

Lecturas para el Facilitador de la Unidad de Aprendizaje: *Administración de la Producción*



Rodolfo Jesús Guerrero Quintero
María Cruz Cortez García
Isma Sandoval Galaviz
María Estefana Aguilar Sosa

Lecturas para el Facilitador de la Unidad de Aprendizaje: Administración de la Producción



Editorial

Lecturas para el Facilitador de la Unidad de Aprendizaje: Administración de la Producción es una publicación editada por la Universidad Tecnocientífica del Pacífico, S.C. Calle 20 de Noviembre, 75, Col. Mololoa, C.P. 63050. Tel (311)212-5253. **Abril 2018**
www.tecnocientifica.com
Primera Edición

ISBN

978-607-9488-69-7

Queda prohibida la reproducción total o parcial del contenido de la publicación sin previa autorización de la Universidad Tecnocientífica del Pacífico S.C.

Lecturas para el Facilitador de la Unidad de Aprendizaje: Administración de la Producción

Autores

Rodolfo Jesús Guerrero Quintero
María Cruz Cortez García
Isma Sandoval Galaviz
María Estefana Aguilar Sosa

Editor

Rodolfo Jesús Guerrero Quintero

Editor Final

Diseño de portada

Gisela Juliet Estrada Illán

Presentación

El siguiente material didáctico está orientado principalmente a facilitadores que impartan la carrera en Administración y carreras afines y a los alumnos que cursen la Carrera de Administración. Los objetivos que se persiguen con este material son, que el alumno:

1. Conozca las características de la Administración de la Producción y de las Operaciones en un entorno Industrial.
2. Comprenda los diversos conceptos de la Administración de la Producción y su relación con otras áreas de estudio.
3. Identifique los principales campos de acción de un Licenciado en Administración.
4. Que el Facilitador cuente con material de lectura que permita el acercamiento de temas y conceptos para el alumno.

Si bien todos los administradores se ocupan en la planeación, la organización y el control, son los administradores de operaciones quienes tienen la responsabilidad directa de “conseguir que el trabajo se realice”. Ellos deben aportar el liderazgo requerido para generar el producto o servicio que el cliente demanda.

- El funcionamiento de una empresa requiere de tres funciones básicas: Finanzas. Tiene que ver con el capital y el equipo necesario para iniciar las actividades de la empresa.
- Operaciones. (Producción) con la fabricación del producto.
- Mercadotecnia. Venta y distribución del producto. Es evidente la necesidad de aprender acerca de la administración de la producción si tomamos en cuenta:

La competencia internacional, es especial la de Japón que ha impulsado a las compañías de USA a elevar la calidad de sus productos y así mantener su competitividad en los mercados mundiales. La responsabilidad básica del área de

producción es producir bienes de alta calidad que puedan venderse a precios competitivos.

No importa cuál sea el tipo de actividad de la empresa; el conocimiento de la administración de la producción es determinante para resolver con fundamento los problemas gerenciales. Los empresarios para sobrevivir, deben poseer un profundo conocimiento de la forma en que sus organizaciones elaboran sus productos. Esto es importante en las nuevas compañías de servicios, donde con frecuencia lo único que distingue a una empresa de otra es la capacidad de operaciones.

La administración de la producción requiere un amplio conjunto de habilidades que, de ser dominadas, convierten a una persona en un atractivo candidato para trabajar en diversas organizaciones.

Índice

Administración de la Producción y de Operaciones.....	7
Pronóstico	18
Decisiones sobre Diseño de Productos y Procesos	34
Tecnología de Procesos de Manufactura	43
Capacidad de las Operaciones	50
Administracion de Inventarios.....	59
Sistemas Justo a Tiempo	69
Administracion de Proyectos	79
Administracion de la Calidad	85
Referencias.....	95

Administración de la Producción y de Operaciones

Si bien todos los administradores se ocupan en la planeación, la organización y el control, son los administradores de operaciones quienes tienen la responsabilidad directa de “conseguir que el trabajo se realice”. Ellos deben aportar el liderazgo requerido para generar el producto o servicio que el cliente demanda.

En la industria aeroespacial, nuestros organismos operacionales se originaron en los departamentos de producción de otros tiempos, cuyas responsabilidades se circunscribían a la fabricación y al ensamblado. Estos fueron reemplazados por las estructuras organizacionales de producción en el periodo de posguerra de la Segunda Guerra Mundial, en el que se agregaron funciones tales como la planeación de producción, el diseño de herramientas, la ingeniería de planta y el control de producción.



En la actualidad, los departamentos de operaciones son responsables además de las funciones de compra, control de materiales, control de calidad y, en algunos casos, de ingeniería y administración de proyectos. Esta evolución ha generado equipos de especialistas ampliamente capacitados, quienes son responsables de la calidad de producto final, tal como este es percibido por el cliente o consumidor; responden también por la productividad general de la organización, que determina el costo competitivo del producto y por la correspondencia con las necesidades del cliente (Adam & Ebert, Administración de la Producción y las Operaciones, 1991).

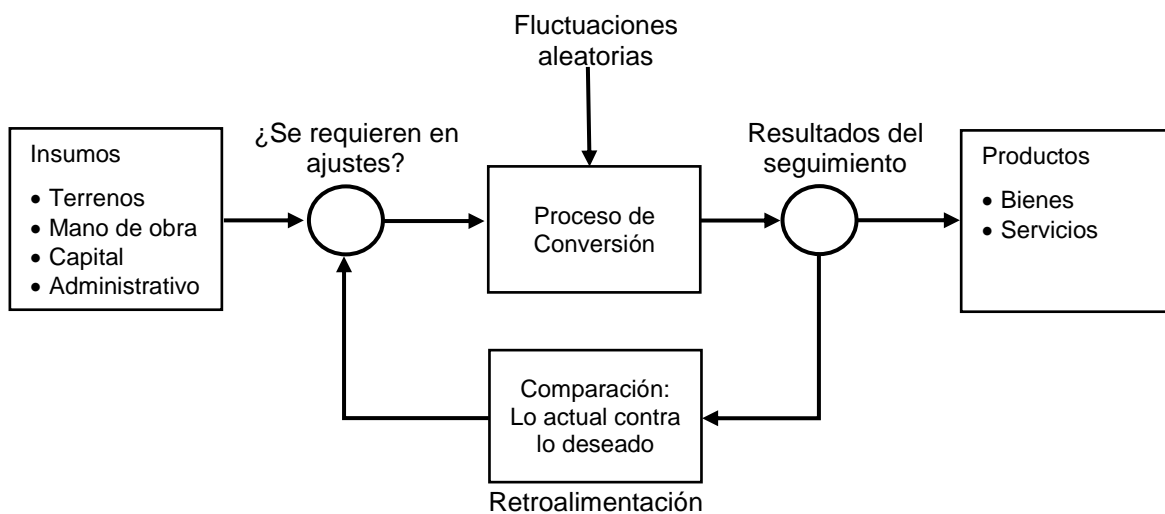
Función Operacional en las Organizaciones

La función (o sistema) operacional es aquella parte de la organización que existe fundamentalmente para agregar y fabricar los productos de la organización. En algunas organizaciones, el producto es un bien físico (refrigeradores, cereales

procesados), mientras que en otras se trata de un servicio (seguros, atenciones para los ancianos).

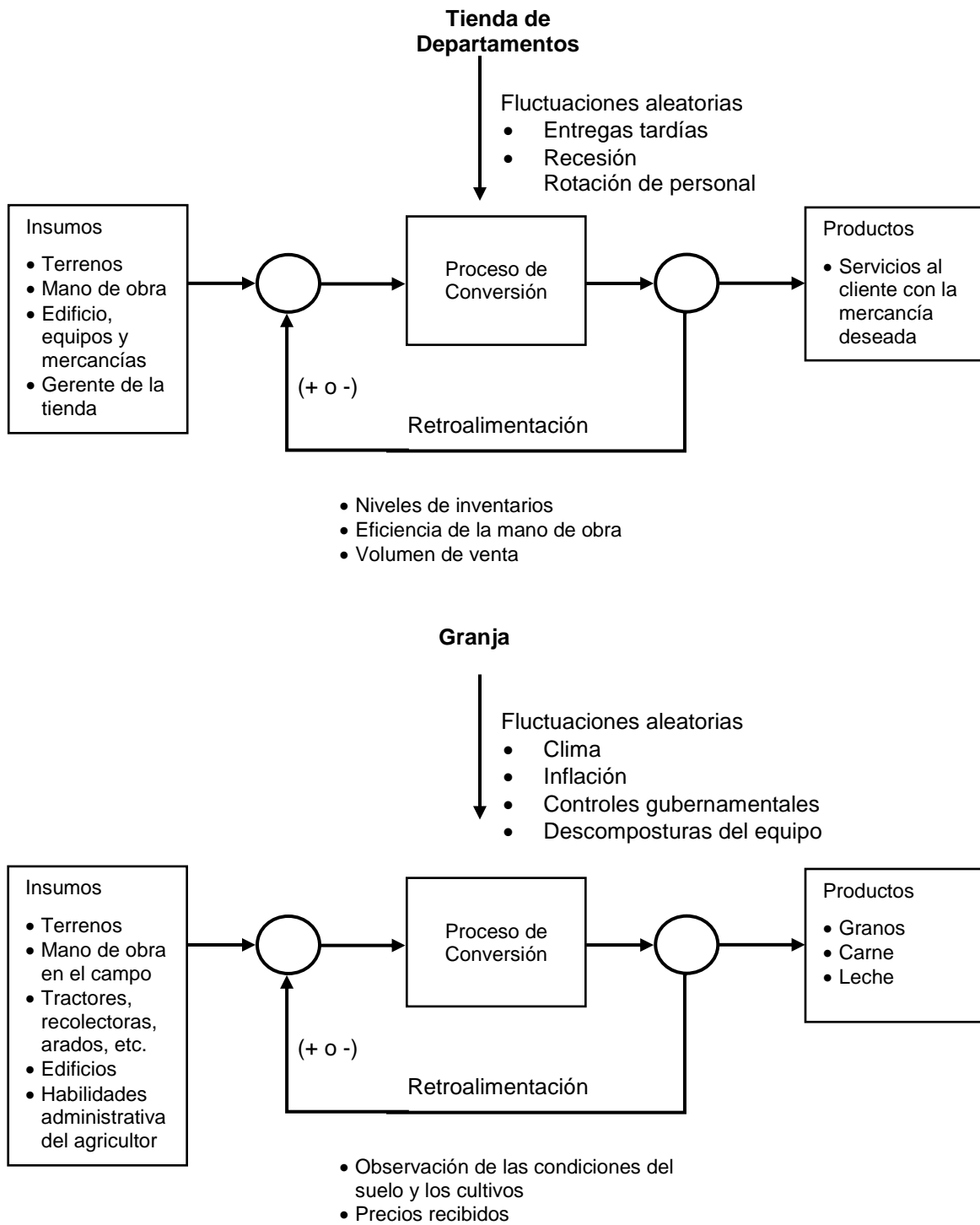
Organizaciones tan diversas como empresas industriales, instituciones financieras y organizaciones del sector salud tiene un sistema de operación, y estas comparten entre sí elementos básicos que aparecen en la figura 1.1. Tiene un proceso de conversión, algunos insumos al proceso, los productos resultantes de la conversión de insumos, y retroalimentación de información sobre las distintas actividades del sistema operacional. Una vez que han sido producidos, los bienes y los servicios se transforman en efectivo (se venden) con el objeto de adquirir más recursos para mantener activo el proceso de conversión del caso.

Fig. 1.1 El Sistema de Operaciones



Ejemplos de organizaciones existentes **al tiempo de examinamos** el proceso de conversión 1.2

Fig. 1.2 Los sistemas de operaciones para una tienda de departamentos y para una granja.



La forma exacta del proceso de conversión varía de un sector de la industria a otro, pero sin duda es un fenómeno económico que existe en toda industria. Los

economistas se refieren a esta transformación de recursos en bienes y servicios como la función de producción.

Evolución Histórica de la Administración de la Producción y de las Operaciones

La administración de producción fue la denominación más comúnmente aceptada de los años treinta a los cincuenta. A medida que la obra de Frederick Taylor se difundió con mayor amplitud, y que otros estudiosos de la administración adoptaron el enfoque científico, se idearon técnicas que colocaban la eficiencia económica en la esencia misma de las organizaciones industriales. Ya en la década de los setenta, la aparición más evidente fue la nueva denominación: administración de operaciones que manifestaba naturalmente los cambios ocurridos en los sectores industrial y de servicios en la economía. A medida que el sector de servicios creció en importancia, el cambio de producción a operaciones acentuó la ampliación de nuestro campo a las organizaciones de servicios así como aquellas que producían bienes físicos. Hoy en día la función operacional tiene un renovado papel como elemento estratégico fundamental para la satisfacción de las necesidades de los consumidores.

Una Visión Sistemática de las Operaciones: Definición del Subsistema

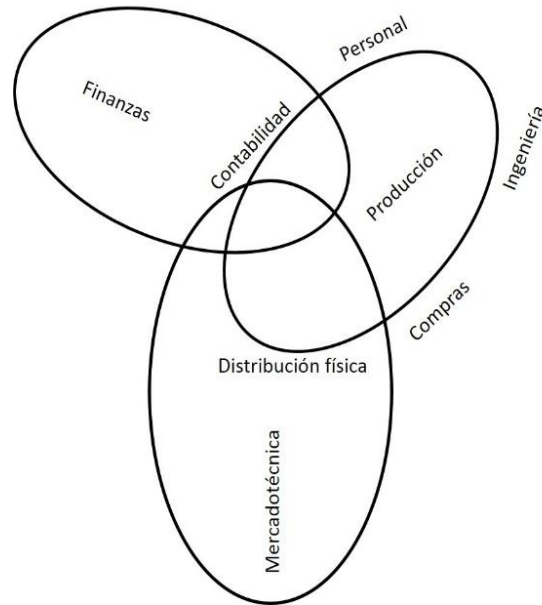
Las organizaciones vistas como sistemas

¿Qué es un sistema? Es un conjunto de objetos unidos por alguna forma de interacción e interdependencia constantes. El concepto de sistemas, aplicado a las organizaciones, nos puede ayudar a entender mejor las operaciones.

Un modelo sistémico de la organización en sí identifica a los subsistemas o subcomponentes que constituyen a la empresa. Según se ilustra en la figura 1.3, una empresa determinada puede tener funciones de finanzas, mercadotecnia, contabilidad, personal, ingeniería, compras y distribución física además de la producción/operaciones. Estas funciones no son independientes, sino que están interrelacionadas en forma muy estrecha.

Las decisiones tomadas en el subsistema producción/operaciones a menudo influyen en el funcionamiento y desempeño de otros subsistemas. Es imprescindible comprender que los límites que separan los diversos subsistemas no son claros ni precisos.

Fig. 1.3 Los sistemas de operaciones para una tienda de departamentos y para una granja.



Administración del Subsistema de Operaciones

El verdadero problema, en el subsistema de operaciones, no consiste en identificarlo, sino en hacerlo funcionar eficazmente. El proceso de conversión o transformación debe ser dirigido por alguien, y ese alguien es el gerente de operaciones. (Chase & Jacobs, 2009).

El trabajo del gerente de operaciones consiste en dirigir el proceso de convertir insumos en los productos deseados. La administración de operaciones es la dirección del proceso de transformación, que convierte los insumos de tierra, trabajo, capital y administración en los productos deseados de bienes y servicios.

En efecto, el gerente profesional adopta diversos enfoques de administración: el clásico, el conductual y el de modelos, según se resume en la tabla 1.1.

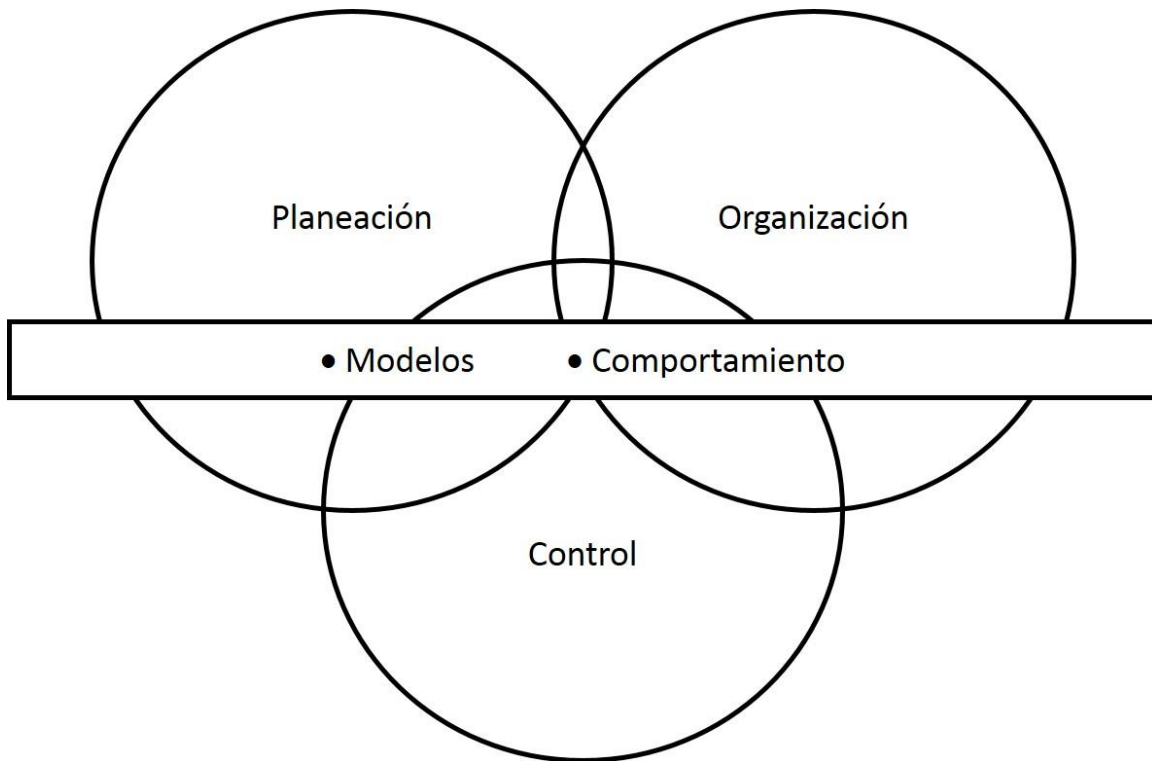
Tabla. 1.1 Elementos de la administración de las operaciones según las diferentes escuelas de pensamiento administrativo.

Escuela	Algunas suposiciones importantes	Enfoque principal	Contribuciones generales a la administración
Clásica Administración Científica Orientación hacia los procesos	Personas motivadas únicamente por el aspecto económico Racionalidad en la administración La organización como un sistema cerrado (certidumbre)	Eficiencia económica Aspectos físicos del ambiente de trabajo Análisis científico de las operaciones de trabajo Aplicaciones de las técnicas a las operaciones de trabajo Proceso de administración	Demostración de los beneficios de la especialización de la mano de obra, división del trabajo, análisis de puesto, separación de la planeación y la operación. Identificación de los principios y las funciones de la administración.
Del Comportamiento Relaciones humanas Ciencia del comportamiento Sistemas Sociales	El complejo de las personas: posesión de satisfactores para necesidades múltiples Seres humanos como criaturas sociales Las organizaciones en un sistema abierto	Comportamiento del individuo en el ambiente de trabajo Aspectos interpersonales y sociales del ambiente de trabajo Relaciones interactivas de la organización con su ambiente	Conciencia de los individuos Identificación de las variables de comportamiento relacionadas con el comportamiento organizacional Desarrollo de teorías que relacionan el comportamiento organizacional con las características humanas y con las variables organizacionales
Modelamiento Toma de decisiones Teoría de sistemas Modelamiento matemático	Los procesos de toma de decisiones son los elementos principales del comportamiento gerencial Organización – un sistema abierto Organización – un complejo de subcomponentes interrelacionados Los principales elementos de la organización pueden ser abstraídos, interrelacionados y expresados matemáticamente	Procesos de información, adquisición, utilización y selección Identificación de los límites de la organización, interrelaciones entre los subsistemas y relaciones entre la organización y su ambiente externo Cuantificación de los problemas de decisiones y los sistemas Optimización de un conjunto pequeño de situaciones	Diseño de lineamientos para mejorar la toma de decisiones Fomento de enfoques para predecir y explicar el comportamiento del sistema Elaboración de reglas explícitas para tomar decisiones gerenciales Realización de métodos para analizar sistemas o subsistemas organizacionales.

Un Marco Teórico para la Administración de Operaciones

En esta obra nos hemos basado en todos estos enfoques para ofrecer un marco teórico adecuado para este estudio de la administración de operaciones. Nuestra información teórica se amplió a partir de los grandes temas de la administración según muestra la figura 1.4.

Fig. 1.4 Temas sobre la administración del trabajo.



Planeación: El gerente de operaciones selecciona los objetivos para el subsistema de operaciones de la organización, así como las políticas, programas y procedimientos para alcanzar tales objetivos.

Organización: El gerente de operaciones establece una estructura deliberada de papeles y flujos informativos en el subsistema operacional. También determina y enumera las actividades requeridas para alcanzar las metas del subsistema de operación, delegando autoridad y responsabilidad en el cumplimiento de estas.

Control: El gerente de operaciones también debe ejercer el control. Los resultados deben medirse para determinar si son congruentes con lo planeado. El control de los costos, la calidad y los programas de producción, constituyen la esencia de la administración de operaciones.

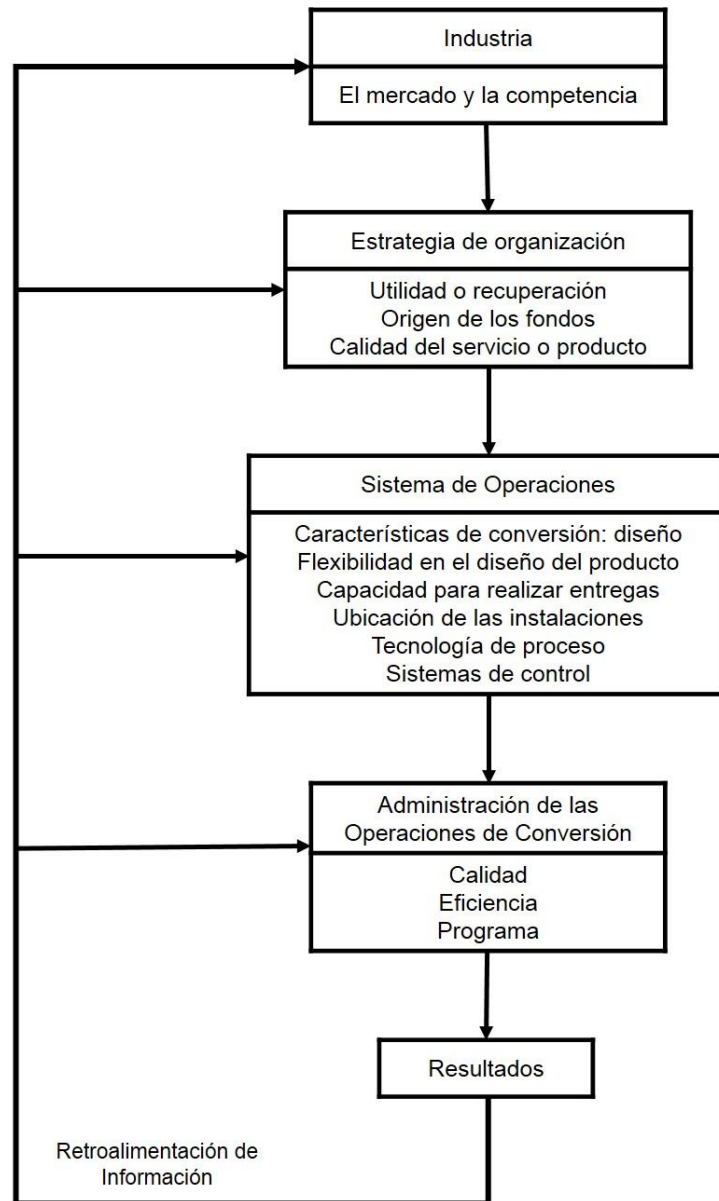
Comportamiento: El gerente de operaciones necesita conocer el modo en que el comportamiento de los subordinados puede influir en las acciones de planeación, organización y control por parte de la gerencia. Es importante comprender la conducta de directivos y subordinados en general, especialmente su proceder en materia de decisiones.

Modelos: Conforme los gerentes de operaciones planean, organizan y controlan el proceso de transformación encuentran muchos problemas y deben tomar múltiples decisiones.

Papel Estratégico de las Operaciones

En la figura 1.5 podemos ver el flujo básico descendente de la influencia estratégica que guía a las operaciones de conversión y a los resultados. El patrón general del proceso se guía por las condiciones de competitividad y del mercado en sector industrial, que constituyen las bases para determinar la estrategia de la organización (Adam & Ebert, Administración de la Producción y las Operaciones, 1991).

Fig. 1.5 Las operaciones como un elemento estratégico para alcanzar las metas de la organización.



Tendencias en la Administración de las Operaciones

¿Hace la gente el mismo tipo de trabajo ahora que el que realizaba en el pasado? La pregunta es importante porque la administración de las operaciones se encuentra ahí donde hay actividad económica. La tabla 1.2 proporciona algunas respuestas. Podemos observar un traslado en el empleo de la agricultura y otras

industrias extractivas (minería y construcción de grandes obras) al sector servicios.

Tabla 1.2 Distribución de la mano de obra ocupada por sectores importantes de la economía, 1900-1985.

Año	Agricultura y otras Industrias Extractivas	Industria	Servicios	Totales
1900	38%	34%	28%	100%
1910	34	37	29	100
1920	30	39	31	100
1930	27	35	38	100
1940	25	34	41	100
1950	15	40	45	100
1960	11	39	50	100
1970	5	34	61	100
1980	4	28	68	100
1985	4	26	70	100

Carreras Profesionales en la Administración de la Producción y las Operaciones

En la producción y las operaciones, muchos futuros gerentes pueden encontrar un camino para hacer carrera.

Si sus objetivos de carrera son avanzar hasta una alta posición a nivel de dirección general, las operaciones resultan una avenida transitable. Y para que ellos obtengan experiencia en el campo de operaciones, tiene dos canales de acceso muy evidentes, como el de línea y el de staff. Los típicos puestos de líneas incluyen a los supervisores de primera línea, a los administradores de entrenamiento y los supervisores.

Los puestos a nivel staff comprenden los analistas de informática, analistas de proyectos, en la planeación y control de inventarios y materiales, en planeación de la producción, en logística y control de calidad (Adam & Ebert, Administración de la Producción y las Operaciones, 1991).

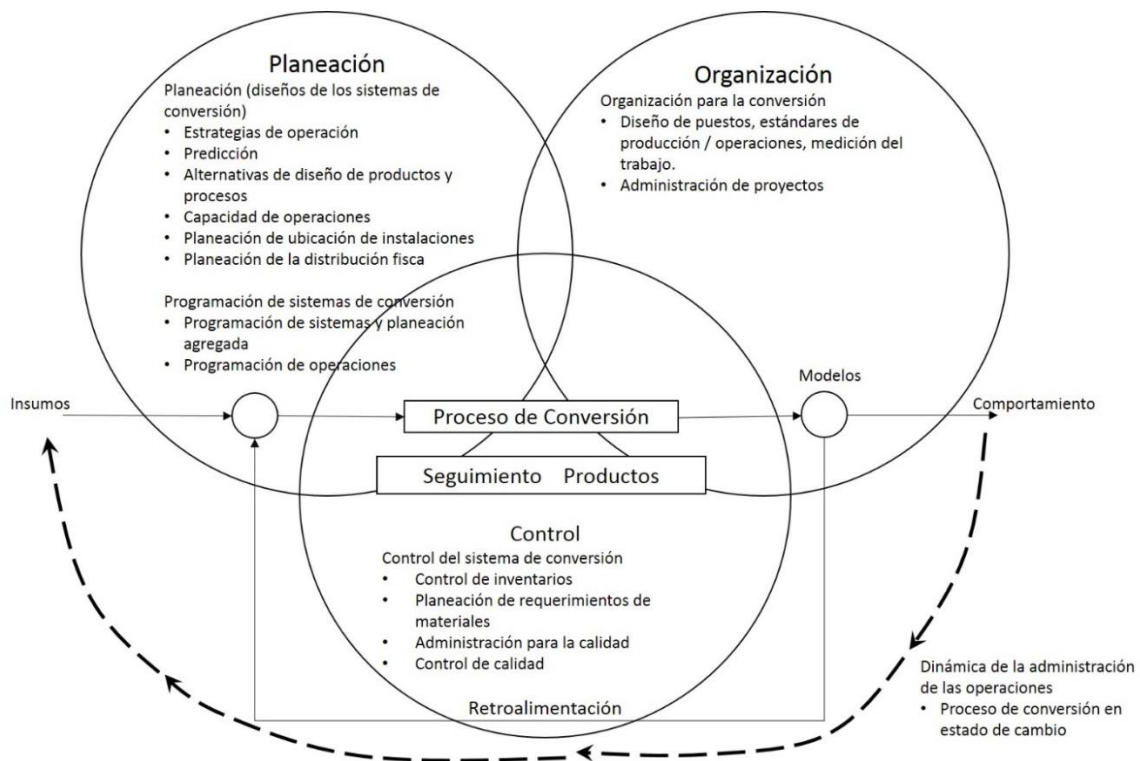
En cualquiera de estos puestos se puede obtener conocimiento del producto o servicio en la empresa en la que prestan los servicios, lo que resulta una necesidad en las posiciones de alta gerencia.

La importancia en la elección de una carrera en la administración de la producción y las operaciones son:

1. Una oportunidad para progresar en el trabajo, un desarrollo profesional y una visión clara dentro de la organización.
2. La satisfacción esperada en el puesto de trabajo.
3. Una retribución monetaria adecuada.
4. Poder llevar una vida tranquila (clima psicológico, diversiones, etc.)
5. Características de trabajo en equipo.
6. Satisfacer las necesidades y deseos personales (ubicación, consideraciones de salud, etc.).

Las decisiones sobre esta carrera pueden ser susceptibles de cambio.

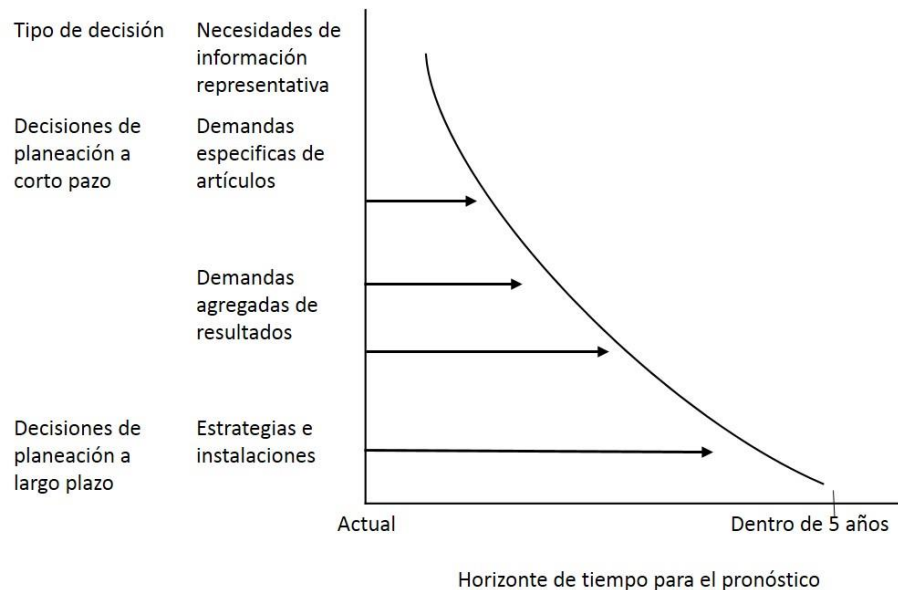
Fig. 1.6 Modelo general de administración de operaciones.



Pronóstico

En la administración de operaciones, el pronóstico es un proceso de estimación de un acontecimiento futuro proyectando hacia el futuro datos del pasado. Los datos del pasado se combinan sistemáticamente en forma determinada para hacer una estimación del futuro.

Fig. 1.7 Requerimientos para el pronóstico en la producción / operaciones.



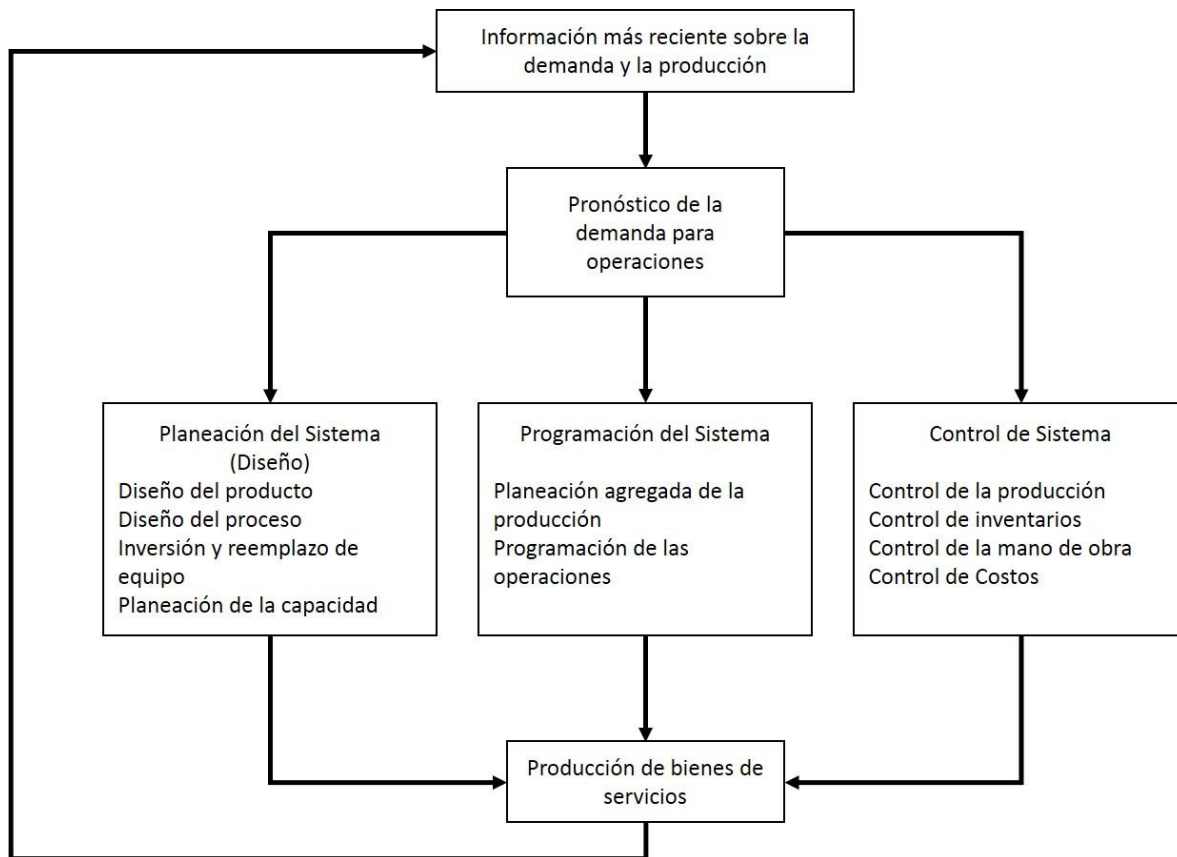
La predicción es un proceso de estimación de un suceso futuro basándose en consideraciones subjetivas diferentes a los simples datos provenientes del pasado; estas consideraciones subjetivas no necesariamente deben combinarse de una manera predeterminada.

El pronóstico es un componente importante de la operación estratégica y operacional. Es necesario estimar el futuro para planear el sistema, y luego programar y controlar éste para facilitar una eficaz y eficiente producción de bienes y servicios (Adam & Ebert, Administración de la Producción y las Operaciones, 1991).

Planeación (diseño) del sistema: Según se muestra en la figura 1.8, al planear el sistema es preciso conocer las demandas agregadas futuras, de manera que los

procesos puedan diseñarse o rediseñarse para crear los flujos de productos necesarios para satisfacer la demanda.

Fig. 1.8 Subsistemas de producción / operaciones y de pronóstico de la demanda.



Programación del sistema: Para decidir cuál es la mejor manera de usar el sistema actual de conversión son muy importantes las predicciones precisas de la demanda. La administración requiere de pronósticos de la capacidad a mediano plazo – pronósticos de la demanda para tres o seis meses y para un año.

Control del sistema: Los directivos necesitan de los pronósticos de la demanda para decidir la mejor manera de controlar los inventarios, así como la producción, la mano de obra y los costos globales. Se requieren pronósticos precisos para un futuro inmediato, ya no es aceptable la suposición de las generaciones anteriores de “todo lo que se produce se puede vender” o de que “todo servicio que se ofrece puede ser comprado”.

Demanda Dependiente contra Demanda Independiente

La demanda de un producto o servicio es independiente cuando no está relacionada con la demanda de algún otro producto o servicio. Contrariamente en la demanda dependiente para un producto o servicio se tiene que existe una interrelación en la demanda de dos o más elementos.

La dependencia puede ocurrir cuando la demanda de uno de los elementos (dependencia vertical) o cuando un elemento se relaciona de otra manera con el segundo elemento (dependencia horizontal). Por ejemplo en un cine, la demanda de las tarjetas postales para opinión es independiente de la demanda de las palomitas de maíz. La dependencia vertical podría ser la relación entre la demanda de las palomitas y la del boleto para el cine (patrón). La dependencia horizontal podría ser la relación entre la demanda de las palomitas y la demanda de la caja que contiene a las palomitas.

(Adam & Ebert, Administración de la Producción y las Operaciones, 1991) Dice que cuando existe una demanda dependiente en la administración de operaciones sólo es necesario hacer el pronóstico del elemento principal, todos los elementos dependientes pueden ser relacionados con ésta predicción. Si los pronósticos son independientes, es necesario que exista un pronóstico para cada uno de ellos.

Error en el Pronóstico

El error en el pronóstico es el mecanismo de seguimiento más comúnmente utilizado. El Error en el Pronóstico es la diferencia numérica entre la demanda pronosticada y la real.

MAD La ecuación 1 define una medida del error de suma importancia, la desviación media absoluta (MAD):

$$\text{MAD} = \frac{\text{Suma de desviaciones absolutas de todos los periodos}}{\text{Número total de periodos evaluados}} \quad (1)$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^n |\text{Demanda pronosticada} - \text{Demanda real}|_i}{n}$$

En cada uno de los periodos (i) se compara la demanda actual contra la pronosticada. Si la predicción fue perfecta, lo actual es igual a lo predicho, y el error existente es nulo. Como el pronóstico sigue adelante el grado de error se acumula y se registra periodo a periodo. Después de cualquier periodo (n) transcurrido se puede utilizar la ecuación 1, para calcular el tamaño promedio (la media) del error en el pronóstico hasta ese momento. Es necesario tomar en cuenta que MAD es un promedio de las desviaciones absolutas. Los errores son medidos sin tomar en consideración el signo algebraico. La MAD expresa la dimensión pero no la dirección del error.

Sesgo La ecuación 2 proporciona una medida del error menos empleada, llamada sesgo.

$$\text{Sesgo} = \frac{\text{Suma de errores algebraicos para todos los periodos}}{\text{Número total de periodos evaluados}} \quad (2)$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Demanda pronosticada} - \text{Demanda real})_i}{n}$$

A diferencia de MAD, el sesgo indica la tendencia direccional de los errores de predicción. Si el procedimiento de predicción sobrestima constantemente la demanda actual, el sesgo tendrá un valor positivo; si la subestimación muestra

una tendencia constante, entonces el sesgo tendrá un valor negativo (Adam & Ebert, Administración de la Producción y las Operaciones, 1991).

Ejemplo Una máquina para extracción de aluminio estima que la demanda de cabezas para regaderas de baño es de 500 por mes para cada uno de los tres meses próximos. Posteriormente la demanda real resultó ser 400, 560 y 700. Los errores de predicción son calculados a continuación por los métodos de la MAD y el Sesgo.

$$\begin{aligned} \text{MAD} &= \frac{|500 - 400| + |500 - 560| + |500 - 700|}{3} \\ &= \frac{100 + 60 + 200}{3} \\ &= 120 \text{ unidades} \end{aligned}$$

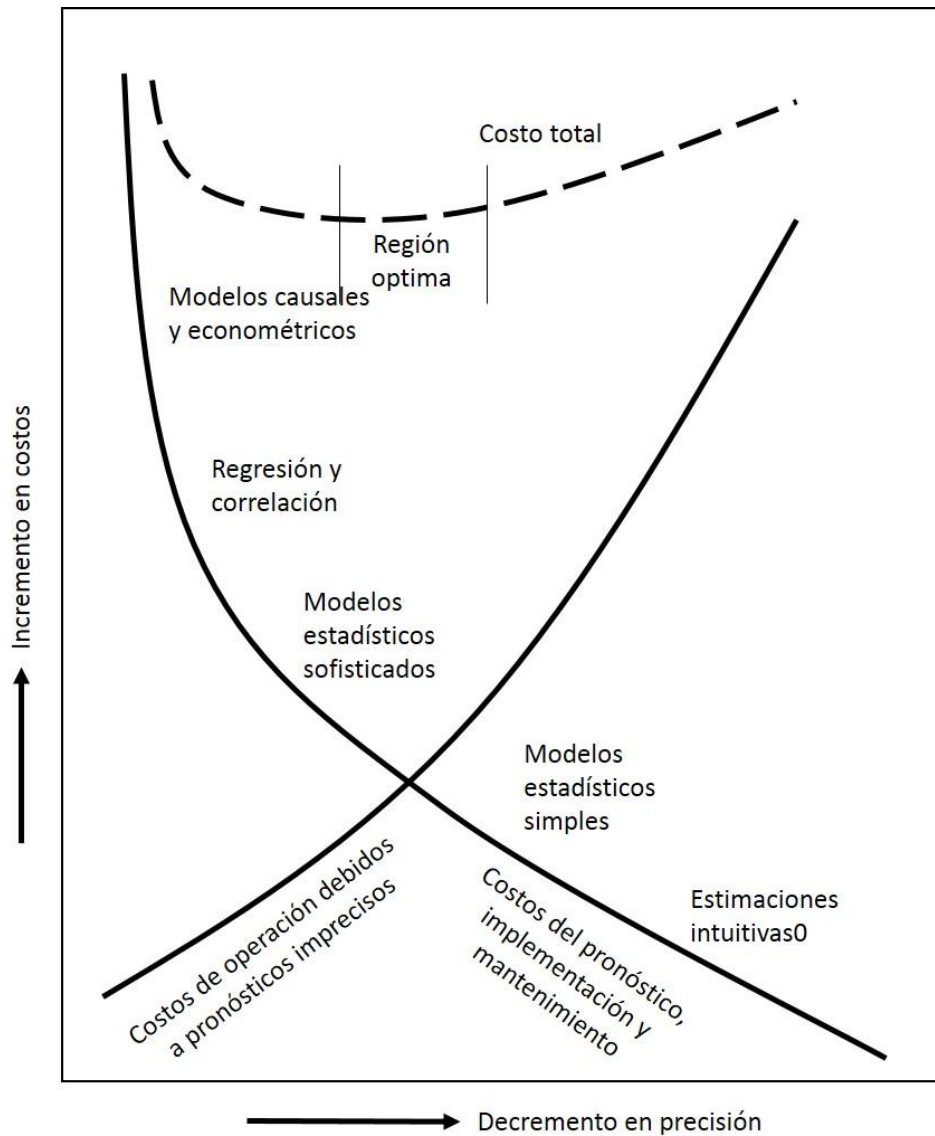
$$\begin{aligned} \text{Sesgo} &= \frac{(500 - 400) + (500 - 560) + (500 - 700)}{3} \\ &= \frac{100 - 60 - 200}{3} \\ &= -53 \text{ unidades} \end{aligned}$$

Costo de los errores: Algunos tipos de errores de estimación resultan más costosos que otros. Aun cuando los costos exactos de los errores a menudo son difíciles de determinar, los errores de predicción pueden y deben de ser transformados en costos, aun cuando dicha conversión deba de ser aproximada de una manera intuitiva.

Los costos y la precisión: Existe una disyuntiva precisa entre costo / precisión al seleccionar el enfoque para realizar el pronóstico. A menudo proporcionan pronósticos más precisos, lo que a su vez significan costos menores de manejo (Adam & Ebert, Administración de la Producción y las Operaciones, 1991).

La figura 1.9 ilustra una situación hipotética de costos. Obsérvese que para cualquier situación de pronóstico existe una zona óptima de costos en donde se obtiene una precisión razonable.

Fig. 1.9 Disyuntivas costo / precisión en la elección del pronóstico.



En la tabla 1.3 se resumen las técnicas modernas de pronóstico. Las técnicas se han agrupado en métodos cualitativos, análisis intuitivos (series de tiempo) y en modelos causales. Las técnicas usadas con más frecuencia para las situaciones de la administración de operaciones son los modelos de carácter cualitativo e intuitivo (series de tiempo). Los modelos causales a menudo son más caros en su

implantación y no ofrecen una precisión creciente para los problemas de predicción a corto plazo a los que casi siempre se enfrenta el gerente de producción / operaciones (Mastretta, 2009).

Tabla. 1.3 Resumen de las técnicas representativas de pronósticos

Tipo de Modelo	Descripción
<p>Modelos Cualitativos</p> <p>Método Delphi Datos Históricos Técnica de Grupo Nominal</p>	<p>Preguntas hechas a un grupo de expertos para recabar opiniones Hace analogías con el pasado de una manera razonada Proceso de grupo que permite la participación con votación forzada</p>
<p>Modelos Cuantitativos (Series de Tiempo)</p> <p>Media o Promedio Móvil Simple Suavizado Exponencial</p>	<p>Promedia los datos del pasado para predecir el futuro basándose en ese promedio Da pesos relativos a pronósticos anteriores y a la demanda más reciente</p>
<p>Modelos Cuantitativos Causales</p> <p>Análisis de Regresión Modelos Económicos</p>	<p>Describe una relación funcional entre las variables Proporciona un pronóstico global para variable tales como el producto nacional bruto (PNB)</p>

Técnicas Cualitativas

Delphi: Es un proceso de grupo cuyo objetivo es un pronóstico por consenso, a menudo un pronóstico de carácter tecnológico. El proceso requiere de un grupo de expertos internos o externos de la empresa para recabar opiniones por escrito sobre el punto subjetivo a discusión.

El procedimiento funciona de la manera siguiente:

1. Una pregunta, la situación que requiere de un pronóstico, se proporciona a cada experto por escrito, expresada de una manera muy general. Cada uno de los expertos realiza una predicción breve.

2. El coordinador o moderador, quien proporcionará la pregunta original, reúne todas las opiniones, las pone en términos claros y las edita.
3. Los resúmenes de los expertos proporcionaban la base para un conjunto de preguntas que el coordinador da a los expertos. Estas son respondidas.
4. Las respuestas por escrito son recopiladas por el coordinador, y el proceso se repite hasta que el coordinador queda satisfecho con la predicción general, que es una síntesis de la opinión de los expertos.

La clave para este método radica en las personas que están involucradas. En la mayoría de los casos los miembros del grupo tienen distintas formaciones; pueden integrar un grupo: dos físicos, un químico, un ingeniero electricista y un economista. El coordinador debe tener el talento suficiente para sintetizar distintas y muy variadas opiniones y elaborar un conjunto estructurado de preguntas y llegar al pronóstico.

Técnica de Grupo Nominal:

La suposición básica subyacente a la técnica de grupo nominal es que un grupo estructurado de gente conocedora será capaz de llegar a un pronóstico por consenso. El proceso funciona de la manera siguiente. De siete a diez personas son invitadas a pasar a una sala de juntas y se sientan alrededor de una mesa, en donde se puedan ver las unas a las otras, pero se les pide no cruzar palabras entre sí. El coordinador del grupo proporciona las preguntas por escrito o escribe en un pizarrón el asunto que requiere de un pronóstico. Cada uno de los grupos debe escribir ideas sobre el problema. Después de algunos minutos el coordinador del grupo pide a cada uno de los participantes, por turno, que exponga una de las ideas que están en su lista. Un ayudante anota cada una de las ideas en un rotafolio, de manera que todos puedan verla. En esta fase de la reunión ninguna discusión tiene lugar; los miembros continúan dando sus ideas, uno a la vez, hasta que todas han sido escritas en un rotafolio.

En general entre 15 y 25 proposiciones resultan de la aportación, en la siguiente fase los miembros discuten las ideas presentadas, combinando las ideas semejantes lo que reduce el número total de proposiciones. Cuando han concluido todas las conclusiones se pide a los miembros que voten de manera independiente, por escrito, anotando las ideas por orden de prioridad. La decisión es el resultado matemáticamente obtenido a partir de los votos individuales.

Los objetivos del proceso son:

1. Asegurar los diferentes procesos para cada fase de creatividad.
2. Balancear la participación de los miembros.
3. Incorporar las técnicas matemáticas de votación en la agregación de los juicios del grupo.

Modelos de Pronóstico Útiles para las Operaciones

Modelo Básico de Promedios

Promedio Simple: Un promedio simple (PS) es un promedio de los datos pasados en el cual las demandas de todos los periodos anteriores tienen el mismo peso relativo. Se calcula de la manera siguiente:

$$\text{PS} = \frac{\text{Suma de demandas de todos los periodos anteriores}}{\text{Número de periodos de demanda}}$$
$$\text{PS} = \frac{D_1 + D_2 + \dots + D_k}{K}$$

Donde

- D_1 = demanda del periodo más reciente
- D_2 = demanda que ocurrió hace dos periodos
- D_k = demanda que ocurrió hace k periodos

Cuando se usa un promedio simple para crear un pronóstico, las demandas de todos los periodos anteriores tienen la misma influencia (equiposada) al

determinar el promedio. De hecho, un factor de peso de $1 / k$ se aplica a cada demanda anterior.

$$PS = \frac{D_1 + D_2 + \dots + D_k}{k} = \frac{1}{k} D_1 + \frac{1}{k} D_2 + \dots + \frac{1}{k} D_k$$

EJEMPLO: En Welds Supplies la demanda total para un nuevo electrodo ha sido de 50, 60 y 40 docenas en cada uno de los últimos trimestres. La demanda promedio ha sido:

$$\begin{aligned} PS &= \frac{D_1 + D_2 + D_3}{3} \\ &= \frac{50 + 60 + 40}{3} \\ &= 50 \end{aligned}$$

Un pronóstico para todos los periodos futuros se pueden apoyar en este promedio simple y podría ser de 50 docenas de electrodos por trimestre.

Media Móvil Simple: Una media móvil simple (MMS) combina los datos de demanda de la mayor parte de los periodos recientes, siendo su promedio el pronóstico para el periodo siguiente. Una vez que se han calculado el número de periodos anteriores a ser empleado en las operaciones, se debe mantener constante. Se puede emplear una media móvil de tres periodos o una de 20, pero una vez que se toma la decisión hay que continuar usando el mismo número de periodos. Después de seleccionar el número de periodos de ser usados, se dan pesos iguales a las demandas para determinar el periodo. El promedio se “mueve” en el tiempo en el antiguo se descarta, y se agrega a la demanda para el periodos más reciente para la siguiente operación, superado así la principal limitación del modelo del promedio simple.

Una media móvil simple n se puede expresar mediante:

$$\text{MMS} = \frac{\text{Suma de las demandas anteriores de los últimos } n \text{ periodos}}{\text{Número de periodos empleados en la media móvil}}$$

$$\text{MMS} = \frac{\sum_{t=1}^n D_t}{n} = \frac{1}{n} D_1 + \frac{1}{n} D_2 + \dots + \frac{1}{n} D_n$$

Donde

$t = 1$ es el periodo más antiguo en el promedio de n periodos

$t = n$ es el periodo más reciente.

EJEMPLO: Frigerware ha experimentado la siguiente demanda de productos para sus neveras durante los últimos seis meses:

Mes	Demanda Total de Neveras
Enero	200
Febrero	300
Marzo	200
Abril	400
Mayo	500
Junio	600

El gerente de planta ha solicitado que se prepare un pronóstico usando una media móvil de seis periodos para pronosticar las ventas del mes de julio. El 2 de julio está por dar principio la corrida de producción de nevera el 6 de julio.

$$\begin{aligned} \text{MMS} &= \frac{\sum_{t=1}^6 D_t}{6} = \frac{200 + 300 + 200 + 400 + 500 + 600}{6} \\ &= 367 \end{aligned}$$

Usando una media móvil de seis meses el pronóstico para julio es de 367. Si se examinan los datos nuevamente, es posible que una media móvil de tres meses podría ser mejor que una de seis meses. Si se toman en cuenta tres meses:

$$\begin{aligned} \text{MMS} &= \frac{\sum_{t=1}^3 D_t}{3} = \frac{400 + 500 + 600}{3} \\ &= 500 \end{aligned}$$

Se recomienda usar una media móvil de tres meses de 500 neveras para julio, pues tal número parece ser más representativo de la serie de tiempo que una media móvil de seis meses y se basa en más datos que en el caso de una media móvil de tres meses.

Media Móvil Ponderada: Una media móvil ponderada (MMP) es un modelo de media móvil que incorpora algún peso de la demanda anterior distinto a un peso igual para todos los periodos anteriores bajo consideración. Este modelo sencillamente es:

MMP= Demanda de cada periodo por un peso determinado, sumada a lo largo de todos los periodos en la media móvil

$$\text{MMP} = \sum_{t=1}^n C_t D_t$$

Donde

$$0 \leq C_t \leq 1.0$$

$$\sum_{t=1}^n C_t = 1.0$$

Este modelo permite un peso desigual de la demanda. Si son tres n periodos, por ejemplo, es posible dar un peso al periodo más reciente del doble de los otros periodos, al hacer: $C_1 = .25$, $C_2 = .25$, y $C_3 = .50$.

Ejemplo: Para Frigerware, un pronóstico de la demanda para julio usando un modelo de tres periodos es donde la demanda del periodo más reciente tenga un peso del doble de los dos periodos anteriores, tendrán la siguiente forma.

$$\text{MMP} = \sum_{t=1}^3 C_t D_t = .25(400) + .25(500) + .50(600)$$

$$\text{MMP} = 525$$

Suavizado Exponencial: Los modelos de suavizado exponencial son bien conocidos y se usan a menudo en las administración de operaciones. Son populares por dos razones: se encuentran disponibles en los paquetes normales de software para computadoras, y los modelos requieren relativamente poco almacenamiento de datos y unas cuantas operaciones, lo que es importante cuando hay que hacer pronóstico para cada uno de muchos elementos individuales.

El suavizado exponencial se distingue por la manera tan especial de dar peso a cada una de las demandas anteriores al calcular el promedio. El modelo de los pesos es de forma exponencial. La demanda de los periodos más recientes recibe un peso mayor; los pesos de los periodos sucesivamente anteriores decaen de una manera exponencial. En otras palabras los pesos decrecen en su magnitud a medida que se aplican a datos anteriores, siendo el decremento no lineal (exponencial).

Suavizado Exponencial de Primer Orden: Para empezar examinemos el aspecto computacional del suavizado exponencial de primer orden. La ecuación para crear un pronóstico nuevo o actualizado utiliza dos fuentes de información: la

demanda real para el periodo más reciente y el pronóstico más reciente. A medida que termina cada periodo se realiza un nuevo pronóstico.

$$\begin{aligned} \text{Pronóstico de la} \\ \text{demanda del periodo} \\ \text{siguiente} &= a \left[\begin{array}{c} \text{Demanda más} \\ \text{reciente} \end{array} \right] + (1 - a) \left[\begin{array}{c} \text{Pronóstico más} \\ \text{reciente} \end{array} \right] \end{aligned} \quad (1)$$

$$F_t = a D_{t-1} + (1-a)F_{t-1}$$

Donde

$$0 \leq a \leq 1.0, \text{ y } t \text{ es el periodo}$$

Después de que termina el periodo $t - 1$ se conoce la demanda actual (D_{t-1}). Al inicio del periodo $t - 1$ se hizo un pronóstico (F_{t-1}) de la demanda durante $t - 1$. Por tanto, al final de $t - 1$ se tienen las dos informaciones que se necesitan para calcular el pronóstico de la demanda para el próximo periodo, F_t .

¿Por qué se le llama a este modelo suavizado exponencial? Un desarrollo de la ecuación anterior resulta que

Como

$$F_t = a D_{t-1} + (1-a) F_{t-1} \quad (2)$$

Entonces

$$F_{t-1} = a D_{t-2} + (1-a) F_{t-2} \quad (3)$$

Y de manera semejante

$$F_{t-2} = a D_{t-3} + (1-a) F_{t-3} \quad (4)$$

Iniciamos el desarrollo, al sustituir (F_{t-1}) de la ecuación 2 por su equivalente, el lado derecho de la ecuación 3.

$$\begin{aligned} & (5) \\ F_t &= a D_{t-1} + (1-a) [a D_{t-2} + (1-a) F_{t-2}] \\ F_t &= a D_{t-1} + a (1-a) D_{t-2} + (1-a)^2 F_{t-2} \end{aligned}$$

Se continúa con la expansión o desarrollo sustituyendo a (F_{t-2}) en la ecuación 5 por su equivalente, el lado derecho de la ecuación 4:

$$\begin{aligned} & (6) \\ F_t &= a D_{t-1} + a (1-a) D_{t-2} + (1-a)^2 [a D_{t-3} + (1-a) F_{t-3}] \\ F_t &= a D_{t-1} + a (1-a) D_{t-2} + a (1-a)^2 D_{t-3} + (1-a)^3 F_{t-3} \end{aligned}$$

La ecuación 6 se puede escribir de nuevo de la manera siguiente:

$$F_t = a (1-a)^0 D_{t-1} + a (1-a)^1 D_{t-2} + a (1-a)^2 D_{t-3} + (1-a)^3 F_{t-3} \quad (7)$$

Se ha desarrollado la ecuación 2 para obtener la ecuación 7. Se podría continuar aún más con el desarrollo, pero esto no es necesario para ilustrar el punto; la ecuación 7 muestra el peso relativo que se da de cada una de las demandas en los periodos anteriores al llegar al nuevo pronóstico.

Ejemplo: El hospital general de Phoenix ha experimentado una demanda irregular y a menudo creciente de material médico desechable en todo el hospital. La demanda de tubos desechables en pediatría durante los dos últimos meses ha sido de 300 unidades en septiembre y de 350 en octubre. El antiguo procedimiento de pronóstico consistió en utilizar la demanda promedio del año anterior como pronóstico para cada uno de los meses en ese año. La demanda mensual del año anterior fue de 200 unidades. Utilizando como 200 unidades como el pronóstico de la demanda de septiembre y un coeficiente de suavización de 0.7 para dar un mayor peso a la demanda más reciente, el pronóstico para el mes de octubre debería haber sido ($t = \text{octubre}$).

$$\begin{aligned} F_t &= a D_{t-1} + (1-a)F_{t-1} \\ &= .7 (300) + (1 - .7) 200 \\ &= 210 + 60 \\ &= 270 \end{aligned}$$

El pronóstico para el mes de noviembre sería ($t = \text{noviembre}$)

$$\begin{aligned} F_t &= a D_{t-1} + (1-a)F_{t-1} \\ &= .7 (350) + (1 - .7) 270 \\ &= 245 + 81 \\ &= 326 \end{aligned}$$

En vez de la demanda mensual del año pasado de 200 unidades, el pronóstico para el mes de noviembre es de 326 unidades. El método antiguo de pronóstico, la

heurística basada en promedio simple, proporcionó un pronóstico considerable diferente del que se obtuvo con el suavizado exponencial.

Decisiones sobre Diseño de Productos y Procesos

Diseño De Nuevos Productos (Desarrollo De Productos)

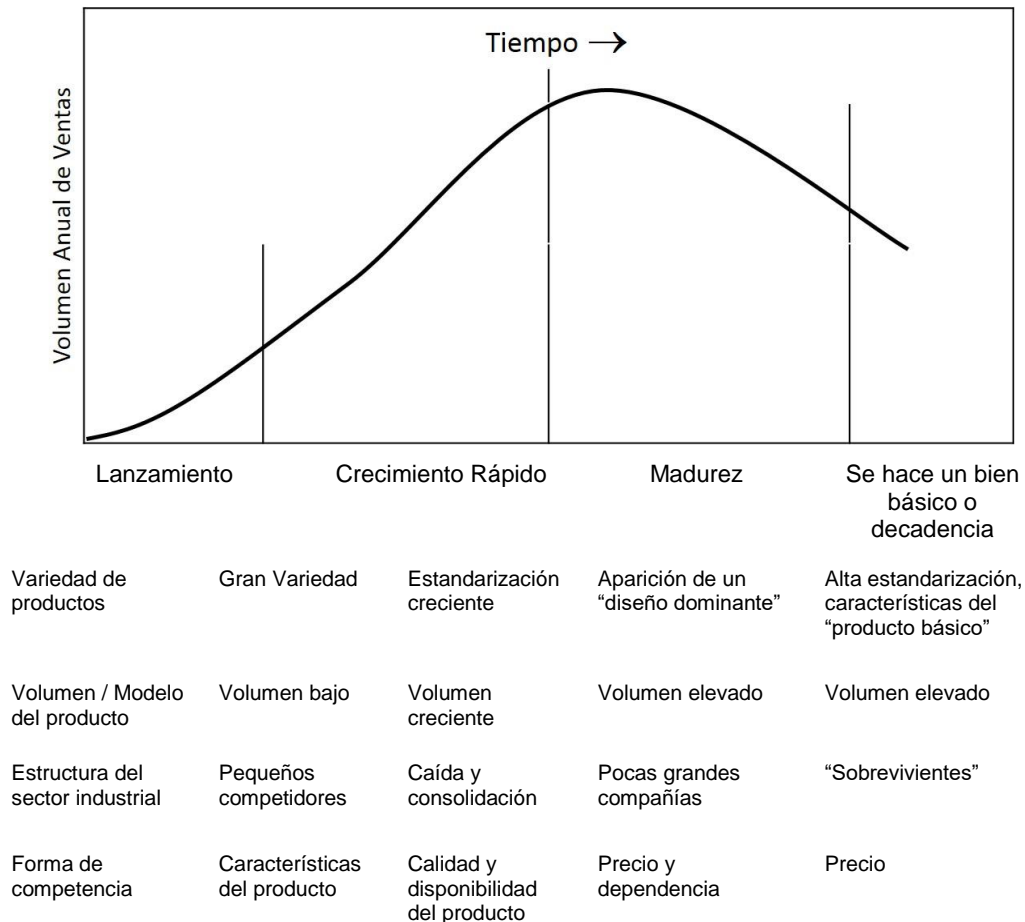
Origen de los Nuevos Productos: Frecuentemente los empresarios realizan nuevos negocios sobre la base de una idea del producto o de un servicio necesario únicos. A medida que interviene la competencia y duplica los productos o servicios o conforme disminuye la vida útil del producto (para los consumidores), las empresas preparan en general nuevos productos o servicios para lanzarlos al mercado. Una vez realizado el lanzamiento aún los nuevos productos tienen una duración de vida limitada, y para permanecer como viables, la organización trata de poner en marcha un flujo de posibilidades de nuevos productos. (Render, Heizer & Elmer, 2014)

Ciclo de Vida de los Productos: La demanda de un producto, su aceptación en el mercado, en general tiende a seguir un patrón predecible denominado *ciclo de vida del producto*. Desde el punto de vista del modelo de la mercadotecnia, el modelo sugiere que más bien que tener vidas con duración ilimitada, los productos pasan por una serie de etapas, que se inician con una demanda baja durante el desarrollo del mercado, prosiguiendo con un crecimiento, madurez, alto volumen de saturación y finalmente su declinación.

Las operaciones en el ciclo de vida del producto, para un gerente de operaciones, no para el de mercadotecnia, el ciclo de vida puede ser reconstruido en cuatro etapas, como se muestra en la figura 1.10, con objeto de revelar donde surgen las cuestiones más importantes. La estrategia de operaciones y la tecnología de conversión deben de ser adaptativas a lo largo del todo ciclo de vida a causa de que se va modificando la variedad, volumen, estructura del sector industrial y la forma de competencia para los productores. Considérese, por ejemplo, las diferencias en las exigencias en el diseño del producto y la experiencia en el producto es inestable y se adoptan muchos cambios en la ingeniería, contar la etapa final, en donde existe una alta estandarización del

producto y en consecuencia un proceso de conversión muy estable y refinada (Collier, Evans & Rosales, 2009)

Fig. 1.10 Características Importantes del ciclo de vida del producto, de la tecnología del proceso de manufactura.



La supervivencia depende de una capacidad para producir un producto estable con un volumen considerable de producción, en contraste con la capacidad anterior para fabricar una gran variedad de artículos producto de un proceso de conversión con bajo volumen de conversión.

Introducción y Retiro de los Diversos Productos, Una estrategia general para introducir los nuevos productos y retirar los antiguos se puede emplear para mantener la tecnología de proceso existente. A menudo que los productos en

existencia experimentan una menor demanda durante la etapa posterior de sus distintos tipos de vida, se diseñan y hacen nuevos productos. De este modo la producción puede permanecer estable. Otros productos pueden ser introducidos a medida que los primeros empiezan a declinar, de manera que los requerimientos de capacidad puedan mantenerse constantes.

La realidad es que las transiciones no son tan fáciles, pues las tecnologías necesarias para fabricar productos diferentes, no son idénticas, y al menos siempre son necesarios algunos cambios.

Investigación y Desarrollo, Muchas organizaciones en especial las más grandes, no dejan el desarrollo de nuevos productos y procesos al azar. Dirigen sus esfuerzos formales y concentrados hacia la creación de nuevos productos, encontrando nuevas aplicaciones para los productos existentes y desarrollando nuevos procesos que reducen los costos de capital o de manufactura. Estos son los objetivos de la investigación y desarrollo.

Un producto o proceso nuevos no alcanzan éxito de la noche a la mañana, en la mayoría de los casos esto se logra a lo largo de las etapas sucesivas, e implica el talento y la experiencia de muchas personas.

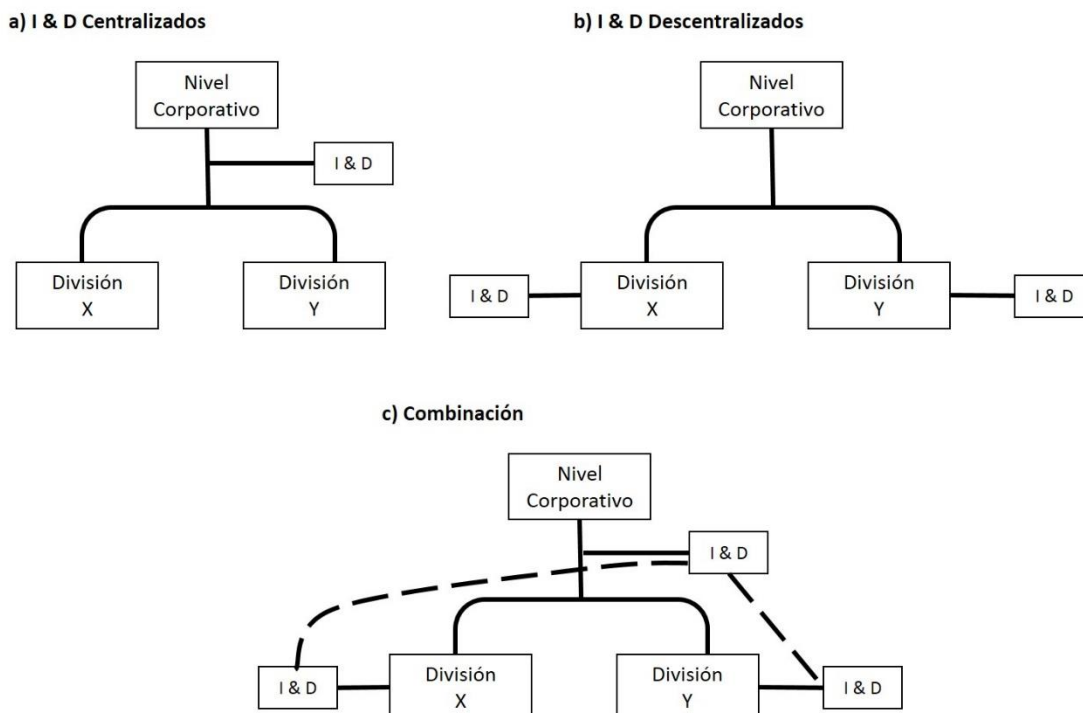
Componentes de Innovación, Hay cuatro componentes genéricos de innovación tecnológica:

1. *Investigación Básica:* Actividades de investigación que representan la investigación original dirigida hacia el avance del conocimiento científico y no tienen ningún objetivo comercial específico. Pueden, sin embargo, representar interés actual o potencial para la empresa.
2. *Investigación Aplicada:* Representa actividad de investigación orientada hacia el descubrimiento de un nuevo conocimiento científico. Tiene objetivos comerciales específicos, ya sea para los productos o los procesos.

3. *Desarrollo*: Actividades técnicas relacionadas con problemas no rutinarios que se realizan al transformar los descubrimientos de la investigación en productos o procesos.
4. *Implementación*: Una vez que los otros componentes de la innovación han sido contemplados, el proceso restante implica la construcción de modelos piloto, el diseño y la fabricación del equipo y las instalaciones necesarias y la iniciación de la apertura de los canales de mercadotecnia que hagan falta, los que permiten la diseminación del producto o el proceso.

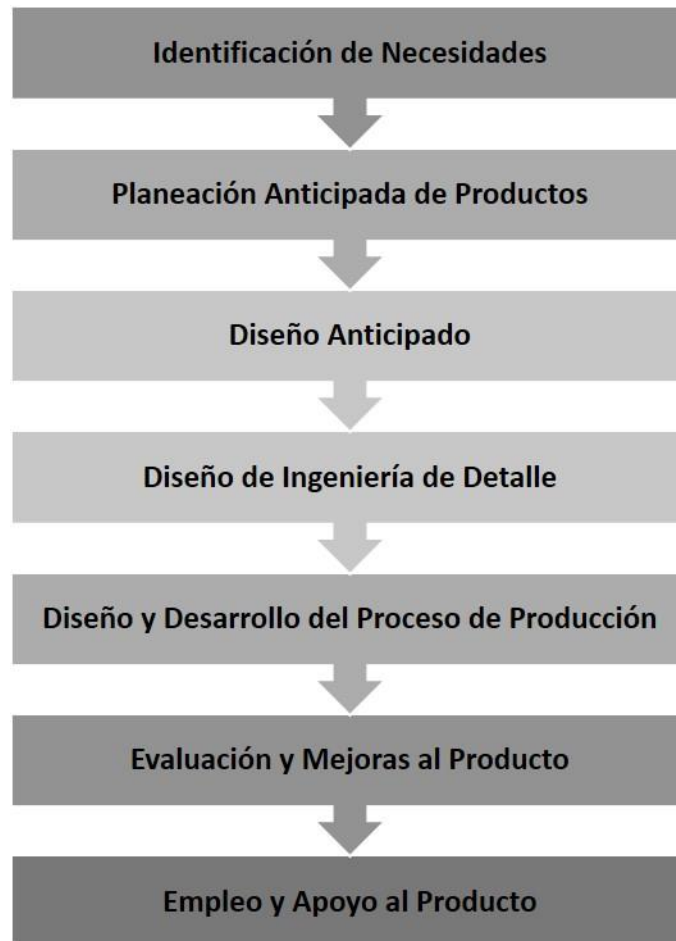
Organización de la I & D: En la mayor parte de las empresas la I & D corresponde al personal que se ubica en el nivel corporativo o en el nivel divisional. La figura 1.11 muestra tres ejemplos de estructura organizacional de la I & D.

Fig. 1.11 Ubicación de las actividades de I & D en la estructura organizacional.



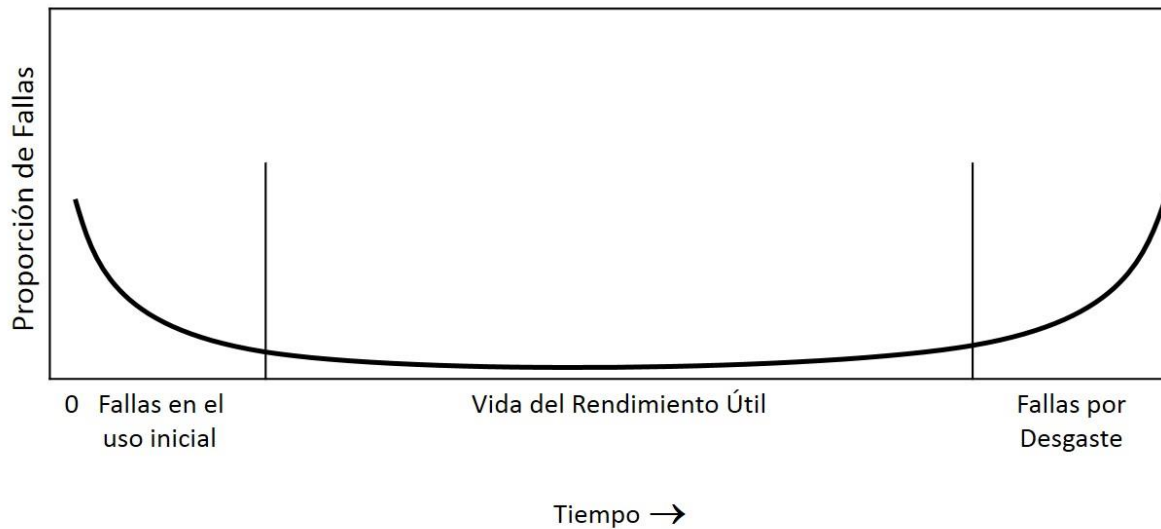
Proceso de Desarrollo de Productos: El desarrollo de un nuevo producto es un hecho fundamental que comprende un conjunto identificable de etapas o pasos como se ilustra en la figura 1.12.

Fig. 1.12 Proceso de Desarrollo de Productos.



Confiabilidad de los Productos: La confiabilidad del producto es la probabilidad de que funcione tal como se pretende que lo hiciera, durante determinado tiempo o vida y bajo las condiciones específicas de funcionamiento. La no confiabilidad se refleja en las fallas del producto. La figura 1.13 muestra una experiencia con proporción de fallas para un producto clásico.

Fig. 1.13 Curva de Fallas del Producto.



La confiabilidad de los productos en general se expresa en términos de probabilidad. La probabilidad de que los sistemas funcionen con éxito es igual a las probabilidades de todos sus subcomponentes. Una vez que se ha logrado la confiabilidad es posible fundamentar la selección de los subcomponentes sobre consideraciones económicas.

Ejemplo Supóngase que se desea fabricar un producto que consta de dos subcomponentes. Deseamos que el producto tenga el promedio de vida útil de un año con una probabilidad de 90 por ciento. El producto funciona con éxito en tanto los dos subcomponentes funcionen. Ante la falla de un subcomponente (o ambos), el producto deja de funcionar. ¿Qué tan confiable debe ser cada uno de los subcomponentes? La tabla siguiente muestra los precios que se tienen que pagar a los proveedores para que proporcionen dos subcomponentes con niveles crecientes de confiabilidad.

Subcomponente	Confiabilidad del Subcomponente		
	.90	.95	.98
A	\$50	\$90	\$140
B	70	90	110

Como se desea una confiabilidad del producto de 0.90 se pueden seleccionar componentes con 0.90 de confiabilidad. El producto resultante cumplirá con las normas de confiabilidad si ambos subcomponentes A y B funcionan con éxito durante un año. La probabilidad de que ambos eventos sucedan es de $0.90 \times 0.90 = 0.81$, que es la confiabilidad del producto final. Vemos, entonces, que la confiabilidad de los subcomponentes debe de ser mayor que la confiabilidad deseada en el producto terminado.

El resultado de emplear los subcomponentes A y B cuando cada una de ellos tiene una confiabilidad de 0.98 será $P = 0.9604$, o sea, 0.98×0.98 .

De la misma manera, para A y B, teniendo confiabilidades de 0.95 $P = 0.9025$. Ambas opciones deben de cumplir o exceder la confiabilidad deseada en el producto.

¿Qué versiones de los subcomponentes A y B se deben usar en nuestro producto? Para responder a la pregunta, primero se identificarán todas las combinaciones de A y de B que satisfagan nuestro objetivo general de confiabilidad. Luego se selecciona la combinación de A y B que es menos costosa. Cuatro alternativas de combinaciones de A y B cumplen o exceden la meta de confiabilidad para el producto; cinco combinaciones, de la 5 a la 9, no son satisfactorias.

Confiabilidad y Costos Totales

Alternativa	Subcomponente		Confiabilidad Total	Costo
	A	B		
1	.95	.95	.9025	
2	.98	.98	.9604	
3	.95	.98	.9310	
4	.98	.95	.9310	\$ 90 + 90 = \$ 180
5	.90	.90	.8100	140 + 110 = 250
6	.90	.95	.8550	90 + 110 = 200
7	.90	.98	.8820	140 + 90 = 230
8	.95	.90	.8550	
9	.98	.90	.8820	

Se debería elegir la alternativa 1 sobre la base de un criterio económico.

Esta información conocida como *información de proporción de fallas*, se obtiene de los resultados de las pruebas y de la experiencia del uso del campo. Una evaluación de cómo las fallas pueden afectar la confiabilidad total del sistema resulta de utilidad en la evaluación de los cambios alternativos en el diseño del producto (Adam & Ebert, Administración de la Producción y las Operaciones, 1991).

Diseño Modular y Estandarización: El diseño modular y la estandarización de los componentes son dos aspectos del diseño del producto, con un significado muy especial para la administración de operaciones por que afectan directamente el proceso de conversión, ya sea simplificándolo o haciéndolo más complejo tanto a él como a sus costos de operación.

Diseño Modular: El diseño modular es la creación de productos a partir de alguna combinación de subsistemas básicos preexistentes. El concepto de diseño modular da a los consumidores varias opciones de producto, y al mismo tiempo, ofrece ventajas considerables en la manufactura y diseño del producto. Al estabilizar los diseños de los módulos, estos son más fáciles de construir. El uso práctico de los problemas son más fáciles de diagnosticar y los módulos tienen mayor facilidad para darles servicio. La eficiencia de producción se incrementa a medida que al personal los refina y se logra mayor experiencia en los procesos de manufactura con conjuntos estandarizados de módulos.

Estandarización: La estandarización de los productos ofrece tanto a los consumidores como a los productores. Los consumidores pueden contar con la sencillez y conveniencia en las compras de productos estandarizados tales como puertas para casas habitación tornillos y otros dispositivos semejantes, bujías, etc. De la misma manera la adopción de un código de precios uniforme (estandarizado), etiquetado en los contenedores de

mercancías, ha incrementado la productividad en el sector de ventas al menudeo. En el diseño de nuevos productos, de la misma manera, la estandarización puede impulsar considerablemente la productividad mediante:

1. Evitando un diseño de ingeniería innecesario cuando una parte o un componente adaptable ya existan en el mercado.
2. Simplificando la planeación y el control de materiales, al reducirse a un menor número de diferentes componentes.
3. Reduciendo la planeación de los componentes (cuando se fabrican los componentes).
4. Disminuyendo la compra de componentes y las actividades de coordinación con los proveedores.

El lado riesgoso de la estandarización se relaciona con el estancamiento de la innovación; en la medida en que se confía en los diseños estandarizados, la competencia puede sobrepasarnos con una nueva característica para el producto, a la que no se puede hacer frente por el hecho de que las habilidades de creatividad para el diseño están inactivas.

Tecnología de Procesos de Manufactura

(Nahmias, 2007) Dice que los nuevos productos no son realidades físicas hasta que son producidos en un proceso de manufactura. La *tecnología de proceso* se refiere al conjunto de equipos, personas y procedimientos (sistemas) empleados para elaborar los productos y servicios de la empresa. Los procesos claves para los procesos POM se relacionan con la organización de los flujos de los procesos, con la selección de la combinación producto – proceso más adecuado, con la adaptación del proceso para satisfacer los requerimientos estratégicos y con la evaluación de la automatización y los procesos de la alta tecnología.

Métodos para Organizar los Flujos de los Procesos

Los cinco tipos de genéricos de flujos de procesos son: de Proyecto, el trabajo de taller, por lote, la línea de ensamble y el flujo continuo. Cada uno de ellos está más o menos adaptado a las distintas situaciones de producto – mercado y tiene sus propias características de operación, problemas y desafíos. Las características más importantes de ésta cinco tecnologías se resumen en la tabla 1.4.

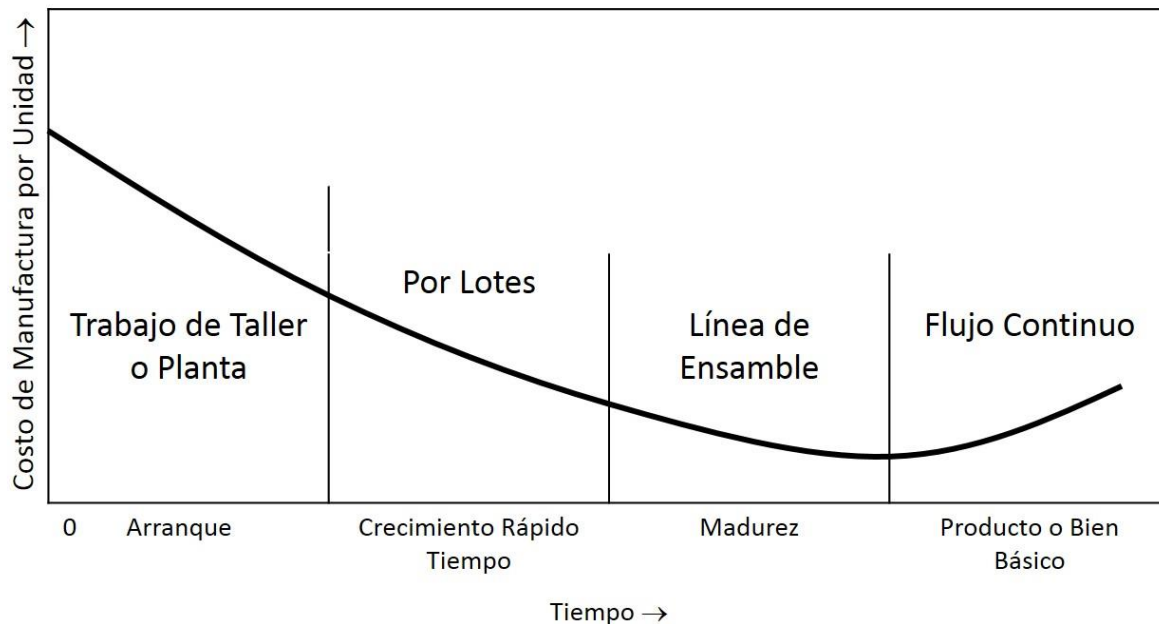
Tabla. 1.4 Características más importantes de las distintas tecnologías de proceso.

Característica	Proyecto	Trabajo de Taller / Planta	Lotes	Línea	Flujo Continuo
Características del Equipo y Distribución Física					
Tamaño común de las instalaciones	Varia	Normalmente pequeña	Moderado	A menudo grande	Grande
Flujo del proceso	No hay ningún patrón	Unos pocos patrones de flujo	Uno o dos patrones dominantes simples	Un patrón de flujo rígido	Claro e inflexible
Velocidad del proceso	Varia	Lento	Moderado	Rápido	Muy rápido
Tamaño de corrida	Muy corta	Corta	Moderada	Larga	Muy larga
Tasa de cambio en la tecnología del proceso	lenta	Lenta	Moderada	De moderada a alta	Demasiado alta
Características de la Mano de Obra Directa y de la Fuerza de Trabajo					
Contenido de mano de obra	Alta	Muy alta	Varía	Baja	Muy baja
Nivel de habilidad del trabajador	Alto	Alto	Combinado	Bajo	Varía
Requerimientos de capacitación del trabajador	Muy elevados	Elevados	Moderados	Bajos	Varían
Características de Control de los Materiales					
Requerimientos de materiales	Varían	Difíciles de predecir	Más predecibles	Predecibles	Muy predecibles
Requerimientos de información sobre producción	Muy elevados	Elevados	Varían	Moderados	Bajos
Programación	Incierta, cambios frecuentes	Incierta, cambios frecuentes	Varía, envíos frecuentes	Proceso diseñado alrededor de un programa de flujo	Inflexible, secuencia a menudo dictada por la tecnología
Características Primarias de Administración de Operaciones					
Retos	Estimaciones, secuenciado de tareas, precios	Estimación de utilización de mano de obra, respuesta rápida eliminando cuellos de botella	Procedimientos de diseño, de etapas de balance respondiendo a diversas necesidades.	Mejoramiento de la productividad, ajustes de los niveles de personal de apoyo, rebalanceo cuando es necesario	Evitando tiempos muertos, programando la expansión en el tiempo, reducción de costos

Ciclo de Vida de la Tecnología

Las tecnologías para procesos tienen ciclos de vida que generalmente están relacionados con las etapas del ciclo de vida de los productos, tal como se muestra en la figura 1.14. A través del tiempo, los costos de manufactura disminuyen para los productos que han alcanzado la madurez. Desde las primeras etapas de elaboración del producto hasta su declinación, los procesos de manufactura experimentan cambios en su organización, en sus volúmenes de producción, en el ritmo de innovación del proceso y en lo referente a la automatización.

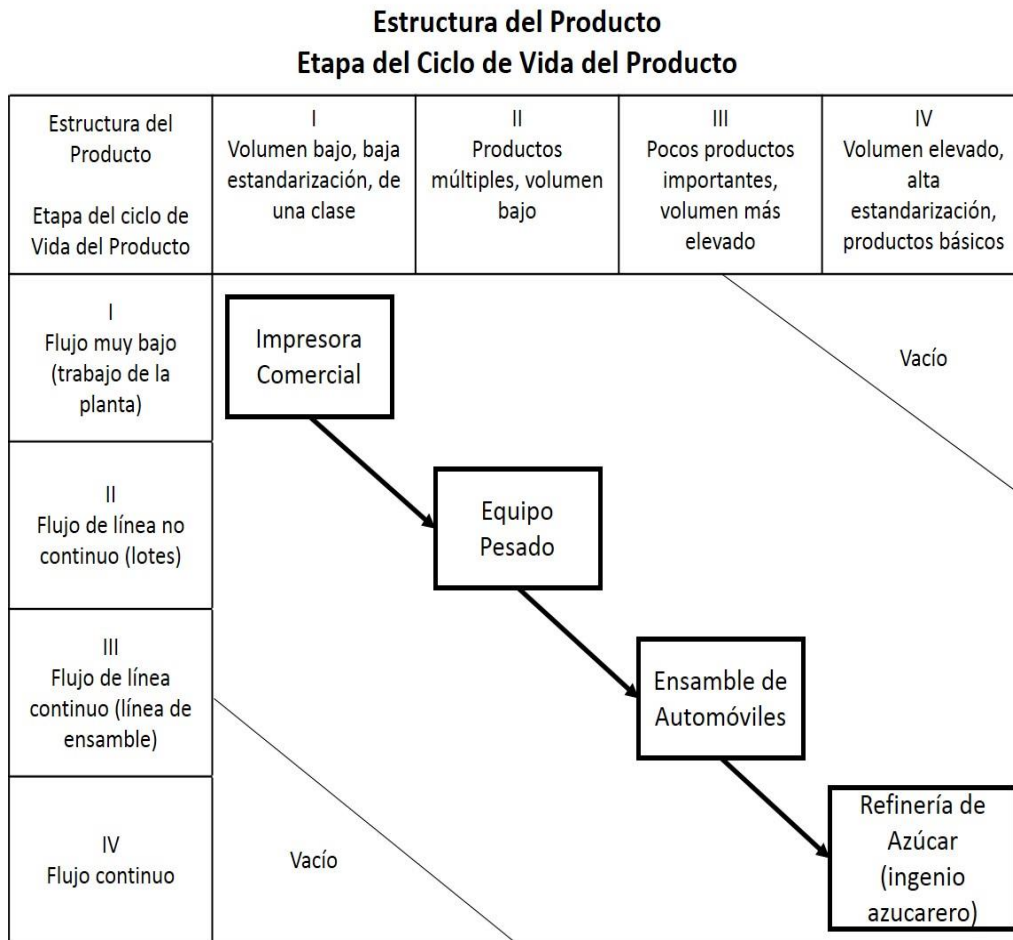
Fig. 1.14 Ciclo de Vida del Proceso.



Combinación Producto – Proceso

En la figura 1.15 se ilustran combinaciones que muestran características de las estructuras de producto – proceso. Industrias representativas se indican en la diagonal de la matriz y las dos esquinas “vacías” señalan combinaciones producto – proceso que son incompatibles y no factibles. A medida que el producto se desplaza hacia una etapa diferente, también lo hace la estructura del proceso de manufactura y surgen nuevas prioridades de manufactura.

Fig. 1.15 Combinación de las Principales Etapas de los Ciclos de Vida del Producto y del Proceso – Matriz del Producto – Proceso.



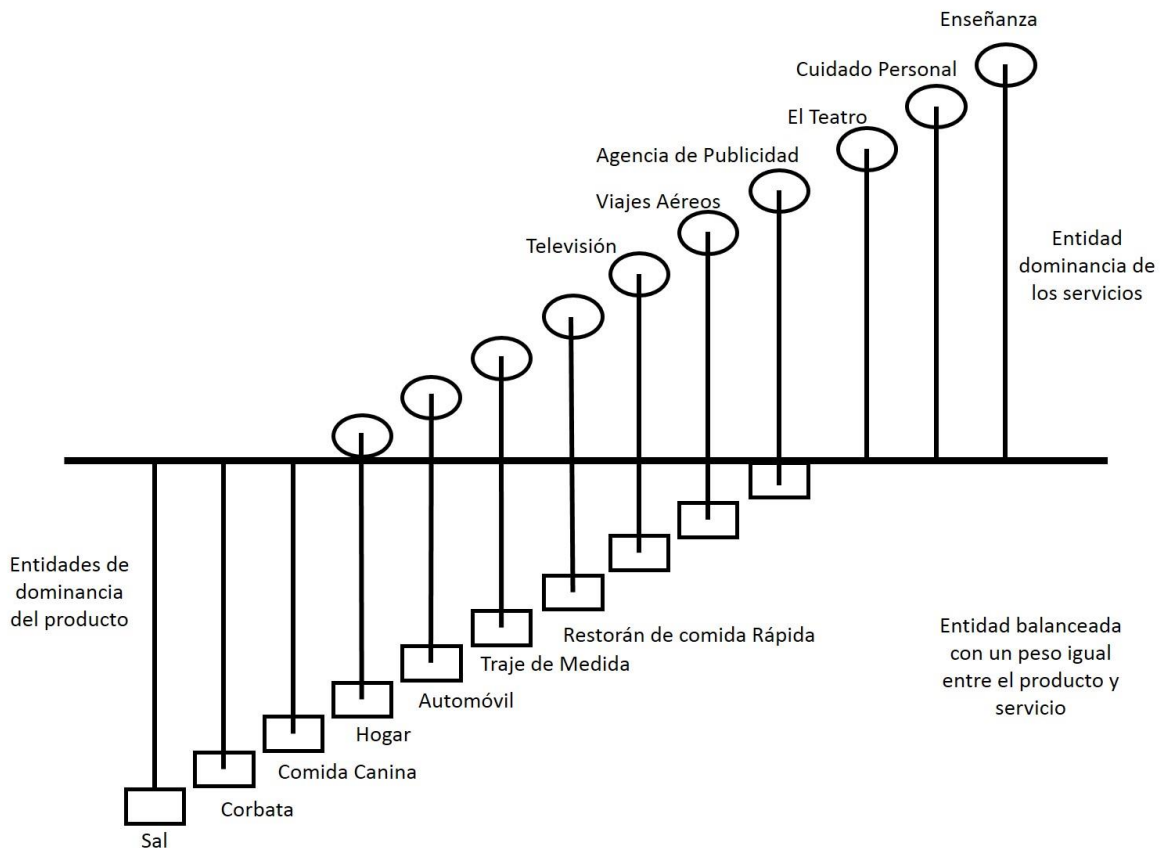
Esta matriz ayuda a comprender por qué y cómo las empresas cambian sus operaciones de producción. Los productos, requerimientos de mercado y competencia se modifican con el paso del tiempo y se inducen cambios en los equipos, procedimientos y recursos humanos. Si los cambios en los procesos no se hacen para ajustarse a los ciclos de vida del producto así como también a sus prioridades competitivas, se crean incompatibilidades de tipo producto – proceso.

El resultado es una desventaja competitiva.

Diseño de Servicios y Procesos de Servicio

Mientras muchas personas piensan en IBM como un productor de computadoras, por ejemplo, otras afirman que su negocio principal es el dar servicios bajo la norma de asesoría en aplicaciones y ayuda al cliente en la utilización, mantenimiento, mejoramiento y servicio a los sistemas de computadoras. El hecho es que en la actualidad la mayor parte de los ofrecimientos de mercado lo constituyen algunas combinaciones de producto y servicio, tal como se muestra en la figura 1.16 (Adam & Ebert, Administración de la Producción y las Operaciones, 1991).

Fig. 1.16 Escala de Servicio contra la Dominancia del Producto.



Diseño de Servicios

El diseño de servicios implica las mismas etapas genéricas que el diseño y la elaboración de productos (fig. 1.12). Se inicia con la identificación de una necesidad del consumidor y con la elaboración de un concepto de servicio que satisfaga la necesidad. Cuando Federal Express que hacían falta productos de embarque rápidos y confiables diseñó un concepto de “servicios de entrega” que se caracteriza por la propiedad privada de cierto tipo de servicios y un ciclo completo de proceso de búsqueda y entrega que destaca la importancia de la conveniencia y la accesibilidad en todo el país. La identificación del concepto llevó a un diseño detallado de los servicios y las tecnologías específicas (que incluían al equipo, recursos humanos y procedimientos) en la actualidad prosigue con una mejora y un rediseño de los servicios en el campo.

Tecnología de Proceso para los Servicios

Las tecnologías de proceso para los servicios son al menos tan diversas, y quizás más que los procesos de conversión para los productos. Con los servicios se experimentan amplias variaciones en la cantidad de contactos con el cliente y en intensidad de mano de obra contra la del capital en sus operaciones. Por consiguiente, existen distintos tipos de problemas, cuestiones y competencias de carácter fundamental para la obtención del éxito a través de las distintas tecnologías de servicios.

Contacto con el Cliente: Se refiere a la presencia del cliente en la creación del servicio, lo que sucede de dos maneras. **Primero**, La intervención del cliente en el diseño o personalización del servicio, por ejemplo, al adquirir una casa, el cliente puede participar activamente en el diseño, trabajando estrechamente con el arquitecto. O por otra parte el comprador puede optar por un diseño estándar sin intervenir en ningún momento. **Segundo**, se tiene con la presencia del cliente en y durante la creación del servicio, por ejemplo, el peinado femenino o masculino es un proceso de alto contacto a causad e que el cliente participa durante el servicio.

Los servicios de reparación de pelucas y peluquines, cuando no requieren la presencia del dueño, son tecnologías de bajo contacto.

Intensidad de la Mano de Obra: Algunos procesos de conversión de servicios, tales como el de guarderías y el de la enseñanza, son de mano de obra intensiva, mientras que otros, que incluyen las cajas automáticas que trabajan las 24 horas, son de capital intensivo.

Matriz de Procesos de Servicios, al combinar las dos dimensiones contacto con el cliente e intensidad de la mano de obra, cuatro distintos tipos de procesos de servicios se hacen evidentes (figura 1.17). Muchas organizaciones se adaptan bastante bien en cada una de las celdas de la matriz, y tienen operaciones, retos y problemas distintos (Adam & Ebert, Administración de la Producción y las Operaciones, 1991).

Fig. 1.17 Una Matriz de Procesos de Servicios.

	Poco Contacto con el Cliente	Mucho Contacto con el Cliente
De Capital Intensivo	<p>Cuasi – Manufactura</p> <p>Servicios postales Procesamiento de cheques Almacenamiento automático</p>	<p>Servicios Clientes – Empleados</p> <p>Servicios de viajes especiales Servicios telefónicos de larga distancia Tratamiento médico</p>
De Mano de Obra Intensiva	<p>Servicios Masivos</p> <p>Enseñanza Entretenimiento en Vivo, Cafetería</p>	<p>Servicios Profesionales</p> <p>Asesoría Legal Diagnóstico Médico Tutoría</p>
	(Tecnología de Proceso Rígido)	(Tecnología de Proceso Flexible)

Capacidad de las Operaciones

En la planeación estratégica para las operaciones vemos que una estrategia operacional ayuda a los directores a definir la función de operaciones. Permite especificar qué es lo que se desea alcanzar en las operaciones. Habiendo especificando esta misión se desarrollan políticas que permiten guiar nuestra planeación para resolver el problema de la capacidad de las operaciones, de la localización y la distribución a largo plazo, y constituyen guías para el uso de nuestros recursos e instalaciones en el corto plazo.

En este capítulo se investiga la decisión de la capacidad y como las alternativas sobre la capacidad afectan nuestra habilidad para cumplir con nuestra misión en el campo de las operaciones. Considerando como las decisiones sobre la capacidad afectan a las operaciones, a los costos y a las relaciones de punto de equilibrio, a los niveles de servicios, a las inversiones requeridas y al riesgo dentro de la organización (Adam & Ebert, Administración de la Producción y las Operaciones, 1991).

Medio Ambiente de la Planeación de la Capacidad

La capacidad de las operaciones se refiere a la capacidad productiva de una instalación; en general se expresa como un volumen de producción en un periodo. Los gerentes de operaciones están interesados en la capacidad por varias razones. Primero porque desean tener capacidad suficiente para proveer el tiempo y la cantidad de producción necesaria para satisfacer la demanda actual y futura del cliente, la capacidad disponible afecta a la eficiencia de las operaciones, incluyendo la facilidad o dificultad para programar la producción y los costos de mantenimiento de la instalación.

La Necesidad para una Planeación de la Capacidad: Cuando una empresa toma la decisión de “hacer” más de un producto o servicio, la planeación de la capacidad es la primera actividad de administración de las operaciones que tienen lugar. Una vez que se ha evaluado la capacidad y se determina una necesidad

para instalaciones nuevas o en expansión, entonces tienen lugar las actividades de localización y tecnología de proceso. Si existe demasiada capacidad, es necesario explorar alternativas para disminuir la capacidad tales como el cierre temporal o aun la venta de instalaciones.

Relación entre las Decisiones de Capacidad y Localización: A menudo la decisión de la capacidad es inseparable de la decisión de la localización de las instalaciones. Esta condición se da por el hecho de que la demanda de muchos servicios depende de la localización del sistema y, por supuesto, la capacidad deseada depende de la demanda; por lo tanto se tiene una relación circular.

Por ejemplo, los bancos comerciales simultáneamente hacen crecer la capacidad y la demanda futura de servicios usando estrategias de ramificación. La localización de sucursales y las decisiones sobre dimensiones se toman luego que la administración ha considerado la población de la zona, las densidades y las proyecciones de crecimiento poblacional, localizaciones geográficas de la competencia, la localización geográfica de los segmentos de mercado, flujos de transporte (tráfico), etc. El añadir una nueva sucursal ofrece grandes ventajas para algunos de los clientes existentes, y la administración espera que de igual manera atrae a otros. Evidentemente, esta decisión afecta a los ingresos, los costos de operación y a los costos de capital de la empresa.

Decisiones de la Planeación de la Capacidad: Las decisiones de la capacidad en general incluyen las actividades siguientes:

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

Medición de la Capacidad: Parece ser que para las organizaciones la capacidad es fácil de ser medida. Kraft Inc. se puede referir en toneladas de queso por año.

La General Motors Corporation puede hablar del número de automóviles por año. ¿Pero qué pasa con organizaciones con productos más diversificados? ¿Cómo puede medirse la capacidad de un despacho de abogados o una clínica veterinaria? En parte, las respuestas dependen de la diversidad de la mezcla de los productos. Aun cuando la producción de la General Motors consista en automóviles, camiones y locomotoras. Cuando las unidades producidas son idénticas o casi lo son, es posible seleccionar una unidad común de medición mega watts de electricidad, toneladas de grava, número de automóviles o barriles de cerveza. En este caso, la capacidad se mide en unidades de producción.

Por otra parte cuando la mezcla de insumos esta diversificada, es difícil de encontrar una unidad de producción común que tenga sentido. En caso de sustitución, la capacidad puede ser medida en términos de medidas de insumos.

Un despacho de abogados puede expresar su capacidad en términos del número de abogados y empelados. Una tienda de trajes a la medida o un taller de reparación de autos se puede medir su capacidad de acuerdo con las horas disponibles y/o horas máquina por semana, mes, o bien por año.

Entonces, una estimación de la capacidad puede ser medida en términos de los insumos o los productos del proceso de conversión. Algunos ejemplos comunes de medidas de capacidad empleadas por los distintos tipos de empresas se muestran en la tabla 1.5 (Adam & Ebert, Administración de la Producción y las Operaciones, 1991).

Tabla. 1.5 Unidades de Medida de la Capacidad Operacional.

Organización	Unidad de Medida
Producción	
Fabricante de automóviles	Número de automóviles
Cervecería	Barriles de cerveza
Fabricante de conservas	Toneladas de alimento
Productor de acero	Toneladas de acero
Compañía de electricidad	Mega watts de electricidad
Insumos	
Línea aérea	Número de asientos
Hospital	Número de camas
Taller artesanal	Horas – máquina y/o horas – hombre
Compañía distribuidora	Metros cuadrados de área de exhibición o ventas
Sala de cine	Número de butacas
Restaurante	Número de sillas o mesas
Oficina recaudadora de impuestos	Número de contadores
Universidad	Número de estudiantes y/o profesores
Almacén	Metros cúbicos o cuadrados de espacio de almacenamiento

Estimación de las Necesidades Futuras de Capacidades

Los requerimientos de las capacidades pueden ser evaluados desde dos puntos de vista extremos: a corto plazo y a largo plazo.

Requerimientos a corto plazo: Los administradores a menudo usan pronósticos de la demanda de productos para estimar la carga de trabajo a corto plazo que se deba manejar en la instalación. Estas estimaciones se obtienen a partir de las técnicas de pronósticos que se presentaron en el capítulo anterior.

Requerimientos a largo plazo: Los requerimientos de capacidad a largo plazo son más difíciles de determinar a causa de la incertidumbre en el conocimiento de la demanda futura del mercado y en las tecnologías. Los requerimientos de capacidad a largo plazo dependen de los planes de mercadotecnia, del desarrollo de los productos y de los ciclos de vida de los mismos.

Estrategias para la Modificación de la Capacidad

Después de que la capacidad existente ha sido medida y los requerimientos futuros de capacidad evaluados, es necesario identificar alternativas para modificar la capacidad.

Respuesta a corto plazo: Para periodos de corto plazo de hasta un año, la capacidad operacional básica del proceso de producción es de magnitud fija. Las instalaciones en gran escala rara vez inician o dan término a sus actividades a resultas de una práctica periódica mensual o anual. Es posible, sin embargo, efectuar ajustes de corto plazo para aumentar o disminuir la capacidad operativa. Qué ajuste realizar, es algo que depende si el proceso de producción primordialmente hace uso intensivo de la mano de obra o de capital, y de si el proceso es del tipo que puede acumularse en inventario.

Las estrategias actuales para cambiar la capacidad también dependen del grado hasta el cual el producto puede ser almacenado en inventario.

Respuesta a largo plazo por expansión: Desde los años setenta EUA, ha pasado por problemas de escasez de recursos y encogimiento de la economía. Así como otros sectores de la economía están creciendo, otros reducen. Las organizaciones hoy en día no pueden encerrarse en pensar en el cómo expandir los recursos que forman la base; deben también considerar enfoques óptimos para como contraer dicha base de recursos. Considérese la primera de estas cuestiones a largo plazo, la expansión.

Modelos de Planeación de la Capacidad

Alternativas de Modelamiento

¿Cuáles son los modelos que están disponibles para ayudarnos en la planeación de la capacidad? El análisis del valor presente es útil en donde el valor en el tiempo de las inversiones y los flujos de fondos deben de ser considerados. Los modelos de planeación agregada son útiles para examinar el mejor modo de emplear la capacidad existente en el corto plazo. El análisis del punto de equilibrio

puede proporcionar los volúmenes de equilibrio que se requieren como mínimo cuando diversas alternativas de expansión están siendo costeadas contra los ingresos proyectados. Presentamos dos modelos de utilidad para evaluar la utilización a corto plazo de la capacidad; la programación lineal y la simulación por computadora.

La Programación Lineal Aplicada a la Combinación de Productos y a la Capacidad

Nuestro primer ejemplo de aplicaciones de modelos ilustra las dificultades de medir la capacidad en una empresa multiproductos. A medida que se expone la situación de Multiband's le mostraremos una forma de encontrar el mejor uso de su capacidad durante un horizonte de planeación a corto plazo.

Ejemplo Las empresas Multiband's fabrican dos productos, un radio portátil (RP) y un radio de banda civil (RC). El gerente de mercadotecnia afirma que "podemos vender todo lo que se pueda producir en el corto plazo". Luego pregunta el gerente de operaciones "¿Cuál es su capacidad instalada de productos al mes?". El gerente de operaciones responde que su capacidad depende de qué producto se está produciendo.

Se requieren tres clases de mano de obra para hacer el sub ensamble, el ensamble y el trabajo de inspección. Los dos productos requieren de diferentes cantidades de cada uno de los tipos de mano de obra, de manera que nuestra capacidad del mes siguiente depende de los productos que se encuentran en producción. El mes siguiente tendremos 316 horas de capacidad de mano de obra disponibles para sub ensambles, 354 horas disponibles de ensamble y 62 horas de mano de obra disponible para inspección.

El gerente de operaciones sabe que cada radio BC requiere de 4 horas de tiempo de sub ensamble, 0.5 horas de tiempo de ensamble y 0.05 horas de tiempo de inspección. Un radio portátil se puede producir empleando 0.5 horas de tiempo de sub ensamble, 0.3 horas de mano de

obra de ensamble y 0.10 horas de tiempo de inspección. El vicepresidente dice “sabemos que cada BC que se produce y se vende tiene una contribución de 50 dólares a la utilidad y a los gastos de administración. Cada RP tiene un margen de contribución de 40 dólares”.
 ¿Cuál es la capacidad de producción de Multiband’s? ¿Qué combinación de BC y RP debe de ser manufacturada para el mes siguiente?

Problema de combinar productos aparece cuando la empresa tiene recursos limitados que pueden ser usados para producir cualquiera de las distintas combinaciones de productos. El problema de la mezcla de productos en Multiband’s, puede resumirse en la tabla 1.6.

Tabla. 1.6 Recursos Disponibles y Usos Posibles de Multiband’s.

Recurso	Proporción de Recurso Requerida para Producir una Unidad de Producto (horas)		Monto Total de Recurso Disponible (horas)
	BC	RP	
Mano de Obra de Pre montaje	.40	.50	316
Mano de Obra de Montaje	.50	.30	354
Mano de Obra de Inspección	.05	.10	62

¿Cuál es la capacidad de producción de Multiband’s? Esta capacidad depende de la combinación de productos. Si todos los recursos del mes próximo se destinan a la producción de BC, se tendrá el tiempo de sub ensamblado para producir $316 \text{ horas} / .040 \text{ horas/ unidad} = 790$ unidades; tiempo de ensamblado suficiente para $354 / 0.50 = 708$ unidades y tiempo de inspección suficiente para $62 / 0.05 = 1240$ BC.

Como un BC comercializable requiere de los tres tipos de mano de obra, el número máximo de BC posible de comercializar es el número más pequeño de las tres cantidades antes mencionadas, 708 unidades. Por otra parte, solo sería posible producir RP. Si cada uno de los recursos se destinara en su totalidad a la producción de RP se tendría tiempo de sub ensamble, ensamblado e inspección,

suficiente para producir 632; 1180; y 620 RP, el número máximo de RP es 620 (Adam & Ebert, Administración de la Producción y las Operaciones, 1991).

Administración del Cambio de Capacidad

(Adam & Ebert, Administración de la Producción y las Operaciones, 1991) Dicen que la administración de la capacidad requiere de una buena comprensión del medio ambiente dentro del que opera la organización. Esto requiere de una comprensión de las demandas normales de las operaciones existentes y una visión que tome en cuenta las condiciones de los negocios en el futuro. Basándonos en estos factores, los administradores eficaces cuando planean los cambios de capacidad aplican de manera selectiva los lineamientos generales siguientes:

- 1. Expansión de la Producción:** La producción puede expandirse para conseguir incrementos más bien rápidos en cuanto a la capacidad. Es útil tener en mente los beneficios y los costos del tiempo extra, de los turnos suplementarios, apoyo de tiempo parcial, subcontratación y el uso de inventarios tratando de estar cubiertos contra demandas irregulares.
- 2. Contratación de la Producción:** Existen algunas alternativas para reducir la producción al reducir rápidamente la capacidad. Congelamientos artificiales, eliminación de empleados, despidos, conclusión de contratos de arrendamientos o alquiler y la venta de partes de equipos y propiedades, constituyen hechos para reducir la capacidad.
- 3. Mezcla de Productos:** La mezcla de productos es una variable administrativa clave que puede ser controlada de alguna manera en el corto plazo, y que ciertamente tiene que ser comprendida cuando se administra la capacidad.
- 4. Cambios permanentes en la capacidad:** Existen cambios permanentes que resultan evidentes y que pueden hacerse. Estos a menudo tienen

implicaciones de largo alcance y deben de ser considerados con extremo cuidado en relación con los mercados con la posición financiera de la empresa y las alternativas de tecnología.

Administración de Inventarios

Consideraciones Generales sobre los Inventarios

El tema de inventarios y su control puede generar sentimientos completamente diferentes en las mentes de personas de diversos departamentos dentro de una organización. Los agentes de ventas prefieren tener en existencia grandes cantidades de inventario, para satisfacer las solicitudes de los clientes sin tener que esperar. Su principal preocupación es el servicio al cliente. Desde el punto de vista del gerente de operaciones, los inventarios son una herramienta que puede usarse para promover la operación de las instalaciones de producción. Ni los inventarios elevados, ni los bajos, por sí mismos, son deseables; simplemente se les permite que fluctúen para que la producción pueda ajustarse a su nivel más eficiente. (Meredith, 2002)

Funciones de los Inventarios

Existen varios propósitos para tener inventario, en general, estos solo tienen cinco funciones básicas.

1. **Inventarios en Tránsito:** Existen debido a que los materiales deben moverse de un lugar a otro.(Estos también se conocen como inventarios en tubería).
2. **Inventarios de Protección:** ES el de protegerse contra las incertidumbres de la oferta y la demanda, a veces se les conoce como, existencias de seguridad, que sirven para amortiguar el efecto de sucesos impredecibles, la demanda se considera como existencias de protección que se mantienen para cubrir cualquier demanda que exceda al promedio.
3. **Inventarios de Anticipación:** Es la demanda futura que se espera, se puede permitir la acumulación de inventarios ante un acontecimiento y consumirse durante dicho período o después. Los fabricantes, mayoristas y detallistas acumulan inventarios de anticipación antes de acontecimientos como la Navidad o la Pascua cuando la demanda de productos especializados será elevada.

4. **Inventarios de Desacoplamiento:** Un inventario de piezas entre las máquinas, o de fluido en un tanque, conocido como inventario de desacoplamiento, actúa para desconectar el proceso de producción. Es decir, los inventarios se comportan como amortiguador de choques, o colchones, aumentando o disminuyendo en tamaño y medida.
5. **Inventarios Cíclicos:** Como a veces se les conoce, inventarios de tamaño-lote- existen por una razón diferente a las de los otros tipos que se acaban de estudiar. Los inventarios cíclicos, por otra parte, son el resultado del intento de la gerencia de minimizar el costo total de mantener y ordenar inventario.

Formas de los Inventarios

Los inventarios se clasifican en cuatro formas:

1. **Materias primas:** Son los objetos, mercancías, elementos y artículos que se reciben (generalmente se compran). Cuando se habla de materias primas, se piensa en otras cosas como láminas de metal, harina, pintura, acero estructural, productos químicos y otros materiales básicos, las tuercas y tornillos cilindros hidráulicos, los motores y armazones.
2. **Intermediarios:** Incluyen las refacciones, suministros y reservas. Las refacciones se producen en la misma organización en lugar de comprarlas. El término de “suministros” con frecuencia se emplea como sinónimo de inventarios. Las “reservas” comúnmente incluyen tanto a los suministros como a las materias primas que se mantienen en existencia o en estantes en un lugar especial.
3. **Trabajo en Proceso:** (TEP) lo componen todos los materiales, partes y ensambles que está trabajando o esperan ser procesados dentro del sistema de operaciones. Es decir, los artículos que han dejado el inventario de materias primas pero que aún no han sido convertidos o ensamblados en un producto final.
4. **Artículos Terminados:** Lo componen las existencias de productos terminados. Una vez terminados, se transfieren del inventario de trabajo en

proceso, al inventario de artículos terminados para venderse a mayoristas o venderse directamente a detallistas o clientes finales.

Los inventarios influyen en el servicio a los clientes, la utilización de las instalaciones y el equipo, la capacidad y la eficiencia de la mano de obra.

El objetivo final, es generar decisiones con relación al nivel de inventario, como resultado un buen equilibrio entre los propósitos de mantener inventarios y los costos asociados con ellos (Meredith J. R., Administración de Operaciones, 1999).

Costos que se Presentan en las Decisiones sobre los Inventarios

Existen cinco amplias categorías de costos asociados con las decisiones de inventarios:

1. **Costos de ordenar o de Preparación:** Los **costos de Ordenar** son los costos asociados con el abastecimiento externo de material y los **costos de preparación** son los asociados con el abastecimiento interno (es decir, la fabricación interna) de partes de material. Los costos de ordenar incluyen, costo de escribir la orden de pedido, gastos de correo, facturas, cuentas por pagar, departamento de recepción, prueba e inspección y transporte. Los de preparación incluyen la escritura y procesamiento, mano de obra tiempo muerto, (es decir, máquina que no está produciendo), partes dañadas durante la preparación.
2. **Costos de mantener o tener inventario:** Constan de los siguientes.
 - Costos de Capital
 - Costos de Almacenamiento
 - Costos de Riego

Incluyen el interés sobre el dinero invertido en el inventario y en el terreno, edificios y equipo necesario para mantener el inventario, también incluyen renta, impuestos y seguros de los edificios, su depreciación, los gastos de

mantenimiento y reparación, calefacción, energía, iluminación, salarios de personal, costos de oficina etc.

Algunos de estos costos son relativamente pequeños, los costos totales de mantener artículos en inventario pueden ser bastante elevados.

3. **Costos faltantes:** Si no se tiene un inventario cuando se necesita para la producción, ocurre un faltante. Hay varios tipos de faltante. Un faltante de un artículo solicitado por un cliente puede resultar en ventas pérdidas o en una demanda, pérdida de crédito o imagen ante los clientes. Un faltante ó que se necesita para la producción resulta en costos de la producción, costos de tiempo muerto y demoras provocados por el faltante.

4. **Costos asociados con la Capacidad:** Son los costos que se incurren debido a que es necesario la capacidad productiva o debido a que existe un faltante o exceso temporal en la capacidad.

Los problemas de capacidad también se deben con frecuencia a conflictos en la programación. Esto surge cuando se deben fabricar varios productos en el mismo conjunto de instalaciones.

Los costos asociados con la capacidad incluyen el tiempo extra requerido para aumentar la capacidad, los costos de contratación, capacitación y liquidación.

5. **Costos de los Artículos:** Los artículos mismos deben pagarse. Aunque se deben adquirir tarde o temprano, el momento en que adquieren puede afectar su costo cuando se presentan descuentos por cantidad.

Decisiones en la Administración de Inventarios

El objetivo es tomar decisiones con respecto al nivel apropiado de inventario y a los cambios en dicho nivel.

Las reglas de decisiones es guiar al gerente de inventarios en el evaluación del estado actual del inventario y decidir si requiere alguna acción,, como reabastecimiento . Varios tipos de sistemas de administración incorporan diferentes reglas de decisión, sobre “cuando” y “cuanto”.

Tipos de Sistemas de Administración de Inventarios

Pueden clasificarse en tres clases:

1. Sistema de punto de reorden
2. Sistema de revisión periódica
3. Sistema de planeación de requerimientos de materiales (PRM).

Sistemas de Punto de Reorden

Se especifica un nivel de inventario en que debe colocar una orden de reabastecimiento por una cantidad fija del artículo de inventario (o punto de reorden), se coloca una orden por una cantidad previamente especificada. El punto de reorden se establece de tal manera que el inventario en existencia en el momento de colocar una orden sea suficiente para cubrir la demanda durante el tiempo de entrega, (es decir, el tiempo entre la colocación de una orden y la reparación del embarque).

En este sistema se almacenan partes de dos contenedores, uno grande y uno pequeño. El contenedor pequeño generalmente contiene suficientes partes para satisfacer la demanda durante el tiempo de entrega, y en contenedor grande hasta vaciarlo. (Meredith, 2002)

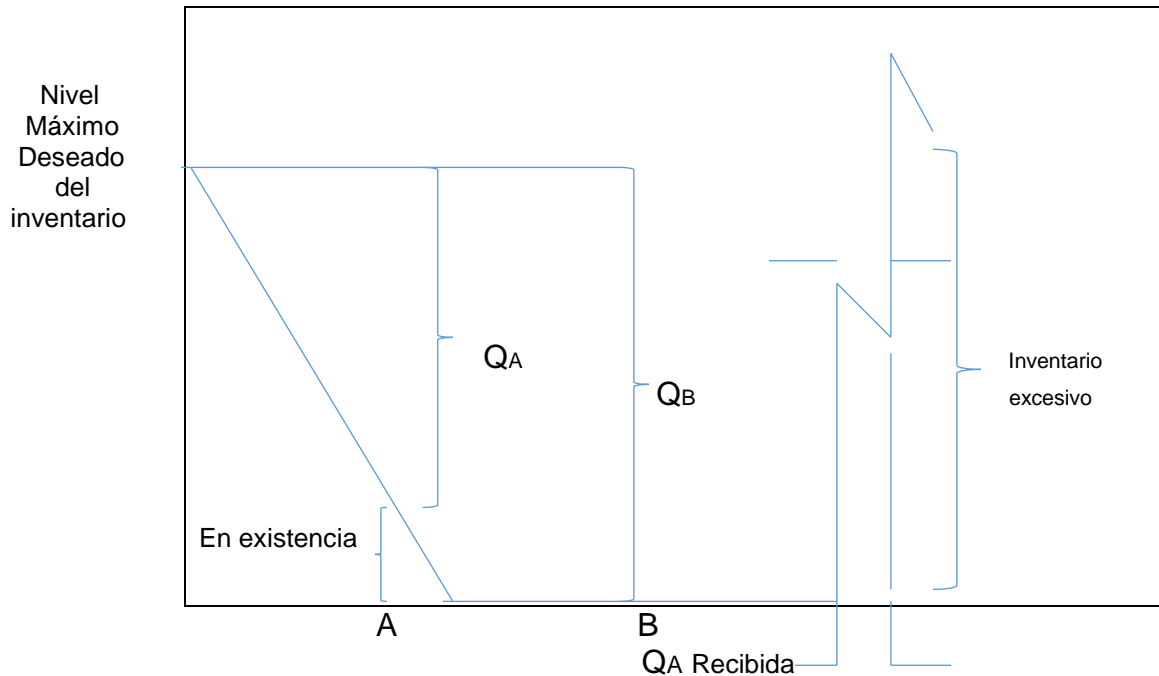
Sistemas de Revisión Periódica

Se revisa a intervalos iguales de tiempo y en cada revisión se puede colocar una orden de reabastecimiento para llevar el nivel de inventario hasta una cantidad deseada. La cantidad de la orden se basa en el nivel máximo establecido para cada artículo del inventario que debe redondearse la cantidad necesaria para llevar al inventario en existencia.

El inventario en existencia es la cantidad que realmente se encuentra en existencia. El sistema permite atraso de órdenes, entonces el valor en existencia podría ser negativo, por lo menos en el concepto. La cantidad en periodo es la cantidad por la cual se han emitido órdenes de compra, pero aún no ocurre la

entrega. La figura 11.3, ilustra dicha ocurrencia. Suponga que en el punto de revisión A se coloca simplemente una orden por QA. En el punto de revisión B, aún no ha llegado el primer pedido, por lo que se coloca una orden QB. No se puso atención a la cantidad en pedido. Ahora, poco tiempo después, se recibe QA, y luego QB. En el punto de revisión C, el inventario excede el máximo deseado.

Fig. 11.3



Sistemas de Planeación de Requerimientos de Materiales (PRM)

La **demanda independiente** significa simplemente que la demanda de un artículo no se basa en la demanda de algún otro artículo, como ropa, muebles, automóviles, artículos de menudeo y artículos de suministros (papel, lápices) en un ambiente de fabricación o de oficinas.

Demanda dependiente son aquellos artículos que son subpartes de artículos más grandes, como las llantas de una bicicleta, la pantalla de una lámpara, o cualquiera de las materias primas que están compuestas dichos artículos.

Al igual que los inventarios perpetuos y periódicos, el PRM planea en fases de tiempo las órdenes también con base en los tiempos de entrega y niveles mínimos de existencia. En este aspecto no difiere mucho con respecto a los otros sistemas de inventarios. Sin embargo, en el PRM no se monitorea el nivel de existencias si no las demandas del producto “padre” o principal sobre la parte. Estas se actualizan continuamente medida que cambian las demandas del producto final, proporcionando así un mejor pronóstico de la necesidad.

Prioridades en la Administración de Inventarios: En el concepto ABC

En la práctica no todos los inventarios se controlan con el mismo grado de atención. Algunos simplemente son muy pequeños o poco importantes para garantizar una actividad intensa de movimiento y control. El sistema de clasificación ABC es un procedimiento sencillo que se emplea ampliamente con buenos resultados y se ilustra aproximadamente en el recuadro anexo sobre Johnson & Johnson. ABC se basa en las compras anuales en dólares de un artículo de inventario. Como se ve en la tabla 11.1, una proporción pequeña de los artículos totales de un inventario representan una proporción grande del volumen total anual en dólares.

Número De artículos	Porcentajes de los artículos totales	Compras anuales en dólares	Porcentaje de las compras totales
521	4.8	\$15,400,000	50.7
574	5.3	6,200,000	20.4
1,023	9.4	3,600,000	11.8
1,145	10.5	2,300,000	7.6
3,754	34.0	1,800,000	5.9
3,906	36.0	1,100,000	3.6
-----	-----	-----	-----
10,923	100.0	\$30,400,000	100.0

Las tres clasificaciones empleadas en el sistema ABC son:

- A) Artículos de gran valor
- B) Artículos de valor medio
- C) Artículos de bajo valor

El ABC es la guía de la gerencia para la prioridad necesaria de control de los artículos de inventarios.

Los A, deberán estar sujetos al control más estricto, manteniendo registros detallados del inventario.

Los B, Están sujetos a un control normal, estableciendo las cantidades de los órdenes mediante la CEP.

Los C, están sujetos a un control mínimo; los órdenes se colocan para un reabastecimiento de seis meses a un año.

El concepto ABC no sólo se emplea para el control de inventarios, sino que también se utiliza frecuentemente para determinar los niveles de prioridad en el servicio a clientes. Este concepto también se conoce con otros nombres como la regla 80-20 y el principio de Pareto (por el economista que descubrió el efecto).

Problema Resuelto 11.2: Cálculos ABC

Valor en dólares/unidades	Volumen/año	Categoría
Elevado	Elevado	A
Elevado	Medio	A
Medio	Elevado	A
Elevado	Bajo	B
Medio	Medio	B
Bajo	Elevado	B
Medio	Bajo	C
Bajo	Medio	C
Bajo	Bajo	C

¿Cuáles de los siguientes artículos se consideran como artículos A en un análisis ABC de inventarios?

Artículo:	A	B	C	D	E	F	G
Valor,\$:	7	19	6	21	24	10	13
Consumo anual, unidades:	9	3	11	8	7	11	7

SOLUCION:

A	B	C	D	E	F	G	Suma
---	---	---	---	---	---	---	------

Valor X consumo =	63	57	66	168	168	110	91	723
Consumo total, unidades =	56							

Los artículos D y E constituyen $168+168 = 54$ por ciento del consumo del valor,

723

Pero solamente $15/56 = 27$ por ciento de los artículos. Obsérvese que el porcentaje del consumo en valor es menor que el 75 por ciento, mientras que el porcentaje de artículos es mayor que el de 20 por ciento. Si se intenta capturar un mayor porcentaje del consumo total en valor (incluyendo F, por ejemplo), entonces también aumentará el porcentaje de artículos, alejándose más de las guías. Este caso muestra que el efecto 80-20 o de Pareto a veces es mucho más débil (54-27, en este caso).

Precauciones con Respecto a los Cálculos de la CEP

La CEP es una cantidad de pedido calculada para un costo mínimo. Al igual que con cualquier modelo o fórmula, aquí se aplica la regla BEBS (basura que entra-basura que sale). Si las variables utilizadas en el cálculo del CEP son inexactas, entonces la CEP será inexacta, la CEP depende mucho de dos variables que están sujetas a una considerable interpretación errónea. Estos son los dos elementos de costos de mantener, (CH) y de ordenar (Co). El costo de mantener se reducirá y el de ordenar se podría reducir proporcionalmente.

Observe también que CH y CO son costos controlables. Es decir, se pueden reducir, si es conveniente.

Los problemas de mantener inventario con que se controlaron fueron:

- Los defectos de los productos se ocultan en el inventario, aumentando de esta forma los desechos y retrabajos en el proceso de producción.

- El espacio del almacenamiento ocupa áreas valiosas y separa todas las funciones y equipos de la compañía.
- Un mayor inventario en la planta significativa que se requiere mayor control, mas planeación, en general, se crea mayor “confusión”.

Las empresas de los Estados Unidos raramente toman en cuenta estos costos. Lo más común es considerarlos como parte de los costos indirectos, los costos generales de fabricación o “costos de carga” que se supone son incontrolables.

Análisis Marginal (Incremental)

(Chapman & Montserrat, 2006) La idea en este caso consiste en comenzar con un pedido muy pequeño de artículos y comparar las ventajas de ordenar un artículo más con sus desventajas. La ventaja es la utilidad potencial (o reducción de costos, en algunos casos). La desventaja es que el artículo podría no venderse (o necesitarse) y se incurriría en una pérdida.

El siguiente paso consiste en considerar la adicción de otra unidad al periodo: ¿Es la ganancia esperada mayor que (o igual a) la perdida esperada? Este proceso se continúa hasta que ordenar una unidad adicional y no pueda justificarse con base en el rendimiento esperado para dicha unidad.

A continuación se verá matemáticamente este proceso. Se utilizaran los siguientes símbolos:

P = Probabilidad de vender (o usar) por lo menos una unidad más

$1-p$ = Probabilidad de no vender o usar la unidad

MCO= Costo marginal de sobre ordenar

MPU= Utilidad marginal (o costo marginal se subordinar).

Sistemas Justo-a-Tiempo

El concepto JAT fue desarrollado originalmente por Toyota Motor Company en Japón a mediados de la década de 1970 y las empresas japonesas todavía lo conocen como sistemas Toyota. Para entender la razón del sistema de producción JAT es importante comprender un poco la historia y cultura del Japón. (Mereditih, 2002).

Japón es un país pequeño con recursos mínimos y una gran población, los japoneses siempre han tratado de no desperdiciar recursos, incluyendo el espacio (especialmente la tierra). El desperdicio es probablemente porque el país tiene un espacio muy limitado y escasos recursos naturales. Los japoneses siempre se han visto obligados a maximizar la ganancia o rendimiento de los pocos recursos disponibles. Como resultado sus hábitos de trabajo tienden a reflejar esta filosofía de minimizar el desperdicio y mantener el respeto hacia los demás. El JAT, como un ejemplo de esta filosofía, se basa en tres principios básicos:

1. Minimizar el desperdicio en todas sus formas
2. Mejora continua de procesos y sistemas.
3. Mantener el respeto hacia todos los trabajadores.

En el proceso de producción, los japoneses evitan afanosamente el desperdicio de materiales, espacio y mano de obra. Ponen gran atención a la identificación y corrección de problemas que potencialmente pudieran conducir a dicho desperdicio.

El JAT toma su nombre de la idea de reabastecer las existencias de material justo cuando se necesitan, no antes ni después. Se elimina el desperdicio de materiales costosos que permanecen ociosos mientras esperan su procesamiento, como los materiales retrasados: desechos, productos defectuosos, espacio no necesario, inventarios innecesarios, instalaciones ociosas, etc.

Esta filosofía se aplica en cualquier forma que se pueda y en donde se pueda. El JAT no se reduce a una “formula”; cada empresa puede aplicar la filosofía en forma diferente.

El JAT, Toyota fue capaz de reducir el tiempo necesario para producir un automóvil de 15 días a un día. El JAT se adapta mejor en procesos como la producción de automóviles. La producción de automóviles no es un taller de flujo en el sentido de que todos los artículos son idénticos. La idea de la filosofía JAT para los japoneses es tratar de hacer que los artículos “fluyan como el agua” a lo largo del taller.

Debido a su amplia naturaleza y amplia gama de beneficios—desde una mayor participación en el mercado hasta una mejor calidad y menores costos—el JAT se ha convertido, para muchas compañías, en un elemento importante de su estrategia competitiva. En IBM, el JAT se conoce como flujo continuo, en tanto que en Hewlett-Packard, como producción sin existencias y en algunas plantas se conoce como fabricación repetitiva uniforme. Es decir, este no se considera simplemente como un medio para convertir el proceso de transformación de una forma desordenada y derrochadora (que sarcásticamente se conoce como por-si-acaso) a una forma eficiente y competitiva. La industria de los Estados Unidos parece moverse lentamente en esta dirección, en especial con la adopción de equipos de trabajo de producción, círculos de calidad (capítulo 16) y fabricación celular.

A continuación se describen las características más comunes de los sistemas JAT (just-in-time) y se comparan con los sistemas tradicionales por-si-acaso (just-in-case).

Sistemas Tradicionales en Comparación con el Justo-A-Tiempo

La tabla 14.1 presenta una docena de características de los sistemas JAT que tienden a distinguirlos de los sistemas más tradicionales en la industria

norteamericana. Estas características van desde su filosofía y cultura hasta procedimientos estándar de operación.

Tabla 14.1 Comparación de las Características Tradicionales con las Características del JAT

Características	Tradicional	JAT
Prioridades	Aceptar todas las órdenes Muchas opciones	Mercado limitado Pocas opciones Bajo costo, alta calidad
Ingeniería	Productos individualizados Diseño a partir de cero	Productos estandarizados Diseño incremental Simplificar, diseñar para facilidad de fabricación
Capacidad	Altamente utilizada Inflexible	Utilizada moderadamente Flexible
Diseño del proceso	Taller de trabajos	Talleres de flujo, fabricación celular
Distribución de planta	Gran espacio Equipo para manejo de materiales	Espacio pequeño Transparencia cercana y manual
Fuerza de trabajo	Destrezas limitadas Especializada Individualizada Actitud competitiva Cambio por edicto Ritmo fácil Posición: Símbolos, salarios, privilegios	Amplias destrezas Flexible Equipos de trabajo Actitud cooperativa Cambio por consenso Ritmo fuerte No hay diferencias de posición
Programación	Preparaciones que duran mucho tiempo Corridas que duran mucho tiempo	Cambios rápidos Corridas de modelos mixtos
Inventarios	Grandes inventarios de TEP Almacenes, cajones, almacenes de existencia	Pequeños inventarios de protección de TEP Existencias en piso del taller
Proveedores	Muchos En competencia	Fuentes únicas o pocas Cooperativos, en red
Planeación y control	Orientados a la planeación Complejos Computarizados	Orientados al control Sencillos Visuales
Calidad	Inspección	En la fuente

	Puntos críticos Muestreo de aceptación	Continua Control de procesos
Mantenimiento	Correctivo Por expertos Hacer funcionar al equipo en forma rápida Funcionamiento de un turno	Preventivo Por los operadores Hacer funcionar al equipo de manera lenta Funcionamiento las 24 horas

Prioridades

Es tradicional que la mayoría de las empresas desean aceptar todos los pedidos de los clientes o, por lo menos, proporcionar un gran número de opciones de éstas las cuales los clientes puedan hacer sus pedidos.

En las empresas JAT el énfasis está en el bajo costo, pero con una alta calidad dentro de dicho mercado limitado. Por ejemplo, un automóvil podría tener muchos accesorios como opciones de lujo en los automóviles tradicionales, como el aire acondicionado, pero que se incluyen como estándar.

Así, desde el inicio se ve que las prioridades globales de las empresas del JAT son diferentes a las de las empresas tradicionales. En cierto sentido, su “estrategia” para competir es diferente a la de la empresa tradicional y esta estrategia se difunde en sus sistemas de producción.

Ingeniería

En la misma línea con las prioridades, el departamento de ingeniería en la empresa JAT diseña productos estándar y gradualmente mejora cada diseño. Las partes y subensambles que forman cada producto también están estandarizadas; con el tiempo se simplifican y mejoran cada vez más. La razón de las nuevas partes y subensambles se debe al cambio frecuente de ingenieros y estos desconocen los que los ingenieros anteriores ya han diseñado.

Finalmente los diseños del JAT por lo general incluyen consideraciones acerca de la facilidad de fabricación (denominado **diseño para facilidad de fabricación**)

[DFM] o facilidad de ensamble (**diseño para ensamble [DFA]**) de la parte o producto. La empresa tradicional acelera un diseño de ingeniería lo más rápido que se pueda (ya que tuvo que partir desde cero) y luego pasa el diseño al área de manufactura sin considerar debidamente la forma en que se puede fabricar (a veces no se puede). Si el producto o la parte no se puede fabricar en absoluto, o quizás ensamblarse, entonces el diseño se regresa a ingeniería para modificarlo, consumiendo más tiempo y costando más en horas de ingeniería.

Capacidad

En la empresa tradicional, en el sistema se diseñan generalmente sobrecapacidades de todos tipos por-si-acaso. Estas capacidades pueden ser equipo extra, tiempo extra, turnos parciales y, frecuentemente, grandes inventarios de trabajo-en-proceso (TEP).

Como Se verá posteriormente, en la empresa JAT las capacidades en exceso se mantenían al mínimo para evitar desperdicio inherente, particularmente los inventarios.

Suavización de los Flujos de Trabajo

Los japoneses han observado que los flujos erráticos en una parte del proceso de producción con frecuencia se magnifican en otras partes del proceso, debido a la programación, en estaciones anteriores de la línea. Esto se debe a la información de colas en el proceso de producción, a la formación de lotes de partes para su procesamiento en las máquinas, a las reglas de fijación del tamaño de lote que se emplean para iniciar la producción y a muchas otras políticas similares.

Otro aspecto diferente de la producción JAT es que las partes fluyen tan rápidamente a través del sistema de producción que el empleo típico de empaques desechables se puede convertir en un estorbo importante. Los fabricantes están utilizando otro tipo de empaques, cajas de cartón, tarimas y transportadores reutilizables y genéricos, así como a otros enfoques que sirvan

para diversas tareas, como protección e identificación, además de convertirse en transportistas.

Conversación a un Ensamble y secuenciación de Modelos Mixtos

Con una producción uniforme, los artículos se producen uniformemente a lo largo del día en lugar de fabricar grandes lotes de un solo artículo, con largos tiempos muertos y preparaciones, para luego producir otro gran lote de otro artículo. Suponga que se están produciendo tres diferentes modelos en una planta que opera dos turnos y se tienen las demandas mensuales que aparecen en la tabla 14.2

Tabla 14.2 Ciclo de Ensamble de Modelos Mixtos

Demanda	Demanda Mensual	Requeridas/turno	Unidades/ciclo
A	800	20	4
B	600	15	3
C	400	10	2
	-----	-----	-----
TOTAL	1800	45	9

Distribución de la Planta

El método de distribución de planta sigue en el enfoque del taller de trabajos que consiste en emplear ampliamente dispersos, con espacio para almacenes de existencias, cajas de herramientas e inventarios de trabajo-en-proceso en el equipo.

Con el JAT, los equipos se acercan entre sí lo más que se pueda, de manera que las partes se puedan entregar manualmente de un trabajador o maquina al siguiente. El empleo de celdas y líneas de flujo surte pequeños lotes de partes con un mínimo de trabajo-en-proceso y equipo de manejo de material. Las celdas a menudo tienen forma de U, de manera que un trabajador pueda tener acceso fácilmente a todas las maquinas sin tener que moverse muy lejos.

Fuerza de Trabajo

Uno de los elementos clave del JAT es el papel de la fuerza de trabajo como medio para descubrir y solucionar problemas. En vez de considerar a los trabajadores como los engranes tradicionales en la gran maquinaria de la planta, cada uno con sus propias tareas, habilidades y responsabilidades limitadas que busquen y solucionarán los problemas de producción siempre que estos aparezcan (Meredith J. R., Administración de Operaciones, 1999).

En el enfoque tradicional de las relaciones trabajador-gerencia se asume una actitud competitiva, no sólo entre los trabajadores sino también entre los trabajadores y los gerentes. Los cambios se realizan de acuerdo a los planes y decisiones de los gerentes y el trabajador se adapta según se necesite.

En el taller tradicional, una buena parte del tiempo de los empleados es tiempo no productivo: búsqueda de partes, movimiento de materiales, preparación de máquinas, obtención de instrucciones, etc.

Por lo contrario, con el enfoque JAT, los trabajadores producen sólo cuando el siguiente trabajador está listo. El ritmo es uniforme y rápido, aunque nunca frenético. Los trabajadores deben estar ociosos si el trabajo no se necesita.

El trato de la gerencia también es diferente bajo el JAT. En el taller tradicional los gerentes se distinguen por una diversidad de símbolos y privilegios, de los cuales el más significativo puede ser el de salarios mucho más elevados, que a veces resulta ridículo.

En el taller el JAT, los gerentes comparten las mismas instalaciones que los trabajadores y se espera que trabajen más horas. Si se requiere un recorte en los sueldos, este se toma primero de los salarios de los gerentes y al final de los trabajadores.

Inventarios

En Japón el inventario es visto como un mal en sí mismo. Es un recurso que permanece ocioso, desperdiciando dinero. Pero más importante, el inventario

tiende a ocultar problemas. Sin embargo, los inventarios también ocultan problemas, como los de partes defectuosas, hasta que se necesita el inventario y luego se descubre que tiene defectos.

Todos los tipos de inventarios se consideran como pasivos contables: trabajo-en-proceso, materias primas, artículos terminados, partes componentes, etc. Al eliminar el espacio de almacenamiento, no solo se ahorra espacio, sino que también se rechazan los inventarios que pueden ocultar piezas defectuosas que nadie sabe quién los elaboró.

Si el espacio que se ahorra cuando las operaciones se acercan entre sí, con frecuencia un 33 por ciento del espacio original, se utiliza inmediatamente para alguna otra cosa, entonces no se puede amontonar inventario ahí.

Finalmente con un inventario mínimo o igual a cero, el control de materiales es mucho más fácil y menos costoso. Las partes no se pierden, no tienen que moverse, no tienen que etiquetarse y no tienen que mantenerse en la mayoría de la computadora o en registros de inventario.

Planeación y Control

En la empresa tradicional, la planeación es el centro de atención, normalmente complejo y se computariza para su ejecución. El PRM es un buen ejemplo del nivel de planeación y análisis que se da en el proceso de producción tradicional.

En el enfoque JAT, el punto central de atención está en el control. En consecuencia, los procedimientos se mantienen sencillos y visuales. En vez de planear y pronosticar un futuro incierto, la empresa trata de responder a lo que realmente sucede en el tiempo real con operaciones flexibles y rápidas.

Mantenimiento

- ✓ El mantenimiento es el enfoque tradicional de la producción ha sido lo que se conoce **como mantenimiento correctivo**, aunque también es común en

el **mantenimiento preventivo**. El mantenimiento correctivo consiste en reparar una máquina o proceso cuando se descompone, en tanto que el mantenimiento preventivo consiste en efectuar un mantenimiento a intervalos regulares o antes del momento en que se espera que falle la máquina.

- ✓ Si una máquina se descompone, con el tiempo detendrá a todos los equipos **subsecuentes** por falta de trabajo.
- ✓ Por lo tanto, la planta del JAT tiende a utilizar el mantenimiento preventivo extensamente con el fin de que no ocurran paros. Las empresas del JAT operan de otra forma para minimizar las posibilidades de paros; por ejemplo, hacen funcionar al equipo a ritmos mucho más lentos y uniformes. Para evitar las sobrecargas que ocasionan fallas (Meredith J. R., Administración de Operaciones, 1999).

Beneficios Típicos del JAT

El JAT tiene una diversidad de posibles beneficios: reducción de inventarios espacio, tiempos de entrega más cortos, menos desechos, mayor calidad, mayor comunicación y trabajo en equipo y solución de problemas. En general, existen cuatro tipos de beneficios que son:

Ahorro en Costos: Los costos se ahorran de varias maneras: a partir de la reducción de los inventarios, reducción de los desechos, menores defectos, menores cambios tanto de los clientes como de la ingeniería, menos espacio, disminución de las horas de la mano de obra y reducción de gastos indirectos.

Aumento de los Ingresos: Los ingresos se incrementan principalmente gracias a un mejor servicio y calidad para el cliente. Dan como resultado mejores márgenes y mayores niveles de ventas.

Ahorros en inversión: Un ahorro de inversión se obtiene mediante tres efectos principales. En primer lugar, se requiere menos espacio (aproximadamente la tercera parte). En segundo lugar, el inventario se

reduce hasta el punto de tener una rotación de 50 a 100 veces al año. Y finalmente, se incrementa el volumen de trabajo que se produce en las mismas instalaciones.

Administración De Proyectos

La administración de proyectos es una forma relativamente nueva de administración de actividades, que tienen una importancia particular para el área de operaciones en términos tanto de nuevos productos y servicios (como se ilustra en el recuadro sobre Stuart Pharmaceuticals) como de las operaciones que se están realizando.

Una gran cantidad de proyectos requieren énfasis durante su ciclo de vida. Por ejemplo, al inicio puede ser crucial el rendimiento técnico, en la parte intermedia los excesos en los costos y al final la terminación a tiempo. (Meredith J. R., 1999)

A continuación se presentan algunos ejemplos de proyectos:

Construcción de carreteras, puentes, túneles y presas. Construcción de barcos, aviones y cohetes.

Edificación de rascacielos, plantas de acero y plantas de procesamiento. Localización y distribución de parques de diversiones, áreas para acampar y refugios.

Organización de conferencias, banquetes y convenciones.

Administración de proyectos de investigación y desarrollo como el Proyecto Manhattan (bomba atómica).

Desarrollo de campañas políticas, operaciones militares, campañas de publicidad u operaciones de extinción de incendios.

Asignación de directores de fuerzas de trabajo especiales, supervisión de planeación de agencias gubernamentales o realización de auditorías corporativas.

Como podrá observarse en esta lista, el número de proyectos está creciendo en la economía actual. Algunas de las razones de este crecimiento en las operaciones de proyectos son:

1. **Tecnología más sofisticada:** Un fruto de la era espacial y su tecnología, (como el Proyecto Apolo) y un interés en emplear la forma de proyectos para lograr las metas de la sociedad.

2. **Ciudadanos con mayor escolaridad:** Las personas están más conscientes del mundo que les rodea y las técnicas (como la administración de proyectos) para el logro de sus objetivos.
3. **Mayor tiempo libre:** Las personas tienen tiempo de disponibilidad para buscar proyectos, e incluso participar en ellos.
4. **Mayor responsabilidad:** La sociedad, como un todo, ha dado un mayor énfasis al logro de objetivos (acción afirmativa, protección ambiental, mayor kilometraje por unidad de gasolina) de las actividades que conducen a dichos objetivos.
5. **Mayor productividad:** Las personas y las organizaciones participan en más actividades y ahora, más que nunca, son más productivas en dichas actividades.
6. **Respuestas más rápidas a los clientes:** La intensa competencia actual ha incrementado enormemente la importancia de una respuesta rápida a las necesidades de los clientes y los proyectos tienen un mayor grado de respuesta.

Planeación de Proyectos

Esta sección se enfoca con cierto detalle en la planeación de proyectos. En el área de administración de proyectos, la planeación es probablemente el elemento uniforme, si no que más bien sigue la curva del ciclo de vida que se muestra en la figura 15.1. Al iniciarse el proyecto el proceso es lento conforme se asignan responsabilidades y empieza la organización.

Una de las principales responsabilidades del gerente del proyecto durante la etapa de iniciación consiste en definir todas las tareas del proyecto con tanto detalle como sea posible, a fin de poder programar, costear y asignar las responsabilidades.

Planeación: La determinación de que deben hacerse y cuáles tareas deben preceder a otras.

Programación: La determinación de cuándo deben complementarse las tareas; cuando pueden y cuando deben iniciarse; cuales tareas con criticadas para la terminación oportuna del proyecto; y cuáles tareas tienen holgura en sus tiempos y cuánta.

PERT/CPM para la Programación de Proyectos

El proceso de programación de proyectos se basa en las actividades que deben realizarse para alcanzar las metas del proyecto, el tiempo que cada una requiere y el orden en que deben complementar.

Para planeación de proyectos que consisten de actividades ordenadas se han desarrollado dos técnicas principales: PERT Y CPM. Aunque PERT y el CPM originalmente tenían algunas diferencias en la forma en que se determinaban y presentaban sus actividades, muchos de los enfoques actuales para la programación de proyectos minimizan estas diferencias y en lugar de esto presentan una visión integrada de un solo enfoque, como se verá aquí. Primero será útil definir algunos términos.

- **Actividad:** Una de las operaciones o tareas del proyecto, que requiere recursos y toma cierta cantidad de tiempo para completarse.
- **Evento:** La terminación de una actividad, o serie de actividades, en un punto particular en el tiempo.
- **Red:** El conjunto de todas actividades de proyecto, interrelacionadas en forma gráfica mediante las relaciones de pertenencia. (Esto es típico en el enfoque PERT; en CPM los nodos representan las actividades).
- **Ruta:** Una serie de actividades conectadas entre dos eventos.
- **Crítico:** Actividades, eventos o conjuntos de actividades y eventos que, si se demoran, atrasarán a todo el proyecto. Las rutas críticas de un proyecto son aquellas rutas continuas desde el inicio hasta el final de un proyecto que contienen las actividades y eventos críticos.

Plan “E” de Black Cross

La Black Cross es una organización voluntaria formada recientemente en California para prepararse y responder ante “el Grande”, terremoto que se espera ahí en la última década. Obviamente, la terminación de las actividades del proyecto tan rápido como sea posible es crucial para salvar vidas y propiedades y ayudar a las víctimas. El personal de Black Cross ha determinado no solo los tiempos más probables para cada actividad, sino también los tiempos más rápidos en que probablemente podrían hacerse (denominado tiempo optimista), así como el más lento (denominado tiempo pesimista). En la tabla 15.1 se presentan las operaciones del proyecto y los tiempos optimistas, los más probables y los pesimistas, en horas, junto con las actividades que deben antecedentes.

TABLA 15.1

Actividad del proyecto	Tiempo optimista, fo	Tiempo más probable, tm	Tiempo pesimista, tp	Actividades precedentes requeridas
A	5	11	11	Ninguna
B	10	10	10	Ninguna
C	2	5	8	ninguna
D	1	7	13	a
E	4	4	10	b, c
F	4	7	10	b, c
G	2	2	2	b, c
H	0	6	6	c
I	2	8	14	g, h
J	1	4	7	d, e

Calculo de la Duración de las Actividades

Ahora se ha completado una representación gráfica en red de la información de precedencia mostrada en la tabla 15.1.

La estimación de los tres tiempos para las actividades en la tabla 15.1 se basa normalmente en la suposición de que los eventos que pueden salir mal cuando se realiza una tarea no son necesariamente los mismos, e incluso no tienen el mismo efecto que los eventos que pueden salir bien. Pueden ver tiempos optimistas y pesimistas, que no son simétricos, para actividades del proyecto como el caso de las actividades e y h de la tabla 15.1. Observe también en la tabla que para algunas actividades, como b, la duración se conoce, con certeza.

Terminación de los Proyectos y Rutas Críticas

Para determinar el tiempo de terminación esperado de todo el proyecto, se calculan los tiempos de inicio tempranos, T_E , para cada uno de los siete nodos en el proyecto, empezando desde el nodo de inicio del lado izquierdo, y avanzando hacia la derecha.

Esto significa que cualquier demora en las actividades a lo largo de esta ruta retrasará a todo el proyecto, Además de la ruta crítica. Por ejemplo, la ruta crítica hacia el nodo 5 es 1-3-5, ya que ésta es la ruta que define lo más pronto que puede realizarse en nodo 5 y el comienzo de las actividades que le siguen.

Tiempo de Holgadura

Todas las actividades sobre la ruta crítica tienen una “holgura” de cero, es decir, no hay lugar para demoras en ninguna actividad sobre la ruta crítica sin que se atrase todo el proyecto. Existen varias formas para calcular esta holgura, pero una de las más sencillas implica el cálculo de otro conjunto de tiempos para cada nodo correspondiente a un evento, su tiempo permisible más tardío, T_L . Este es el tiempo más tardío en que un evento puede demorarse sin atrasar a todo el

proyecto. Se calcula de manera similar al tiempo de inicio temprano, pero se inicia desde el final del proyecto, que es el nodo 7.

Un mejor ejemplo sucede con el nodo 3, Aquí hay tres actividades que salen del nodo, cada una de las cuales dará un valor distinto de T_L . De manera similar a los tiempos de inicio tempranos, el valor correcto es el más pequeño de todos los valores posibles. (Cualquier valor mayor a éste es “no permisible”). Así, para el nodo 3.

$$\text{Actividad e: } T_L = 17 - 5 = 12$$

$$\text{Actividad f: } T_L = 21 - 7 = 14$$

$$\text{Actividad g: } T_L = 13 \text{ (} T_L \text{ para el nodo 5) - 2 = 11} \quad \leftarrow \text{ más pequeño}$$

Los valores de holgura de las actividades se pueden encontrar ahora simplemente mediante:

Holgura de la actividad = T_L (al final de la actividad)

$$T_E \text{ (al inicio de la actividad)} - t_e \text{ (tiempo de la actividad).}$$

Administración de la Calidad

En la calidad se tienen dos principales grupos de costos: los costos de control y los costos de fallas.

Estos costos tradicionalmente se han descompuesto en las cuatro categorías que se ilustran en la tabla 16.1: costos de previsión, costos de evaluación, costos internos de los defectos y costos extremos de los defectos. Los dos primeros aquellos en los que se incurre al tratar de controlar la calidad y los dos últimos son los costos cuando se falla en el control de la calidad. Estos dos últimos costos de defectos (o de falla de conformidad) pueden llegar a ser del 50 al 90 por ciento del costo total de la calidad. (Palacios, 2012).

TABLA 16.1 Cuadro Categorías de los Costos de Calidad

Categoría 1. Costos de previsión: Estos costos se incurren en el proceso de tratar de evitar que ocurran defectos y errores. Consisten de elementos como

- Planeación del proceso de control de calidad.
- Capacitación en Calidad.
- Educación de los proveedores de la empresa.
- Diseño del producto con miras en la calidad.
- Diseño del proceso de producción con miras en la calidad
- Mantenimiento preventivo.

Categoría 2. Costos de evaluación: Estos son los costos de determinar la calidad actual del proceso de producción. Consisten de factores como

- Medición y prueba de partes materiales.
- Funcionamiento de laboratorios de prueba especiales.
- Adquisición de equipo de prueba especial.
- Realización de programas de control estadístico de procesos.

- Inspección de recepción.
- Informes sobre la calidad.

Categoría 3. Costos internos de los defectos: Estos costos se incurren cuando se descubren defectos y errores antes del embarque/entrega al cliente. Consisten de elementos como

- Mano de obra y materiales que se desechan.
- Notificaciones de cambios de ingeniería.
- Retrabajos y nuevas pruebas para corregir defectos.
- Pérdida de utilidades por productos/servicios de menor calidad.
- Pérdidas de rendimientos por multifuncionamiento de equipo o trabajadores mal capacitados.
- Tiempo muerto de equipo y mano de obra que están ociosos en espera de la reparación.
- Aceleración para hacer que se entreguen a tiempo y con calidad apropiada los pedidos de los clientes.

Categoría 4. Costos externos de los defectos: Estos son los costos de tratar de corregir defectos y errores después de que el cliente ha recibido el producto. Incluyen elementos como

- Respuesta rápida a las quejas.
- Ajustes para corregir el problema.
- Pérdida de imagen ante el cliente.
- Llamadas para corregir el problema para otros clientes.
- Garantías, seguros y arreglos por demanda legales.

En el pasado, los productores de los Estados Unidos suponían que su situación se parecía más a la de los clavos, como se ven en la figura grafica de la izquierda de

la figura 16.1; es decir, suponían que los defectos (o niveles de calidad) no eran particularmente importantes.

Parte de la razón de este cambio, por supuesto, puede ser simplemente que las expectativas de los consumidores han aumentado. Pero existen otros factores que se deben considerar, así como la determinación del nivel de calidad más apropiado y alcanzable, para los productos de una empresa. Algunos de estos se presentan a continuación:

- **El mercado:** La competencia es con frecuencia el factor final en la calidad de los productos.
- **Objetos de Producción:** Gran volumen y bajo precio, o un artículo exclusivo y costoso.
- **Prueba de Producto:** Las pruebas insuficientes pueden no revelar fallas importantes.
- **Diseño del Producto:** El producto puede predestinar la calidad del producto o del servicio desde el inicio.
- **Proceso de Producción:** El procedimiento también puede afectar adversamente a la calidad.
- **Calidad de los Insumos:** Materiales malos, trabajadores con inadecuada capacitación y equipo inapropiado, la calidad se verá afectada negativamente.
- **Mantenimiento:** Si no se da un adecuado mantenimiento al equipo y no se mantiene una comunicación abierta dentro de la organización la calidad del producto será menor que la que debería ser.
- **Normas de Calidad:** Una precaución visible en toda la organización, darán como resultados productos de alta calidad.
- **Retroalimentación de los clientes:** La organización no es sensible a las quejas de los receptores y a la reparación de servicios, la calidad no mejora significativamente.

Programas de Calidad

A continuación se verán de manera general algunos de los programas de calidad y se describirá más comunes y se describirá la naturaleza de sus beneficios.

Enfoques Americanos en Comparación con los Enfoques Japoneses

Aun cuando una atención fuerte a la calidad es crucial, para la competitividad tanto en los mercados internacionales como nacionales, como se indicó anteriormente, no ha sido un punto fuerte de las empresas de los Estados Unidos. Algunas de las razones son:

- 1.- La inadecuada asignación de la responsabilidad por la calidad al trabajador que realiza la tarea.
- 2.- Falta de familiaridad de los trabajadores con los métodos y procedimientos del control de la calidad.
- 3.- El uso de trabajo a destajo u otros esquemas de pago de incentivos que hacen énfasis y recompensan más cantidad que la calidad de los productos.
- 4.- La utilización de inventarios de trabajo-en-proceso y de protección, que entierran la mala calidad en el sistema.
- 5.- Largos tiempos de entrega de los proveedores, que impiden el rechazo de los materiales defectuosos que entregan.

Los japoneses alguna vez también tuvieron mala calidad, mucho peor que la que tienen actualmente los Estados Unidos. En la década de 1950, la etiqueta "Made in Japón" significaba "artículos baratos de imitación" que invariablemente se rompían después de un uso mínimo.

En 1950 el gobierno de Japón invitó al profesor W. Edwards Deming de la Universidad de Nueva York a dar una serie de conferencias sobre control de calidad a los ingenieros de la industria japonesa para ayudarlos a reindustrializar su país. Como resultado de ello, la alta gerencia de Japón también fue invitada y todos se presentaron. Deming les prometió que si seguían su consejo, serían capaces de competir con el occidente en unos cuantos años. En la actualidad, el

premio más prestigiado se otorga en Japón cada año y se denomina el premio Deming. En respuesta al premio Deming del Japón, los Estados Unidos establecieron en 1987 su propio premio para promover y reconocer la calidad excelente, el Premio Nacional de Calidad Malcolm Baldrige.

Los jueces del premio Malcolm Baldrige evalúan a una compañía basándose en los siguientes ocho factores críticos:

- 1.- Un plan para una mejora continua de las operaciones.
- 2.- Un sistema exacto para medir estas mejoras.
- 3.- Una estrategia que compare continuamente a la empresa con el mejor del mundo.
- 5.- Un profundo conocimiento de las necesidades de sus clientes.
- 6.- Una relación a largo plazo con los clientes, que incluya al área de ventas, servicio y facilidad de retroalimentación.
- 7.- Enfoque en la prevención de errores, más que en su corrección.
- 8.- Un compromiso a través de toda la organización para mejorar la calidad.

La filosofía de calidad de Deming se basa en unos cuantos principios importantes:

- Los gerentes deben dejar de sacrificar la calidad en búsqueda de ganancias a corto plazo y administrar con miras a largo plazo.
- El sistema de producción debe ser estable para alcanzar la calidad.
- La calidad es la mejora incremental y continua de un sistema estable.
- La calidad no puede ser "Inspeccionada dentro de los productos".
- El trabajo en equipo y la capacitación en la calidad son armas fundamentales en la lucha por mejorar.
- Los trabajadores solo pueden corregir el 15 por ciento de los problemas de calidad; el otro 85 por ciento es responsabilidad de la gerencia.

Después de casi dos décadas (más paciencia) de tal énfasis nacional en la calidad, la reputación de Japón por la producción de artículos e mala calidad se invirtió totalmente. Ahora, en contraste, solo los Estados Unidos (y también se

podrían mencionar otros países) los que parecen estar produciendo artículo “malos”.

Varios programas, unos con éxito y otros sin él, se han instituido en los Estados Unidos en el curso del tiempo para ayudar a mejorar los niveles de calidad. Los métodos tradicionales para mejorar la calidad. Especialmente en las organizaciones de servicios, han sido el establecimiento de metas o normas para guiar a los trabajadores en sus actividades.

Círculos de Calidad

Os japoneses tradicionalmente tienden a trabajar en equipo para la producción, por lo que el análisis de los problemas de producción en equipo fue una forma natural de enfrentar dichos obstáculos. De hecho, menos de una tercera parte de las ideas que salen de estos círculos se relacionan con la calidad; la mayoría se relacionan realmente con la productividad en el sentido de que un problema particular esté haciendo más lento el flujo de la producción y su solución acelerará dicho flujo.

Un elemento importante de análisis de problemas es el conjunto de herramientas que se les enseña a los empleados.

Análisis de Procesos: Esto es básicamente un diagrama de flujo de la forma en que funciona un sistema o un proceso, mostrando las entradas, las operaciones y las salidas del proceso.

Gráfica de Corridas: Este diagrama muestra cómo ha cambiado una variable con el paso del tiempo.

Gráfica de Control: Al colocar límites de control en una gráfica de una muestra de datos, el círculo puede determinar si el proceso está fuera de control o si está experimentando una variación natural.

Gráfica de Pareto: Esta gráfica, que es del tipo de barras, se basa en la tendencia natural de la mayoría de los problemas a ser ocasionados por una parte mínima de las fallas.

Diagrama de Dispersión: Estos diagramas muestran la correlación entre dos variables y se pueden emplear para inferir problemas de casualidad.

Diagrama de Espina de Pescado: Estos diagramas también se conocen como diagramas de causa-efecto y presentan el proceso como una convergencia de actividades que dan como resultado el producto final o el suceso.

Habilidades de Presentación: No toda la capacitación para los círculos implica diagramas.

Habilidades de Análisis: También se dedica tiempo a enseñar a los trabajadores los conceptos de control estadístico de la calidad y la recopilación y análisis de los datos.

Lluvia de Ideas: Finalmente, se dedica tiempo para capacitar a los empleados en la forma de generar ideas y el empleo de otros métodos de atacar los problemas.

Despliegue de la Función de Calidad y la Casa de la Calidad

El despliegue de la función de calidad (DFC) convierte los deseos de los clientes directamente en atributos del producto/servicio. Corresponde a todas las funciones del empresa convertir las necesidades del cliente en requerimientos técnicos específicos para cada etapa del diseño del producto y del proceso: desde investigación y desarrollo, pasando por ingeniería y el área de operaciones, hasta mercadotecnia y distribución.

Calidad en los Servicios

Como se mencionó anteriormente en este capítulo, la medición de la calidad de un servicio es difícil por diversas razones. Un hotel, por ejemplo, se puede percibir como de alta calidad debido a su categoría, su servicio superior y su reputación. Todos estos atributos, sin embargo, pueden reflejar simplemente su costosa decoración, rapidez en el servicio, comodidades ubicación, limpieza, espacio o tranquilidad. Y estos podrían, a su vez, medirse en términos de:

- Dólares gastados por habitación.
- Dólares globales gastados en el hotel.

- Proporción de empleos a huéspedes.
- Pulgadas de aislamiento entre las habitaciones.
- Pies cuadrados por habitación.
- Número, tamaño y costo de las comodidades.
- Ubicación dentro de la ciudad.

Incluso una característica tan sutil como la reputación podría medirse mediante las evaluaciones de los grupos que se dedican a clasificar a los hoteles y a los servicios de restaurantes, la propaganda en periódicos y revistas y los estudios y encuestas sobre las actitudes de los ciudadanos de clase alta en la región.

Un enfoque común para mejorar la calidad de los servicios consiste en capacitar metódicamente a los empleados en procedimientos estándar y utilizar equipos que refuercen esta capacitación. El último ejemplo de esto es la McDonald's Hamburger University en donde a los gerentes, e particular, se les capacita intensamente en el sistema de McDonald's para la preparación y entrega de alimentos.

Control Estadístico de Calidad

Para mantener la calidad de sus productos, las organizaciones deben de hacer inspecciones y pruebas a lo largo de todas sus operaciones. Tanto las maquinas como los seres humanos pueden comenzar a deteriorarse y empezar a producir artículos defectuosos. Los seres humanos se degradan con la fatiga, el aburrimiento, la edad y muchos otros factores. Este problema se puede monitorear y corregir antes de que se generen productos de mala calidad mediante pruebas de inspecciones continuas.

Inspección

Las inspecciones es una parte importante, aunque sólo una parte, de un programa de control de calidad. La inspección implica determinar, a veces mediante pruebas, si un insumo o producto corresponden a las normas de calidad de la organización.

La inspección es una actividad muy común. Sobresale no solo en la organizaciones de fabricación, si no también claramente en las organizaciones de procesamiento, de distribución y de servicios. Las personas que surten los pedidos en los almacenes inspeccionan el empaque y la antigüedad de los artículos que envían. Los examinadores de bancos, los inspectores federales de la Occupational Safety and Health (OSHA) y los agentes de la Food and Drug Administration pueden interrumpir las actividades de las organizaciones en cualquier momento para verificar que estén conforme a los reglamentos y normas.

Debido al grado y dificultad de la inspección, ésta ocupa una cantidad considerable de tiempo. En el caso de una producción sencilla, repetitiva y automatizada, la inspección podría requerir solamente una pequeña fracción del tiempo de un trabajador directo.

A pesar de tal dedicación de tiempo a la función, no es raro que los inspectores no vean la mitad de los defectos que pasan ante ellos. Se detectan aproximadamente dos tercios de los defectos pero, según la situación, esta tasa varía de uno de cada cinco.

Tenga presente que la mayoría de los inspectores probablemente están cansados, no tan entusiasmados con su trabajo como alguna vez lo estuvieron, ni son tan jóvenes como lo eran antes.

Existen varios puntos particularmente importantes en el proceso de transformación en donde la inspección es más valiosa que en otros momentos. Algunos de estos son los siguientes:

- 1.- Al recibir los recursos.
- 2.- Antes del proceso de transformación por el trabajador.
- 3.- Inmediatamente antes de cualquier proceso cuello de botella.
- 4.- Cuando salen los primeros artículos de un proceso automático.
- 5.- Cuando los clientes se quejan, devuelven artículos o requieren un servicio.

Errores de tipo I y tipo II

La decisión de inspección es idéntica en concepto al procedimiento de los juicios legales en nuestra sociedad. Se supone que un acusado es inocente hasta que se prueba que es culpable.

Un **error del tipo I** Se comete cuando un acusado inocente (un lote de buena calidad) se encuentra culpable (se le declara “defectuoso”).

Un **error del tipo II** se comete cuando un acusado culpable (lote “defectuoso”) se encuentra inocente (se le declara de buena calidad

Referencias

- Chapman, S. N. & Montserrat, J. H. (2006). Planificación y control de la producción. México. Pearson Educación.
- Chase, R. B., Aquilano, N. J. & Jacobs, F.R. (2009). *Administración de Operaciones: Producción y cadena de suministros*. México. McGraw-Hill.
- Collier, D. A., Evans, J. R. & Rosales, L. P. (2009). *Administración de operaciones: Bienes, servicios y cadenas de valor*. México. Cengage Learning.
- Mastretta, G. V. (2012). *Administración de los Sistemas de Producción*. México. Limusa.
- Meredith, J. R. (2002). *Administración de las operaciones: Un énfasis conceptual*. México. Limusa.
- Nahmias, S. (2007). *Análisis de la producción y las operaciones*. México. McGraw-Hill.
- Render, B., Heizer, J. H. & Elmer, M. M. (2014). *Principios de Administración de Operaciones*. México. Pearson.
- Palacios, J. L. (2012). *Administración de la Calidad*. México. Limusa.