

## **Capítulo I.**

### **Antecedentes.**

## I.1. Introducción.

Actualmente los sistemas de producción son complejos y requieren administrarse. En estos tiempos existen tecnologías de administración de la capacidad de producción las cuales comprenden aquellos aspectos y herramientas que ayudan a que los sistemas sean más eficientes y se utilicen todos los recursos lo mejor posible. En este capítulo se hablará de algunos de los sistemas productivos existentes y de dichas herramientas.

## I.2. Sistemas Productivos.

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 lo transforma en una salida o producto con valor inherente.<sup>1</sup>

Un sistema de producción le otorga a un empresario o fabricante la estructura que facilita la descripción y ejecución de un proceso productivo, es decir, es la automatización de la producción en sí misma.<sup>2</sup>

Se acepta que existen tres tipos tradicionales de sistemas de producción<sup>3</sup>, que son: la producción por trabajos o bajo pedido, la producción por lotes y la producción continua, a los cuales se les puede agregar un cuarto tipo llamado tecnología de grupos.

Cada tipo de producción tiene características específicas y requieren condiciones diferentes para que sea eficaz su implantación y operación.

**Producción por trabajos o bajo pedido:** Es el utilizado por la empresa que produce solamente después de haber recibido un encargo o pedido de sus productos. Sólo después del contrato o encargo de un determinado producto, la empresa lo elabora. En primer lugar, el producto se ofrece al mercado. Cuando se recibe el pedido, el plan ofrecido para la cotización del cliente es utilizado para hacer un análisis mas detallado del trabajo que se realizará. Este análisis del trabajo involucra:

- ✓ Una lista de todos los materiales necesarios para hacer el trabajo encomendado.
- ✓ Una relación completa del trabajo a realizar, dividido en número de horas para cada tipo de trabajo especializado.

---

<sup>1</sup> Daniel Sipper, Robert L. Bulfin Jr; Planeación y Control de la Producción, McGraw-Hill, México, 1998

<sup>2</sup> Autor: Anuncios Google, Sistemas de producción, Consulta: 27/Junio/2009, en internet:  
<http://www.maquinariapro.com/sistemas/sistema-de-produccion.html>

<sup>3</sup> Sistemas de producción, Consulta: 29/Junio/2009, en internet:  
[http://pdf.rincondelvago.com/sistemas-de-produccion\\_1.html](http://pdf.rincondelvago.com/sistemas-de-produccion_1.html)

- ✓ Un plan detallado de secuencia cronológica, que indique cuando deberá trabajar cada tipo de mano de obra y cuándo cada tipo de material deberá estar disponible para poder ser utilizado.

El caso más simple de producción bajo pedido es el de taller o de la producción unitaria. Es el sistema en el cual la producción se hace por unidades o cantidades pequeña, cada producto a su tiempo lo cual se modifica a medida que se realiza el trabajo. El proceso productivo es poco automatizado y estandarizado.

Sin embargo el nivel tecnológico depende del tipo de empresa y a medida que éste aumenta, también los problemas gerenciales, a menos que la fuerza de trabajo y otros recursos se dispersen al término de cada trabajo.

**Producción por lotes:** Es el sistema de producción que usan las empresas que producen una cantidad limitada de un producto cada vez y a esa cantidad limitada se le denomina lote de producción. Estos métodos requieren que el trabajo relacionado con cualquier producto se divida en partes u operaciones, y que cada operación quede terminada para el lote completo antes de emprender la siguiente operación. Esta técnica es tal vez el tipo de producción más común, sus aplicaciones permiten cierto grado de especialización de la mano de obra, y la inversión de capital se mantiene baja, aunque es considerable la organización y la planeación que se requieren para librarse del tiempo de inactividad o pérdida de tiempo.

Es en la producción por lotes donde el departamento de control de producción puede producir los mayores beneficios, pero es también en este tipo de producción donde se encuentran las mayores dificultades para organizar el funcionamiento efectivo del departamento de control de producción.

**Producción continua:** Este sistema es el empleado por las empresas que producen un determinado producto, sin cambios, por un largo período. El ritmo de producción es acelerado y las operaciones se ejecutan sin interrupción. Como el producto es el mismo, el proceso de producción no sufre cambios seguidos y puede ser perfeccionado continuamente.

Este tipo de producción es aquel donde el contenido de trabajo del producto aumenta en forma continua. Es aquella donde el procesamiento de material es continuo y progresivo.

La operación continua significa que al término del trabajo determinado en cada operación, la unidad se pasa a la siguiente etapa de trabajo sin esperar todo el trabajo en el lote. Para que el trabajo fluya libremente los tiempos de cada operación deberán de ser de igual longitud y no debe aparecer movimiento hacia fuera de la línea de producción. Por lo tanto, la inspección deberá realizarse dentro de la línea de producción de proceso, no debiendo tomar un tiempo mayor que el de operación de la unidad. Además, como el sistema esta balanceado cualquier falla afecta no sólo a la etapa donde ocurre, sino también a las demás etapas de la línea de producción. Bajo esas circunstancias la línea se debe considerar en conjunto como una entidad aislada y no permitiéndose su descompostura en ningún punto.

Se cree a veces que la producción continua es una técnica reciente, lo cual no es cierto. En 1784 en Pensilvania, se diseñó y operó un molino de granos mecanizado; en 1804 el arsenal

británico desarrolló una línea continua con trabajadores dispuestos a lo largo de una máquina amasadora de galletas. El ejemplo más significativo de producción continua se realizó mucho más tarde en 1914-16, cuando la compañía Ford instaló una gran planta de producción en serie para fabricar el auto Modelo T.<sup>4</sup>

Por otro lado y de manera particular, tenemos una siguiente clasificación de sistemas de producción más específica que considera como base el proceso<sup>5</sup>:

**a. *Sistemas continuos.***

Los sistemas productivos de flujo continuo son aquellos en los que las instalaciones se uniforman en cuanto a las rutas y los flujos en virtud de que los insumos son homogéneos, en consecuencia puede adoptarse un conjunto homogéneo de procesos y de secuencia de procesos. Cuando la demanda se refiere a un volumen grande de un producto estandarizado, las líneas de producción están diseñadas para producir artículos en masa. La producción a gran escala de artículos estándar es características de estos sistemas.

**b. *Sistemas intermitentes.***

Las producciones intermitentes son aquellas en que las instituciones deben ser suficientemente flexibles para manejar una gran variedad de productos y tamaños. Las instalaciones de transporte entre las operaciones deben ser también flexibles para acomodarse a una gran variedad de características de los insumos y a la gran diversidad de rutas que pueden requerir estos. La producción intermitente será inevitable, cuando la demanda de un producto no es lo bastante grande para utilizar el tiempo total de la fabricación continua. En este tipo de sistema la empresa generalmente fabrica una gran variedad de productos, para la mayoría de ellos, los volúmenes de venta y consecuentemente los lotes de fabricación son pequeños en relación a la producción total. El costo total de mano de obra especializado es relativamente alto; en consecuencia los costos de producción son más altos a los de un sistema continuo.

**c. *Sistemas modulares.***

Hace posible contar con una gran variedad de productos relativamente altos y al mismo tiempo con una baja variedad de componentes. La idea básica consiste en desarrollar una serie de componentes básicos de los productos (módulos) los cuales pueden ensamblarse de tal forma que puedan producirse un gran número de productos distintos (ejemplo bolígrafos).

---

<sup>4</sup> Sistemas de producción, Consulta: 29/Junio/2009, en internet: [http://pdf.rinconelvago.com/sistemas-de-produccion\\_1.html](http://pdf.rinconelvago.com/sistemas-de-produccion_1.html)

<sup>5</sup> Instituto Tecnológico Superior de Calkiní en el Estado de Campeche. Clasificación de los sistemas de producción, Consulta: 30/Julio/2009, en internet: [www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r2627.DOC](http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r2627.DOC)

#### **d. *Sistemas por proyectos.***

La producción se realiza a través de una serie de fases; en este tipo de sistemas no existe el flujo de producto, pero si existe una secuencia de operaciones, todas las tareas u operaciones individuales que deben realizarse en una secuencia que contribuya a los objetivos finales del proyecto. Los proyectos se caracterizan por el alto costo y por la dificultad que representa la planeación y control administrativo.

También, es posible clasificar los sistemas de acuerdo con su finalidad:

**i). Primarios:** Están sujetos a factores incontrolables (agrícola y de extracción). Estos sistemas pueden operar como sistemas continuos o intermitentes, dependiendo de la demanda en el mercado. Cabe señalar que la industria del petróleo forma parte no sólo del sistema de extracción, sino también de la transformación.

**ii). Secundarios:** Son los de transformación y artesanal (Industria del vidrio, del Acero, Petroquímica, automotriz, papelera, la de alimentos, etc.). Estos sistemas funcionan como continuos e intermitentes dependiendo de las necesidades y de la demanda del mercado. La característica de la industria de la transformación es una gran división del trabajo aplicado a la producción en masa.

**iii). Terciarios:** Engloban todo el sistema productivo o de servicios.

#### ***Fases de un proceso productivo.***

Un sistema ya sea una fábrica o una empresa de servicios o agencia gubernamental, nace de una idea, pasan por una etapa de crecimiento y cambios en forma continua para hacer frente a nuevas exigencias, algunas veces desaparecen. En general, las fases de un sistema productivo se describen como sigue:

**I. Nacimiento del sistema.** Esto sucede cuando se propone una idea para producir un producto o servicio y se analizan las posibilidades de mercado, producción, capital, etc.

**II. Diseño del producto y selección del proceso.** Si se toma la decisión de producir, hay que especificar la forma final del producto y como se va hacer (maquinaria, equipo, etc.).

**III. Diseño del sistema.** Se debe de determinar los sistemas de producción, inventarios y control de calidad así como de dotar de personal, etc.

**IV. Arranque del sistema.** Es muy probable que existan problemas en la fase de arranque lo que requerirá cambios en el diseño, redistribución y ajuste de personal; una vez que está funcionando, los problemas se vuelven más cotidianos (mantenimiento, cambios para eliminar deficiencias, etc.) a esta sub-etapa se le denomina Estado Estable.

**V. Transformación o muerte.** El estado estable puede verse alterado por distintos motivos.

- ✓ Pueden entrar nuevos productos al sistema, esto puede provocar cambios importantes en los métodos de fabricación.
- ✓ Los mercados pueden cambiar e incluso desaparecer. Si estos cambios son moderados, quizá con una ligera modificación al sistema pueda continuar su ciclo de vida. Pero si el sistema no puede ajustarse a las modificaciones necesarias, entonces, en el caso extremo la empresa morirá (por liquidación o por una venta o fusión).

### ***Definición de la administración de la producción.***

Se puede definir como la administración de los recursos directos necesarios para producir los bienes y servicios que ofrece una organización<sup>6</sup>.

La administración de la producción trata con los recursos directos de producción de la empresa, las cuales pueden considerarse como las 5 P's de la Dirección de Operaciones: Personas, Plantas, Partes, Procesos y Sistemas de Planificación y Control.

1. Personas: Son la fuerza de trabajo directa e indirecta.
2. Plantas: Fábricas o ramas de servicio donde se realiza la producción.
3. Partes: Comprenden los materiales o en el caso de servicios, los suministros que pasan a través del sistema.
4. Procesos: Son los pasos necesarios para lograr la producción.
5. Sistemas de planificación y control: Son los procedimientos y la información que utiliza la gerencia para manejar el sistema.

### ***La función de la administración de operaciones.***

Consiste en planear, organizar, dirigir y controlar las actividades necesarias para proporcionar bienes y/o servicios.

En cualquier actividad de producción, la primera preocupación del gerente de producción es la de proporcionar los insumos como son materia prima, máquinas, suministros de operación, etc. Una vez que los insumos se han conjuntado, ocurre la transformación.

En esta etapa el gerente de producción debe prestar mucha atención a lo siguiente:

1. Programación cronológica de los trabajos en máquinas.
2. Asignación del personal para los distintos trabajos.
3. El control de calidad.
4. El mejoramiento de los métodos para realizar el trabajo y el manejo de materiales.

---

<sup>6</sup> Introducción a la administración de la producción. Consulta: 30/Julio/2009, en internet: [http://sistemas.itlp.edu.mx/tutoriales/produccion1/tema1\\_1.htm](http://sistemas.itlp.edu.mx/tutoriales/produccion1/tema1_1.htm)

***Objetivos de la administración de la producción.***

En el sentido más amplio es producir un bien específico, a tiempo y a un costo mínimo.

El trabajo del Administrador de Operaciones es llevar a cabo la estrategia que incremente la productividad del sistema de transformación y proporcione una ventaja competitiva.

Los factores de éxito que se consideran en una empresa son:

- ✓ Entregas competitivas
- ✓ Utilización de activos
- ✓ Calidad
- ✓ Costo
- ✓ Introducción de nuevos productos
- ✓ Sistemas empresariales
- ✓ Recursos humanos

Realizando una breve descripción de lo que consiste cada una de ellas podemos decir:

Las entregas competitivas significan que se cumplan las fechas establecidas

Utilización de activos se ha convertido en un indicador clave para evaluar el rendimiento de una compañía. La rentabilidad de las inversiones es un enfoque que mantiene todo en equilibrio, lo que puede hacer el área de manufactura para ayudar a la compañía es lograr el nivel óptimo de inventarios y la máxima utilización de sus activos fijos.

La calidad debe enfocarse desde dos ángulos: percepción del cliente y costo interno para mantener altos estándares.

En lo que se refiere al costo, el área de manufactura debe contribuir a una ecuación de costos que sea competitiva en todo el mundo y a la vez manejable en todas las fases del ciclo empresarial.

La introducción de nuevos productos es una medida importante en una operación de manufactura exitosa. Antes un producto tenía un ciclo de vida de 20 años. En la actualidad el ciclo de vida de los productos pueden ser menores de dos años. No hay futuro si no hay nuevos productos, y el papel de la manufactura es entregarlos a tiempo y en los volúmenes planificados, respetando el proceso de introducción y el costo de producción real del artículo.

Por último, la manufactura debe estar integrada eficazmente a los sistemas empresariales y tiene que administrar con éxito sus recursos humanos, lo que incluye la contratación y la capacitación del personal necesario para desarrollar el plan estratégico.

### ***División del trabajo.***

Se basa en un concepto muy simple; el especializar el trabajo en una sola tarea, puede dar como resultado una mayor productividad y eficiencia en contraposición al hecho de asignar muchas tareas a un solo trabajador. El primer economista que estudio la división del trabajo fue Adam Smith<sup>7</sup> quien hizo notar que la especialización del trabajo incrementa la producción debido a tres factores:

1. El incremento en la destreza de los trabajadores.
2. Evitar el tiempo perdido debido al cambio de trabajo y
3. La adición de las herramientas y las máquinas.

### ***Estandarización de partes.***

Se estandarizan las partes para que puedan ser intercambiadas; cuando Henry Ford introdujo la línea de ensamble de automóviles en movimiento en 1913, su concepto requería de partes estandarizadas así como de especialización del trabajo. La idea de partes estandarizadas está hoy en día tan engranada en nuestra sociedad que casi no nos detenemos a pensar en ella. Por ejemplo, es difícil imaginar un foco que no se pudiera intercambiar.

### ***Las relaciones humanas.***

El movimiento de relaciones humanas subrayó la importancia central de la motivación y del elemento humano en el diseño del trabajo. En estos estudios se indicó que la motivación de los trabajadores, junto con el ambiente de trabajo físico y técnico, forma un elemento crucial para mejorar la productividad.

## **I.2.1. Principales filosofías de producción y sus beneficios.**

### **Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta).**

Es un conjunto de herramientas que ayudan a eliminar todas las operaciones que no agregan valor al producto, al servicio o a los procesos siempre con respeto al trabajador. La manufactura Esbelta, o manufactura flexible, nació en Japón y fue concebida por los grandes gurús del Sistema de Producción Toyota: William Edward Deming, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo entre otros.<sup>8</sup>

Se define como una filosofía de excelencia basada en:

- ✓ La eliminación de todo tipo de desperdicio.

---

<sup>7</sup> Introducción a la administración de la producción. Consulta: 30/Julio/2009, en internet: [http://sistemas.itlp.edu.mx/tutoriales/produccion1/tema1\\_1.htm](http://sistemas.itlp.edu.mx/tutoriales/produccion1/tema1_1.htm)

<sup>8</sup> Apuntes Sistemas de Calidad. Ing. Juan J. Obregón

- ✓ El respeto por el trabajador: Kaizen.
- ✓ La mejora continua en la Productividad y Calidad.

### **Objetivos de Manufactura Esbelta.**

- ✓ Reduce la cadena de desperdicios dramáticamente.
- ✓ Reduce el inventario y el espacio en el piso de producción.
- ✓ Crea sistemas de producción más robustos.
- ✓ Crea sistemas de entrega de materiales apropiados.
- ✓ Mejora las distribuciones de planta para aumentar la flexibilidad.

### **Beneficios.**

La implantación de Manufactura Esbelta es importante en diferentes áreas, ya que se emplean diferentes herramientas, por lo que beneficia a la empresa y sus empleados. Algunos de los beneficios que generan son:

- ✓ Reducción del 50% en costos de producción.
- ✓ Reducción de Inventarios.
- ✓ Reducción del tiempo de entrega (lead time).
- ✓ Mejor calidad.
- ✓ Menos mano de obra.
- ✓ Mayor eficiencia de equipo.
- ✓ Disminución de desperdicios.
- ✓ Sobreproducción.
- ✓ Tiempo de espera (los retrasos).
- ✓ Transporte.
- ✓ El proceso.
- ✓ Inventarios.
- ✓ Movimientos.
- ✓ Mala Calidad.

Es el personal la parte fundamental en el proceso de desarrollo de una estrategia esbelta, ya que muchas veces implica cambios radicales en la manera de trabajar, algo que por naturaleza causa desconfianza y temor; es que más que una técnica, es un buen régimen de relaciones humanas. El concepto de Manufactura Esbelta implica la anulación de los mandos y su reemplazo por el liderazgo donde Líder es la palabra clave.

### **Los cinco principios del Pensamiento Esbelto.**

1. *Define el valor desde el punto de vista del cliente:* La mayoría de los clientes quieren comprar una solución, no un producto o servicio.
2. *Identifica tu corriente de valor:* Eliminar desperdicios encontrando pasos que no agregan valor, algunos son inevitables y otros son eliminados inmediatamente.
3. *Crea flujo:* Haz que todo el proceso fluya suave y directamente de un paso que agregue valor a otro, desde la materia prima hasta el consumidor.

4. *Produzca el "Jale" del cliente:* Una vez hecho el flujo, serán capaces de producir por órdenes de los clientes en vez de producir basado en pronósticos de venta a largo plazo.
5. *Persiga la perfección:* Una vez que una empresa consigue los últimos cuatro pasos, se vuelve claro que aquellos que están involucrados, que añadir eficiencia siempre es posible.

## **5 "S" de la calidad.**

Este concepto se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, más organizadas y más seguras; se trata de darle mayor "calidad de vida" al trabajo. Las 5 "S" provienen de términos japoneses que diariamente ponemos en práctica en nuestra vida cotidiana y que no son parte exclusiva de una "cultura japonesa" ajena a nosotros, es más, todos los seres humanos, o casi todos, tenemos tendencia a practicar o hemos practicado las 5 "S".

### **Objetivo de las 5 "S".**

El objetivo central de las 5 "S" es lograr el funcionamiento más eficiente y uniforme de las personas en los centros de trabajo.

### **Beneficios de las 5 "S".**

La estrategia de 5 "S" es importante en diferentes áreas ya que, por ejemplo, ayuda a eliminar desperdicios mientras aumenta las condiciones de seguridad industrial, beneficiando así a la empresa y sus empleados. Algunos de los beneficios que genera la estrategia de las 5 "S" son:

- ✓ Mayores niveles de seguridad que redundan en una mayor motivación de los empleados.
- ✓ Mayor calidad.
- ✓ Tiempos de respuesta más cortos.
- ✓ Aumenta la vida útil de los equipos.
- ✓ Genera cultura organizacional.
- ✓ Reducción en las pérdidas y mermas por producciones con defectos.

### **Definición de las 5 "S".**

#### **1. Seiri (Clasificar).**

Clasificar consiste en retirar del área o espacio de trabajo todos aquellos elementos que no son necesarios para realizar la labor, ya sea en áreas de producción o en áreas administrativas. Una forma efectiva de identificar estos elementos que habrán de ser eliminados es mediante el "etiquetado en rojo". Estos artículos son llevados a un área de almacenamiento transitorio. Si se confirma que son innecesarios, estos se dividirán en dos

clases, los que son utilizables para otra operación y los inútiles que serán descartados. Este paso de ordenamiento es una manera excelente de liberar espacios de piso desechando cosas tales como: herramientas rotas, aditamentos o herramientas obsoletas, recortes y exceso de materia prima.

## **2. Seiton (Ordenar)**

Consiste en ordenar los elementos que hemos clasificado como necesarios de modo que se puedan encontrar con facilidad. Ordenar en mantenimiento tiene que ver con la mejora de la visualización de los elementos de las máquinas e instalaciones industriales.

El ordenar permite: Disponer de un sitio adecuado para cada elemento utilizado en el trabajo de rutina para facilitar su acceso y retorno al lugar.

## **3. Seiso (Limpieza).**

Limpieza significa eliminar el polvo y suciedad de todos los elementos de una fábrica. Implica inspeccionar el equipo durante el proceso de limpieza. Se identifican problemas de escapes, averías, fallos o cualquier tipo de defecto. Limpieza incluye, además de la actividad de limpiar las áreas de trabajo y los equipos, el diseño de aplicaciones que permitan evitar o al menos disminuir la suciedad y hacer más seguro los ambientes de trabajo.

## **4. Seiketsu (Estandarizar).**

El estandarizar pretende mantener el estado de limpieza y organización alcanzado con la aplicación de las primeras 3's. El estandarizar sólo se obtiene cuando se trabajan continuamente los tres principios anteriores. En esta etapa o fase de aplicación (que debe de ser permanente), son los trabajadores quienes adelantan programas y diseñan mecanismos que les permitan beneficiarse a sí mismos. Para generar esta cultura se pueden utilizar diferentes herramientas, una de ellas es la localización de fotografías del sitio de trabajo en condiciones óptimas para que pueda ser visto por todos los empleados y así recordarles que ese es el estado en el que debería permanecer, otro es el desarrollo de unas normas en las cuales se especifique lo que debe hacer cada empleado con respecto a su área de trabajo.

## **5. Shitsuke (Disciplina).**

Significa evitar que se rompan los procedimientos ya establecidos. Sólo si se implanta la disciplina y el cumplimiento de las normas y procedimientos ya adaptados se podrá disfrutar de los beneficios que ellos brindan. La disciplina es el canal entre las 5 "S" y el mejoramiento continuo. Implica control periódico, visitas sorpresa, autocontrol de los empleados y respeto por sí mismo y los demás.

## **Poka-Yoke.**

El término “Poka Yoke” viene de las palabras japonesas “poka” (error inadvertido) y “yoke” (prevenir). Un dispositivo Poka Yoke es cualquier mecanismo que ayuda a prevenir los errores antes de que sucedan, o los hace que sean muy obvios para que el trabajador se dé cuenta y lo corrija a tiempo. La finalidad del Poka Yoke es eliminar los defectos en un producto ya sea previniendo o corrigiendo los errores que se presenten lo antes posible.

Un sistema Poka Yoke posee dos funciones: una es la de hacer la inspección del 100% de las partes producidas, y la segunda es si ocurren anomalías puede dar retroalimentación y acción correctiva. Los efectos del método Poka Yoke en reducir defectos va a depender en el tipo de inspección que se este llevando a cabo, ya sea: en el inicio de la línea, auto-chequeo, o chequeo continuo.

### ***Funciones reguladoras Poka Yoke.***

#### ***Métodos de Control.***

Existen métodos que cuando ocurren anomalías apagan las máquinas o bloquean los sistemas de operación previniendo que siga ocurriendo el mismo defecto. Estos tipos de métodos tienen una función reguladora mucho más fuerte, que los de tipo preventivo, y por lo tanto este tipo de sistemas de control ayudan a maximizar la eficiencia para alcanzar cero defectos.

#### ***Métodos de Advertencia.***

Advierte al trabajador de las anomalías ocurridas, llamando su atención, mediante la activación de una luz o sonido; este tipo de método tiene una función reguladora menos poderosa que la de métodos de control.

En cualquier situación los métodos de control son por mucho más efectivos que los métodos de advertencia, por lo que los de tipo control deben usarse tanto como sean posibles. El uso de métodos de advertencia se debe considerar cuando el impacto de las anomalías sea mínimo, o cuando factores técnicos y/o económicos hagan la implantación de un método de control una tarea extremadamente difícil.

### ***Beneficios de un buen sistema Poka Yoke.***

- ✓ Son simples y baratos. (Si son demasiado complicados o caros, su uso no será rentable).
- ✓ Son parte del proceso, llevan a cabo 100% de la inspección.
- ✓ Son puestos cerca o en el lugar donde ocurre el error. Proporcionan **feedback (regeneración)** rápidamente para que los errores puedan corregirse.

## **Kanban.**

Es una herramienta basada en el funcionamiento de los supermercados.

Kanban significa en japonés “etiqueta de instrucciones”. La etiqueta Kanban contiene información que sirve como orden de trabajo, esta es su función principal, en otras palabras es un dispositivo de dirección automático que da información a cerca de que se va a producir, en que cantidad, mediante que medios, y como transportarlo. Se deberán tomar en cuenta las siguientes consideraciones antes de implantar Kanban:

1. Determinar un sistema calendarizado de producción para ensambles finales
2. Se debe establecer una ruta de Kanban que refleje el flujo de materiales, esto implica designar lugares para que no haya confusión en el manejo de materiales, se debe hacer obvio cuando el material esta fuera de su lugar.
3. El uso de Kanban está ligado a sistemas de producción de lotes pequeños.
4. Se debe tomar en cuenta que aquellos artículos de valor especial deberán ser tratados diferentes.
5. Se debe tener buena comunicación desde el departamento de ventas a producción para aquellos artículos cíclicos de temporada que requieren mucha producción, de manera que se avise con bastante anticipo.
6. El sistema Kanban deberá ser actualizado constantemente y mejorado continuamente.

### ***Tipos de Kanban.***

- i) Kanban de producto: Contiene la orden de producción.
- ii) Kanban de transporte: Utilizado cuando se traslada un producto.
- iii) Kanban urgente: Emitido en caso de escases de un componente.
- iv) Kanban de emergencia: Cuando a causa de componentes defectuosos, averías en las máquinas, trabajos especiales o trabajo extraordinario en fin de semana se producen circunstancias insólitas.
- v) Kanban de proveedor: Se utiliza cuando la distancia de la planta al proveedor es considerable y el plazo en el transporte es un término importante.

### ***Información en la etiqueta Kanban.***

La información en la etiqueta Kanban debe ser tal, que debe satisfacer tanto las necesidades de manufactura como las del proveedor de material. La información en Kanban sería la siguiente:

- ✓ Número de parte del componente y su descripción

- ✓ Nombre / Número del producto.
- ✓ Cantidad requerida.
- ✓ Tipo de manejo de material requerido.
- ✓ Dónde debe ser almacenado cuando sea terminado.
- ✓ Punto de reorden.
- ✓ Secuencia de ensamble / producción del producto.

### **Kaizen.**

Proviene de dos ideogramas japonesas: “Kai” que significa cambio y “Zen” que quiere decir para mejorar, por tanto, “Kaizen” significa el “cambio para mejorar” o “mejoramiento continuo”. Los dos pilares que sustentan al Kaizen son los equipos de trabajo y la Ingeniería Industrial, que se emplean para mejorar los procesos productivos. De hecho, Kaizen se enfoca a la gente y a la estandarización de los procesos. Su práctica requiere de un equipo integrado por personal de producción, mantenimiento, calidad, ingeniería, compras y demás empleados que el equipo considere necesario.

### **Objetivo.**

Incrementar la productividad controlando los procesos de manufactura mediante la reducción de tiempos de ciclo, la estandarización de criterios de calidad, y de los métodos de trabajo por operación.

La estrategia de Kaizen empieza y acaba con personas. Con Kaizen, una dirección comprometida guía a las personas para mejorar su habilidad de encontrar expectativas de calidad alta, costo bajo, y entrega en el tiempo continuamente.

### **Los diez mandamientos de Kaizen.**

1. El desperdicio es el enemigo público número 1; para eliminarlo es preciso ensuciarse las manos.
2. Las mejoras graduales hechas continuamente no son una ruptura puntual.
3. Todo el mundo tiene que estar involucrado, sean parte de la alta gerencia o de los cuadros intermedios, sea personal de base, no es elitista.
4. Se apoya en una estrategia de bajo costo, cree en un aumento de productividad sin inversiones significativas; no destina sumas astronómicas en tecnología y consultores.
5. Se aplica en cualquier lado, no sirve sólo para los japoneses.
6. Se apoya en una “gestión visual”, en una total transparencia de los procedimientos, procesos, valores, hace que los problemas y los desperdicios sean visibles a los ojos de todos.
7. Centra la atención en el lugar en donde realmente se crea valor (“gamba” en japonés).

8. Se orienta hacia los procesos.
9. Da prioridad a las personas; cree que el esfuerzo principal de mejora debe venir de una nueva mentalidad y estilo de trabajo de las personas (orientación personal para la calidad, trabajo en equipo, cultivo de la sabiduría, elevación de la moral, auto-disciplina, círculos de calidad y práctica de sugerencias individuales o de grupo).
10. El lema esencial del aprendizaje organizacional es aprender haciendo.

### ***Just in Time (Justo a Tiempo).***

Justo a tiempo es una filosofía industrial que consiste en la reducción de desperdicio (actividades que no agregan valor) eliminando la sub-utilización en un sistema desde compras hasta producción; Justo a Tiempo se apoya en el control físico del material para ubicar el desperdicio y, finalmente, forzar su eliminación.

La idea básica del Justo a Tiempo es producir un artículo en el momento que es requerido para que éste sea vendido o utilizado por la siguiente estación de trabajo en un proceso de manufactura. Dentro de la línea de producción se controlan de forma estricta los niveles totales de inventarios y también el nivel de inventario entre las células de trabajo. La producción dentro de la célula, así como la entrega de material a la misma, se ven impulsadas sólo cuando un inventario (stock) se encuentra debajo de cierto límite como resultado de su consumo en la operación sub-secuente. Además, el material no se puede entregar a la línea de producción o la célula de trabajo a menos que se deje en la línea una cantidad igual. Esta señal que impulsa la acción puede ser un contenedor vacío o una tarjeta Kanban, o cualquier otra señal visible de reabastecimiento, todas las cuales indican que se han consumido un artículo y se necesita reabastecerlo.

### **Six sigma (Seis Sigma).**

Seis Sigma es un proceso de negocios que le permite a las empresas mejorar drásticamente sus ganancias, al diseñar y monitorear cada actividad de forma que minimicen el desperdicio y los recursos, mientras aumenta la satisfacción del cliente.

El proceso guía a las empresas a cometer menos errores en todo lo que hacen, desde la elaboración de pedidos hasta la manufactura, eliminando las brechas de calidad tan pronto como sea posible.

Además de ayudar a detectar y corregir errores, proporciona métodos específicos para rehacer los procesos de forma tal que los errores jamás lleguen a ocurrir.

### ***Beneficios.***

Mejorar la calidad por sí sólo no es el factor más importante. Aumentar la rentabilidad, cada aumento de una sigma implica una mejora de un 10% en el ingreso neto, una mejora del 20% en el margen y un 10 a 30% de reducción de capital. En la Tabla 1 se aprecian los alcances por cada nivel de sigma.

Tabla 1. Alcances por niveles de sigma.

Nivel de Sigma	Defectos por millón de oportunidades.	Costo de calidad (% de ventas)
2	308.537 (empresas no competitivas)	No aplica
3	66.807	25-40%
4	6.210 (promedio de las industrias)	15-25%
5	233	5-15%
6	3,4 (clase mundial)	<1%

Otros beneficios:

1. *Establece estándares distintos:* las definiciones antiguas de calidad se basaban en la conformidad con los estándares. Seis Sigma amplía la definición de calidad, para incluir estándares esperados de valor económico (por ejemplo, el costo) y su utilidad práctica.
2. *Está orientado al proceso:* Para cada uno de los procesos, Seis Sigma crea metas de perfeccionamiento específicas, permitiendo a las empresas comprender e incorporar nuevas tecnologías para mejorarlos.
3. *Simboliza la calidad:* Para ciertas empresas, hacer un producto de calidad puede significar hasta el 40% de su precio de venta. Una moderada reducción en los costos de producción, tiene un impacto muy significativo en sus ingresos operativos.

### **TOC (Teoría de restricciones).**

Toc<sup>9</sup> es una metodología sistémica de gestión y mejora de una empresa. Se basa en las siguientes ideas:

<sup>9</sup> Autor: Carlos Mora Vanegas, Mejores Prácticas, Fecha: 08-2003. Consulta: 30/Junio/2009, en internet: <http://www.gestiopolis.com/canales/economia/articulos/63/sobteorst.htm>

- ✓ La meta de cualquier empresa con fines de lucro es ganar dinero de forma sostenida, esto es, satisfaciendo las necesidades de los clientes, empleados y accionistas. Si no gana una cantidad ilimitada es porque algo se lo está impidiendo: sus restricciones.
- ✓ Contrariamente a lo que parece, en toda empresa existen sólo unas pocas restricciones que le impiden ganar más dinero.
- ✓ Restricción no es sinónimo de recurso escaso. Es imposible tener una cantidad infinita de recursos. Las restricciones, lo que le impide a una organización alcanzar su más alto desempeño en relación a su Meta, son en general criterios de decisión erróneos.

TOC propone el siguiente proceso sistemático para gestionar una empresa y enfocar los esfuerzos de mejora:

Paso 1. IDENTIFICAR las restricciones de la empresa.

Paso 2. Decidir cómo EXPLOTAR las restricciones de la empresa.

Paso 3. SUBORDINAR todo lo demás a la decisión anterior.

Paso 4. ELEVAR las restricciones de la empresa.

Paso 5. Volver al Paso 1.

### **I.3. Planificación y control de la capacidad.**

La planeación de la capacidad<sup>10</sup> es el proceso de determinar los recursos requeridos para cumplir con el plan de prioridades y los métodos necesarios para hacer disponible esa capacidad. Sucede en cada nivel del proceso de planeación de prioridades. La planeación de la producción, el programa maestro de la producción, y la planeación de requerimientos de materiales determinan las prioridades: que es lo que necesita y cuando. Estos planes de prioridades no pueden implementarse, sin embargo, a menos de que la compañía tenga la suficiente capacidad para suplir la demanda. La planeación de la capacidad, por lo tanto, une los diferentes calendarios de prioridad de producción a los recursos de manufactura.

El control de la capacidad es el proceso de monitorear la salida de producción, comparándola con los planes de capacidad, y tomar acciones correctivas cuando fuese necesario.

“La capacidad es una tasa de trabajo, no la cantidad de trabajo producido”.

Hay dos tipos de capacidad importante: la capacidad disponible y la capacidad requerida.

---

<sup>10</sup> Autor: Prof. Lauro Soto; Instituto tecnológico de Baja California, México. Consulta: 29/Junio/2009, en internet: <http://www.mitecnologico.com/Main/PlaneacionRequerimientosDeCapacidadCrp>

(1) La capacidad disponible es la capacidad que tiene un sistema de producir una cantidad de producción en un periodo de tiempo dado.

Capacidad disponible= Tiempo disponible x utilización x eficiencia<sup>11</sup>.

Tiempo disponible es la cantidad de horas de trabajo en un periodo de tiempo dado para producir un producto.

Utilización es un número entre 0 y 1 que es igual a 1 menos el porcentaje de tiempo perdido debido típicamente a la máquina, al trabajador, a la herramienta o a la no disponibilidad del material.

Eficiencia, se define formalmente, como el promedio de las horas estándar de producción por hora de reloj efectivamente trabajada.

(2) La capacidad requerida es la capacidad necesaria para producir un producto deseado dentro de un periodo de tiempo dado. Cuando la capacidad es inadecuada, se dispone de cuatro opciones básicas para aumentarla: tiempo extra, subcontratación (maquila), rutas alternas, o contratar más personal. Sin ninguna combinación de las cuatro opciones puede dar la capacidad suficiente.

#### **I.4. Definición de la capacidad de operaciones.**

Es la razón máxima de capacidad productiva o de conversión para la combinación de producto existente en las operaciones de una organización<sup>12</sup>.

La capacidad incorpora el concepto de tasa de conversión dentro de un escenario de operaciones. Un cambio en la mezcla del producto puede cambiar la capacidad de las unidades de producción. Podemos medir la capacidad en base a la producción o en base a los insumos utilizados.

Se refiere a la capacidad productiva de una instalación; en general expresada como un volumen de producción en un periodo determinado<sup>13</sup>.

---

<sup>11</sup> Donald W. Fogarty; Administración de la Producción e Inventarios, Compañía Editorial Continental, S.A DE C.V, segunda edición, México, 1997.

<sup>12</sup> Autor: Olga Ganser, Producción, Procesos y Operaciones, Fecha: 06-2003. Consulta: 30/Junio/2009, en internet: <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/admpro3.htm>

<sup>13</sup> Autor: Ing. Carlos Arturo Londoño, Capacidad de las operaciones. Consulta: 30/Julio/2009, en internet: [http://www.ucpr.edu.co/paginas/52/\(52\)3.pdf](http://www.ucpr.edu.co/paginas/52/(52)3.pdf)

**Importancia.**

Los directores de operaciones están interesados en la capacidad por varias razones a saber:

1. Se desea tener capacidad suficiente para proveer el tiempo y la cantidad de producción necesaria para satisfacer la demanda actual y futura del cliente.
2. La capacidad disponible afecta la eficiencia de las operaciones, incluyendo la facilidad o dificultad para programar la producción y los costos de mantenimiento de la instalación.
3. La consecución de una capacidad es una inversión para la organización y como se busca una buena recuperación, los costos y los ingresos derivados de una decisión sobre capacidad deben ser evaluados.

**Decisiones de planeación de la capacidad.**

En general incluyen las actividades siguientes:

1. Evaluación de la capacidad existente.
2. Estimación de las necesidades futuras de capacidad en un horizonte de planeación.
3. Identificación de modos alternativos para modificar la capacidad.
4. Evaluación financiera, económica y tecnológica de las alternativas de capacidad.
5. Elección o selección de la alternativa más adecuada para llevar a cabo la misión estratégica.

**I.5. Capacidad de operaciones en las organizaciones manufactureras.**

Cuando se trata de una empresa que fabrica u ofrece un producto único, la capacidad se define como el número de unidades por producir en un lapso de tiempo determinado<sup>14</sup>.

En esta definición pueden notarse dos elementos: la cantidad y el tiempo. Es necesario determinar la cantidad de producción que debe producir el sistema en el curso de un periodo determinado, lo cual constituye la unidad de medida de la capacidad de producción. En seguida se presentan algunos ejemplos de unidades de medida de capacidad: número de barriles por día (refinería de petróleo), número de alumnos por año (escuela).

Lácteos Trébol: En la planta industrial en Loma Plata<sup>15</sup> se elaboran productos lácteos como manteca, leche esterilizada, yogurt, quesos, etc.

En base a lo observado en años anteriores es posible decir que en determinados momentos la capacidad de producción en planta en los productos citados no es utilizada en su totalidad por la falta de materia prima, en ese tiempo además por este motivo debe ser reducida la mano de

<sup>14</sup> Louis Tawfik, Alain M. Chauvel; Administración de la Producción, McGraw-Hill, México, 1992.

<sup>15</sup> Autor: Olga Ganser, Producción, Procesos y Operaciones, Fecha: 06-2003. Consulta: 30/Junio/2009, en internet: <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/admpro3.htm>

obra normalmente utilizada en planta. Las temporadas de sequía acrecientan este problema pues en esas temporadas la materia prima (leche) escasea o se adultera, esta adulteración se detecta en los laboratorios y lo que se puede observar es que posee un alto índice de agua que reduce su productividad de la leche lo cual implica menores cantidades de unidades producidas.

Otro factor a tener en cuenta es la imposibilidad de satisfacer la demanda especialmente de queso. Ya que se necesita determinado tiempo para que el mismo madure y obtenga mejor calidad (aroma, sabor; etc.).

Se puede decir en términos generales que la planta esta altamente mecanizada y automatizada, que poseen transportes adecuados y que su capacidad está dentro del margen razonable para llegar a nuestro mercado y para exportar productos elaborados.

Planta de elaboración de aceite comestible en Loma Plata: Para el consumo de la colonia en cuestión y de otras colonias. Su capacidad de producción es mínima pues apunta a un mercado específico, no deja de ser sin embargo una planta bien montada con equipos adecuados (transportadoras de bandas para llevar la materia prima, clasificadora de la materia prima, filtros, lugares donde se produce la sedimentación para aclarar el aceite con aditivos químicos, etc.).

Esta planta se instaló exclusivamente con un fin, abastecer con aceite comestible de maní a un grupo mínimo de personas. Su capacidad es estable y casi no presenta problemas de materia prima o mano de obra, ya que la materia prima se extrae de los cultivos de maní de la colonia.

## **I.6. Capacidad de operaciones en dos organizaciones de servicios.**

En el caso de las empresas de servicio, es importante hacer notar que la unidad de medida no refleja en forma completa la capacidad de producción del sistema. Por ejemplo, en un hospital que posee 400 camas, la estancia de los enfermos varía según la naturaleza y la gravedad de la enfermedad. Por tanto puede decirse que las 400 camas no tienen probablemente la misma tasa de ocupación durante todo el año. Esto significa que a esa unidad de medida debe añadirse la tasa de ocupación a fin de definir mejor la capacidad de producción del hospital. Además, si se conoce el número total de enfermedades curadas, puede calcularse la tasa de rotación, la cual se define<sup>16</sup> como la relación entre el número de enfermedades tratadas y el número de camas ocupadas durante el año.

Tarjetas de Crédito Visa y Master Card<sup>17</sup>: La capacidad de producción de las mismas está dada por el poder adquisitivo de las personas. El poseer tarjetas de crédito de determinados

---

<sup>16</sup> Louis Tawfik, Alain M. Chauvel; Administración de la Producción, McGraw-Hill, México, 1992.

<sup>17</sup> Autor: Olga Ganser, Producción, Procesos y Operaciones, Fecha: 06-2003. Consulta: 30/Junio/2009, en internet:

bancos otorga status al que las posee. Las personas acuden por varios motivos para poseer el servicio de las mismas, status, no arriesgarse a tener efectivo en este ambiente de inseguridad en el que vivimos, la posibilidad de financiación a pesar de poseer altas tasas de interés, facilidad y rapidez.

La amplia variedad de tarjetas ha obligado a las organizaciones emisoras a bajar las tasas de interés, hay mayor diálogo con los comerciantes y se otorga mayor facilidad a los mismos para descontar los cupones de ventas, la retención por ventas con tarjetas es menor, estos son algunos de los factores incidentes en la cantidad de tarjetas emitidas y el volumen de compras efectuadas por los poseedores de las mismas. Se mide por el volumen de compras efectuadas por el poseedor de las tarjetas, también si paga todo lo que compró en el mes las entidades emisoras no pueden aplicar interés.

Record Service<sup>18</sup>: Empresa del grupo que compone Record Electric S.A.E.C.A. brinda servicios especiales a los clientes de Record Electric y que constituye el soporte técnico post venta del Corporativo y seguimiento de los equipos vendidos.

Se especializa en los productos de las líneas de motores, bombas de agua, aparatos de soldadura que vende el corporativo.

La importancia de la capacitación del personal es prioritaria, por lo que constantemente se capacita a los técnicos y distribuidores a través de charlas de ingenieros del rubro, cursos dentro del país y cursos en el exterior de las plantas fabriles de los equipos importados, a fin de conocer la tecnología de producción y ensamble de los mismos.

Atiende con la misma eficiencia a otros clientes que hayan comprado productos de la competencia; de esta manera se los acerca a que sean clientes potenciales de los productos ofrecidos por el corporativo.

En determinados puntos del país se apoya en sus distribuidores para darle la atención al cliente con el fin de agilizar la atención y facilitar la comunicación con los mismos.

La capacidad en la producción de servicios, debe ser en base a las ventas del corporativo.

Las herramientas para el mantenimiento y el laboratorio de pruebas deben estar altamente equipados con tecnología de punta, con mano de obra capacitada, y contar con una flota de vehículos para llegar rápidamente a donde se necesite el servicio. Stock de repuestos.

---

<http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/admpro3.htm>

<sup>18</sup> Autor: Olga Ganser, Producción, Procesos y Operaciones, Fecha: 06-2003. Consulta: 30/Junio/2009, en internet: <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/admpro3.htm>

### **I.7. Proceso de planificación y control de la capacidad.**

El objetivo de la planificación de la capacidad es establecer el nivel de capacidad que satisfaga la demanda del mercado de manera rentable. La planificación de capacidad se puede contemplar a largo plazo (mayor a un año), a mediano plazo (6 a 18 meses) y a corto plazo (menor de 6 meses).

Los pasos a seguir son:

1. Pronosticar las ventas para cada línea de producto.
2. Pronosticar las ventas para cada producto de las líneas.
3. Calcular los requisitos de equipo y personal para cumplir los pronósticos del producto.
4. Proyectar la disponibilidad de equipo al personal en todo horizonte de planeación.

La planeación y control de la capacidad constituye en realidad un proceso único, compuesto de una serie de fases inseparables: las acciones a los diferentes plazos dependen unas de otras y también dependen de la planificación y control de la producción:

- ✓ Realizar una evaluación de la capacidad actual y proyectarla hacia el futuro obteniendo así la disponibilidad de la misma.
- ✓ Hacer una estimación de las necesidades de capacidad en el horizonte temporal elegido, basada en las previsiones sobre la demanda o en los planes de producción a satisfacer.
- ✓ Observar las divergencias entre disponibilidad y necesidades y determinar las posibles alternativas que eliminen dichas divergencias.
- ✓ Evaluar las distintas alternativas teniendo en cuenta las implicaciones cuantitativas y cualitativas de cada una de ellas.
- ✓ Seleccionar una alternativa.
- ✓ Implementar y controlar los resultados.

Estas fases deben de llevarse paralelamente con las de la planeación de materiales para que tengan un efecto positivo en la planeación y control de la producción.

Por último puede definirse la planeación y control de la capacidad como una actividad que condiciona y se ve condicionada por las otras áreas funcionales de la empresa<sup>19</sup>.

### **I.8. Factores que intervienen en el concepto de capacidad disponible.**

Las preguntas básicas a resolver al tomar la decisión sobre capacidad son: cuánta y cuándo se necesitan. Además de responder a ¿de qué tipo?. La respuesta depende directamente de

---

<sup>19</sup> Autor: Andrés Quijano Ponce de León, Producción, Procesos y Operaciones, Fecha: 10-2003. Consulta: 30/Junio/2009, en internet: <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger1/capylocplanta.htm>

los productos y servicios que se desarrollan. Lo ideal es tomar una decisión inicial acompañada por decisiones sucesivas. Éstas intentan adecuar la capacidad disponible y la capacidad necesaria. La frecuencia de estas decisiones sucesivas depende de la variabilidad del entorno (tipo de empresa, sector, estabilidad de la demanda, la tecnología, competencia; etc.).

A la adecuación continua entre capacidad disponible y la capacidad necesaria se denomina como planificación y control de la capacidad, que es:

- ✓ Conversión de planes y programas de producción en necesidades de capacidad
- ✓ Estimación de la capacidad disponible
- ✓ Desarrollo de las actuaciones pertinentes para adecuar ambas.
- ✓ La dificultad en la previsiones es grande (evolución de la demanda, cambio tecnológico) lo que complica las decisiones sobre capacidad.

### **I.9. Determinar las Necesidades de Capacidad.**

Planeación de los Requerimientos de Capacidad (CRP)<sup>20</sup>: El plan de requerimientos de capacidad (CRP) ocurre en el nivel del plan de requerimientos de materiales. Es el proceso de determinar en detalle la cantidad de mano de obra y recursos de maquinaria necesarios para lograr la producción requerida. Las órdenes planeadas del MRP (Planeación de Requerimiento de Materiales) y las órdenes de taller abiertas (recibos programados) se convierten en demanda de tiempo para cada centro de trabajo en cada periodo de tiempo. Este proceso toma en consideración los tiempos de entrega para las operaciones en los centros de trabajo de manera acorde. Al considerar las órdenes de taller abiertas, toma en cuenta el trabajo ya efectuado en una orden de taller. La planeación de la capacidad es la más detallada, completa y precisa de las técnicas de planeación de capacidad. Esta precisión es sumamente importante en los periodos de tiempo inmediato. Debido a los detalles, se requieren una gran cantidad de datos y computación.

La información necesaria para un CRP consta de órdenes abiertas de taller, liberación de orden planeada, rutas, estándares de tiempo, tiempos de entrega y las capacidades del centro de trabajo. Esta información se puede obtener a partir de lo siguiente:

- ✓ Archivo de orden abierta.
- ✓ Plan de requerimiento de materiales.
- ✓ Archivo de ruta.
- ✓ Archivo del centro de trabajo

---

<sup>20</sup> Autor: Prof. Lauro Soto; Instituto tecnológico de Baja California, México. Consulta: 29/Junio/2009, en internet: <http://www.mitecnologico.com/Main/PlaneacionRequerimientosDeCapacidadCrp>

**Archivo de orden abierta:** Una orden de taller abierta aparece como “recibo programado” en el plan de requerimiento de materiales. Es una orden liberada para una cantidad de partes que deben ser manufacturadas y completadas en una fecha específica. Muestra toda la información relevante tal como cantidades, fechas de entrega, y operaciones. El archivo abierto de orden es un registro de todas las órdenes activas de taller. Puede mantenerse manualmente o como archivo de computadora.

**Liberación de órdenes planeadas:** Las órdenes planeadas se determinan por la lógica MRP de la computadora basadas en los requerimientos brutos para un parte en particular. Son entradas al proceso CRP para asesorar la capacidad total requerida en futuros periodos de tiempo.

**Archivo de ruta:** Una ruta es el camino que sigue el trabajo desde un centro de trabajo a otro para irse completando. Las rutas se especifican en una hoja de ruta, o un sistema basado por computadora, en un archivo de ruta. Un archivo de ruta debe existir para cada componente que se fabrica y debe contener la siguiente información:

- ✓ Operaciones que deben desempeñarse
- ✓ Secuencia de operaciones
- ✓ Centros de trabajo que se utilizarán
- ✓ Centros de trabajo alternos posibles
- ✓ Herramientas necesarias para cada operación
- ✓ Tiempos estándar: tiempo para establecerse y tiempo para corrida de producción por pieza

**Archivo del centro de trabajo:** Un centro de trabajo está compuesto de una cantidad de máquinas o trabajadores capaces de hacer el mismo trabajo. La maquinaria normalmente será similar así que no hay diferencias en la clase de trabajo que las máquinas pueden hacer o con la capacidad de cada una. Varias máquinas de coser de capacidad similar podrían ser consideradas como un centro de trabajo. Un archivo de centro de trabajo contiene información acerca de la capacidad y los tiempos de movimiento, de espera y de hacer cola asociadas con el centro.

El tiempo de movimiento es el tiempo que normalmente toma para mover el material de una estación de trabaja a otra. El tiempo de espera es el tiempo que un trabajo permanece en el centro de trabajo después de ser terminado y antes de ser movido. El tiempo de hacer cola es el tiempo que un trabajo espera en un centro de trabajo antes de ser manejado. El tiempo de entrega es la suma de los tiempos de hacer cola, de establecerse la corrida, la espera y el movimiento.

**Capacidad disponible:** La capacidad disponible<sup>21</sup> es la capacidad de un sistema o recurso para la cantidad de producción en un periodo de tiempo dado. Le afecta lo siguiente:

**Las especificaciones de productos:** Si cambian las especificaciones del producto, el contenido de trabajo (el trabajo requerido para hacer el producto) cambiará, afectando así la cantidad de unidades que pueden ser producidas.

**Mezcla de productos:** Cada producto tiene su propio contenido de trabajo medido en el tiempo que toma hacer el producto. Si la mezcla de productos que se están elaborando cambia, el contenido total de trabajo (tiempos) de la mezcla cambiará.

**Planta y equipo:** Esto se relaciona con los métodos utilizados para hacer el producto. Si el método es cambiado, por ejemplo, se utiliza una máquina más rápida, cambiará la producción. Similarmente si se agregan más máquinas al centro de trabajo, la capacidad cambiará.

**Esfuerzo de trabajo:** Esto se relaciona con la velocidad o paso en el que se hace el trabajo. Si cambia el paso de la fuerza de trabajo, quizá produciendo en un tiempo dado, la capacidad se verá alterada.

La especificación del producto y la mezcla del producto dependerán del diseño del producto y la mezcla de productos elaborados. Si estos varían considerablemente, es difícil usar las unidades de productos para medir la capacidad. ¿Entonces que unidades deben usarse para medir la capacidad?

Para medir la capacidad Unidades de salida. Si la variedad de productos producidos en un centro de trabajo o en una planta no es muy grande, es comúnmente posible usar una unidad común para todos los productos. Las fábricas de papel miden la capacidad en toneladas de papel, las cervecerías en barriles de cerveza, y los fabricantes de automóviles en las cantidades de autos producidos. Sin embargo, si se fabrica una variedad de productos, quizá puede que no exista una buena medida unitaria común. En este caso, la unidad común para todos los productos es el tiempo.

**Tiempo estándar:** El contenido de trabajo de un producto se expresa como el tiempo requerido para hacer el producto utilizando un método dado de fabricación. Utilizando las técnicas de estudio de tiempo, se puede determinar el tiempo estándar para un trabajo, esto es, el tiempo que le tomaría a un operador calificado el hacer el trabajo trabajando a un paso normal. Provee un parámetro para medir el contenido de trabajo y una unidad para establecer la capacidad. También se utiliza en la carga y en la calendarización.

---

<sup>21</sup> Autor: Prof. Lauro Soto; Instituto tecnológico de Baja California, México. Consulta: 29/Junio/2009, en internet: <http://www.mitecnologico.com/Main/PlaneacionRequerimientosDeCapacidadCrp>

**Niveles de capacidad:** La capacidad necesita ser medida por lo menos en tres niveles:

- ✓ Máquina o trabajador individual.
- ✓ Centro de trabajo.
- ✓ Planta, la cual puede considerarse como un grupo de centros de trabajo diferentes.

Para determinar la capacidad disponible hay dos maneras: medición y cálculo. La capacidad demostrada (medida) se calcula a partir de los datos históricos. La capacidad calculada o tasada se basa en el tiempo disponible, la utilización y la eficiencia.

**Capacidad tasada:** La capacidad tasada, o calculada es el producto del tiempo disponible, la utilización y la eficiencia.

**Tiempo disponible:** El tiempo disponible es la cantidad de horas en las que se puede utilizar el centro de trabajo. Por ejemplo, un centro de trabajo que trabaje un turno de ocho horas durante cinco días a la semana está disponible cuarenta horas por semana. El tiempo disponible depende de la cantidad de máquinas, la cantidad de trabajadores y las horas de operación.

#### **I.10. Planificación Agregada a la Producción.**

Cuando la demanda varía, los niveles de producción deseados no son los obvios. Debe determinarse un **plan de producción**- cuántos y cuando fabricar cada producto-. La meta es hacer coincidir la tasa de producción y la tasa de demanda, para fabricar los productos cuando se necesitan.

Un **plan a largo plazo** puede cubrir un periodo de 3 a 10 años y usualmente se actualiza cada año. Es un plan a nivel corporativo y considera todas las plantas y productos. La entrada es el pronóstico agregado a largo plazo y la capacidad real de la planta.

Después se hace un **plan a mediano plazo**. Un horizonte intermedio es de 6 meses a dos años con actualizaciones mensuales o trimestrales. Los planes típicos se hacen para un año con actualizaciones mensuales. La entrada incluye decisiones sobre capacidad y productos del plan a largo plazo.

Por último se desarrolla un **plan a corto plazo**. Este plan puede cubrir de una semana a 6 meses, con actualizaciones diarias o semanales. Es común un horizonte de un mes con actualización semanal. Determina el tiempo en que se hace un producto en particular en una máquina específica. Las unidades pueden ser productos específicos; y la capacidad, puede ser las horas disponibles en una máquina dada.

### Aspectos de la planeación agregada.

Los tres aspectos<sup>22</sup> más importantes de la planeación agregada son la capacidad, las unidades agregadas y los costos. A continuación se describe cada uno.

**Capacidad:** Se define como la cantidad de producto que puede fabricar un sistema de producción. Los índices y medidas depende del sistema: la capacidad de una universidad es diferente de la capacidad de una planta automotriz, pero ambas indican cuánto puede producir el sistema.

La capacidad se mide de muchas formas diferentes; pero por lo general hay una medida natural. Para la planta automotriz puede ser el número de automóviles producidos por hora. Para una universidad podría ser el número de estudiantes que se gradúan por periodo. El nivel de detalle necesario puede dictar la unidad de medida usada. La capacidad de fabricación de un taller puede ser una preocupación mayor que toda la planta o de una unidad mercadológica. Como quiera que se midan, la capacidad y la demanda deben estar en las mismas unidades.

Para satisfacer la demanda, la capacidad del sistema debe excederla, al menos en el largo plazo. Sin embargo, el exceso de capacidad puede resultar costoso. Una planta que puede producir 1,000 unidades al día cuando sólo se requieren 500 tiene capacidad ociosa que representa una inversión desperdiciada. En el corto plazo, se pueden hacer cambios en la capacidad, pero casi siempre son pequeños. Por ejemplo, se puede usar tiempo extra. Los grandes cambios en la capacidad requieren un tiempo más largo y se hacen en incrementos discretos, como construir una planta, agregar una máquina o un turno.

**Unidades agregadas:** La producción, en general, incluye una gran diversificación de productos hechos de diversas maneras. Los planes a mediano y largo plazo no necesitan este nivel de detalle, por lo que los productos se juntan para formar uno solo. Los planes a largo plazo se llaman **planes de capacidad**; los planes a mediano plazo se llaman **planes agregados**.

Con frecuencia, un producto agregado se expresa en términos de tiempo o dinero. Al hacerlo, se pueden agregar los diferentes productos usando la misma unidad de medida. Por ejemplo, los productos A, B y C requieren 5, 2.5, y 0.75 horas de producción, respectivamente. Para convertir la demanda mensual de los productos a demanda mensual de horas de producción, se multiplica el tiempo requerido para producir cada producto por el número necesario, y se suman. Este proceso da una demanda mensual para un producto agregado en horas de

---

<sup>22</sup> Daniel Sipper, Robert L. Bulfin Jr; Planeación y Control de la Producción, McGraw-Hill, México, 1998.

producción. Si la demanda de A es 200 unidades, la demanda de B es 100 y la de C es 1000, una demanda equivalente de horas de producción es<sup>23</sup>:

$$5 \times 200 + 2.5 \times 100 + 0.75 \times 1000 = 2000 \text{ horas}$$

Un producto agregado en dinero se define de manera análoga usando el costo de producción en lugar del tiempo de producción.

La capacidad se debe medir en las mismas unidades que la producción agregada. Las horas son una medida natural; la capacidad es la cantidad de horas disponibles por unidad de tiempo. Con 50 trabajadores de tiempo completo hay  $50 \times 168 = 8,400$  unidades de tiempo de producción disponible por mes. El tiempo se puede convertir a dinero usando las tasas estándar de mano de obra y el costo del equipo.

**Costos:** En términos generales se compone por: costos de producción, costos de inventario y costos de cambiar la capacidad.

Los costos de producción incluyen materiales, mano de obra directa y otros costos atribuibles a producir una unidad, por ejemplo, costos de tiempo extra o de subcontratación. Los costos que son constantes respecto a la decisión que se va a tomar deben ignorarse. Los costos de reparaciones pueden ser constantes ya que se incurre en ellos independientemente del plan de producción que se use. Los costos de otras reparaciones relacionadas con el proceso pueden afectar las decisiones y deben incluirse. La situación particular determina que costos hay que considerar.

Los costos relacionados con el inventario son almacenaje y faltantes. EL coeficiente del costo de almacenaje es el costo real de mantener una unidad en inventario durante un periodo. Incluye los costos de pérdida de oportunidad, seguros, impuestos, artículos averiados, hurtos, desperdicios, equipo y personal para manejar el inventario y, tal vez, espacio. Incluye sólo los costos afectados por las decisiones tomadas. Una unidad vendida pero no entregada debido a un faltante se llama orden atrasada. El coeficiente de costos por faltante se calcula para una unidad que falte en un periodo. Incluye los registros especiales y el manejo de los artículos en las órdenes atrasadas, al igual que la pérdida del ingreso y de la buena voluntad de los clientes.

Los costos de cambio en la capacidad incluyen la contratación y capacitación de trabajadores, y pueden incluir un costo de la capacidad perdida hasta que el trabajador esté bien entrenado. Al despedir trabajadores se incurre en costos directos de separación y costos similares a la pérdida de buena voluntad. Una compañía que despide trabajadores con frecuencia encuentra difícil contratarlos. Los costos de contratación y despido son similares a los de inventario y faltantes.

---

<sup>23</sup> Daniel Sipper, Robert L. Bulfin Jr; Planeación y Control de la Producción, McGraw-Hill, México, 1998.