

**Universidad de Los Andes
Facultad de Ciencias Económicas y Sociales
Escuela de Administración y Contaduría Pública
Departamento de Ciencias Administrativas
Cátedra de Operaciones y Análisis Cuantitativo
Mérida-Venezuela**

Administración de la Producción y Operaciones II

Profesor Dr. Francisco García S.

ESTRATEGIA DE EVALUACIÓN

Durante la primera semana se aplicará una prueba diagnóstica con el fin de medir el nivel de entrada.

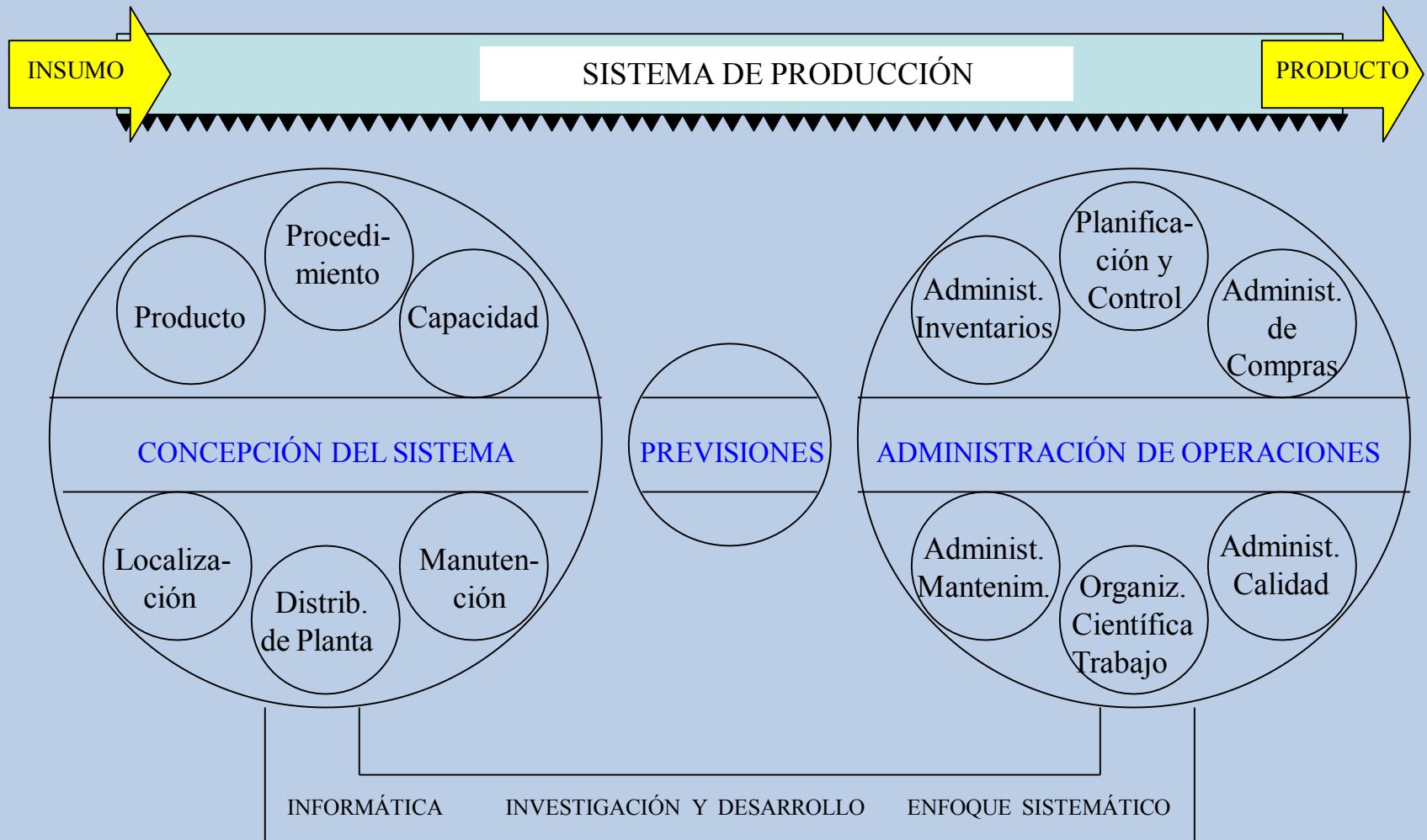
La evaluación sumativa considerará lo siguiente:

- Tres exámenes escritos 85%
- Un (1) trabajo de investigación y su exposición 15%

El estudiante con más de un 25% de inasistencias reprobará la materia.

Al final del semestre, el estudiante tendrá la oportunidad de recuperar el examen con más baja calificación, dicho examen será el mismo para recuperar aquella evaluación que el estudiante perdió por causas ajenas a su voluntad. Dicho examen será evaluado con toda la materia de la asignatura. Se recomienda adquirir el programa de la asignatura en publicaciones para efectos de la bibliografía.

INTERDEPENDENCIA DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN



¿Qué es la productividad?

Se entiende por productividad la relación existente entre la cantidad de productos generados de un determinado proceso de transformación, y la cantidad de insumos utilizados para obtener esa cantidad de productos[1]

[1] Francisco A. García. Manual Teórico-Práctico de Administración de la Producción. ULA-Mérida, Trabajo de Ascenso, 1996. p 30.

Productividad

La creación de bienes y servicios requiere transformar los recursos en dichos bienes y servicios. Cuanto más eficazmente realicemos esta transformación, tanto más productivos seremos. La Productividad es la proporción de outputs (bienes y servicios) dividida por los inputs (recursos como el trabajo o el capital). El trabajo de un gerente de producción y operaciones es potenciar (mejorar) la proporción entre los outputs e inputs. Mejorar la productividad significa mejorar la eficiencia.

Medir la productividad es una excelente forma de evaluar la capacidad de un país y de una empresa para proporcionar y mejorar el nivel de vida de sus habitantes. Sólo mediante el aumento de la productividad se puede mejorar el nivel de vida. Si los beneficios del trabajo, el capital, o la gestión aumentan sin que aumente la productividad, los precios se incrementan. Por otro lado, cuando se incrementa la productividad, los precios tienden a bajar, porque se está fabricando más con los mismos recursos.

Medición de la Productividad

En algunos casos, la productividad se mide de forma inmediata. Por ejemplo, puede ser medida como horas de trabajo necesarias para producir una tonelada de acero específico o como la energía necesaria para generar un kilovatio de electricidad. La productividad se mide por unidad de tiempo . Esto se resume de la siguiente manera:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Inputs empleados}}$$

La utilización de un sólo recurso de input para medir la productividad se conoce como la productividad **monofactorial**. Sin embargo, la productividad **multifactorial** supone una visión más amplia, que incluye todos los inputs (por ejemplo, trabajo, material, energía, capital, etc.)

Administración del Abastecimiento

Concepto e Importancia

(tradicional)

La Administración del Abastecimiento consiste por tanto en procurar a un sistema de producción los bienes y servicios en la cantidad y la calidad requeridas, al mejor precio, de mejor proveedor en el lugar y el momento oportunos, a fin satisfacer las exigencias de las operaciones.*

Ciclo de Compras:

- Emisión de una requisición de compra.
- Análisis de la requisición.
- Investigación y selección del proveedor.
- Emisión de una solicitud de pedido.
- Seguimiento del pedido.
- Recepción e inspección de la mercancía.
- Verificación y pago de la factura.

*Tawfik and Chauvel. Administración de la Producción. Bogotá. McGraw-Hill. 1998.

Administración del Abastecimiento

Tipos de compras

La Administración del Abastecimiento sufre algunas diferencias de gestión según el tipo de organización que genere la necesidad de surtimiento de materias primas, piezas y partes, productos semi procesados, o suministros.

- Compras Públicas.
- Compras Privadas.
- Compras Nacionales.
- Compras Internacionales.

Administración del Abastecimiento

Políticas y Ética en la Compras

(enfoque tradicional)

Este es un enunciado de los principios y reglas que definen la actitud de la empresa en materia de abastecimiento. Dicha política podría formularse de la siguiente manera:

- La responsabilidad de las compras se confía al departamento de abastecimiento, único autorizado para comprometer a la compañía con un proveedor.
- Dicho departamento tiene en cuenta todas las recomendaciones que le son hechas por quien formula la requisición.
- Este departamento debe recurrir sistemáticamente a la competencia entre proveedores.
- Limita las compras a los proveedores que juzgue responsables, es decir, aquellos cuya reputación, situación financiera y estructura de precios sean lo suficientemente sólidas para considerarse un fuente adecuada de abastecimiento.
- Asegura que los proveedores respeten íntegramente las condiciones en las cuales se ha comprometido.

Inventarios

Teoría del Lote Económico

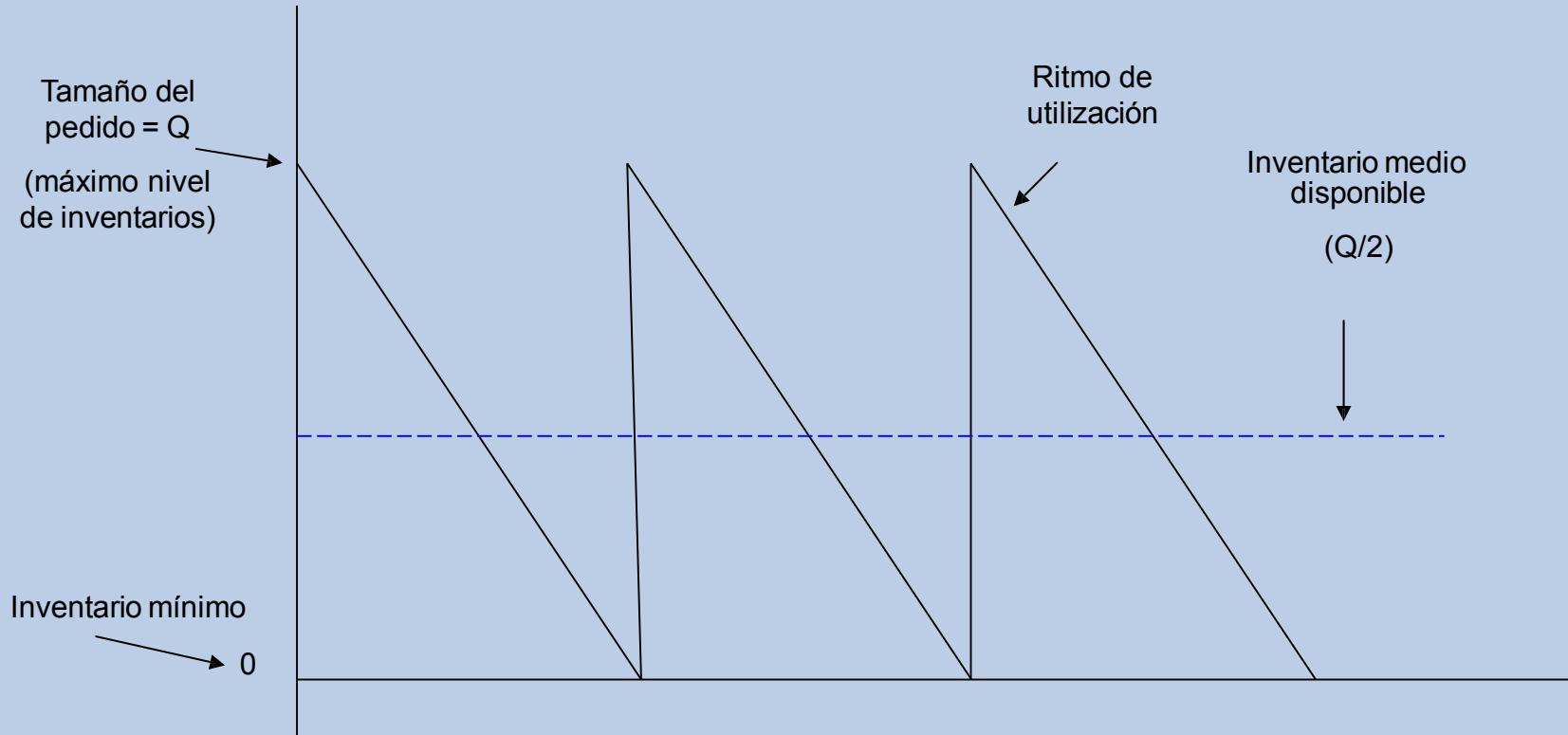
El modelo básico del pedido económico (EOQ) es una de las técnicas de control de inventarios más antiguas y más conocidas. Esta técnica es relativamente fácil de usar, pero parte de varios supuestos:

- La demanda es conocida, constante e independiente.
- El plazo de entrega (es decir, el tiempo desde que cursa el pedido hasta que se recibe la mercancía) es conocido.
- La recepción del inventario es instantánea y completa. En otras palabras, el inventario de un pedido llega en una sola remesa.
- No hay posibilidad de descuentos por volumen del pedido.
- Los únicos costes variables son los costes de orden, y el coste de mantenimiento del inventario a lo largo del tiempo.
- Se puede evitar completamente el agotamiento del stock si se cursan los pedidos a tiempo

Inventarios

Teoría del Lote Económico

Con estos supuestos, el gráfico de utilización de inventarios a lo largo del tiempo tiene forma de diente de sierra.



Teoría del Lote Económico

Costo de los Inventarios

Costos de artículo: Se refieren al precio de compra de algún elemento que la empresa adquiera o el costo de un artículo que esta produzca.

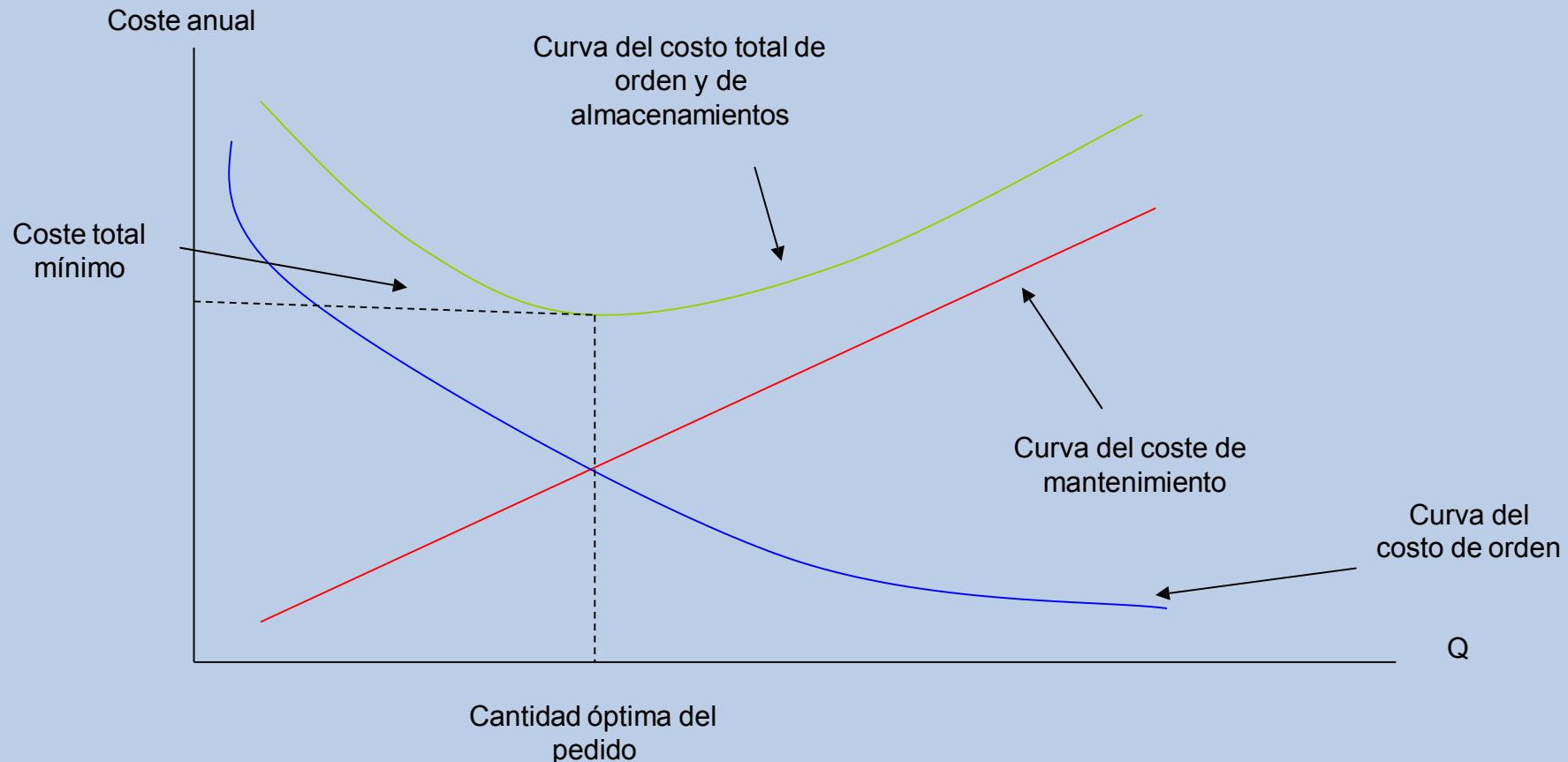
Costos de colocación del pedido o de orden: Son los ocasionados por el transporte de un pedido de artículos hechos por el proveedor. El costo de orden incluye los gastos inherentes a la emisión de una solicitud de pedido, el transporte, la recepción y la inspección.

Costos de mantenimiento: Son los gastos en que se incurre al mantener inventarios. Entre algunos ejemplos se cuentan el alquiler, la electricidad, los impuestos, las pérdidas, la obsolescencia, las primas de seguros y los costos de mano de obra relacionados con el cuidado y desplazamientos de inventarios.

Costos de agotamiento (escasez) de existencias: Se causan cuando la empresa no puede satisfacer por completo el pedido del cliente. La compañía pierde el margen de aportación en esa venta y puede perderlo en ventas futuras. En algunas ocasiones debe pagarse una sanción. Estos costos son los más difíciles de determinar.

Teoría del Lote Económico

Costo de Orden y de Almacenamiento en función de la cuantía del lote



Teoría del Lote Económico

Costo de Orden y de Almacenamiento en función de la cuantía del lote

$$\text{Costo total anual de inventarios} = \left(\text{Costo de orden total} \right) + \left(\text{Costo de almacenamiento total} \right) + \left(\text{Costo de los artículos} \right)$$

$$\text{Costo total anual de inventarios} = \left(\text{Costo de orden unitario} \times \text{Número de órdenes colocadas/año} \right) + \left(\text{Costo de manejo de una unidad} \times \text{Inventario promedio manejado} \right) + \left(\text{Costo unitario} \times \text{Demanda anual} \right)$$

$$\text{CTAI} = S \times D/Q + I \times C \times Q/2 + C \times D$$

DERIVANDO
EN FUNCIÓN
DE Q NOS
QUEDA

$$Q = \sqrt{2 \times D \times S / I \times C}$$

FÓRMULA
DEL LOTE
ECONÓMICO

Teoría del Lote Económico

Inventarios

Ejemplo I: La iglesia de Nuestro Divino Redentor ordena cirios periódicamente, y la entrega casi siempre es instantánea. La demanda anual, calculada en 180 velas, es constante. Los cirios cuestan 8 dólares/docena; el costo de colocación del pedido se calcula en 9 dólares, y el costo de manejo anual se estima en 15 por ciento del costo del cirio. ¿Cuál es la cantidad que el sacerdote debe ordenar, y cuando debe hacerlo? Calcúlese la cantidad correspondiente al lote económico. Grafíquese los datos suministrados.

El descuento por cantidad y el lote económico: A menudo se puede obtener una disminución significativa del costo unitario cuando se ordena una cantidad ligeramente superior a la del lote económico normal cuando el proveedor nos concede descuentos por cantidad. El problema es que el Q^* se desequilibra y es por lo tanto menester determinar un nuevo lote que garantice el mínimo de costos de almacenamiento y de orden.

Ejemplo II:	Consumo anual:	10.000 unidades
	Costo unitario:	\$ 10
	Costo de almacenamiento:	25% del valor del inventario promedio
	Costo de orden:	\$ 80
El proveedor concede los siguientes descuentos:	0 a 999 unidades	\$ 10.00
	1000 a 1999 unidades	\$ 9.95
	2000 a más	\$ 9.90

Teoría del Lote Económico

Inventarios

Conceptos claves adicionales

- **Tiempo de Entrega:** En los sistemas de compras, es el tiempo entre colocar y recibir una orden; en los sistemas de producción, es el tiempo de espera, movimiento, cola, preparación y corrida para cada componente que se produce. Se denota **L**.
- **Demand Por Unidad de Tiempo:** Es la tasa a la cual se va agotando el inventario por unidad de tiempo, generalmente en días. Se denota **d**.
- **Inventario de Seguridad:** Inventario adicional para satisfacer una demanda irregular; el **IS** es un amortiguador contra los posibles faltantes futuros. Se denota **IS**.
- **Punto de Reorden:** Nivel (punto) del inventario en el cual se toman medidas para reabastecer el artículo almacenado. Se denota **PR** y el **$PR = IS + d \times L$** .

Teoría del Lote Económico

Inventarios

Ejemplo III: Electronics Assembler, Inc. tiene una demanda de 8.000 tabletas por año. La empresa opera 250 días al año. La entrega de una orden toma tres días hábiles en promedio. ¿Cuál es el punto de reorden de esta empresa? ¿Cuál sería el punto de reorden de esta empresa si existiera un inventario de seguridad de 20 unidades?

Establecimiento de un inventario de Seguridad (IS)

Todos los modelos de inventarios analizados suponen que la demanda de un producto es constante y cierta. Ahora se relajará esta suposición. El siguiente modelo de inventario se aplica cuando la demanda de un producto por lo general no se conoce, pero si se especifica mediante una distribución de probabilidad. Este tipo de modelos se denominan modelos probabilísticas.

Ejemplo IV: David Rivera Optical determinó que 50 unidades ($d \times L$) es el punto de reorden para los armazones de lentes. Su costo de mantener por armazón por año es de \$5, y el de faltantes (o la pérdida de una venta) es de \$40 por armazón. Durante el periodo de reorden, la tienda ha experimentado la siguiente distribución de probabilidad para la demanda del inventario. El número óptimo de órdenes por año es de seis.

Teoría del Lote Económico

Inventarios

NUMERO DE UNIDADES	PROBABILIDAD
30	.2
40	.2
PR 50	.3
60	.2
70	.1
	<u>1.0</u>

Solución:

IS	Costos de Mantener IS	Costos Faltantes	Costo total
20			\$100
10			\$290
0			\$960

Teoría del Lote Económico

Modelo de Q^* para sistemas de producción

En el modelo de inventario anterior, se supone que la orden se recibe completa al mismo tiempo. No obstante, a veces las empresas reciben los inventarios durante el periodo. Estos casos necesitan un modelo distinto que no requiera la suposición de la entrega inmediata. Este modelo se aplica en dos circunstancias.

- 1.- Cuando el inventario fluya de manera continua o se acumula durante un periodo después de colocar una orden.
- 2.- Cuando las unidades se producen o se venden en forma simultanea.

Dada estas circunstancias se toma en cuenta la tasa de producción diaria (o flujo de inventario) y la tasa de demanda diaria. Como este modelo es particularmente adecuado para los sistemas de producción, se conoce como [modelo de cantidad económica a producir](#). Es útil cuando el inventario se acumula de manera continua en el tiempo y se cumplen las suposiciones tradicionales de la cantidad óptima a ordenar. Elementos del modelo:

Q = número de piezas por orden

$C \times I$ = costo de mantener una inventario por unidad

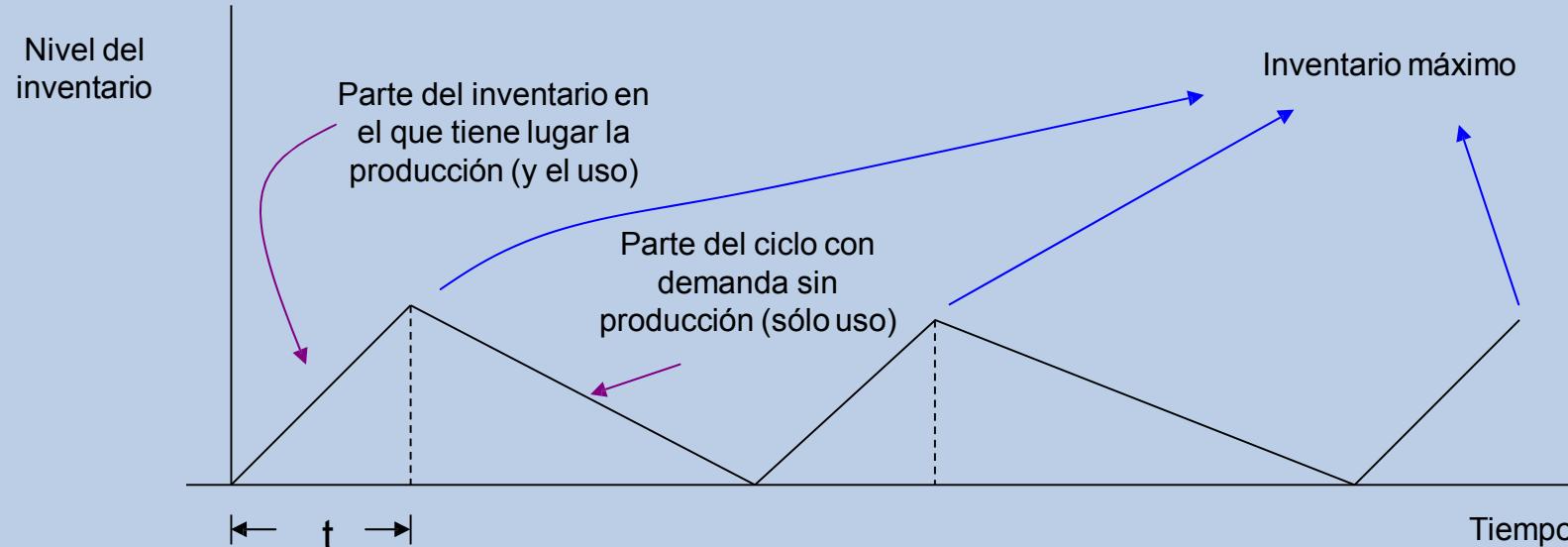
p = tasa de producción diaria

d = tasa de demanda diaria o tasa de uso

t = longitud de la corrida de producción en días

Teoría del Lote Económico

Modelo de Q^* para sistemas de producción



Modelo Original: $CAIT = CO + CA \rightarrow CAIT = S \times D/Q + C \times I \times Q/2$

Inventario máximo = $p \times t - d \times t$; sin embargo, Q = total producido = $p \times t$,

Entonces $t = Q/p$, por lo tanto; el inventario máximo en un Modelo para Sistemas de Producción es: $p \times (Q/p) - d \times (Q/p)$

Simplificando el IM, queda = $Q \times (1 - d/p)$

Se deduce que los costos de almacenamiento en un Sistema de Producción sería: $CA = C \times I \times Q/2 \times (1 - d/p)$

El nuevo modelo quedaría: $CAIT_{sp} = S \times D/Q + C \times I \times Q/2 \times (1 - d/p)$

Al derivar en función de Q , quedaría: $Q^* = \sqrt{2 \times D \times S / C \times I \times (1 - d/p)}$

Teoría del Lote Económico

Modelo de Q^* para sistemas de producción

Ejemplo V: Nathan Manufacturing, Inc., produce y vende tapones especiales para el mercado de refacciones de automóviles. De acuerdo al pronóstico de Nathan, el próximo año habrá una demanda de 1.000 unidades, con una demanda promedio de 4 unidades por día. No obstante, como el proceso de producción es más eficiente en 8 unidades al día, pero utiliza sólo 4 al día. Con los siguientes valores, encuentre el número óptimo de unidades por lote. (Nota: Esta planta programa la producción de estos tapones sólo cuando se necesitan; el taller opera 250 días al año.)

$$D = 1.000 \text{ unidades}$$

$$S = \$10$$

$$C \times I = \$ 0.50 \text{ por unidad al año}$$

$$p = 8 \text{ unidades al año}$$

$$d = 4 \text{ unidades al año}$$

Inventarios

Análisis ABC

El **análisis ABC** divide el inventario que se tiene en tres grupos según su volumen anual en unidades monetarias. El **análisis ABC** es una aplicación de lo que conocemos como el principio de Pareto. Este principio establece que hay “*pocos artículos importantes y muchos triviales*”. La idea consiste en establecer políticas de inventarios que centren sus recursos en pocos artículos importantes del inventario y no en los muchos triviales. Resulta poco realista dar seguimiento a los artículos baratos que con el mismo cuidado que los artículos costosos.

Con el fin de determinar el volumen anual en unidades monetarias para el **análisis ABC**, se mide la demanda anual de cada artículo en el inventario y se multiplica por su costo por unidad. Los artículos con un alto valor anual en unidades monetarias pertenecen a la **clase A**. Aunque estos artículos constituyen sólo un 15% de todos los artículos del inventario, representan entre el 70 y 80 % del uso total en unidades monetarias. Los artículos de inventarios en la **clase B** son aquellos con volumen anual en unidades monetarias intermedio. Estos representan alrededor del 30% de todos los artículos del inventario y entre el 15 y 25% del valor total. Por ultimo, los de bajo volumen anual en unidades monetarias pertenecen a la **clase C** y representan sólo el 5% del volumen anual en unidades monetarias, pero casi el 55% de los artículos del inventario.

Inventarios

Análisis ABC

Ejemplo VI: Clasifique los siguientes artículos de acuerdo al análisis ABC.

Número del artículo	Volumen anual en unidades	Costo Unitario	Volumen anual en \$	% del valor total anual en \$	Clase
#10867	350	42.86			
#01036	100	8.50			
#10286	1000	90.00			
#10572	250	0.60			
#10500	1000	12.50			
#11526	500	154.00			
#01307	1200	0.42			
#12760	1550	17.00			
#14075	2000	0.60			
#12572	600	14.17			

Planificación Agregada

La planificación es una etapa esencial que precede a los trabajos y engloba un objetivo determinado. Estos planes futuros de acción se inscriben dentro dentro de un contexto dinámico que lleva al administrador a ajustar sus planes al ritmo de los cambios.

La planificación agregada hace referencia a la determinación de la cantidad y de la programación de la producción para un futuro a mediano plazo, generalmente entre 3 y a18 meses. Por esta razón los gerentes de producción tratan de determinar la mejor manera de satisfacer la demanda prevista ajustando los ritmos de producción, las necesidades de mano de obra, los niveles de inventario, la cantidad de horas extras, las tasa de subcontratación y otras variables controlables.

Normalmente, el objetivo de la planificación agregada es minimizar los costos durante el periodo que se planifica. Sin embargo, otros objetivos pueden ser más importantes que un coste reducido. Estas estrategias deben controlar los niveles de contratación, rebajar los niveles de inventario o conseguir un alto nivel de servicio.

Planificación Agregada

Para la elaboración de un proyecto de Planificación Agregada se es necesario obtener información de vital importancia sobre pronósticos de la demanda, niveles de inventarios, capacidad de producción, costo y disponibilidad de mano de obra, y costos de producción entre otros. Así mismo, es indispensable tener en cuenta restricciones como el espacio de producción y almacenamiento, el número de máquinas, equipos y herramientas, disponibilidad de horas extras, etc.

Una vez obtenida esta información se procede a utilizar algunos de los siguientes planes:

- Variar el nivel de la mano de obra según la variación de la demanda.
- Emplear la mano de obra en tiempo extra y despedirla en tiempo improductivo.
- Aumentar los niveles de inventarios (lo cual genera costos de almacenamiento)
- Aceptar los costos de escasez.
- Recurrir a la maquila.
- Utilizar técnicas de comercialización.

Planificación Agregada

Ejemplo: Un fabricante de materiales para tejados de Juárez, México, ha desarrollado una previsión mensual para un importante producto, cuya información básica para los próximos 6 meses se presenta en la siguiente tabla:

Mes	Demanda esperada	Días de producción	Demanda por día (calculada)
Enero	900	22	41
Febrero	700	18	39
Marzo	800	21	38
Abril	1200	21	57
Mayo	1500	22	68
Junio	1100	20	55

Efectúese un plan agregado de producción utilizando cada una de las siguientes estrategias:

- Mantener la mano de obra constante durante los 6 meses.
- Mantener la mano de obra constante en el nivel necesario para el

Planificación Agregada

mes de menor demanda (marzo), respondiendo a la demanda por encima de este nivel subcontratando lo necesario.

c) Variar el tamaño de la mano de obra contratando o despidiendo sea necesario.

Información adicional:

- | | |
|---|-------------------------------------|
| • Coste de almacenamiento: | 5 dólares/unidad-mes |
| • Coste por unidad subcontratada: | 10 dólares/unidad |
| • Tasa salarial media: | 5 dólares/hora (40 dólares/día) |
| • Coste de la hora extra: | 7 dólares/hora (más de 8 horas/día) |
| • Horas de trabajo para producir una unidad | 1,6 horas/unidad |
| • Coste de incrementar la tasa de producción
(contratación y formación): | 10 dólares/unidad |
| • Coste de disminuir la tasa de producción
(despidos): | 15 dólares/unidad |

Nota: Cada unidad de producto terminado requiere de 1,6 horas de mano de obra, y cada trabajador labora 8 horas al día.

Herramientas de Planificación MRP

La Planeación de Requerimientos de Materiales (Material Requirements Planning, MRP) es la forma favorecida para elaborar los programas de producción e inventario cuando la demanda es dependiente. Para que el MRP funcione, la administración debe contar con un programa maestro, requerimientos claros para todos los componentes, registros de inventario y compras precisas y tiempos de entrega exactos.

Cuando se implanta de una manera apropiada, los sistemas MRP contribuyen de manera importante a la reducción del inventario al tiempo que mejoran los niveles de servicio. Estas técnicas permiten que el administrador de operaciones programe y reabastezca el inventario porque es “necesario ordenar”, y no porque es “tiempo de reordenar.

Los sistemas MRP han llevado a la integración de los datos de producción con los de muchas otras actividades, que incluyen la cadena de suministro y las ventas. En consecuencia ahora contamos con sistemas integrados orientados a bases de datos, para la [Administración de Recursos de Materiales \(ERP\)](#). Los sistemas MRP son costosos y difíciles de instalar, pero cuando tienen éxito apoyan la estrategia de diferenciación, respuesta y liderazgo por costos.

Herramientas de Planificación

Gráfica de Gantt

Las gráficas de Gantt son una ayuda visual muy útil para determinar las cargas de trabajo y la programación de actividades. Deben su nombre a Henrry Gantt, quien las desarrolló a finales de siglo XIX. Las gráficas muestran el uso de los recursos, por ejemplo los centros de trabajo y la mano de obra.

Estas gráficas tienen dos dimensiones: Los trabajos programados y los trabajos realmente ejecutados. Presentan generalmente la siguiente simbología:



Inicio de una actividad



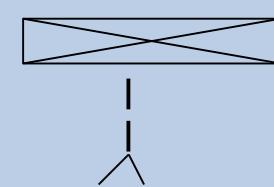
Culminación de una actividad



Tiempo permitido de una actividad programada



Avance real del trabajo



Tiempo no productivo

Punto en el tiempo cuando se revisa la gráfica

Herramientas de Planificación

Gráfica de Gantt

Ejemplo: La compañía de excavaciones de Lorena Gómez tiene programado cinco trabajos. Hoy al término del día 7, Lorena está revisando la gráfica de Gantt que describe estos programas:

- El trabajo # 115 estaba programado para iniciar el día 3 y tomaría 6 días. Hoy según el programa va 1 día adelantado.
- El trabajo # 117 estaba programado para iniciar el día 1 y tomaría 4 días. Actualmente está a tiempo.
- El trabajo # 179 estaba programado para iniciar el día 7 y tomaría 2 días. De hecho, inicio el día 6 y está avanzando de acuerdo al plan.
- El trabajo # 211 estaba programado para iniciar el día 5 y tomaría 3 días, pero por falta de equipo se demoró hasta el día 6.
- El trabajo # 215 estaba programado para iniciar el día 4 y tomaría 5 días. Empezó a tiempo pero lleva atrasado 2 días.

Elabore una gráfica de Gantt para Lorena.

Herramientas de Planificación

Gráficas PERT-CPM

PERT-CPM: Es una técnica gráfica que se utiliza para planificar y controlar proyectos. Su utilización es en proyectos no repetitivos donde el objetivo final está bien definido.

Ventajas:

1. Permite estudiar varias alternativas de acción teniendo en cuenta la oportunidad de escoger el camino más adecuado y a menor costo.
2. Se pueden visualizar los problemas en el papel antes de que se presente la ejecución del proyecto.
3. Se reduce la posibilidad de omitir algún trabajo o tarea del proyecto.
4. Permite coordinar los distintos recursos utilizados en un trabajo.
5. Señala las actividades que se hacen críticas en el proyecto.
6. Indica las fechas óptimas para comenzar y terminar una actividad después de haber comenzado la ejecución del proyecto.

Características de una red PERT-CPM:

1. Exige una secuencia lógica en la programación de actividades.
2. Su elaboración está basada en un grafo o fluograma que permite graficar las distintas actividades.

Herramientas de Planificación

Gráficas PERT-CPM

Elementos de un grafo:

Actividad Real: Es la realización de un trabajo o tarea elemental que requiere esfuerzo y consumo de tiempo y recursos.

Representación de una Actividad Real: Se hace mediante una flecha de línea sólida, esta línea puede ser quebrada, en zigzag, perpendicular, etc.



Denominación: La Actividad Real se puede nombrar mediante una letra colocada encima o debajo de la flecha mediante o simplemente por números.

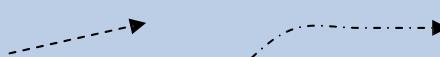
Evento: Representación gráfica de los momentos de inicio y terminación de cada actividad, no consume tiempo ni recursos.

Representación de un Evento: Se puede hacer mediante un triángulo, un círculo, etc.



Denominación: Cada Evento se puede identificar con un número que es colocado en la mitad izquierda de la figura. Nunca deben existir más de dos eventos con la misma denominación.

Actividad Ficticia: Son aquellas actividades que a pesar de ser diagramadas en un Gráfico no representan esfuerzo de trabajo o consumo de tiempo. Su origen está determinado por la necesidad de mejorar la indicación, la interrelación, el orden, la confusión o ambigüedad en la identificación de las distintas actividades. Su representación se hace mediante líneas punteadas.



Herramientas de Planificación

Gráficas PERT-CPM

Problemas de PERT-CPM:

1) Actividad

A

B

Actividad precedente

A

Con B, termina el proyecto.

2) Actividad

A

B

C

D

Actividad precedente

A

A

B

Con C y B, termina el proyecto.

3) Actividad

A

B

C

Actividad precedente

A, B

Con C, termina el proyecto.

Herramientas de Planificación

Gráficas PERT-CPM

Nota importante: No puede considerarse que se ha producido el evento 3, en tanto no haya ocurrido el evento 2. La fecha de actividad ficticia proporciona esa limitación.

4) Actividad	Actividad precedente	Tiempo de realización (días)
A	-----	4
B	A	5
C	A	3
D	B	2
E	B, C	1
F	D, E	10

Con F, termina el proyecto.

Herramientas de Planificación

Gráficas PERT-CPM

5) Actividad

Actividad precedente

A	-----
B	A
C	A
D	A
E	B, C
F	C
G	E, F
H	D, G

Con H, termina el proyecto.

Herramientas de Planificación

Gráficas PERT-CPM

Cálculo de la duración de cada actividad: Para la programación de un proyecto es necesario conocer la duración de cada actividad lo que permitirá conocer la fecha de inicio y terminación más adecuada de cada actividad y la duración total del proyecto.

Para la determinación se estima tres posibles duraciones:

1. Tiempo Optimista (To): Es el menor tiempo posible en el cual puede ejecutarse la actividad con los recursos normales disponibles en la empresa.
2. Tiempo más Probable (Tm): Es la estimación de la duración de la actividad suponiendo que durante su ejecución puedan presentarse algunos inconvenientes pero cuya solución es en un tiempo relativamente adecuado.
3. Tiempo Pesimista (Tp): Es el tiempo que se necesitará para ejecutar la actividad suponiendo que se pueda presentar durante los trabajos muchas dificultades imprevistas.

Una vez calculadas las estimaciones no deben sufrir alteraciones a no ser que haya modificación de los objetivos que quiera alcanzar la empresa o de las restricciones utilizados en la misma.

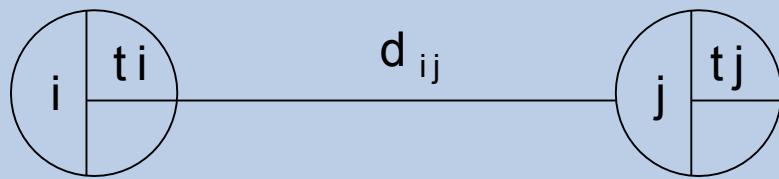
Herramientas de Planificación

Gráficas PERT-CPM

Con los valores estimados de las duraciones de determina el Tiempo Esperado (Te) para ejecutar la actividad de la siguiente manera:

$$Te = \frac{To + 4Tm + Tp}{6}$$

Cálculo de las fechas más tempranas para comenzar y terminar cada actividad:



ti : La fecha más temprana para comenzar la actividad

tj : La fecha más temprana para terminar la actividad

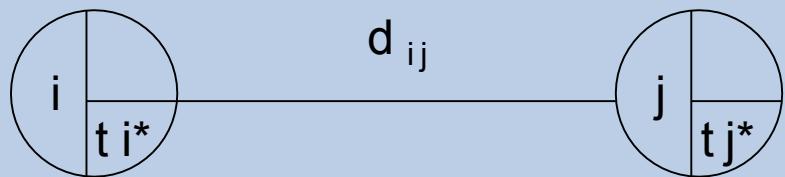
d_{ij} : La duración de la actividad i a j

$$tj = ti + d_{ij}$$

Herramientas de Planificación

Gráficas PERT-CPM

Cálculo de las fechas más tardías permisibles para comenzar y terminar cada actividad:



$t i^*$: La fecha más tardía permisible para comenzar la actividad

$t j^*$: La fecha más tardía permisible para terminar la actividad

d_{ij} : La duración de la actividad i j

$$t j^* = t i^* + d_{ij}$$

Herramientas de Planificación

Gráficas PERT-CPM

Problema global:

Desarrollar el siguiente proyecto para la mudanza de oficinas de una empresa, Identificar la ruta crítica y los tiempos mas estimados para empezar y terminar cada actividad:

Act.	Descripción	Precedencias	To	Tm	Tp	Te	Holgura
A	Elegir local de oficinas	-----	1	3	5		
B	Crear un plan financiero	-----	3	4,5	9		
C	Buscar personal	B	2	3	4		
D	Diseñar local	A, C	2	4	6		
E	Construir interior	D	4	7	16		
F	Seleccionar personal	C	1	1,5	5		
G	Contratar personal	F	2,5	3,5	7,5		
H	Mudar registros	F	1	2	3		
I	Mudar mobiliario	B	4	5	6		
J	Entrenar personal	H, E, G	1,5	3	4,5		

Con "J" termina el proyecto

Administración del Mantenimiento

Concepto e importancia

Toda empresa posee recursos humanos y materiales los cuales debe proteger y mantener en estado funcional. Es por ello que el mantenimiento y la seguridad en el trabajo son actividades importantes para la producción.

Por lo tanto, el objetivo del mantenimiento y de la fiabilidad es mantener la capacidad del sistema mientras se controlan los costes. Un buen sistema de mantenimiento reduce la variabilidad del sistema y este debe incluir todas las actividades involucradas en mantener un equipo para que funcione correctamente.

Es por esta razón que la función del departamento de mantenimiento es el de asegurar la regularidad de la ejecución de los recursos materiales y que su mantenimiento origine un estado propicio para su ejecución.

¿Pero hasta donde invertir en el mantenimiento de los equipos y en la seguridad del personal? La idea es buscar un equilibrio entre el mantenimiento preventivo a fin de que no se originen costos significativos por mantenimiento correctivo.

Mantenimiento Preventivo: Este implica inspecciones rutinarias y de servicio, así como el mantenimiento de las instalaciones para reparar los bienes y prevenir los Fallos.

Administración del Mantenimiento

Concepto e importancia

Mantenimiento Correctivo: Este se lleva a cabo cuando el equipo falla y se tiene que reparar debido a una emergencia o una prioridad.

Problema 1: Con el objetivo de racionalizar los trabajos de mantenimiento, el responsable del departamento ha emprendido el estudio de los trabajos de inspección y de reparación ejecutados en cien máquinas de la empresa. Esta persona ha hecho notar que, si el número de inspecciones aumenta, pueden descubrirse ciertas necesidades menores de reparación, lo cual como consecuencia reducirá en número de reparaciones correctivas. El resultado del estudio aparece al final de este problema.

El costo de una reparación preventiva es de \$20, y el de una reparación correctiva es de \$60. El costo de inspección es de \$2 para cada máquina. ¿Cuántas inspecciones deben efectuar el departamento de mantenimiento a fin de reducir el costo total de mantenimiento? Elabore el gráfico de los costos correspondiente.

Inspecciones por semana	Reparaciones correctivas	Reparaciones preventivas
0	40	0
1	25	42
2	16	48
3	8	54
6	2	60

Administración del Mantenimiento

Fiabilidad

Inspección		Reparaciones Correctivas		Reparaciones Preventivas		Costo total
Número	Costo	Número	Costo	Número	Costo	
0						
1						
2						
3						
6						

Problema 2: Una compañía posee una máquina cuyo precio es de \$ 30.000. El costo anual de mantenimiento es una progresión aritmética, con valor inicial de \$ 5.000 y aumento anual de \$ 3.000 (el segundo año este costo es de \$ 8.000, y el tercero es de \$ 11.000 y así sucesivamente). ¿Después de cuánto tiempo deberá reemplazarse la máquina?

Administración del Mantenimiento

Fiabilidad

Fiabilidad

La fiabilidad es la probabilidad de que una parte de la máquina o del producto funcione adecuadamente en un momento determinado y bajo unas condiciones establecidas. Los sistemas se componen de elementos individuales relacionados entre sí, cada uno de los cuales desempeña una función determinada. Si, por cualquier motivo, uno de los componentes falla al realizar su función, puede fallar la totalidad del sistema.

Puesto que se pueden producir fallos en el mundo real, entender que puede ocurrir es un concepto de fiabilidad importante. Mientras un sistema presente más componentes es riesgo de presentarse una falla es también es mayor debido a que cada componente lleva consigo su propia fiabilidad. Por lo tanto la fiabilidad total del sistema será la sumatoria de cada una de las fiabilidades individuales de cada componente.

Administración del Mantenimiento

Fiabilidad

Fórmulas: La unidad básica de medida de fiabilidad es el índice de fallos del producto (FR; failure Ratio). Las empresas que fabrican equipos de alta tecnología suelen proporcionar datos del índice de fallos de sus productos.

Fiabilidad total del sistema, $R_s = R_1 \times R_2 \times R_3 \times \dots \times R_N$

Índice de fallos, $FR(\%) = \frac{\text{Número de fallos}}{\text{Número de unidades probadas}} \times 100$

Número de fallos en un
Momento determinado, $FR(Nº) = \frac{\text{Número de fallos}}{\text{Número de unidades por hora del tiempo de operación}}$

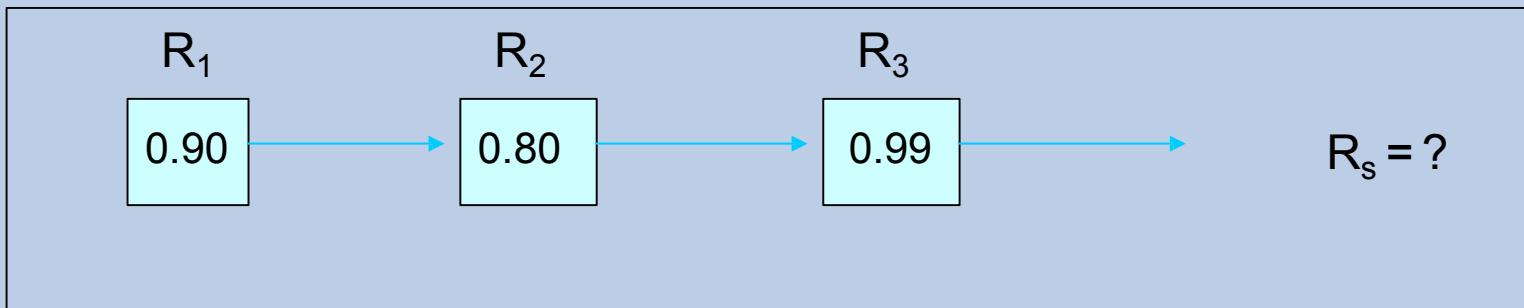
Tiempo medio entre fallos (TMEF): Es el tiempo esperado entre la reparación y el siguiente fallo de un componente, de un máquina, de un proceso, o de un producto.

$TMEF = \frac{1}{FR(Nº)}$

Administración del Mantenimiento

Problemas de fiabilidad

Problema 1: El Banco Nacional de Greeley, Colorado, lleva a cabo las operaciones de créditos con tres empleados dispuestos en serie:



Si la fiabilidad de los empleados es de 0.90, 0.80, y 0.99 ¿cuál será la fiabilidad del proceso?

Problema 2: Los veinte sistemas de aire acondicionado que utilizan los astronautas en las lanzaderas espaciales de la NASA, se sometieron a una prueba de 1.000 horas de duración en sus instalaciones en Huntsville, Alabama. Dos de los sistemas fallaron durante la prueba, uno después de 200 horas y el otro después de 600 horas. Calcule:

- a) FR(%)
- b) FR(Nº)
- c) TMEF
- d) El índice de fallos por viaje, si cada uno tarda aproximadamente 60 días.

Administración del Mantenimiento

Como proporcionar excedentes

Puesto que el fallo registrado en el problema 2 es probablemente muy alto, la NASA quiere aumentar la confiabilidad de los componentes individuales y por lo tanto del sistema, o instalar varias unidades de aire acondicionado suplementarias en cada lanzadera espacial.

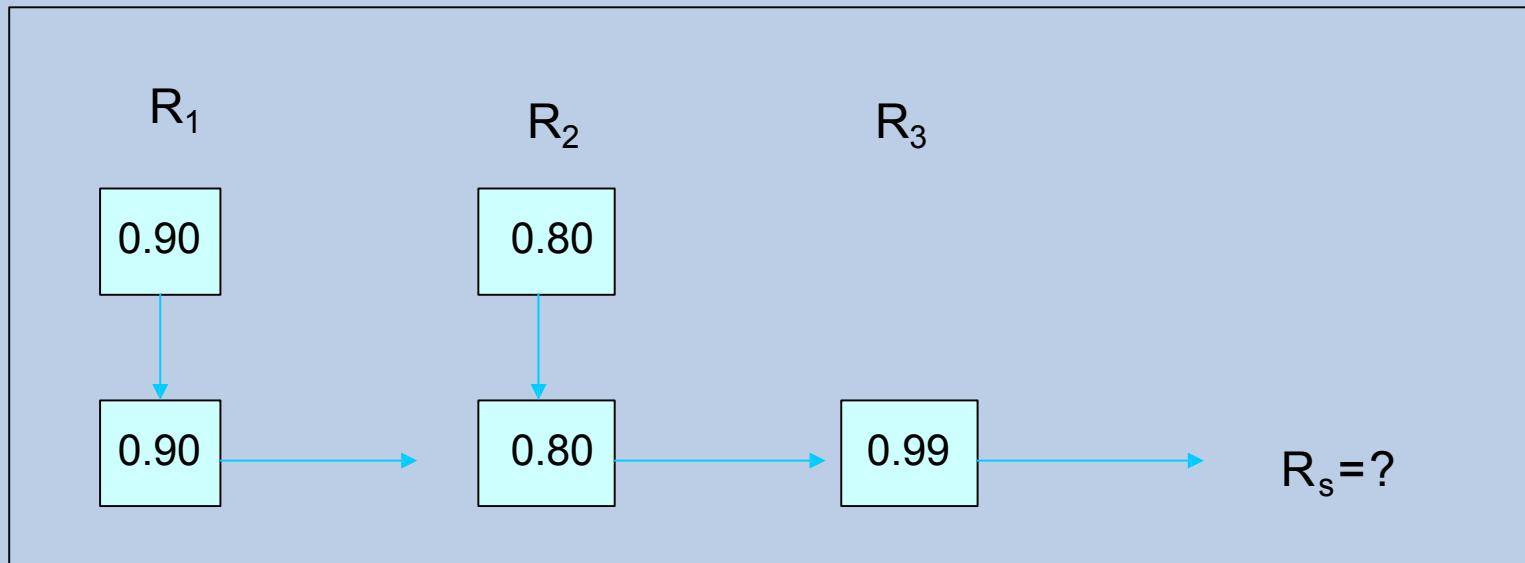
Utilización de excedentes: Para aumentar la fiabilidad del sistema, se utilizan excedentes. Esta técnica consiste en respaldar los componentes con componentes adicionales. Ello se conoce como técnica de poner unidades en Paralelo. Los componentes aseguran que si uno de los componentes falla, el sistema puede recurrir a otro. Por ejemplo, la fiabilidad de un componente es de 0.80 y la del componente de apoyo es de 0.80. La fiabilidad resultante es la suma de que el primer componente funcione, con el producto de la probabilidad de que el componente de apoyo funcione (en paralelo) por la probabilidad de necesitar el componente de apoyo ($1 - 0.80 = 0.2$). Por tanto:

$$\left(\text{Probabilidad de que el primer componente funcione} \right) + \left[\left(\text{Probabilidad de que el segundo componente funcione} \right) \times \left(\text{Probabilidad de necesitar un segundo componente} \right) \right]$$

Administración del Mantenimiento

Problemas de fiabilidad

Problema 3: El Banco Nacional Está preocupado porque sus operaciones de crédito sólo tienen un confiabilidad del 0.713 (véase problema 1). Por lo tanto, el banco decide proporcionar excedentes a los dos empleados con menor confiabilidad. Los resultados del procedimiento se muestran a continuación:



Muestre cómo pueden los excedentes mejorar la fiabilidad de las operaciones de créditos presentadas en el problema 1.

UNIDAD 4

Diseño del Trabajo y Medición

1. Definición e importancia.
2. Ergonomía.
3. Economía de Movimientos.
4. Cultura del trabajo en las Organizaciones
5. Estudios de Métodos, gráfica hombre-máquina. Gráficas de flujo de procesos.
6. Estándares de trabajo basados en: experiencia histórica, estudios de tiempos, estándares de tiempo predeterminados y muestreo del trabajo.
7. Curvas de Aprendizaje.
8. Seguridad e Higiene en el trabajo.

UNIDAD 4

Diseño del Trabajo y Medición

El estudio de trabajo y su medición concebido por Taylor, tiene como objetivo Primario investigar las formas de aumentar la eficiencia de los procedimientos administrativos e industriales. El nombre del departamento que asume esta función varia según el dominio de intervención; cuando se trata de trabajo administrativo, el título es de Organización y Métodos y en el dominio industrial y operacional se habla de departamento de Ingeniería Industrial.

El estudio científico del trabajo comprende dos aspectos: el estudio de los métodos y la medición del trabajo.

Estudio de los Métodos: Este estudio consiste en registrar y analizar los Desplazamientos efectuados en el desempeño de un trabajo dado, a fin de evitar los movimientos inútiles y determinar el método de trabajo más eficaz. Las herramientas básicas del estudio de los métodos son: gráficas, cinematografía, carteles, etc.

UNIDAD 4

Diseño del Trabajo y Medición

Medición del Trabajo: Tiene como objetivo fijar en forma más precisa posible, el tiempo estándar concedido a un empleado para efectuar una tarea en ciertas condiciones.

Etapas: No es un asunto fácil, puesto que antes del cronometraje de la operación, esta debe descomponerse en movimientos sucesivos medibles y también debe asegurarse la estabilidad y la constancia en los movimientos de ejecución y juzgarse la velocidad de los movimientos de los ejecutantes.

a) Análisis del trabajo por ejecutar.

- Movimientos exclusivamente manuales
- Movimientos exclusivamente de máquinas
- Movimientos exclusivamente de hombre-máquina.

b) Elección de un ejecutante

c) Evaluación de una velocidad: EL ritmo de la velocidad se expresa como porcentaje de la velocidad normal que comprende el 100%, así, una velocidad de 110% constituye un ritmo de ejecución superior en 10% al ritmo normal.

UNIDAD 4

Diseño del Trabajo y Medición

d) Medición del Tiempo de Ejecución:

- * Cronómetro:
 - continuo
 - vuelta a cero

* Tablas de tiempos predeterminados: Los movimientos y los tiempos predeterminados se dividen en 10 tablas, que representan los principales movimientos como alcanzar, mover, pensar, voltear, aplicar presión, poner en posición, soltar, retirar, movimientos visuales, movimientos del cuerpo y miembros inferiores.

*Observaciones instantáneas: Este método permite a la vez registrar y medir el tiempo. Se trata de registrar los eventos observados a intervalos irregulares durante un periodo dado y posteriormente debe hacerse evaluación de estos eventos.

d) Recargo del tiempo medido: Tiene como finalidad normalizar el tiempo cronometrado a partir de la velocidad del ejecutante y conceder tiempo para compensar la fatiga, las necesidades personales o las demoras inevitables.

$$TN = TM \times TV$$

Donde TN es el tiempo normal,

TM es el tiempo medido o cronometrado,

TV es la tasa de velocidad.

UNIDAD 4

Diseño del Trabajo y Medición

f) Establecimiento del tiempo estándar.

$$TE = TN + TC$$

$TC = \beta \times TN$ donde β es el porcentaje total del tiempo aprobado.

$TE = TN + (\beta \times TN)$ por tanto,

$$TE = TN \times (1 + \beta)$$

Ejemplo: La siguiente tabla representa tiempos medidos con la ayuda de un cronómetro continuo en centésimas de minuto para una operación compuesta de cuatro elementos de trabajo. El cronometraje se ha efectuado 10 veces. El analista ha estimado la velocidad del movimiento A en 110, del B en 120 y del D en 120. El movimiento C, es de la máquina. Se ha concedido 8% del tiempo normal a la fatiga y a las necesidades personales. Calcule el tiempo estándar de producción.

Elementos de trabajo	CICLOS										t.t.c	No. Lec	t. p. cron.	TN	TE
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
A	32	30	31	32	28	33	30	32	29	31					
B	9	8	10	9	11	12	10	8	9	11					
C	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50					
D	8	9	10	10	7	11	10	9	8	10					

UNIDAD 5

Calidad

Concepto de Calidad: Es la capacidad es un bien o servicio para cumplir las expectativas y necesidades del cliente.

Costo de la Calidad: Cuatro grandes costos se asocian con la calidad. Estos son los denominados costos de la calidad.

- Costos de prevención: capacitación, mejora continua, etc.
- Costos de evaluación: pruebas, laboratorios, inspectores, etc.
- Fallas internas: retrabajo, desperdicio, descomposturas, etc.
- Costos externos: bienes devueltos, pérdida de imagen, post servicio, etc.

Gestión de la Calidad Total (TQM): Se refiere al énfasis que se pone en la calidad en toda la organización, desde el proveedor hasta el cliente, con el compromiso de todos los entes ejecutivos o de dirección de la organización, y utilizando el control estadístico de procesos. Enfoques arcaicos centraban el control al final del proceso, clasificando los productos en buenos y malos pero el **TQM** propone control en cada etapa del proceso a fin de eliminar el desperdicio.

UNIDAD 5

Calidad

Herramientas de la TQM (importante para el examen):

1. **Hoja de verificación:** Es cualquier tipo de formato diseñado para registrar datos. Ayudan a identificar defectos o el tipo de reclamaciones del cliente.
2. **Diagramas de dispersión:** Muestra la relación entre dos medidas. Es ideal cuando se cree que una variable podría depender de otra independiente.
3. **Diagrama de Causa y Efecto:** El diagrama de Ishikawa es una técnica esquemática usada para descubrir posibles lugares con problemas de calidad.
4. **Diagrama de Pareto:** Gráfica que identifica los pocos elementos críticos en oposición con los muchos elementos menos importantes.
5. **Diagramas de Flujo:** Describen gráficamente un proceso o sistema.
6. **Histogramas:** Muestra los intervalos de valores de una medida y la frecuencia con la que ocurre.
7. **Gráfica de Control:** Presentaciones gráficas de los datos de un proceso en el tiempo con límites de control predeterminados.

Control Estadístico de Procesos (SPC): Mediante el SPC, es posible monitorear estándares, tomar medidas y llevar a cabo las acciones correctivas cuando un producto o servicio está en la producción.

UNIDAD 5

Calidad

Herramientas de la TQM (importante para el examen):

1. **Hoja de verificación:** Es cualquier tipo de formato diseñado para registrar datos. Ayudan a identificar defectos o el tipo de reclamaciones del cliente.
2. **Diagramas de dispersión:** Muestra la relación entre dos medidas. Es ideal cual se cree que una variable podría de depender de otra independiente.
3. **Diagrama de Causa y Efecto:** El diagrama de Ishikawa es una técnica esquemática usada par descubrir posibles lugares con problemas de calidad.
4. **Diagrama de Pareto:** Gráfica que identifica los pocos elementos críticos en oposición con los muchos elementos menos importante.
5. **Diagramas de Flujo:** Describen gráficamente un proceso o sistema.
6. **Histogramas:** Muestra el intervalos de valores de una medida y la frecuencia con la que ocurre.
7. **Gráfica de Control:** Presentaciones gráficas de los datos que ilustran como se ejecuta un proceso con respecto a las características específicas del producto y proporcionan una señal estadística cuando se presentan las causas asignables de la variación.

Control Estadístico de Procesos (SPC): Mediante el SPC, es posible monitorear estándares, tomar medidas y llevar a cabo las acciones correctivas cuando un producto o servicio está en la producción.

UNIDAD 5

Calidad

Gráfica de Control Por Variables: Es un diagrama de control de la media de la muestra que señala los cambios producidos en una tendencia central. Es una gráfica para control de dimensiones medibles.

Fórmulas relacionadas con esta carta (cuando se conoce σ_x)

Desviación estándar de la distribución del muestreo: $\sigma_{\bar{x}} = \sigma_x / \sqrt{n}$

Límite de control para el diagrama de media de la muestra (cuando se conoce $\sigma_{\bar{x}}$)

$$\text{Límite de control superior} = \bar{x} + z\sigma_{\bar{x}}$$

$$\text{Límite de control inferior} = \bar{x} - z\sigma_{\bar{x}}$$

$\sigma_{\bar{x}}$ = Desviación estándar de la distribución del muestreo

σ_x = Desviación estándar de la distribución de la población

n = Tamaño de la muestra

\bar{x} = Media de las medias de la muestra

z = Puntaje z (número de desviaciones estándar normales)

¿Cuántas muestras se requiere y que tan grande debe ser cada una? La regla pulgar tradicional para fijar límites de control establece entre 20 y 30 muestras

UNIDAD 5

Calidad

de cuatro o cinco unidades.

¿Qué valor debe asignarse al puntaje z ? Como se ilustrará posteriormente con un ejemplo, cuando sólo se presenta una variación aleatoria, el 95,5% de todas las medias de la muestra debe estar entre $\pm 2\sigma_x$ y el 99,7% de todas las medias de la muestra debe estar entre $\pm 3\sigma_{\bar{x}}$. Cuanto más estrechos sean los límites de control, habrá mayor probabilidad de que cuando las observaciones de la muestra estén fuera de los límites, esto sea producto de una variación aleatoria (y no a una variación assignable). En consecuencia, cuanto mayores sean los límites de control mayor es el riesgo de suponer que la variación assignable no existe (riesgo de cometer un error tipo I).

No obstante, la ampliación de los límites de control aumenta el riesgo de pasar por alto la variación assignable (riesgo de cometer un error de tipo II). Por consiguiente, se debe comparar el costo de cometer cada tipo de error.

Si un punto cae fuera de los límites de control $\pm 3\sigma_{\bar{x}}$ de la gráfica de control, entonces estamos 99.73% seguros de que el proceso cambió.

UNIDAD 5

Calidad

Ejemplo: En la siguiente tabla se presentan observaciones de muestreo más recientes realizadas por cierta empresa de papas fritas. Los datos históricos indican que la variabilidad del proceso es casi normal y presenta una variación estándar de 0,25 por onza.

Muestra	Peso de las observaciones individuales, onzas					Peso promedio de la muestra, \bar{x}	Rango de la muestra, R
	1	2	3	4	5		
1	9.72	9.95	9.78	10.00	10.75		
2	10.11	9.97	10.25	10.43	10.19		
3	10.15	10.09	9.91	9.66	9.84		
4	9.90	10.26	10.54	10.36	10.04		
5	9.91	10.10	10.09	10.15	10.25		
6	10.26	9.63	10.15	10.20	9.68		
7	9.78	9.91	10.20	10.44	9.79		
8	10.15	10.02	10.37	10.03	10.18		
9	10.47	10.20	9.97	10.15	10.37		
10	10.33	10.38	10.44	10.51	10.24		
Promedio de los promedios de la muestra (\bar{x})						10.125	
Promedio de los rangos de la muestra (R)						-	0.537

UNIDAD 5

Calidad

- a) Elabore la gráfica de control correspondiente dada \pm tres desviación estándar histórica y establezca si está o no en control.
- b) Suponga que no se le da el dato de la desviación estándar, elabore la **Gráfica de Control de media de la Muestra** y la **Gráfica de Control del Rango de la Muestra** con las siguientes fórmulas:

Fórmulas relacionadas con esta carta (cuando se desconoce σ_x)

- Límites de control para el diagrama de media de la muestra

Límite de control superior: $\bar{x} + A_2 \bar{R}$

Límite de control inferior: $\bar{x} - A_2 \bar{R}$

- Límites de control para el diagrama del rango de la muestra

Límite de control superior: $D_4 \bar{R}$

Límite de control inferior: $D_3 \bar{R}$

D_3 y D_4 son valores obtenidos en tablas estadísticas.

UNIDAD 5

Calidad

Interpretación de z: Como la distribución de la muestra es normal, se puede afirmar que:

- a) El 68,27% del tiempo, los promedios de la muestra caerán dentro de $\pm 1\sigma_x$, si el proceso tiene variaciones naturales.
- b) El 95,45% del tiempo, los promedios de la muestra caerán dentro de $\pm 2\sigma_x$, si el proceso tiene variaciones naturales.
- c) El 99,73% del tiempo, los promedios de la muestra caerán dentro de $\pm 3\sigma_x$, si el proceso tiene variaciones naturales.

—

Si un punto cae fuera de control $\pm 3\sigma_x$ de la gráfica de control, entonces Estamos 99,73% seguros de que el proceso cambio. Esta es la teoría de las gráficas de control.

Gráfica de Control Por Atributos: Cuando las unidades de la muestra se clasifican en una de las dos categorías (buena o mala, éxito o fracaso) es muestreo es por atributos. Es una gráfica para control de dimensiones no medibles.

UNIDAD 5

Calidad

Suponga que se observa una muestra de unidades de algún proceso y se clasifica como defectuosa o aceptable. Se puede calcular la fracción defectuosa de unidades en la muestra y compararla con la fracción anterior de unidades defectuosas del proceso.

Fórmulas relacionadas con esta carta (Carta p):

Fracción defectuosa de la muestra: $p = x / n$

Fracción media de defectos en la muestra: $\bar{p} = \frac{\text{número total de errores}}{\text{total de registros observados}}$

Desviación estándar para la distribución de la muestra: $\sigma_p = \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$

Límite de control superior = $\bar{p} + z\sigma_p$

Límite de control inferior = $\bar{p} - z\sigma_p$

Donde:

x = es el número de unidades defectuosas

n = es el tamaño de cada muestra

UNIDAD 5

Calidad

Ejemplo: Los empleados de captura de datos en ARCO introducen miles de registros de seguros cada día. En la tabla se presentan las muestras del trabajo de 20 empleados. Se examinaron cuidadosamente cien registros capturados por cada empleado y se contó el número de registros con errores. Cada registro con mínimo de un error se considera como malo. Después se calculó la fracción defectuosa de cada muestra. Establezca los límites de control que incluyan 99,73% de la variación aleatoria en el sistema de captura para verificar si el proceso se encuentra en control.

Nº Muestra	Nº de Errores	p	Nº Muestra	Nº de Errores	p
1	6		11	6	
2	5		12	1	
3	0		13	8	
4	1		14	7	
5	4		15	5	
6	2		16	4	
7	5		17	11	
8	3		18	3	
9	3		19	0	
10	2		20	4	

Selección del Proveedor*

Desarrollo del proveedor: La segunda etapa es el *desarrollo del proveedor*. Si la empresa asume que quiere tener un proveedor en particular, ¿cómo puede integrar al proveedor en su sistema? La función de aprovisionamiento se asegura de que el proveedor comprenda los requisitos de calidad, los cambios de ingeniería, la programación y la entrega, el sistema de pago del comprador, y las políticas de abastecimiento. El desarrollo del proveedor incluye todo lo relacionado con la formación, para ayudar a la ingeniería y a la producción en la transferencia electrónica de información. Las políticas de aprovisionamiento pueden resolver distintas cuestiones, como el porcentaje del negocio que lleva a cabo un único proveedor, o con negocios minoritarios.

Negociaciones: Las estrategias de negociación clásicas son de tres tipos.

a)**Modelo de precio en función del costo:** Esta estrategia requiere que el proveedor negocie de forma abierta con el comprador.

b)**Modelo de precio en función del mercado:** Esta estrategia fija el precio en función de un precio publicado, o de un índice. Por ejemplo los precios del café, petróleo, metales, etc.

c)**Ofertas competitivas:** Cuando existe un mercado casi perfecto esta estrategia parece adecuada, pero no desarrolla al proveedor hacia la integración.

Selección del Proveedor*

Una empresa que decide comprar material en lugar de fabricarlo debe seleccionar a sus proveedores. La selección de estos tiene en cuenta varios factores, como los costes de inventarios y de transporte, la disponibilidad de existencias, la entrega y la calidad de los proveedores. Una empresa puede tener alguna competencia en toda las áreas y una competencia excepcional sólo en unas pocas, pero la función de operaciones más destacada requiere disponer de excelentes proveedores. Examinaremos la selección de proveedores en tres etapas: (1) la evaluación del proveedor, (2) el desarrollo del proveedor, y (3) las negociaciones.

Evaluación del proveedor: La primera etapa, la *evaluación del proveedor*, implica encontrar proveedores potenciales y determinar la probabilidad de que lleguen a ser buenos proveedores. La selección de proveedores competentes es fundamental, si no se selecciona a buenos proveedores, todos los esfuerzos en aprovisionamiento serán inútiles. Como las empresas tienen cada vez más menos proveedores a largo plazo, las cuestiones de fortaleza financiera, de calidad, de dirección, de habilidad técnica, y de potencial para una estrecha relación a largo plazo, desempeñan un papel cada vez más importante. Estos atributos se deben tener en cuenta en el proceso de evaluación.

* Jay Heizer y Barry Render: Dirección de la Producción: Decisiones tácticas. Madrid. Prentice Hall. 2001, pag. 13.