. Editorial Mc Graw Hill 1997	
	2a-Sep		contabilidad de costos por ordenes de producción, clasificación y aplicación.	Discusión de Problemas		Laboratorio Teórico	Contabilidad de Costos Capítulos IV, V y VI, Aldo S. Torres. Editorial Mc Graw Hill 1997
	3a-Sep			<b>Segundo Examen Parcial</b>			
	4a-Sep		Contabilidad de costos por procesos, clasificación, aplicación.	<b>Examen Escrito</b>		Laboratorio Teórico	Entrega de Observaciones de Proyecto
	1a-Oct		3a. Práctica de Laboratorio.	Clase Expositiva y Discusión.			
	2a-Oct		Costos estándar, clasificación	Discusión de Problemas		Laboratorio Práctico	Entrega Final de
	3a-Oct		Costos estándar, aplicación.	Laboratorio Teórico			
		Costos estándar, sistema.	Clase Expositiva y Discusión.				
		Principios del costeo directo.					

## Calendarización propuesta para Planeación y Control de la producción.

	4a-Oct		Costeo directo aplicación. <b>Tercer Examen Parcial</b>	Discusión de Problemas Laboratorio Teórico <b>Examen Escrito</b>	Proyecto de cátedra.
--	--------	--	--	--	----------------------

### EVALUACIÓN

Parcial I 30%	Parcial II 35%	Parcial III 35%
Examen Escrito Cap. I y II (20%)	Examen Escrito Cap III y parte del IV (20%)	Examen Escrito Cap IV (20%)
Laboratorios y Discusiones 5%	Laboratorios y Discusiones 5%	Laboratorios y Discusiones 5%
Primer Avance de Proyecto 5%	Segundo Avance de Proyecto 5%	Tercer Avance y Exposición de proyecto 15%

### NOTA

El formato que aquí se sugiere para evaluación podrá ser modificado de acuerdo a las necesidades de la cátedra, puede suprimir esa área.



---

## **CAPITULO IV Manual Operativo de Visual Manufacturing**

El manual Operativo de Consulta para el instructor, está elaborado en formato HTML, el cual contendrá la información necesaria para que el usuario, se pueda ambientar de manera fácil y efectiva al sistema así como también generalidades del Software, generalidades de la asignatura Planeación y Control de la Producción, generalidades de la asignatura de Contabilidad y Costos en el área teórica con relación a visual Manufacturing. A demás contiene los laboratorios prácticos de cada una de las asignaturas, agregado a esto, el instructor contará con todos los exámenes previos a las prácticas con sus respectivas resoluciones.

La estructura que compone el manual operativo será:

### **Pagina de Inicio**

- Introducción a Visual Manufacturing
- Conceptos y Aspectos comunes de Visual Manufacturing
- Convenciones y Símbolos de Visual Manufacturing
- Implementación de Visual Manufacturing
- Ciclo de Ordenes Básico
- Resumen de Operación de Visual Manufacturing

### **Generalidades de Visual Manufacturing**

- Relación entre módulos de Visual Manufacturing

### **Generalidades de la asignatura Planeación y Control de la Producción.**

- Contenido de la asignatura
- Calendarización de la asignatura



- 
- Temas de Interés

### **Generalidades de la asignatura Contabilidad y Costos.**

- Contenido de la asignatura
- Calendarización de la asignatura
- Temas de Interés

### **Laboratorios Prácticos de Visual Manufacturing**

- Guías de laboratorio para la asignatura Planeación y Control de la producción.
- Exámenes Previos de las Prácticas de Planeación y Control de la Producción.
- Guías de Laboratorio para la Materia Contabilidad y Costos.
- Exámenes Previos de las Prácticas de Contabilidad y Costos.

### **Mapa del Sitio**

### **Links**

### **Contacto**



---

## **CAPITULO V Guías Prácticas de Laboratorio**

5.1 Guías de Laboratorio para la Materia Planeación y Control de la Producción.

### **Guía No 1 Introducción a Visual Manufacturing.**

La Guía No. 1 consta de dos ejercicios, el primero, para enseñar al alumno los diferentes parámetros que se tienen que establecer cuando se inicia una empresa en Visual Manufacturing; y el segundo ejercicio, se enfoca en mostrar al alumno la utilización del maestro de unidades, que es el que maneja todas las unidades que se utilizan para el control de artículos (en bodega y en proceso).

### **Guía No 2 Definición de Artículos y Recursos de Planta.**

La Guía No. 2 consta de dos ejercicios, el primero, define el procedimiento para crear artículos en la base de datos de Visual Manufacturing; incluye todos los parámetros para la administración óptima de los artículos (políticas de pedidos, inventario mínimo, inventario máximo, etc.). El segundo ejercicio, enseña como se crean recursos de planta en Visual Manufacturing, esta parte es importante, porque es la base de la programación de producción; ya que el buen modelado de los recursos a utilizar para la producción, permitirá que la generación de las fechas de entrega de las ordenes, sean certeras.

### **Guía No 3 Aplicación de la Ventana de Manufactura.**

La Guía No. 3 muestra al alumno la utilización de la ventana de manufactura. Se incluye en el ejercicio, procedimientos para creación de ordenes de trabajo y maestros de ingeniería. Así, el alumno aprende a modelar un proceso de producción, relacionando los siguientes elementos: recursos de planta, operaciones y materiales a transformar por los recursos y operaciones.



---

#### **Guía No 4 Programación de Producción.**

La Guía No. 4, se enfoca en la utilización de la ventana de programación de producción. Aquí se presenta un ejercicio, el cual tiene como objetivo, la generación de ordenes de trabajo, que representan los pedidos en firme a producir, luego se programa la producción, y se pueden ir haciendo cambios en el orden que se realizan las operaciones, de manera interactiva, hasta encontrar la programación que satisfaga las necesidades del cliente al menor costo.

#### **Guía No 5 Ventana de Planificación de Materiales.**

La Guía No. 5, tiene como objetivo enseñar el uso de la ventana de Planificación de Materiales, y analizar sus resultados. Dentro de los resultados se sugieren las acciones a tomar para que los materiales estén a tiempo y en las cantidades necesarias en la planta para su utilización en el proceso productivo, sin necesidad de tener inventario muerto en planta.

#### **Guía No 6 Manejo de Clientes, Cotizaciones y Pedidos.**

La Guía No. 6 esta enfocada en la administración de la base de datos de los clientes, cotizaciones y pedidos. El ejercicio muestra el procedimiento necesario para la creación de clientes, elaboración de cotizaciones y la generación de pedidos a partir de las cotizaciones.

### 5.2 Guías de Laboratorio para la Materia Contabilidad y Costos

#### **Guía No 1 Introducción a Visual Manufacturing.**

La Guía No. 1 consta de dos ejercicios, el primero, para enseñar al alumno los diferentes parámetros que se tienen que establecer cuando se inicia una empresa en Visual Manufacturing; y el segundo ejercicio, se enfoca en mostrar al alumno la utilización del maestro de unidades, que es el que maneja todas las unidades que se utilizan para el control de artículos (en bodega y en proceso).



---

## **Guía No 2 Manejo de Inventarios.**

La Guía No. 2, se enfoca en los procedimientos que se siguen para poder realizar transacciones de inventario, y muestra el impacto que estas transacciones tienen en el inventario.

## **Guía No 3 Administración de Pedidos.**

La Guía No. 6 esta enfocada en la administración de la base de datos de los clientes, cotizaciones y pedidos. El ejercicio muestra el procedimiento necesario para la creación de clientes, elaboración de cotizaciones y la generación de pedidos a partir de las cotizaciones. Uno de los puntos importantes, es que los precios cotizados pueden ser comparados contra el costo, para poder determinar las utilidades que se obtienen a diferentes precios de venta.



---

## CONCLUSIONES

El alumno será altamente beneficiado, al aplicar todo el potencial que posee, para el aprendizaje, y alcanzara niveles de competitividad mucho mayores que un alumno que no haya recibido tal enseñanza.

La Universidad contara con material desarrollado de manera profesional y formal, para la enseñanza de Visual Manufacturing en la Ingeniería Industrial.

El calendario que se establezca, tratara de aprovechar al máximo el tiempo disponible en el ciclo de estudios de la universidad, para cubrir los aspectos más relevantes del sistema.

La elaboración de las guías, será un complemento al recurso ya disponible, logrando un mejor aprovechamiento de este, al momento de que se instruya.

El manual de referencia elaborado, contara con la información necesaria para que el usuario, se pueda ambientar de manera fácil y efectiva al sistema.



---

## RECOMENDACIONES

- Para el desarrollo pleno del laboratorio, los alumnos tienen que leer con anticipación la guía práctica.
- Se debe tener una capacitación previa del instructor y el docente, por parte de la empresa representante de Lilly Software Associates, en el software Visual Manufacturing, tomando de base los recursos didácticos elaborados en este proyecto.
- Se debe contar con disponibilidad del instructor y profesor fuera de los laboratorios, para consulta sobre el desarrollo de las prácticas y las respectivas investigaciones de tarea.
- Se debe mantener un desarrollo posterior de los recursos didácticos presentados (Guías de laboratorio y Manual Operativo), como seguimiento a la enseñanza de Visual Manufacturing en la Ingeniería Industrial.
- Es necesaria una mayor facilidad en el acceso al centro de cómputo, para desarrollo de diferentes ejercicios en Visual Manufacturing.



---

## BIBLIOGRAFIA

SIPPER AND BULFIN

*Planeación y Control de la Producción*, McGraw Hill, México 1998.

SHINGO, S.

*Study of Toyota Production System from Industrial Engineering Viewpoint*, Productivity Press, Cambridge MA, 1981.

GUAJARDO CANTU, GERARDO

*Contabilidad Financiera*, McGraw Hill, México 1992.

AVOLIO DE COLS, SUSANA

Planeamiento del Proceso de Enseñanza-Aprendizaje. Ediciones Marymar S.A. Buenos aires. 1981.

BECCARIA, LUIS P. REY, PATRICIO E.

La inserción de la Informática en la Educación y sus efectos en la reconversión laboral. Instituto de Formación Docente -SEPA-. Buenos Aires. 1999.

LILLY SOFTWARE,

Lilly Software Associates Web Site, Visual Manufacturing Applications,  
[http://www.lillysoftware.com/products/visual\\_manufacturing/index.cfm](http://www.lillysoftware.com/products/visual_manufacturing/index.cfm)

VISUAL TECH, EL SALVADOR

Manual de Introducción al Visual Manufacturing, 1ª Edición, Visual Tech, año 2001.

Taha, Hamdy.

*Investigacion de Operaciones, una introduccion*, Macmillan Publishing Co. Inc. New York, 1981.



---

## GLOSARIO

**Control:** Supervisa el progreso de las actividades del plan proyectado y lo revisa a medida que ocurren.

**Costo:** Medida del uso de recursos, y se expresa en las mismas unidades usadas en ese negocio. Tiene varios significados según las situaciones, así, el costo para un cliente, es el precio con dos conceptos separados, el cual muestra el valor para la empresa más la ganancia esperada en la venta de un bien.

**Didáctica:** Ciencia auxiliar de la pedagogía que estudia los problemas metodológicos relacionados con la enseñanza.

**Ingeniería:** Profesión en la cual se aplica juiciosamente el conocimiento de las ciencias matemáticas y naturales, obtenido mediante el estudio, la experiencia y la práctica, con el fin de determinar las nuevas maneras de utilizar económicamente los materiales y las fuerzas de la naturaleza en bien de la humanidad.

**Ingeniería Industrial:** es la ingeniería que se ocupa del diseño, mejoramiento e implementación de sistemas integrados por personas, materiales, equipo y energía. Se vale de los conocimientos y posibilidades especiales de las ciencias matemáticas, físicas y sociales, junto con los principios y métodos del análisis y el diseño de ingeniería, para especificar, predecir y evaluar los resultados que se obtendrán de dichos sistemas.



---

**Inventario:** Bienes de una empresa destinados a la venta o a la producción para su producción para su posterior venta, como materia prima, producción en proceso, artículos terminados y otros materiales que se utilicen en el empaque, envase de mercancía o las refacciones para mantenimiento que se consuman en el ciclo normal de operaciones.

**Justo a Tiempo:** sistema de planeación, basado en el principio de jalar, donde el material fluye hacia adelante y la información hacia atrás, una señal de una operación a una que le precede pide la cantidad requerida de un artículo. JIT se refiere a todo el sistema, al control del flujo de materiales y a una filosofía administrativa.

**Kanban:** en japonés, kanban significa *tarjeta* o *registro visible*. En un sentido más amplio, es una señal de comunicación de un cliente (como un proceso posterior) a un productor (como un proceso anterior). Como tal, es un sistema de información manual para controlar la producción, el transporte de materiales y el inventario.

**Mercado:** Encuentro de ofertas y las demandas individuales que determinan el precio de una mercancía.

**Modelo:** es una representación de algo. Puede ser formal o informal, cualitativo o cuantitativo. Se usan para probar una alternativa, para predecir el comportamiento de un sistema, para determinar la mejor entre muchas alternativas o para explorar preguntas de "que pasa si".

**MRP:** Planeación de Requerimiento de Materiales.

**Optimizar:** Buscar la mejor manera de realizar una actividad.



---

**Pedagogía:** Arte de enseñar o educar.

**Planeación:** La Planeación es una actividad universal, y no es mas que hacer planes o elaborar un patrón o modelo completo de trabajo a realizar y suministra las bases sobre las cuales obraran las otras funciones directivas.

**Planeación de Recursos de Empresas:** el nombre busca describir la siguiente generación de sistemas MRP II. La definición del sistema incluye la funcionalidad y nuevas aplicaciones como mantenimiento, calidad, servicio de campo, apoyo de mercadotecnia y varios requerimientos tecnológicos como configuración del producto y control de cambios de ingeniería.

**Planta:** Diseño para la fabrica o formación de una cosa; instalación industrial.

**Programación:** es el compromiso en el tiempo de los recursos requeridos para realizar un proyecto o tarea.

**Pronostico:** Señal por donde se conjetura una cosa futura.

**Simulación:** Ejecución de un modelo, el cual se ha basado en parámetros medibles para la representación de un fenómeno, mediante la cual se obtienen distintos resultados, sin necesidad de correr el proceso en la realidad.

**Sistema:** Conjunto ordenado de cosas que, relacionadas entre si, contribuyen a determinado objetivo.



---

**Sistema de Producción:** cualquier actividad que produzca algo. Aquello que toma un insumo y lo transforma en una salida o producto con valor inherente.

**Teoría de Restricciones (TOC):** teoría que se concentra en las restricciones y promueve el concepto de efectividad contra eficiencia (es decir, la baja utilización de la maquina o el tiempo ocioso de la mano de obra no necesariamente son un mal). La base de la TOC es su definición de restricción: "cualquier cosa que limita un sistema para lograr un desempeño mas alto en el cumplimiento de su meta".

**Varianza:** Cantidad que mide la dispersión de los valores que recorre una variable aleatoria.