

Facultad de Ingeniería  
Guía de Planeamiento y Control de la Producción

## Administración de Inventarios

### OBJETIVOS

---

- Responder a las preguntas de almacenes de *cuánto y cuando ordenar* y todos los costos y tiempos que implica responder a estas preguntas.

### MARCO TEÓRICO

---

Comúnmente los inventarios están relacionados con la mantención de cantidades suficientes de bienes (insumos, repuestos, etc.), que garanticen una operación fluida en un sistema o actividad comercial.

La forma efectiva de manejar los inventarios es minimizando su impacto adverso, encontrando un punto medio entre la poca reserva y el exceso de reserva. Esta actitud prevaleció en los países industrializados de Occidente, incluso después de la segunda guerra mundial, cuando Japón instauró con gran éxito el sistema (famoso ahora) "Just in time", ambiente que requiere un sistema de producción (casi) sin inventario.

La gestión de inventario preocupa a la mayoría de las empresas cualquiera sea el sector de su actividad y dimensión.

Por tres factores imperativos:

- No hacer esperar al cliente.
- Realizar la producción a un ritmo regular, aun cuando fluctúe la demanda.
- Comprar los insumos a precios más bajos.

Una buena gestión de los inventarios es definir perfectamente:

- Mercadería a pedir.
- Fechas de pedido.
- Lugar de almacenamiento.
- La manera de evaluar el nivel de stock.
- Modo de reaprovisionamiento.

### EJEMPLOS DE EJERCICIOS RESUELTOS

---

1) Un local de McDonald's, utiliza 120 vasos de papel, de seis onzas, por día. Los planes de esta sucursal de McDonlad's son tener abierto 360 días al año. Los vasos tienen un costo de 10 dólares/docena; los costos de orden son de 5 dólares/orden y los costos de manejo del inventario son un 50% del costo del artículo.

Encontrar la cantidad económica a ordenar si la entrega es instantánea.

En general, se ordenan vasos cada 30 días. Obtener la relación entre la cantidad ordenada real, y la cantidad óptima ordenada. Así como los costos totales reales y los costos totales óptimos del manejo del inventario. Interprete además los resultados obtenidos.

**Solución:**

$D = 120 \text{ unidades/día} \cdot 360 \text{ días/año} = 43.200 \text{ unidades/año}$

$C_o = 5 \text{ US\$/orden}$

$C_1 = 10 \cdot 0,5/12 = 0,4166 \text{ US\$/unidad}$

Luego:

$$X' = \sqrt{\frac{2C_o D}{C_1}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 5 \cdot 43.200}{0,4166}} = 1018,31 \approx \mathbf{1019} \text{ unidades } \text{ ó } 85 \text{ docenas aprox.}$$

b) Cantidad real ordenada  $Q = \frac{43.200}{12} = 3.600 \text{ unidades / mes} \sim 300 \text{ docenas / mes}$

Situación normal:

Costo ordenar =  $5 \text{ US\$/orden} \cdot 12 \text{ ordenes/año} = 60 \text{ US\$/año}$

Costo manejo =  $0,4166 \cdot 3.600/2 = 749,86 \sim 750 \text{ US\$/año}$

Costo total anual =  $60 + 750 = 810 \text{ US\$/año}$

Situación con (EOQ):

Costo ordenar =  $5 \text{ US\$/orden} \cdot 43.200/1.019 = 211,9 \sim 212 \text{ US\$/año}$

Costo manejo =  $0,4166 \cdot 1.019/2 = 212,257 \sim 212,3 \text{ US\$/año}$

Costo total anual =  $212 + 212,3 = 424,3 \text{ US\$/año}$

Con el sistema EOQ, McDonald's puede ahorrar aproximadamente US\$385,75 al año, lo que significa un ahorro de 47,61%

**2)** Suponga que una empresa almacena un producto para satisfacer la demanda de sus clientes, la cual es de origen determinista y es de 300 unidades al año. El costo que se incurre por realizar un pedido es de \$25, el costo de almacenamiento es de 0.1 \$/unidad - mes y el precio de compra del producto es de 10 \$/ unidad, la tasa de interés mensual es de 0.5 % y además la empresa cancela por concepto de seguro por deterioro del producto 0.1 \$/unidad- mes.

Se sabe además que el costo asociado a la pérdida de ventas por agotamiento de inventario es de \$1.5 por unidad mes.

Calcular:

a) Tamaño de la compra

b) Frecuencia de la orden

e) De qué tamaño deberá ser el inventario de seguridad, de tal forma de no tener agotamiento.

Solución:

Datos:

Nota: Los datos de costos se encuentran en meses, esto implica que hay que trabajar todos los datos en meses.

$$D = 300 \frac{[unidades]}{\text{año}} = \frac{300}{12} = 25 \frac{[unidades]}{\text{mes}}$$

$C_o = \$25$

$C_i$ : costo de almacenamiento + costo de seguro + costo de capital

$C_i = 0.1 + 0.1 + 0.005 \cdot 10 = 0.25 \text{ [$/unidades - mes]}$

$C_a = 1,5 \text{ ($/ unidades - mes)}$

En este ejercicio aparece el costo de agotamiento, lo que implica que se debe ocupar el Modelo 3.

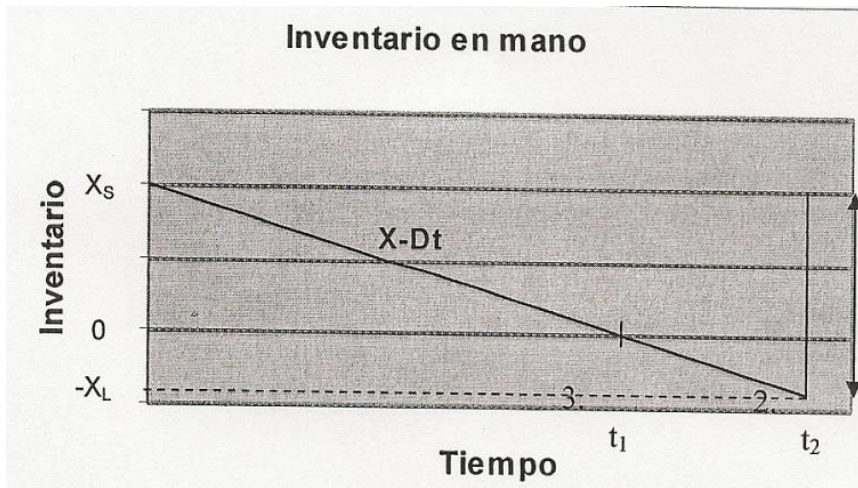
$$X = X_s + X,$$

$X_s$ : inventario en mano

$X_L$ : cantidades de unidades en agotamiento.

a)

$$X = \sqrt{\frac{2DC_o}{C_i} \left( \frac{C_i + C_a}{C_a} \right)} : X_s = \sqrt{\frac{2DC_o}{C_i} \left( \frac{C_a}{C_i + C_a} \right)}$$



$$X_s = \sqrt{\frac{2 \cdot 25 \cdot 25}{0,25} \left( \frac{1,5}{1,5 + 0,25} \right)} = 65,46 \text{ (unid/orden)}$$

b)

$$f = \frac{D}{X} = \frac{25}{76,37} = 0,32 \text{ (ordenes/mes)}$$

c)

$$X = \sqrt{\frac{2 \cdot 25 \cdot 25 \left( \frac{0,25 + 1,5}{1,5} \right)}{0,25}} = 76,37 \text{ (unid/orden)} \cong 76$$

$$X_L = X - X_s = 76,37 - 65,46 = 10,91 \text{ [unid/orden]}$$

Es la cantidad que debe ser mantenida en inventario de seguridad para no tener costos de agotamiento.

3) Una tienda comercial vende dos productos que periódicamente ordena de un mismo proveedor. La tasa de demanda y los costos de inventario están dados en la siguiente tabla:

Producto	Demanda (unidades/mes)	Costo de ordenar(\$/orden)	Costo de inventario (\$/unid-mes)
A	100	50	25
B	300	50	3

Sin embargo, si se ordenan los dos productos conjuntamente, el costo de ordenamiento en que se incurre es de sólo \$50 (por los dos productos). En estas circunstancias, ¿cuál es la política de

inventario óptimo?

**Solución:**

Ordenando independientemente:

$$X_A = \sqrt{\frac{2D_{mA} C_{oA}}{C_{iA}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 50 \cdot 100}{25}} = 20 \text{ (unid/orden)}$$

$$X_B = \sqrt{\frac{2D_{mB} C_{oB}}{C_{iB}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 50 \cdot 300}{3}} = 100 \text{ (unid/orden)}$$

Costo total anual:

$$E_{\text{Anual}} = E_A + E_B = 12 \cdot \left( \frac{C_o D_{mA}}{X_A} + C_{iA} \frac{X_A}{2} + \frac{C_o D_{mB}}{X_B} + C_{iB} \frac{X_B}{2} \right)$$

$$E_{\text{Anual}} = 12 \cdot (50 \cdot 100 + 25 \cdot 20 + 50 \cdot 300 + 3 \cdot 100) = 9.600 \text{ (\$/año)}$$

Ordenando conjuntamente (sin utilizar directamente las fórmulas del Modelo 5):

$$E_T = E_{TA} + E_{TB} = C_o + C_{iA} \frac{X^2}{2D_A} + C_{iB} \frac{X^2}{2D_B}$$

Donde:

$$T = \frac{X_A}{D_A} = \frac{X_B}{D_B} \Rightarrow X_B = X_A \frac{D_B}{D_A}$$

$$\frac{E_T}{T} = \frac{C_o}{T} + C_{iA} \frac{X_A^2}{2D_A T} + C_{iB} \frac{X_B^2}{2D_B T} = E_A = \frac{C_o D_A}{X_A} + C_{iA} \frac{X_A}{2} + C_{iB} \frac{X_B}{2}$$

$$E_{\text{Anual}} = \frac{C_o D_A}{X_A} + C_{iA} \frac{X_A}{2} + C_{iB} \frac{X_A}{2} \cdot \frac{D_B}{D_A}$$

$$\frac{E_{\text{Anual}}}{dX_A} = -\frac{C_o D_A}{X_A^2} + \frac{C_{iA}}{2} + \frac{C_{iB}}{2} \cdot \frac{D_B}{D_A} = 0$$

Despejando  $X_A$ :

$$X_A = \sqrt{\frac{C_o D_A}{\frac{C_{iA}}{2} + \frac{C_{iB} D_B}{2 D_A}}}$$

Reemplazando los valores:

$$X_A = \sqrt{\frac{50 \cdot 100}{\frac{25}{2} + \frac{3 \cdot 300}{2 \cdot 100}}} = 17.15 \text{ [unid/orden]} \sim 17$$

$$X_B = \frac{300}{100} * 17.15 = 51.45 \text{ [unid/orden]} \sim 51$$

a)

Costo total anual:

$$E_{\text{Anual}} = 12 * \left( \frac{50 * 100}{17,15} + \frac{25 * 17,15}{2} + \frac{3 * 51,45}{2} \right) = 6.997 (\$/\text{año})$$

Por lo tanto, conviene más ordenar conjuntamente, porque así se obtiene un costo anual total menor al de ordenar independientemente.

4) La empresa Battery Inc. Compra baterías por US\$ 20 c/u y el costo de realizar una orden es de US\$ 11. La empresa vende cerca de 10.000 baterías por año a una tasa uniforme. La compañía funciona 5 días por semana, durante 52 semanas a excepción de 6 días de vacaciones al año. El tiempo de ordenamiento es de 4 días y la compañía desea tener un promedio de 2 días como stock de seguridad, cuando una nueva orden está programada por llegar. El costo de mantención es de 24% del valor del ítem por año. Con la información anterior determine:

- Tamaño óptimo del lote
- Nivel esperado del inventario máximo
- Nivel de reordenamiento
- Nivel promedio
- Costo promedio anual de mantención

**Solución:**

$$a) Q = \sqrt{\frac{2 D_A C_o}{C_i}} = \sqrt{\frac{2 * 10000 * 11}{20 * 0,24}} = 214 \text{ (unid/orden)}$$

b) Nivel esperado de inventario máximo:

$$\text{Promedio de ventas por día es: } \frac{10.000}{52 * 5 - 6} = 39,37$$

Si la compañía desea tener un inventario de seguridad de 2 días, esto equivale a  $39,37 * 2 = 78,74$  unidades  $\cong 79$  unidades.

Por lo tanto, el inventario máximo será:

$$Q + \text{stock de seguridad} = 214 + 79 = 293 \text{ unidades.}$$

- Nivel de reordenamiento:  
 $R = D_d * L + B = 39,37 * 4 + 79 = 236,48 = 237$  unidades.
- Nivel promedio =  $0,5 * (\text{Máximo} + \text{Mínimo}) = 0,5 * (293 + 79) = 186$  unidades.
- Costo anual de mantención =  $0,24 * 20 * 186 = \$892,8$  al año.

5) Considérese un fabricante que necesita 2.000 piezas pequeñas durante el próximo año. El costo de las unidades es de \$5 cada una. Se tienen disponibles en la localidad con un tiempo de entrega de 1 semana, y el costo de ordenar para el fabricante es de \$5 por orden. El costo de conservación es de \$1,50 al año por almacenamiento, más 10% por unidad por año, debido al costo por unidad del capital. Basado en estos antecedentes, responda las siguientes preguntas:

- ¿Cuántas unidades debe ordenar el fabricante con el fin de minimizar los costos totales de inventario?
- ¿Cuántos pedidos se harán en un año?
- ¿Cuántos días calendario habrá entre órdenes?
- ¿Cuál es el punto de reorden?
- ¿Cuál es el costo anual de inventario?

**Solución:**

$$DA = 2.000 \text{ unidades por año}$$

$$C_o = \$5 \text{ por orden}$$

$$C_i = \$1,50 + (10\%)(\$5) = \$2 \text{ por unidad por año}$$

$$L = \text{siete días} = 1 \text{ semana}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2D_A C_o}{C_i}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2000 \cdot 5}{2}} = 100 \text{ (unid/orden)}$$

$$b) \text{ N}^\circ \text{ de pedidos} = f = \frac{1}{T} = \frac{D_A}{Q} = \frac{2000}{100} = 20 \text{ órdenes / año}$$

$$c) \text{ Días entre ordenes} = T = \frac{365}{f} = \frac{365}{20} = 18 \text{ días / orden}$$

$$d) \text{ Punto de reorden} = R = D_d \cdot L = \frac{2.000}{365} \cdot 7 = 38 \text{ unidades}$$

$$e) \text{ Costo anual de inventario ( } E_A \text{ )} \quad D \quad Q \quad 5 \cdot 2.000 \quad 2 \cdot 100$$

$$E_A = C_o \frac{D_A}{Q} + C_i \frac{Q}{2} = \frac{5 \cdot 2000}{100} + \frac{2 \cdot 100}{2} = 200 \text{ \$/año}$$

**6)** La Vetter Corporation fabrica mesas y estaciones de trabajo para la siempre creciente industria de computadoras. Vetter inició sus operaciones hace tres años con un sólo producto; un soporte para tubo de rayos catódicos (TRC) cuyo precio fijo es \$98. Este producto fue diseñado por Vetter, la cual contrató la fabricación completa de las partes pero llevado a cabo el montaje en su propia planta.

Desde un principio, Vetter ha estado desarrollando constantemente nuevos productos y realizó esfuerzos para integrar verticalmente sus operaciones de producción y montaje.

Actualmente, Vetter fabrica la totalidad de sus cubiertas, hace todo el trabajo de laminado y todo el que se relaciona con láminas metálicas, excepto las patas tubulares de acero cromado para las mesa. Esas patas son fabricadas por una compañía importante situada a 120 millas de distancia aproximadamente. Las ventas de Vetter han aumentado a un ritmo tal que las existencias de patas para mesa han sido constantemente insuficientes. Los encargados del almacén han sido presionados para que mantengan una reserva de patas en existencias. Vetter utiliza 300 juegos de patas diariamente en la fabricación de dos soportes de TRC diferentes. En vista de las demoras y la incertidumbre respecto a la entrega, Vetter ha considerado la posibilidad de fabricar esas patas. Su lote económico ha sido de 6.000 juegos. El costo anual de conservación de cada juego es de \$1,20. El Ingeniero Industrial de Vetter estima que, con el equipo adecuado, es posible producir 800 juegos de patas por día. Los costos de preparación del equipo serán de \$ 750.

Juan Pérez, supervisor de producción, está a favor de que se realice el proyecto adquiriendo el nuevo equipo. Argumenta que *"la posibilidad de producir aquí mismo permitirá que virtualmente no haya necesidad de contar con existencias disponibles. Nuestros costos de conservación de inventario disminuirán sustancialmente"*. Pedro González, el agente de compras alega que *"si vamos a ser los únicos en utilizar/as, el tiempo ocioso acabará sin duda con nosotros"*. José Rojas, supervisor del almacén, dice que *"sencillamente ya no tenemos espacio para aumentar el inventario. Si fabricándolo nosotros mismos podemos resolver el problema de espacio, estoy a favor del proyecto"*.

a) ¿Qué lote de producción se justificaría si Vetter decidiera comprar el equipo para fabricar las patas?

Solución:

Si el año tiene 365 días:

$$D_d = 300 \text{ patas/día} \quad \text{Luego: } D_A = 300 \cdot 365 = 109.500 \text{ patas/año}$$

$$P_d = 800 \text{ patas/día} \quad \text{Luego: } P_A = 800 \cdot 365 = 292.000 \text{ patas año}$$



$$X = \sqrt{\frac{2D_A C_o P_A}{C_i (P_A - D_A)}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 750 \cdot 109500 \cdot 29200}{1,2 \cdot (292000 - 109500)}} = 14798,6(\text{unid/orden})$$

El lote mínimo a producir de tal forma que sea económico es de 14.799 juegos de patas aproximadamente. Lo que hay que evaluar es si hay recursos financieros para tomar la decisión, así como la disponibilidad de espacio.

## ACTIVIDADES DE LA PRÁCTICA

---

1. Una ferretería local vende 364,000 kilos de clavos al año. En la actualidad ordena 14,000 kg de clavos cada dos semanas al precio de \$2.70 por kilo. Suponga que la demanda ocurre a una tasa constante, el costo de ordenar un pedido es de \$50 sin importar la magnitud del pedido. El costo anual de mantener inventario es de 12% del valor de nivel medio de inventario. Estos factores no cambian con el tiempo. Se requiere:

- Cuál es el nivel promedio de inventario?
- Cuál es el costo anual de mantener inventario?
- Cuál es el costo anual de pedidos?
- Cuál es el costo anual de mantener inventario y ordenar?
- Cuál es el costo total anual?
- ¿Sería más barato para el propietario surtirse en grandes lotes (y con menor frecuencia) o en lotes menores (y más frecuentes)?

2. Una tienda de pendrive ha tenido éxito en los años recientes con ventas al menudeo de \$400,000 por año, Las ventas se realizan a una tasa constante durante el año. Ellos compran sus pendrive y los venden a una razón de 5/3 veces el costo de compra. El costo de ordenar para cada embarque de pedidos es de \$85, independientemente del volumen de pedido. Los costos anuales de mantener inventario son el 12% del costo del nivel promedio del inventario.

- Cuál es el valor en \$ del tamaño económico del lote?
- Con que frecuencia debe ordenar cada año la empresa?
- Cuál es el tamaño óptimo de ciclo en años?

(Sugerencia: si p es el costo unitario y Q es el tamaño económico de lote, pQ es el valor en dólares del tamaño económico del lote.)

3. La demanda de libros de temas generales en una universidad ocurre a una razón constante de 25,000 ejemplares por año. El administrador satisface esta demanda sin permitir faltantes. El calcula la cantidad óptima a ordenar con base en un costo de ordenar de \$ 25 Y un costo de mantener inventario anual de \$ 5 por libro. Las órdenes se surten 7 días después de que se reciben por teléfono. Suponga que hay 250 días por año.

- ¿Cuáles son los valores del lote optimo: Q\*, Tiempo de ciclo, costo del modelo?
- ¿Cuándo se hace un pedido. Cuál es el nivel de inventario disponible, inventario de pedidos?
- ¿Cuál es la demanda durante el tiempo de abastecimiento?

Suponga que la librería tiene opción de faltantes por surtir y que le cuestan \$ 1.667 por unidad de demanda al año. (Cuando se admiten faltantes la posición de inventario se define como el inventario disponible más el inventario de pedidos menos S\*)

- Cuáles son los valores de Q\*, N\*, T\*, S\* y MOF?
- Cuando se hace un pedido. Cuál es el nivel de inventario disponible, inventarios pedidos, posición de inventario?
- Cuál es la demanda durante el tiempo de abastecimiento?

g) La librería debe aceptar faltantes por surtir?

#### NOMENCLATURA

$Q^*$  = tamaño económico de lote.

$N^*$  = Número óptimo de veces que se ordenará al año.

$T^*$  = Tamaño de ciclo óptimo

$MO^*$  = Valor óptimo de Costo anual de mantener y ordenar.

$S^*$  = Tamaño óptimo de faltantes.

$MOF(Q^*, S^*)$  = Costo con faltantes por surtir

4. Una destilería produce sus existencias en lotes. Para producir cada lote, los propietarios deben escoger una ubicación adecuada e instalar el equipo. El costo de esta operación es \$750. De la producción se obtienen 48 galones diarios de producto y conservarlos en inventario cuesta \$0.05 diarios por cada uno. La demanda constante es de 600 galones al mes. Suponga 12 meses, 300 días al año y 25 días al mes. Encuentre la cantidad de producción  $Q^*$ , el tiempo de ciclo  $T^*$  y  $N^*$  para la magnitud óptima. Encuentre el inventario máximo y la duración (en días) de cada remesa de producción óptima. Encuentre DTI ( $Q^*$ ) (El costo diario de mantener inventario e instalación).

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

RONALD H. BALLOU, Administración de la Cadena de Suministros, Pearson Educación, Quinta Edición.

## JUST IN TIME

#### OBJETIVOS

---

- Proporcionar al alumno conceptos de satisfacción del cliente al tiempo que se minimiza el coste total
- Establecer el compromiso total de calidad en los procesos logísticos

#### MARCO TEÓRICO

---

##### JIT

- Reducción del desperdicio: cualquier cosa que no agrega valor
- Reducción de la variabilidad: desviaciones de un proceso óptimo que entrega puntualmente un producto perfecto.

JIT requiere:

- Proveedores (menor cantidad, relación de apoyo, entrega puntual).
- Distribución de planta (células de trabajo, maquinaria móvil, menor espacio para inventario, entrega directa en áreas de trabajo).
- Inventario (Lotes pequeños, tiempo de preparación cortos).
- Programación (Costo de pedir nulo, proveedores informados, técnicas kanban).
- Mantenimiento preventivo (programación de rutinas diarias, participación operarios).



- Productos de calidad (CEP, proveedores de a, a dentro de la empresa).
- Delegación de autoridad en empleados (empleados con capacitación y autoridad cruzada, apoyo con capacitación, pocas clasificaciones del trabajo --> flexibilidad.)
- Compromiso (apoyo entre administración, empleados y proveedores)

**1. Proveedores: Metas de las sociedades JIT**

- Eliminar actividades innecesarias
- Eliminar el inventario en planta
- Eliminar el inventario en tránsito (inventario a consignación)
- Eliminar malos proveedores.

**2. Distribución física para JIT**

- Reducción de distancias
- Incremento de flexibilidad
- Impacto en empleados
- Reducción de espacios e inventarios

**3. Inventarios**

- Reducción de variabilidad
- Reducción de inventario
- Reducción del tamaño de lote
- Reducción de costos de preparación

**4. Programación**

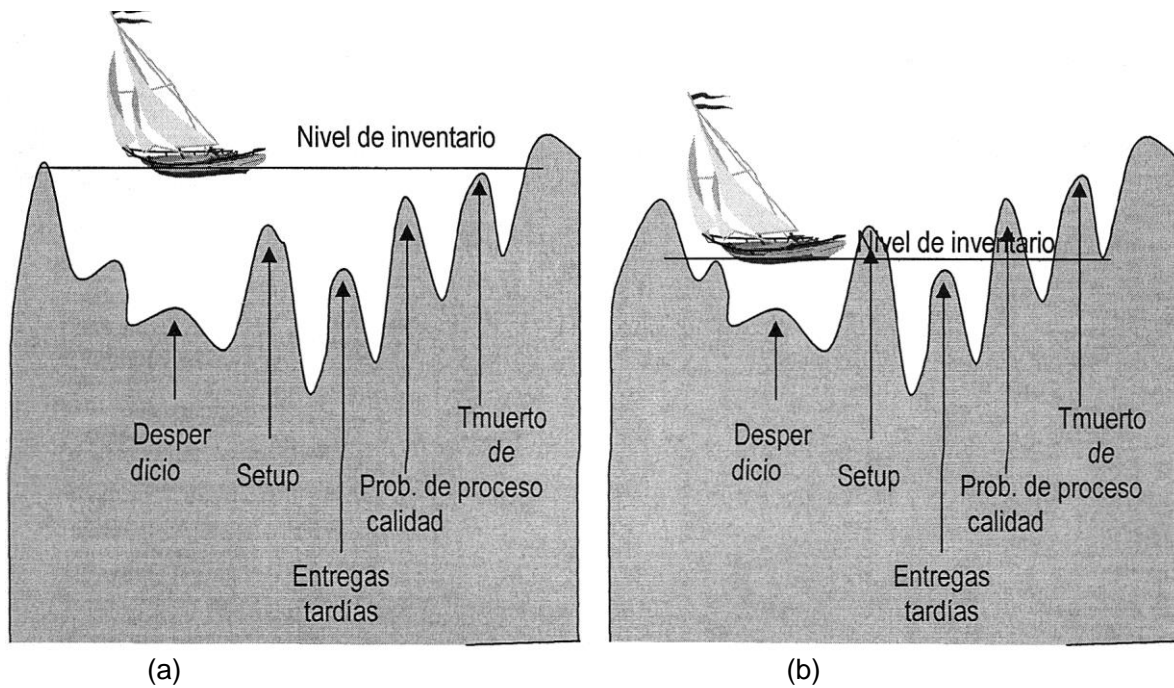
- Programas nivelados, lotes pequeños
- Kanban, autorización para producir el siguiente contenedor de material. Sistema que jala el inventario, lote=1

**5. Calidad**

**6. Delegación de autoridad**

- 7. Producción esbelta:** *identificar lo que el cliente quiere mediante el análisis de todas las actividades requeridas para fabricar el producto y luego optimizar el proceso desde el punto de vista del cliente.*

Problemas que esconden los inventarios



## ACTIVIDADES DE LA PRÁCTICA

1. Bryant Electronics produce cortas corridas de linternas de bolsillo a batería. Como Nuevo Administrador de Materiales ha sido consultado para reducir el inventario introduciendo un sistema kanban. Después de varias horas de análisis ha desarrollado la siguiente información para los conectores usados en una célula de trabajo. ¿Cuántos kanbans necesitas para este conector?

Demanda diaria: 1,200 unidades  
 Lead-time de producción: 1 día  
 Stock de seguridad: 1 día  
 Tamaño de kanban: 250 unidades

2. Jennifer Lighting desea emplear un kanban en su nuevo sistema de producción para lámpara de piso. Para la base de la lámpara, ellos tienen prevista la siguiente información.

Demanda diaria: 310 unidades (con 300 días de trabajo al año)  
 Costo de mantenimiento: \$20/unidad/año  
 Costo de ordenar: \$8 /orden  
 Lead-time: 2 días  
 Stock de seguridad: 600 unidades  
 Asumiendo que el tamaño de kanban es el EOQ o TEL, encuentre el tamaño de kanban y el número de kanban requeridos

3. Klaus Díaz BF., analista de producción en Create Furniture, determinó un ciclo de producción de 2 horas sería un tiempo aceptable entre dos departamentos. Además llegó a la conclusión de que era necesario lograr un tiempo de preparación que se ajustara al tiempo de ciclo de 2 horas. Torres preparó los siguientes datos y el procedimiento para determinar analíticamente el tiempo de preparación óptimo. (1Año= 250 días de trabajo)

Demanda anual= 400.000 unidades  
 Demanda diaria= 1.600 unidades  
 P= tasa de producción diaria= 4.000 unidades diarias  
 Q= EOQ deseada= 400 (dem en 2 horas, 1600 por día en 4 periodos de 2 horas)  
 Cto de mto= \$20 por unidad por año

Tasa de trabajo por hora = \$ 30

S= costo de preparación= 6

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

---

RONALD H. BALLOU, Administración de la Cadena de Suministros, Pearson Educación, Quinta Edición.

HEIZER, RENDER, Principios de Administración de Operaciones, Pearson Educación, Quinta Edición.