

# IIMPI – DPI – IP

# Administración de Operaciones

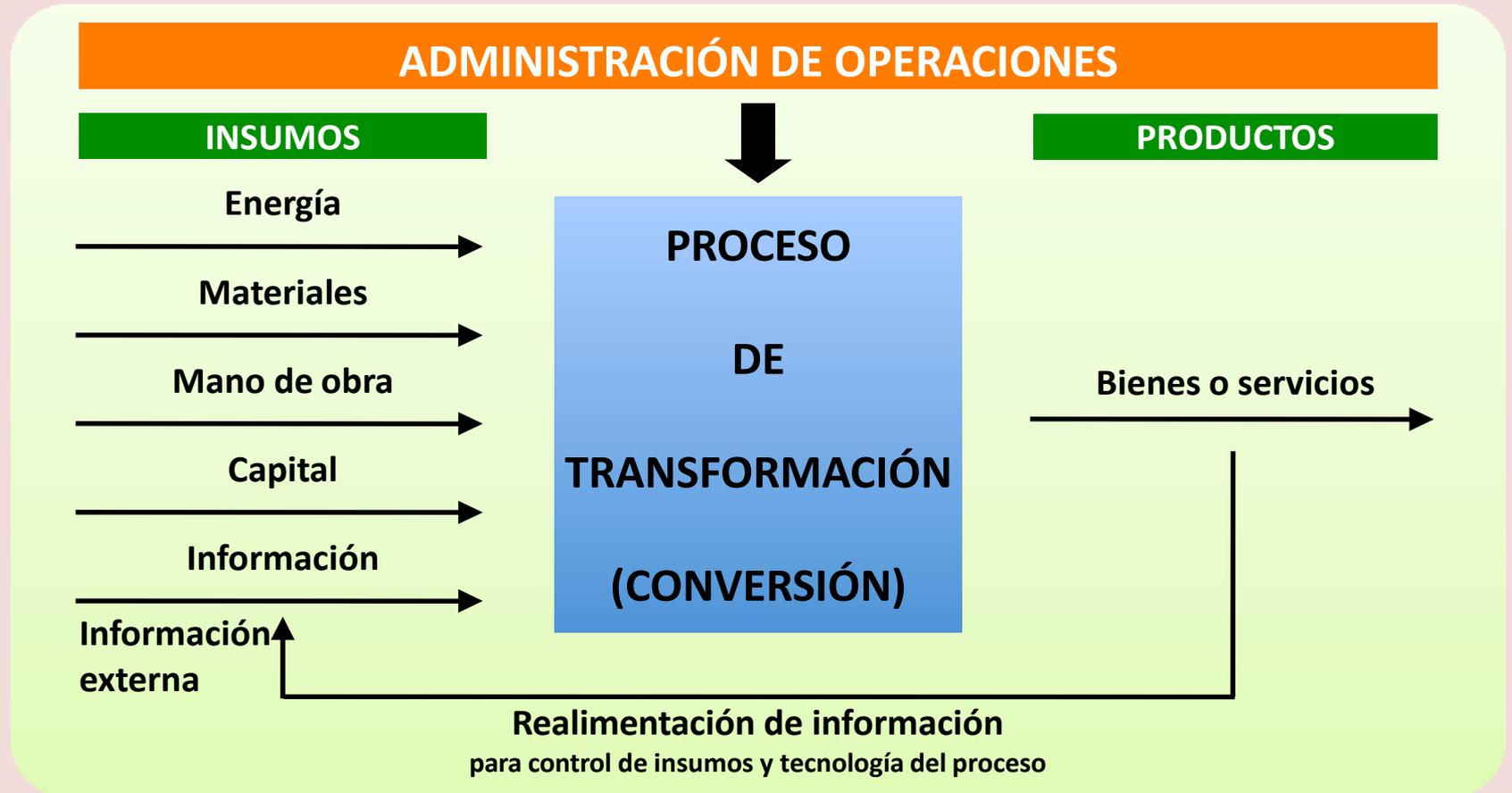
## Inventarios (demanda independiente)

Cap. 15 – Schroeder – Administración de Operaciones – Ed. 5

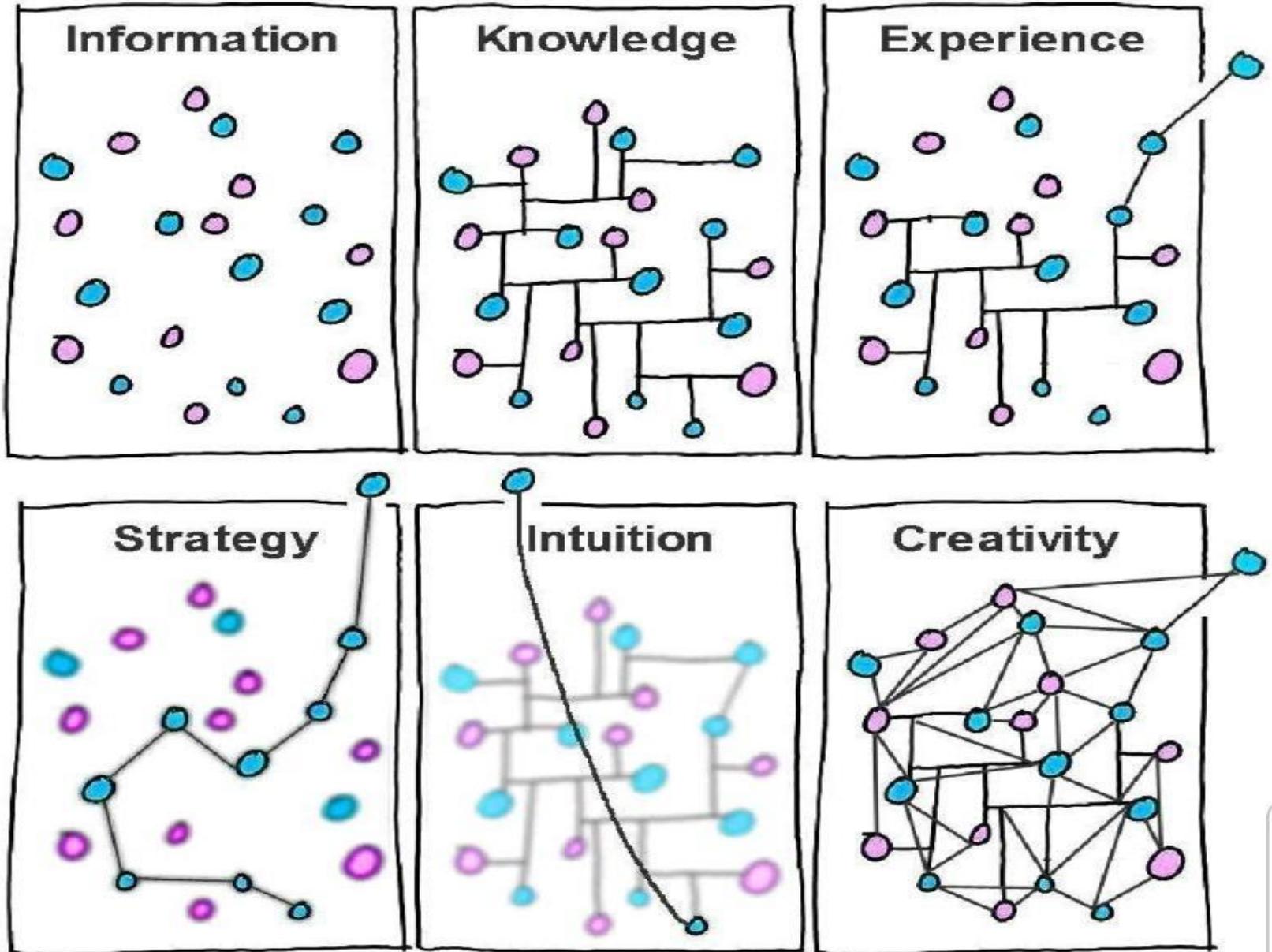
# Objetivos

- Introducción (2)
- Inventario (7)
- Cantidad Económica de la Orden (EOQ) (4)
- Sistema Q (2)
- Sistema P (3)
- ABC (1)
- Ejercicios (3)

# Introducción



# Introducción



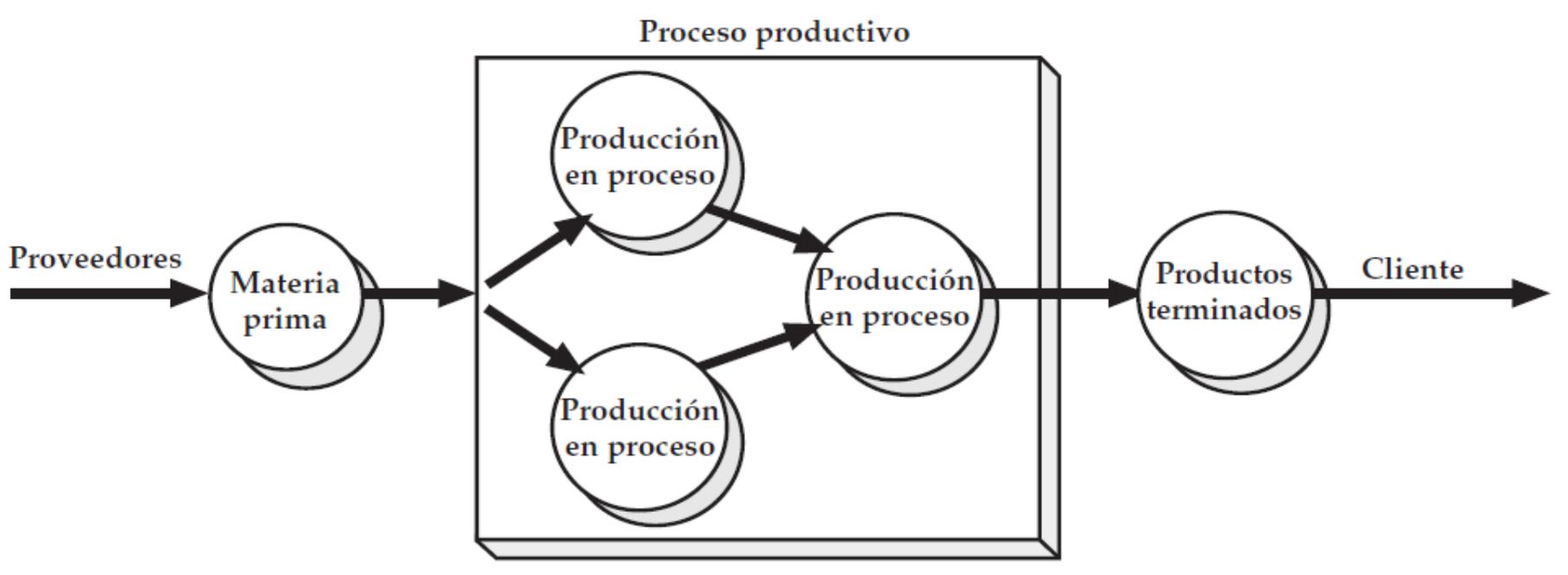
# Inventario

## Definición

Acumulación de materiales usados para producir/satisfacer demanda de clientes (MP, ST, PT)

Demanda **independiente** porque responde a fuerzas de mercado que impulsa la demanda (PT y repuestos)

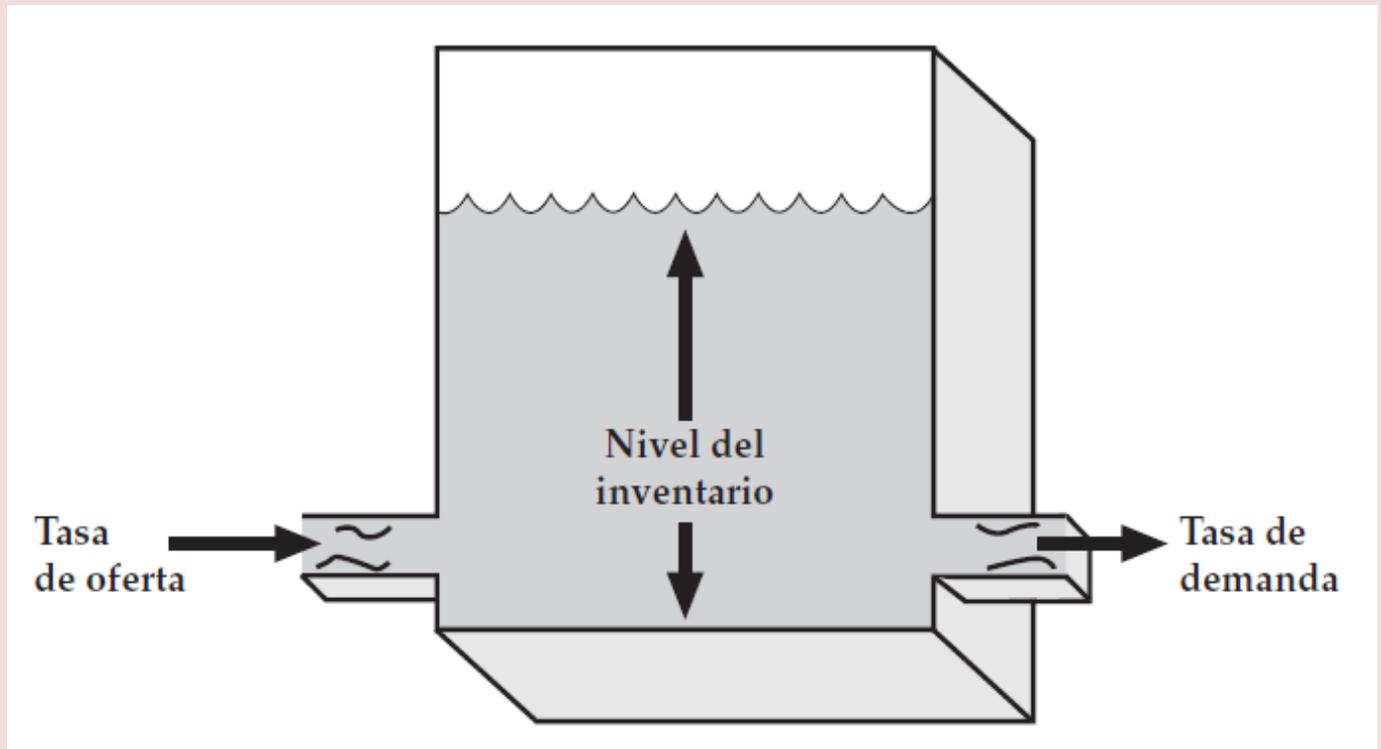
## Proceso de Flujo de Materiales



# Inventario

Tanque de agua

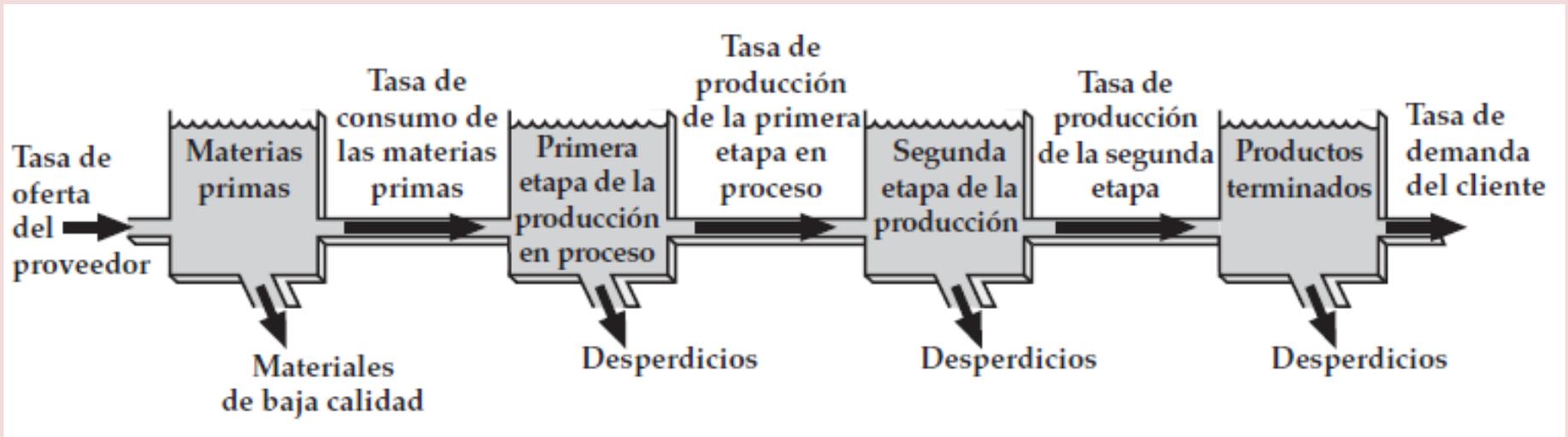
Nivel Inventario = f (tasa de oferta, tasa de demanda)



# Inventario

Sistema de tanques de agua

Nivel Inventario = f (tasa de oferta, tasa de demanda)



# Inventario

## Propósito

“Desconexión” o “Aislación”

1. Protección contra las incertidumbres
2. Permitir producción y compras económicas
3. Cubrir cambios anticipados en demanda u oferta
4. Prever el tránsito (inventarios en tránsito)

# Inventario

## Estructuras de costos de los inventarios

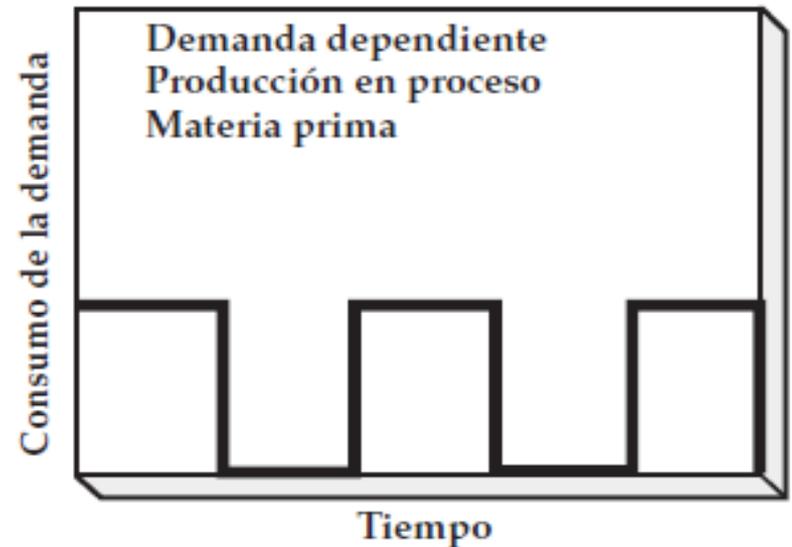
- 1. Costo del artículo** (se asigna a cada unidad)
- 2. Costo de ordenamiento** (o de preparación) (se asigna al lote)
  - Creación de la orden de compra, despacho, costos de transporte, costos de recepción, costo de preparación (configuración de equipos, sistemas de registro, otros)
- 3. Costo de mantenimiento de inventario** (% costo artículo) (15-30% por año)
  - Costo de capital (costo de oportunidad)
  - Costo de almacenamiento (espacio, impuestos, seguros)
  - Costo de obsolescencia, deterioro y pérdida
- 4. Costo de faltantes de inventarios** (venta actual y/o futura)

# Inventario

## Patrones de Demanda

Demanda independiente → Filosofía de reabastecimiento

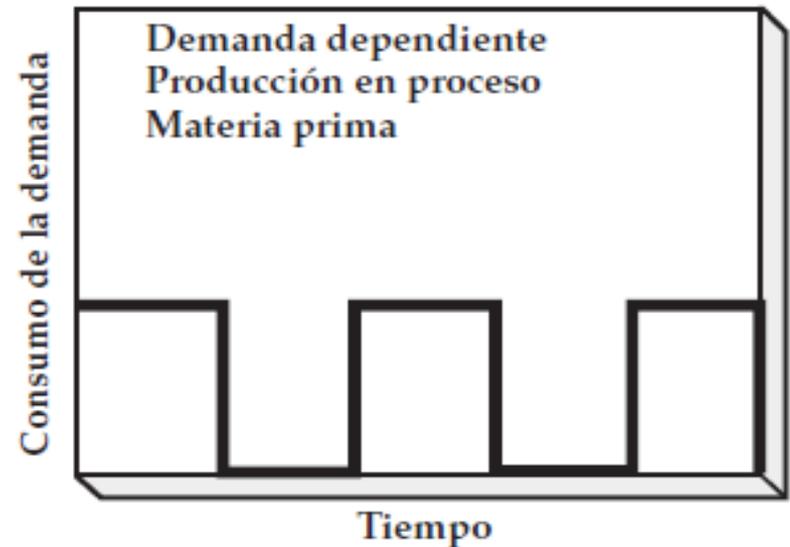
Demanda dependiente → Filosofía de requerimientos (necesidades de artículos con un nivel más alto) (MRP, ERP)



# Inventario

## Demanda independiente → Filosofía de reabastecimiento

- Productos terminados y repuestos (manufactura)
- Suministros de mantenimiento, reparaciones y operativos (MRO)
- Productos terminados al menudeo y al mayoreo
- Inventarios de industrias de servicios (hospitales, escuelas)



# Cantidad Económica de la Orden

## Modelo cuantitativo – Supuestos

1. Tasa de demanda constante, recurrente y conocida, sin variaciones aleatorias
2. Tiempo de espera constante y conocido (desde colocación de orden hasta entrega)
3. No se permite algún faltante de inventario
  - Demanda y tiempo de espera constantes → puede determinarse cuándo ordenar inventarios para evitar faltante
4. Artículos o materiales se ordenan o producen en lote
  - Todo el lote se coloca en el inventario en un solo movimiento
5. Costo unitario del artículo constante (sin descuentos por cantidad)
  - Costo mantenimiento =  $k * (\text{nivel promedio inventario})$
  - Costo preparación máquinas para cada lote es fijo e independiente del tamaño del lote
6. Artículo de tipo individual, sin interacciones con otros

# Cantidad Económica de la Orden

## Modelo cuantitativo

$D$  = tasa de la demanda (unidades por año)

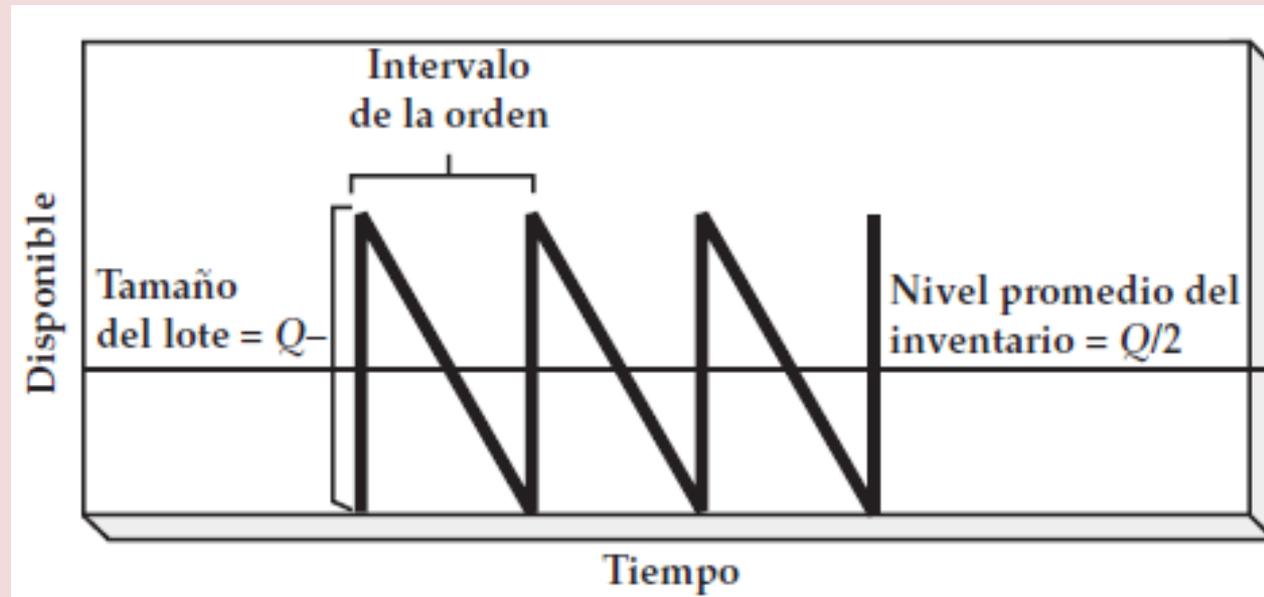
$S$  = costo por orden colocada o costo de preparación (\$ por orden)

$C$  = Costo unitario (\$ por unidad)

$i$  = tasa de mantenimiento (% valor \$ por año)

$Q$  = tamaño del lote (unidades)

$TC$  = costo total ordenamiento + costo mantenimiento (\$ por año)



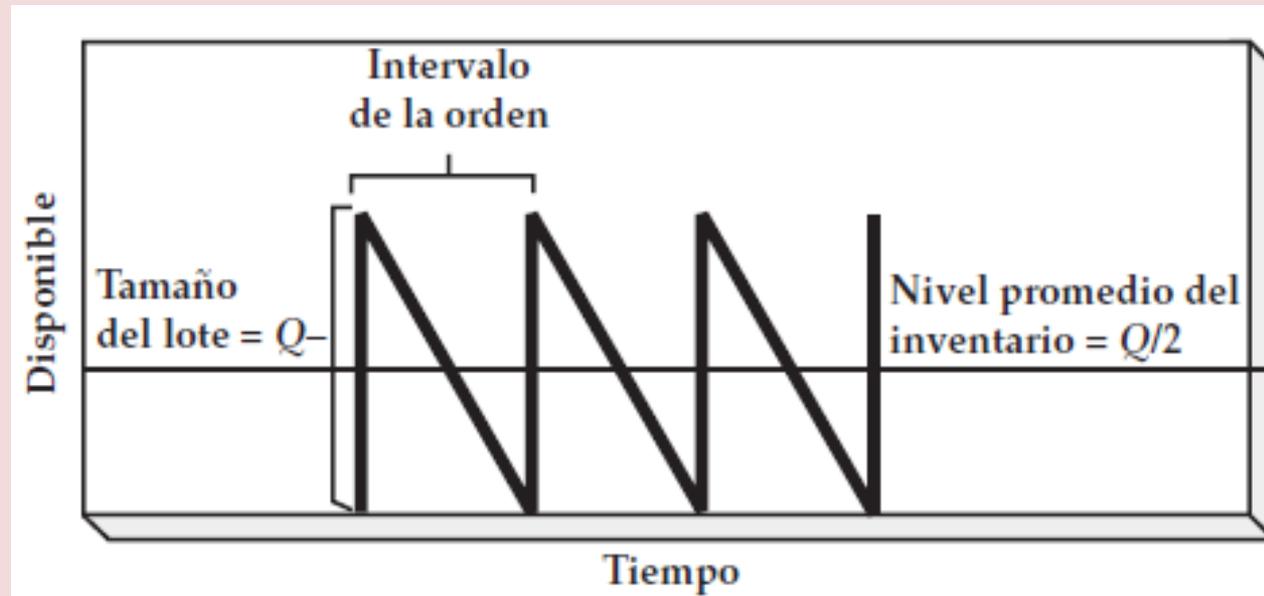
# Cantidad Económica de la Orden

## Modelo cuantitativo

Costo de ordenamiento por año = (costo por orden)  $\times$  (órdenes por año) =  $SD/Q$

Costo de mantenimiento por año = (tasa anual de mantenimiento)  $\times$  (costo unitario)  $\times$  (inventario promedio) =  $iCQ/2$

$$TC = SD/Q + iCQ/2$$



# Cantidad Económica de la Orden

## Modelo cuantitativo

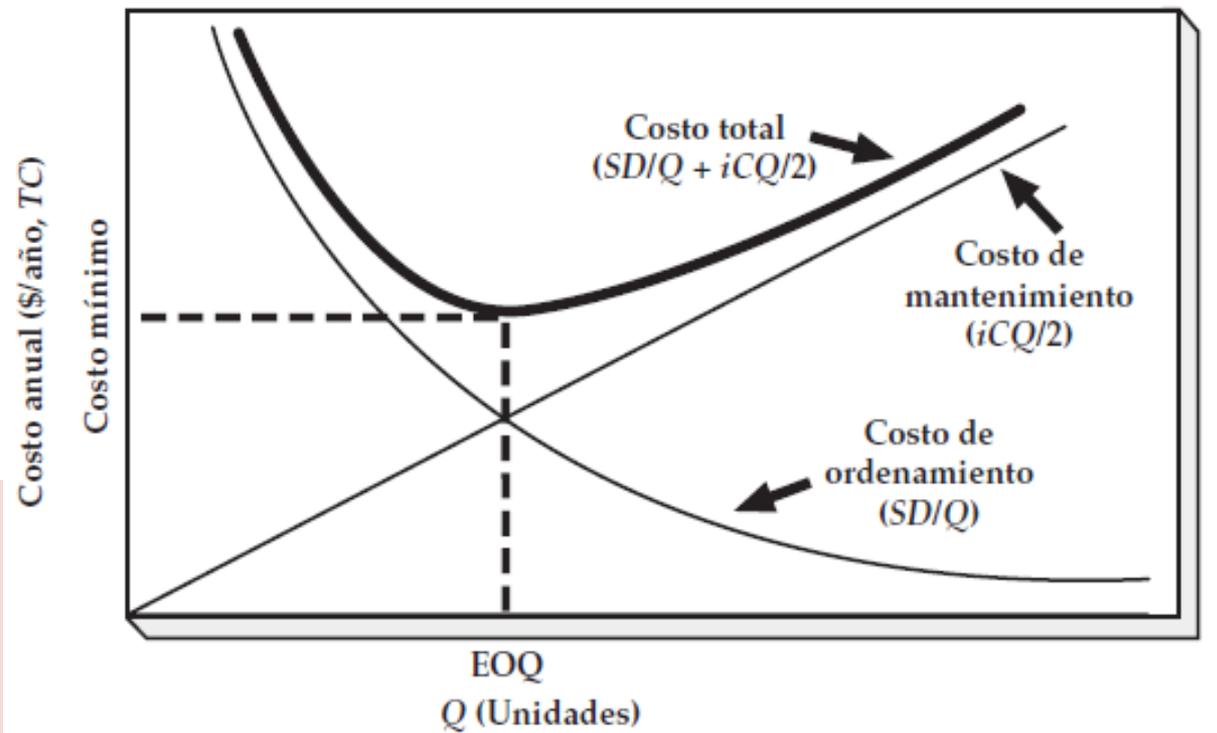
Derivar  $TC = SD/Q + iCQ/2$  | Hallar el cero | Obtener raíz EOQ

$$TC' = -\frac{SD}{Q^2} + \frac{iC}{2} = 0$$

$$\frac{SD}{Q^2} = \frac{iC}{2}$$

$$Q^2 = \frac{2SD}{iC}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2SD}{iC}}$$



# Sistema de Revisión Continua

**Limitaciones EOQ → Supuesto demanda constante**

Sistema fijo de la cantidad de la orden | Sistema Q

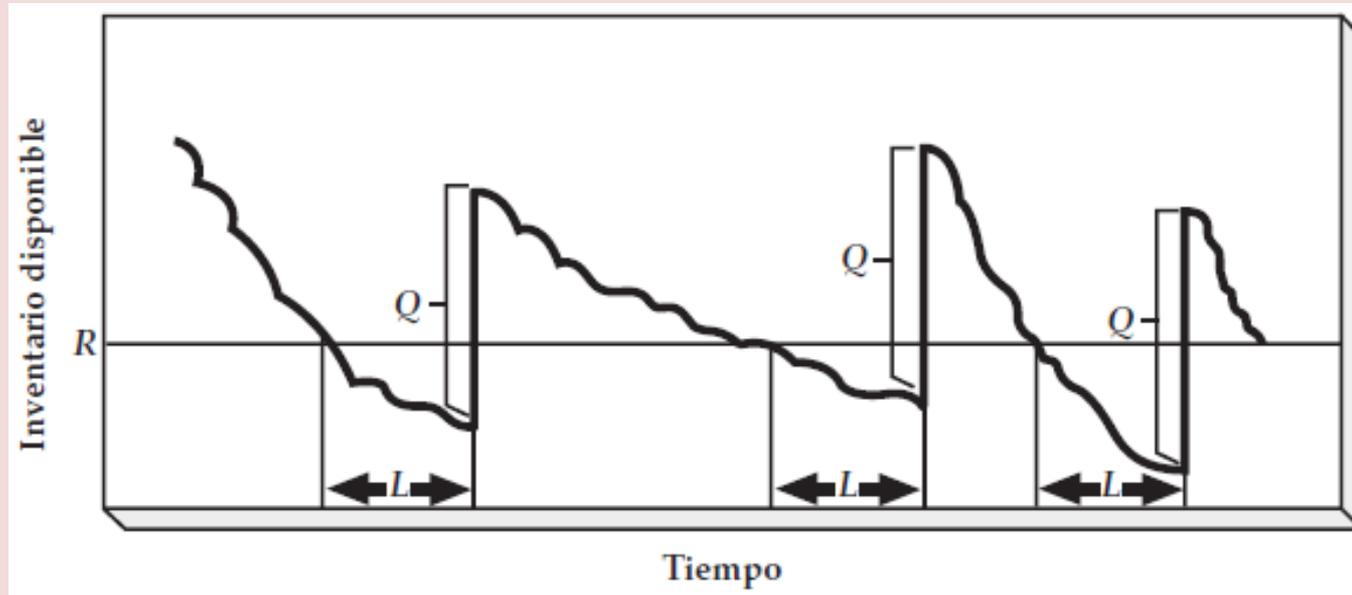
Sistema de Revisión Continua → Inventario se revisa luego de cada transacción o continuamente (PC)

Posición de Inventario (inventario disponible + inventario ordenado)

Posición de inventario  $\searrow$  R (re-orden) → Orden de compra Q (cantidad fija)

Q constante → tiempo entre órdenes varía acorde a demanda aleatoria

Q constante → L entrega de cada orden constante



# Sistema de Revisión Continua

Sistema  $Q \leftarrow Q$  y  $R$

$$Q = EOQ = \sqrt{2SD/iC}$$

$R = f(\text{probabilidad de faltantes de inventarios})$

$R = f(\text{SLA}) = f(\text{tasa de cumplimiento})$

SLA = 100%  $\rightarrow$  demanda satisfecha a partir del inventario (casi imposible)

1. SLA = P(todas las órdenes se cumplen a partir del inventario durante el tiempo de espera para el reabastecimiento dentro de un ciclo de re-orden)

Supuesto: distribución normal de probabilidad durante el tiempo de espera

$$R = m + s = m + z\sigma$$

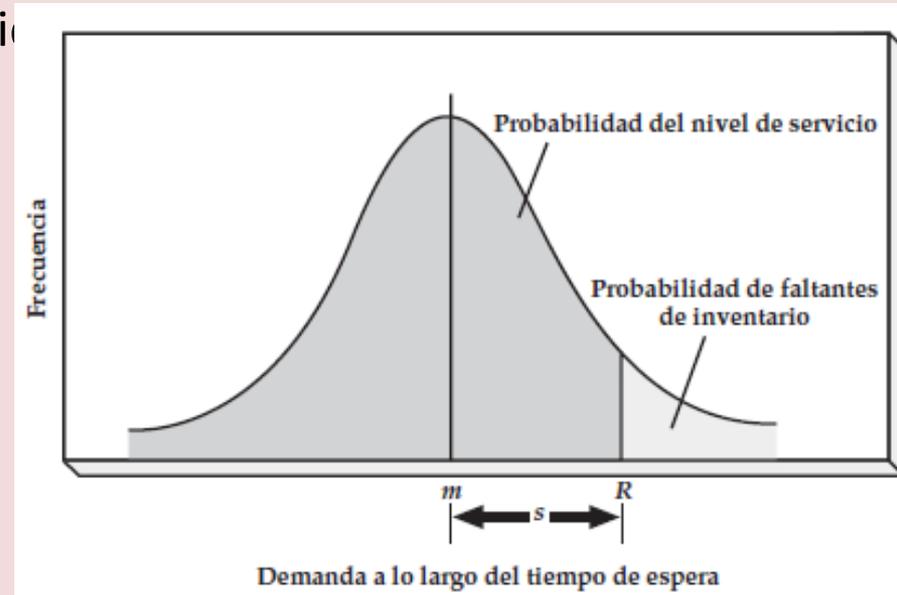
$R$  = punto de reorden

$m$  = demanda promedio durante  $t$  espera

$s$  = inventario de seguridad =  $z\sigma$

$z$  = factor de seguridad

$\sigma$  = desvest demanda durante  $t$

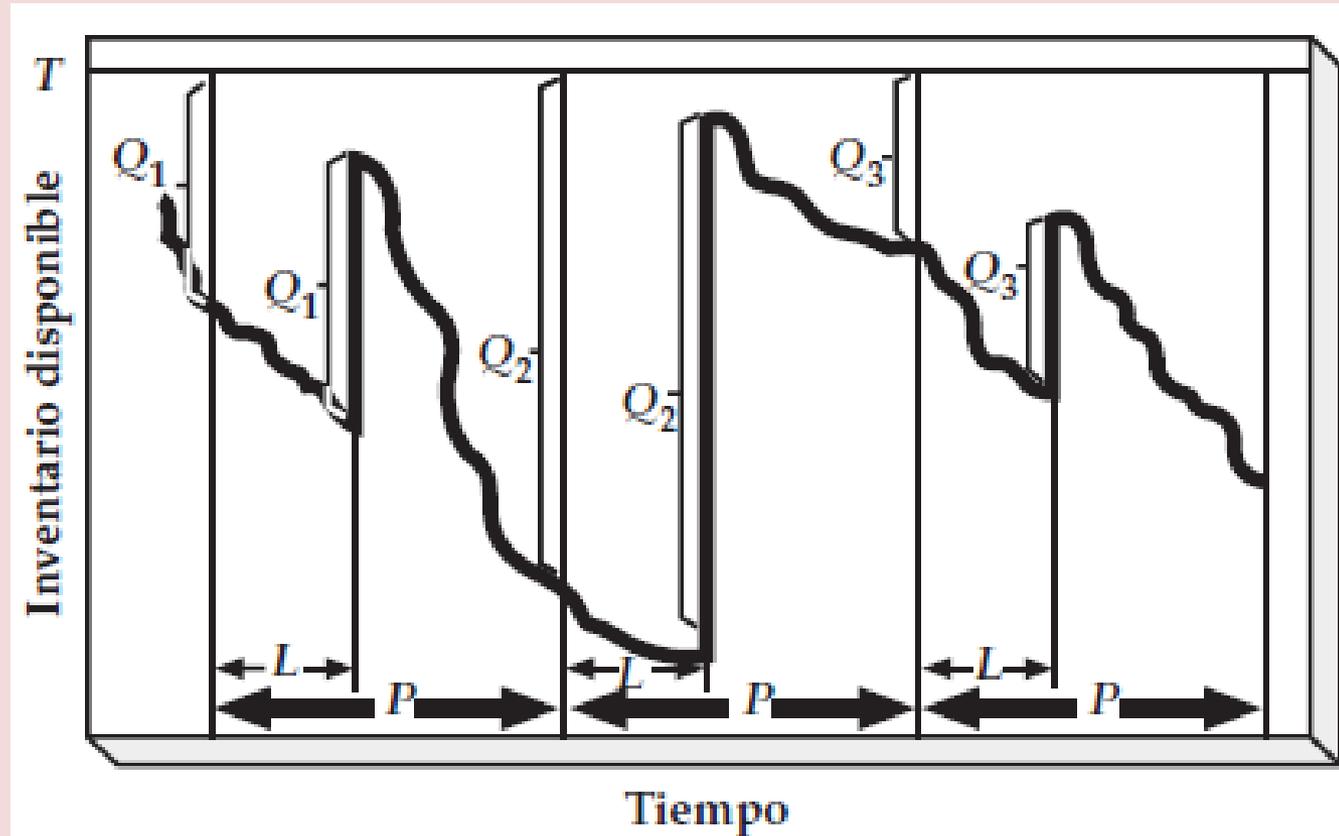


# Sistema de Revisión Periódica

Sistema P | Sistema de intervalos fijos de la orden

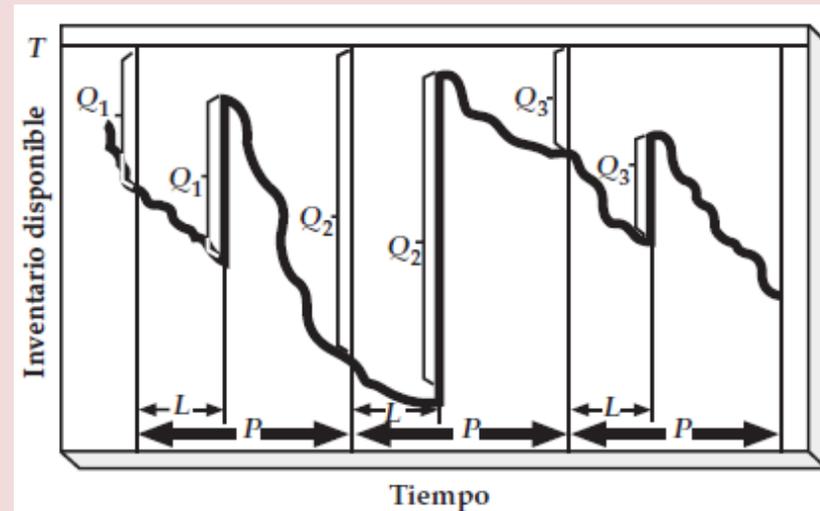
Revisar posición del inventario cada intervalos periódicos fijos P

Cada revisión i se ordena una cantidad  $Q_i = T$  (meta) – Posición del inventario



# Sistema de Revisión Periódica

**Sistema de revisión periódica** → Posición de inventario se revisa a intervalo  $P$  fijo  
Revisión → Posición de inventario se *ordena* en función de **nivel  $T$  fijado como meta** (para cubrir demanda hasta la próxima revisión +  $L$ )  
 $Q_i$  de cada orden =  $f$ (cantidad sea necesaria para  $T$ )



# Sistema de Revisión Periódica

Sistema  $P \leftarrow P$  y  $T$

$P = t$  entre órdenes

$P = Q/D = \sqrt{2S/iCD}$

$Q = EOQ = \sqrt{2SD/iC}$

$T = f(\text{SLA}) = \text{Nivel de inventario suficiente para cubrir demanda durante } P+L$

$T = m' + s'$

$T = \text{meta de nivel de inventario}$

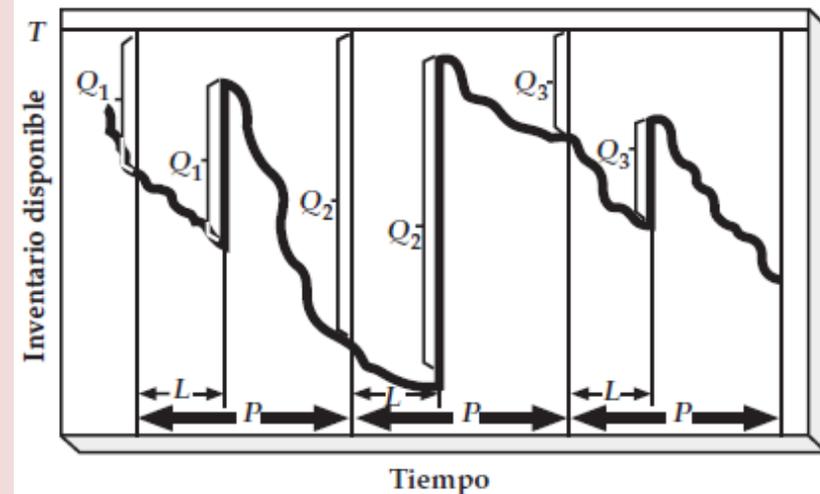
$m' = \text{demanda promedio a lo largo del periodo } P+L$

$s' = \text{inventario de seguridad para cubrir } P+L$

$s' = z\sigma'$

$z = \text{factor de seguridad}$

$\sigma' = \text{desvest de demanda durante } P + L$



# Sistema P vs Sistema Q

## P vs Q

Sistema P cuando debe colocarse o entregarse órdenes a intervalos específicos

Sistema P cuando debe ordenarse artículos múltiples del mismo proveedor y entrega consolidada en única orden

Sistema P para artículos poco costosos con nivel de inventario no restringido

Sistema Q para artículos caros con bajo nivel de inventario

Sistema P → Reabastecimiento programado

Inventario de Seguridad Sistema P > Sistema Q

Elegir entre Q y P = f(programación del reabastecimiento, sistema de registro, costo artículo)

# Sistema P vs Sistema Q

## P vs Q

Nivel de servicio vs Nivel de inventario

Tensión por la inversión necesaria para maximizar cada nivel

Nivel promedio de inventario  $I = Q/2 + z\sigma$

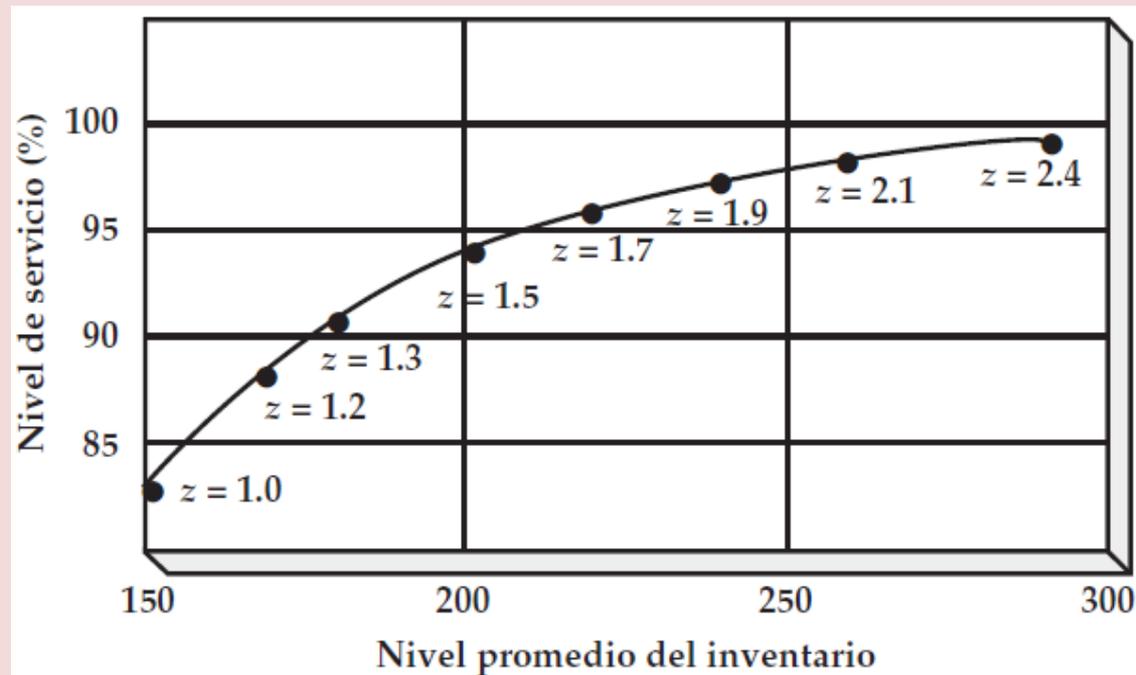
Gráfica representa el nivel de inventario creciente necesario para nivel de servicio más alto

Nivel de servicio ↗ 95% a 99%

(4 puntos)

Nivel de inventario ↗ 32%

(factor 8)



# Sistema P vs Sistema Q

## P vs Q



$$\text{Rotación del inventario} = \frac{\text{Costo anual de los bienes vendidos}}{\text{Nivel promedio del inventario}}$$

Inventario administrado por el proveedor (VMI, *vendor managed inventory*)

Grandes superficies, proveedores (reposición, EDI)

# ABC

## Clasificación ABC

A partir del principio de Pareto

Ordenar ítems según producto  $D_i \cdot v_i$  (valor anual demanda) de cada ítem  $i$

- $D_i$  = Demanda anual del ítem  $i$  [unidades/año].
- $v_i$  = Valor unitario del ítem  $i$  [\$/unidad].

Definición de Clase (A, B o C) orden decreciente  $D_i \cdot v_i$

Clase	Ítems	Valor anual demanda
<b>A</b>	<b>20%</b>	<b>80%</b>
<b>B</b>	<b>30%</b>	<b>15%</b>
<b>C</b>	<b>50%</b>	<b>5%</b>

# Ejercicios

1. Dentro de una empresa que fabrica productos de consumo masivo existe una marca particular de desodorante cuya venta asciende a 1300 unidades por mes. El costo de ordenar una caja de desodorantes es de \$600 la orden y tiene un costo de mantenimiento de 35% anual. Cada caja contiene 25 desodorantes. El costo de la caja es de \$750.
  - ¿Cuántas cajas deberían ordenarse en cada ocasión?
  - ¿Con qué frecuencia se deberían pedir?
  - Indique el costo anual de mantenimiento y de ordenamiento.
  - ¿Por qué motivos la compañía podría decidir comprar una cantidad superior o inferior a la cantidad económica de la orden?
  - ¿Qué ocurre con la EOQ si la demanda aumenta un 40%? Explique qué aspectos debería considerar el administrador de la empresa.
2. En una empresa que produce zapatos de cuero existen diferentes materias primas a utilizar. Para una de ellas, las suelas de goma de los zapatos, se lleva a cabo una revisión del inventario cada dos semanas y se requieren cuatro semanas para el reabastecimiento según el pedido especificado al proveedor al ver la cantidad disponible en stock. Luego de un tiempo, el administrador nota que cuenta con demasiado inventario.
  - Identifique qué es lo que podría estar sucediendo.
  - Proponga medidas a tomar.

# Ejercicios

3. Una tienda de artículos deportivos vende llaveros de los distintos cuadros de fútbol existentes en nuestro país, vendiendo cualquiera de ellos a \$75 cada uno. En un mes cualquiera, la demanda se estima en aproximadamente 40 llaveros (incluyendo todos los llaveros de todos los cuadros de fútbol). Cuesta USD 9 colocar una orden (sin importar el tamaño o estilo de los llaveros) y mantener el inventario de los llaveros tiene un costo de 10%. La cotización del dólar es de \$31. La empresa busca obtener para todos sus productos un margen de utilidad sobre costos de 50%.
- ¿Cuántos llaveros se deberán ordenar cada vez que se le solicite al proveedor?
  - El proveedor de llaveros estaría interesado en entregar los mismos cada 3 meses. ¿Cuánto le cuesta eso a la empresa por año? ¿Estaría de acuerdo con la propuesta del proveedor de llaveros?
  - Se está llevando a cabo una copa importante en nuestro país y el consumo mensual de llaveros aumenta a 65 unidades. El dueño del local decide continuar con el tamaño del lote antes obtenido. ¿Cuánto le costará esta decisión a la compañía por año?

# Ejercicios

4. La misma empresa vende en un mes un promedio de 900 camisetas de fútbol y decide establecer un inventario de seguridad para las mismas usando para ello un sistema de punto de reorden. El proveedor garantiza un lead time de 2 semanas para entregar las camisetas solicitadas. Cada remera se vende a 75 dólares y colocar la orden cuesta USD 25, teniendo a su vez un costo de mantenimiento asociado de 25%. Suponga una demanda lineal a lo largo de cada mes y una desvest mensual de 120 unidades.
- ¿Qué punto de reorden deberá establecer con el fin de garantizar un nivel de servicio del 95% por cada orden colocada?
  - ¿Qué punto de reorden deberá establecer para asegurar que no ocurra más de un faltante de inventario en el año? En este caso, ¿cuál sería la cantidad de inventario promedio?