
Máster Universitario en Ingeniería Informática

Asignatura: Logística y Servicios




Tema 3

- Optimización de Inventario y Almacenes
- Pascual Cortés Pellicer
- Departamento de Organización de Empresas



■ Dr. Pascual Cortés Pellicer

- pascorpe@omp.upv.es
 - Tutorías bajo demanda: 5 Piso Edificio 7D (Dpto de Organización) *Despacho asociados*
 - Ingeniero Técnico Industrial (UPV)
 - Ingeniero de Organización Industrial (UPV)
 - Master de Profesorado (UV)
 - Master en Ingeniería Avanzada de Producción, Logística y Cadena de Suministro (UPV)
 - Doctor en Ingeniería y Producción Industrial (UPV)
-  @pascorpe
- 20 años de experiencia en empresas,
 - ▶ Dirección de operaciones (organización, calidad, finanzas)
 - ▶ Proyectos de implantación de sistemas de información, costes
 - ▶ Consultor de operaciones
 - Profesor Ayudante Doctor
 - Publicaciones de investigación en Logística Inversa, IoT, sostenibilidad, economía circular y proyectos de innovación docentes.
 - 1r Premio CEL Universidad 2021 a la excelencia logística por la Tesis Doctoral.
 - PFCs – TFGs y TFM's dirigidos y Tutor de prácticas curriculares



- INTRODUCCIÓN
- ANÁLISIS ABC
- EOQ - COSTES

- SAP (Caso Práctico)

Semana (lunes)	LABORATORIO (20:00-21:30 Lunes)	TEORIA (No presencial)	SEMINARIO (19:30 – 21:30 Miércoles)	TEMA
11/09		TEMA-1	TEMA-1, 2	PRESENTACIÓN
18/09		TEMA-2	TEMA-2	TÉCNICAS INFORMÁTICAS
25/09	TEMA-3	TEMA-3	TEMA-3	INVENTARIO Y ALMACENES
02/10	TEMA-3	TEMA-3	TEMA-3	
09/10	09/10 FESTIVO	TEMA-3	TEMA-4	
16/10	TEMA-4	TEMA-4	TEMA-4	LOCALIZACIÓN Y TRANSPORTE
23/10	TEMA-4	TEMA-4	TEMA-4	
30/10		TEMA-5	01/11 FESTIVO	PLANIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN RECURSOS
06/11		TEMA-5	TEMA-5	
13/11	TEMA-5	TEMA-5	TEMA-5	
20/11	TEMA-5	TEMA-6	TEMA-5	
27/11		TEMA-6	TEMA-6	DISTRIBUCIÓN Y RUTAS
04/12	TEMA-6	05/12 docencia MIÉRCOLES	05/12 docencia MIÉRCOLES TEMA-6	
11/12	TEMA-6	TEMA-6	TEMA-6	
18/12	TEMA-7	TEMA-7	TEMA-7	RECUBRIMIENTO, PARTICIONAMIENTO Y EMPAQUETAMIENTO
08/01	TEMA-7	TEMA-7	TEMA-7	

- DTO POR CANTIDAD
- REVISIÓN CONTINUA
- REVISIÓN PERIÓDICA

- DEMANDA VARIABLE
- GESTIÓN LOTIFICACIÓN



■ Evaluación ordinaria de la asignatura

a) Prueba práctica de laboratorio/informática/aula/ejercicios (E1, 18%). Tema 3

EVALUACIÓN TEMA 3:

- 60% Ejercicios (a entregar hasta el 10/10/23)
- 30 % Caso Práctico SAP (02/10/23)
- 10% Observación y Seguimiento de las sesiones





- 3.1 Conceptos básicos
- 3.2 Gestión de inventario
- 3.3 Enfoques contemporáneos de gestión de inventario



- 3.1 Conceptos Básicos

- 3.1.1 Principios generales
- 3.1.2 Nivel de existencias
- 3.1.3 Servicio al cliente
- 3.1.4 Servicio al cliente y nivel de existencias
- 3.1.5 Análisis ABC
- 3.1.6 Algunos costes relativos a existencias



3.1.1 Principios generales

■ Stocks:

- Las existencias (stock o inventario) son mercancías que tienen valor económico y están destinadas a la venta o consumo y se encuentran guardadas en un almacén.
- Incluyen los materiales utilizados en los procesos de producción y distribución.
- Normalmente los diferentes artículos “en stock” incluirán una función, estilo, tamaño, talla, color, localización...

– Gestión de stocks:

- » La gestión de stocks es el conjunto de acciones destinadas a **minimizar los gastos originados por el almacenamiento** de existencias al tiempo que se pretende alcanzar un determinado **nivel de servicio al cliente**

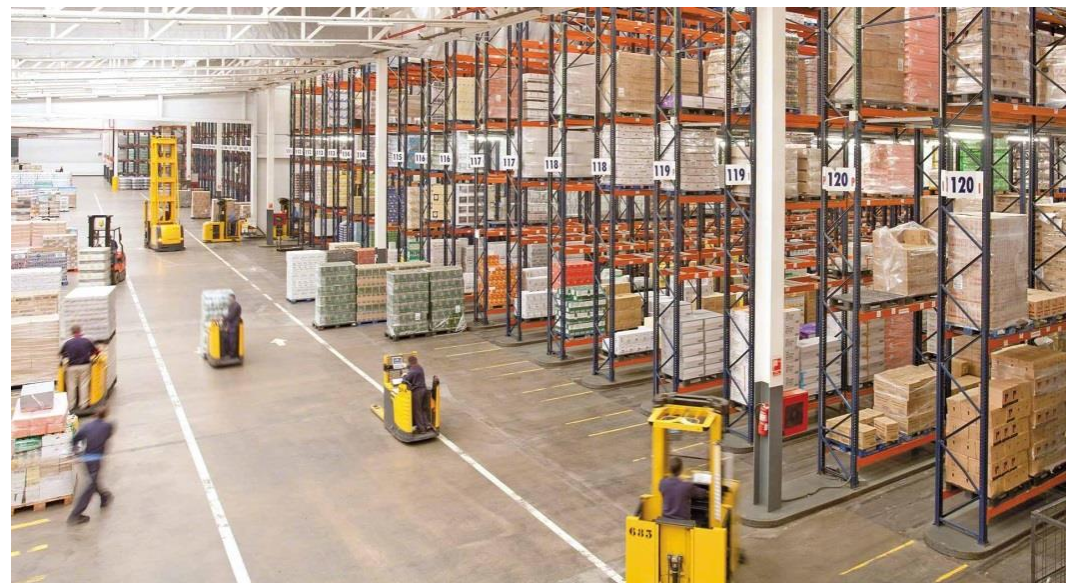
[Video: Gestión de Stocks \(3'\):](#)



3.1.1 Principios generales

¿Son necesarios los stocks?

- El stock no es malo *per se*.
- Para cada conjunto de circunstancias (entorno) hay un nivel adecuado de stock.
- Deberíamos preguntarnos:
 - ¿Cuál es el nivel de stock más adecuado para el entorno actual?
 - ¿Se puede modificar el entorno de modo que se reduzca el stock y en conjunto se obtenga una reducción de costes?



3.1.1 Principios generales

[Video: Función de Stocks y Tipos de Stocks \(6'\)](#)

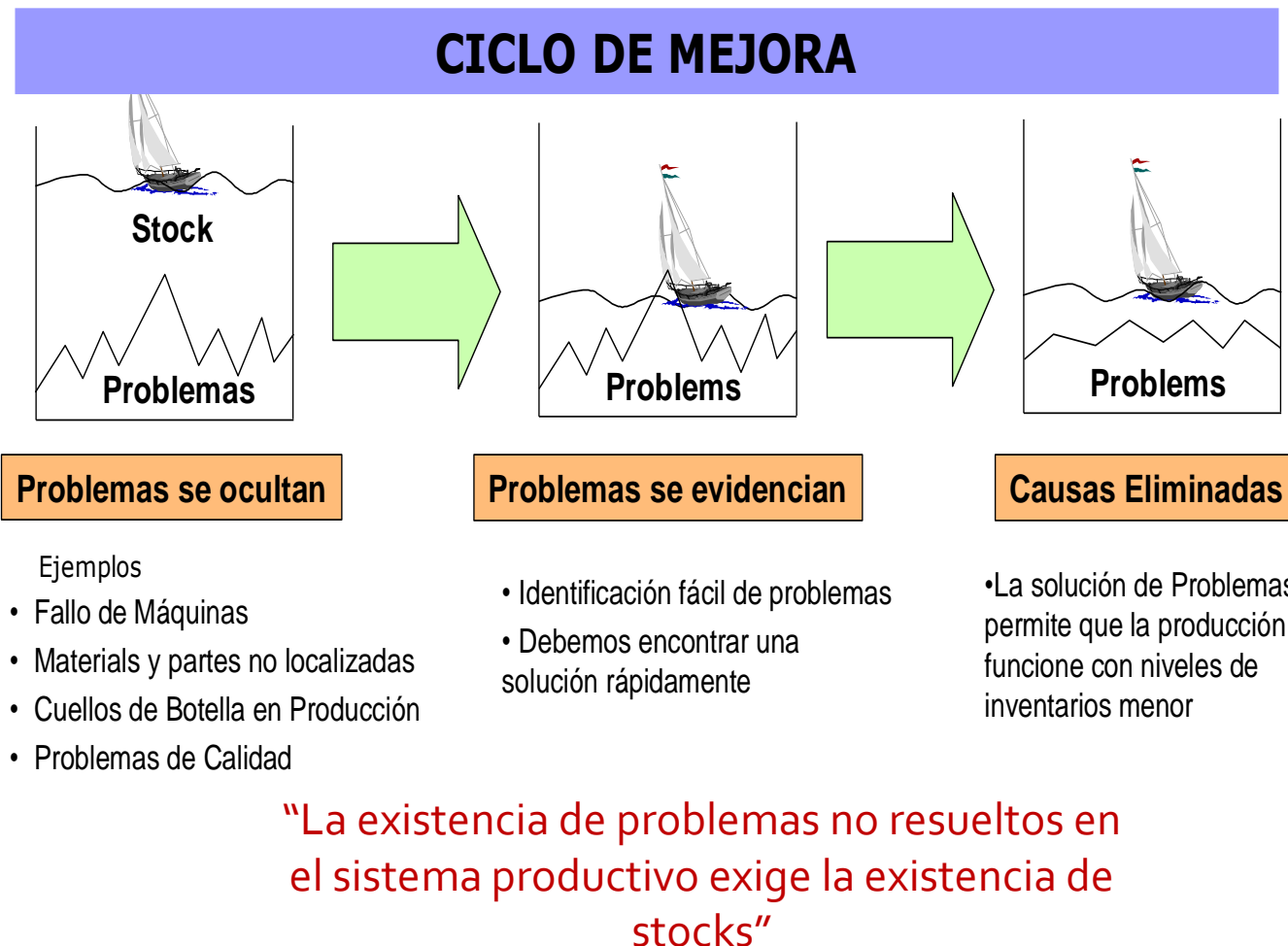
- Y ... ¿porqué almacenar?
 - “Desacoplar” o separar los procesos de producción y distribución y obtener un flujo ininterrumpido de materiales → **Stock de tránsito**
 - Producto terminado.
 - Producto en curso.
 - Materia prima.
 - Satisfacer la demanda anticipada de los clientes → **Stock estacional**
 - Servir de protección ante la inflación y el incremento de precios de las materias primas o las interrupciones previsibles en el suministro → **Stock de anticipación**
 - Aprovechar los descuentos por cantidad → **Stock promocional**
 - Servir de protección frente a las variaciones no previstas de la demanda de los clientes o del suministro de los proveedores → **Stock de seguridad**
 - Aprovechar la reducción de costes por lanzar una orden de compra o fabricación superior a las necesidades del momento → **Stock de ciclo o de lotificación**



3.1.1 Principios generales

- Con frecuencia los almacenes compensan una gestión deficiente incluyendo:
 - Previsiones defectuosas.
 - Planificación inadecuada de compras, producción y/o distribución.
 - Gestión inadecuada de los procesos de transformación y/o distribución.

- La disponibilidad de los materiales correctos en el momento correcto y el lugar adecuado permite alcanzar objetivos de la empresa como:
 - Servicio al cliente.
 - Productividad.
 - Rentabilidad.
 - Retorno de la inversión.



3.1.1 Principios generales

- Las existencias incluyen los materiales utilizados en los procesos de producción y distribución (pueden ser, por tanto, *materias primas*, *semielaborado* o *producto acabado*).
- Las existencias están sujetas a una problemática muy variada:
 - Necesitan financiación para su compra.
 - Utilizan espacio para su almacenamiento.
 - Requieren recursos para su gestión/manipulación.
 - Se pueden deteriorar.
 - Corren el riesgo de convertirse en obsoletas.
 - Pueden ser robadas.
 - Se pueden perder.



3.1.1 Principios generales

- La gestión de las existencias de los artículos supone la aplicación de principios, conceptos y técnicas para decidir:
 - Qué comprar/fabricar.
 - **Cuánto** comprar/fabricar.
 - **Cuándo** se necesita \Rightarrow Cuándo comprar/fabricar.
 - Cómo y dónde almacenarlo.
- Las decisiones adoptadas en cada área de la empresa deben ser consistentes con las decisiones del resto, para alcanzar así los objetivos de la organización. En el área de Gestión de Stocks se influye en las decisiones sobre:
 - La definición y consecución de los niveles de servicio al cliente.
 - La mejora de los niveles de inventario.



3.1.2 Nivel de existencias

Medición

- Un artículo individual se suele medir en unidades para tomar decisiones logísticas y evaluar el desempeño de su gestión
 - En ocasiones también se expresa en € aunque le afecta las variaciones de los precios y los descuentos
- Para un conjunto de artículos se utiliza su valor económico para evaluar su desempeño
 - Puede expresarse en unidades si tienen una misma unidad de medida y un coste similar
- Para evaluar el desempeño conviene relacionar las existencias con las ventas/consumos



3.1.2 Nivel de existencias

¿Tengo almacenado demasiado?: medidas del Nivel de Existencias

- Rotación de existencias:

$$R = \frac{\text{Ventas Anuales al Coste}}{\text{Valor de las Existencias}}$$

- Rotación dinámica de existencias:

$$RD = \frac{4 * \text{Ventas de los ultimos 3 meses al Coste}}{\text{Valor de las Existencias}}$$

- Rotación prevista de las existencias:

$$RP = \frac{\text{Ventas Anuales Previstas al Coste}}{\text{Valor de las Existencias}}$$

- Semanas de venta en almacén
(cobertura):

$$SV = \frac{\text{Valor de las Existencias}}{\text{Venta Semanal Media Prevista al Coste}}$$



3.1.2 Nivel de existencias

Objetivos para el nivel de existencias

- No es posible establecer objetivos generales en la rotación de existencias porque dependen de:
 - Las posibilidades financieras.
 - Los objetivos de servicio al cliente.
 - Las características del negocio (grado de fabricación propia vs. compra, fabricación contra almacén o contra pedido, políticas de reserva de existencias, distancia a los proveedores, número de almacenes).

- Dos empresas del mismo sector pueden tener rotaciones de existencias muy diferentes.



3.1.3 Servicio al cliente

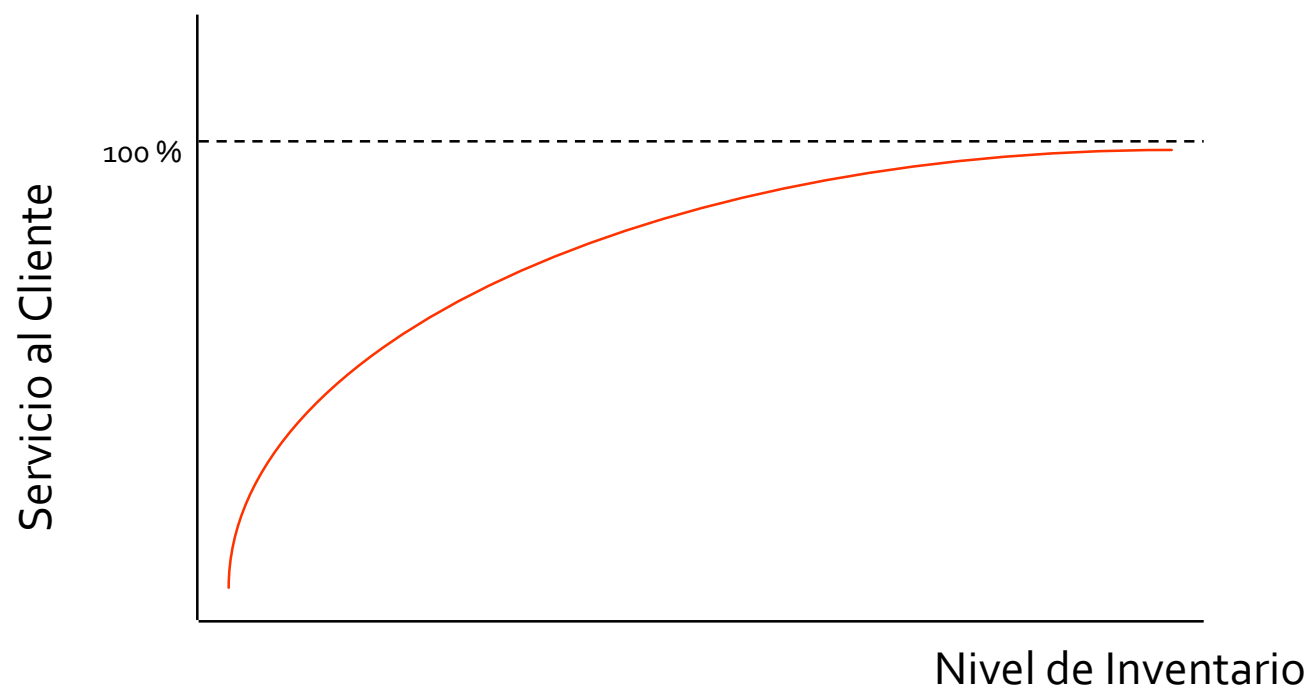
Valor objetivo de Servicio al Cliente

- Una vez que se ha seleccionado la medida del servicio al cliente para los diferentes tipos de existencias, se debe establecer el valor objetivo a alcanzar. Por ejemplo, elegir un valor objetivo de servicio de 90% o del 95% (*existen varias formas de definirlo*).
- Una aproximación **racional** consiste en establecer el nivel de servicio al cliente en función del servicio requerido por el mercado y el nivel necesario de existencias:
 1. Identificar el nivel de servicio requerido por el mercado.
 2. Calcular las existencias necesarias para lograrlo de acuerdo con las políticas seleccionadas para la gestión de existencias.
 3. Evaluar la rotación de las existencias.
 4. Si la rotación de las existencias no es aceptable o si es financieramente inviable, volver al paso 1 y reducir el nivel de servicio.



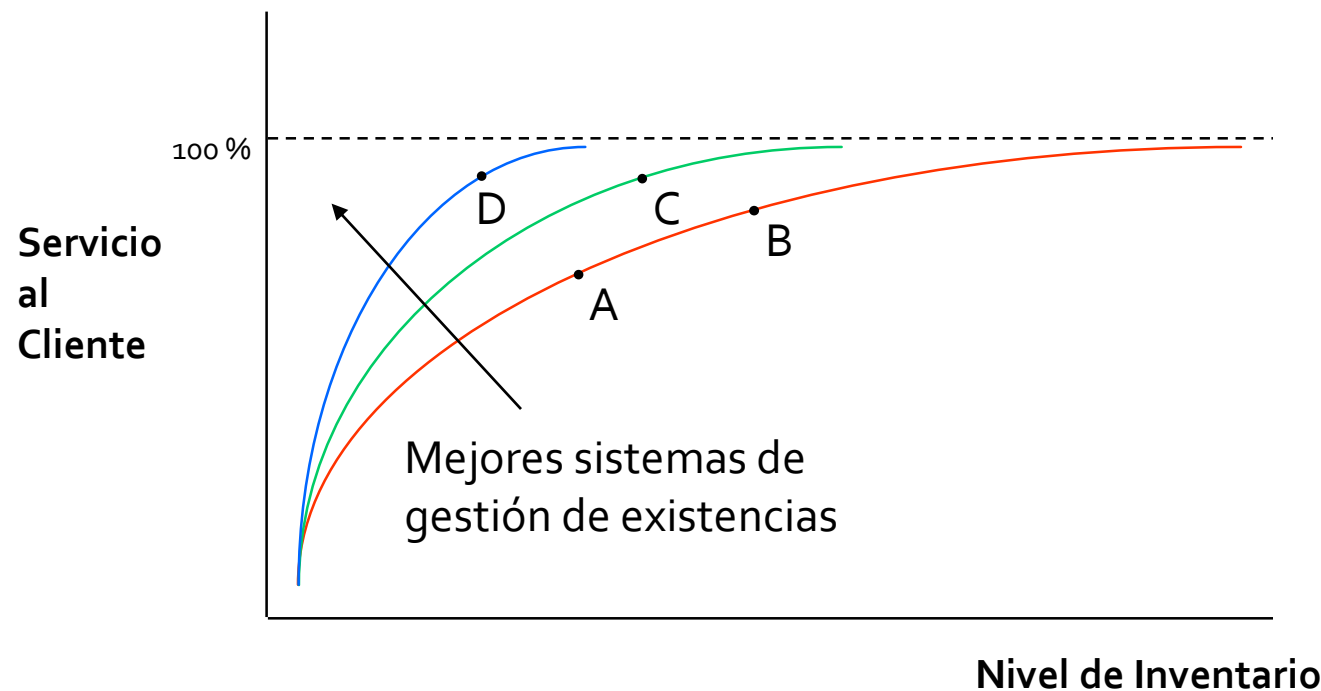
3.1.4 Servicio al Cliente y Nivel de Existencias

- El nivel de servicio presenta una relación asintótica con su nivel de inventario. Es decir, cuanto mejor es el nivel de servicio al cliente mayor es el inventario adicional necesario para mejorarlo.



3.1.4 Servicio al Cliente y Nivel de Existencias

- La relación anterior supone que otros factores no cambian. Pero una modificación del sistema de gestión de existencias puede permitir simultáneamente:
 - Mejorar el servicio al cliente.
 - Reducir las existencias.



3.1.5 Análisis ABC

- Se basa en la regla de Pareto, según la cual, el estado de un sistema complejo está siempre determinado por un número reducido de causas. Se la conoce también como la regla 80-20.
- El análisis ABC se basa en:
 - Clasificar los artículos del inventario según su importancia relativa, la cual suele depender de la utilización (consumo/venta) o existencias de cada artículo.
 - Cuando las unidades físicas son heterogéneas, se recurre a su valor económico.
 - También se debe considerar otros factores como:
 - Plazo de reposición.
 - Escasez de suministros.
 - Caducidad.
 - Coste de las roturas de existencias.
 - Modificaciones de ingeniería.
 - Una vez llevado a cabo dicho análisis ABC según su importancia relativa, se establecerán diferentes controles e incluso diferentes políticas de gestión de existencias.



3.1.5 Análisis ABC

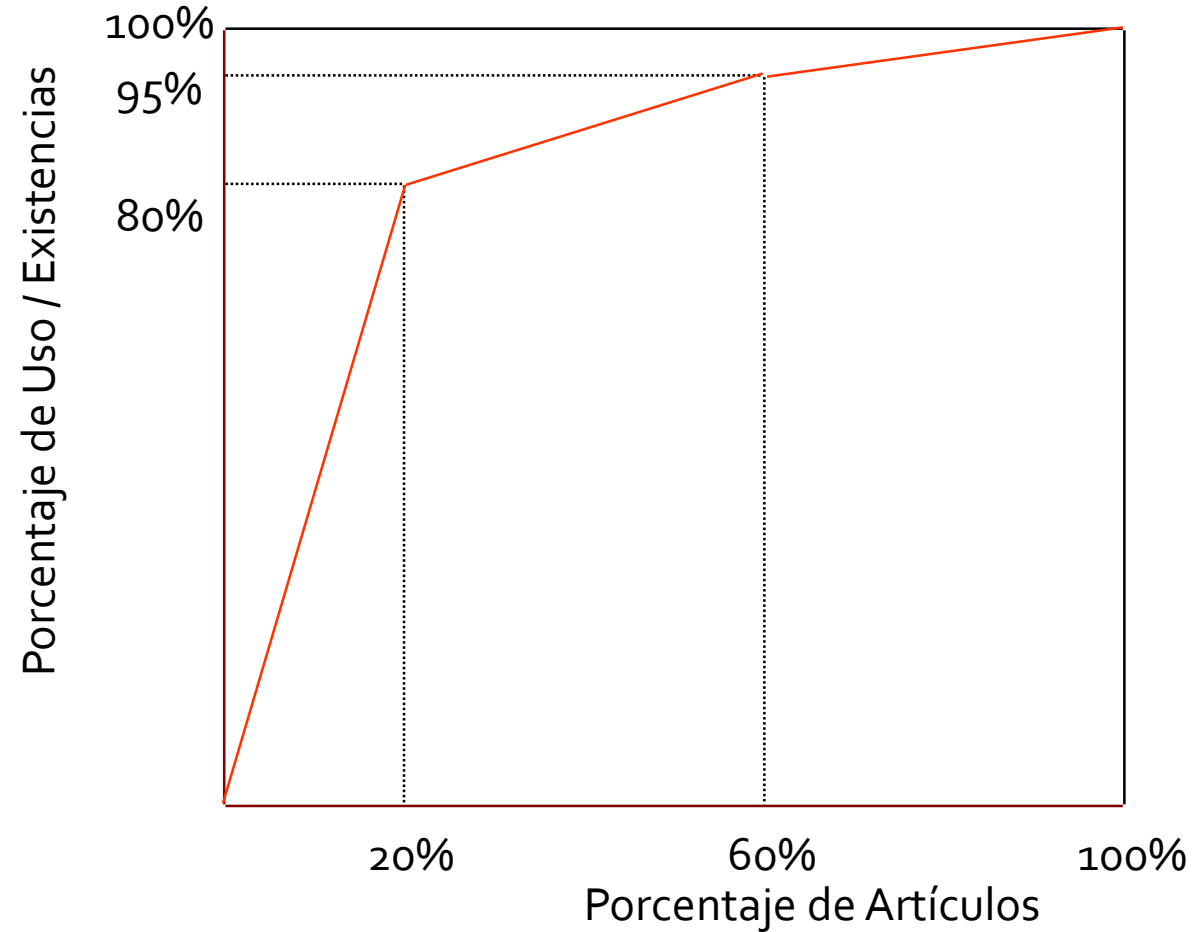
- La distribución típica, resultado de este análisis suele ser

Clasificación	Porcentaje de Artículos	Porcentaje de Usos / Existencias
Artículos A	20 %	80 %
Artículos B	40 %	15 %
Artículos C	40 %	5 %



3.1.5 Análisis ABC

- En consecuencia, la curva típica del análisis ABC es:



3.1.5 Análisis ABC

- Los procedimientos de control varían según los grupos de artículos:
 - Artículos A
 - Evaluación frecuente de las previsiones y el método utilizado para las mismas.
 - Recuento cíclico frecuente (mensual) con conteos precisos.
 - Actualización diaria de los movimientos de inventario.
 - Revisión frecuente de las cantidades pedidas y del stock de seguridad, con la consecuencia habitual de generar pedidos con cantidades relativamente pequeñas.
 - Seguimiento estricto para reducir el plazo de servicio.
 - Artículos B

Similar a los controles aplicados a los artículos A pero con menor frecuencia en la mayoría de las actividades.



3.1.5 Anàlisis ABC

○ Artículos C

- La regla básica es que estén disponibles.
- Registros sencillos o inexistentes, en ocasiones con revisión visual del inventario físico.
- Cantidades relativamente elevadas de pedido y stock de seguridad en comparación con su utilización.
- Recuento poco frecuente (anual) con conteos aproximados (ej.: pesar en vez de contar).



3.1.6 Algunos Costes Relativos a Existencias

a) Costes de adquisición = $D \cdot v$ $\rightarrow v$ (€/ud.)

Es la cantidad total invertida en la compra y puede ser dependiente del tamaño de lote usado. Algunos proveedores pueden ofrecer descuentos por cantidad para pedidos que superen un determinado nivel.

- **Coste Unitario (v):** Es el coste de adquirir una unidad de producto.
- **Demanda (D):** La demanda durante el Horizonte de trabajo.



- Para distribución es el valor unitario e incluye:
- Precio pagado al proveedor por las unidades.
 - Transporte y seguros, cuando son aplicables.
 - Actividades de preparación para su venta.
 - Desembalar, etiquetar, colocar en estantería.
- Para fabricación es el coste variable unitario e incluye:
- Materiales y componentes utilizados.
 - Transformaciones, que incluyen personal e instalaciones.
 - Transportes, mermas, subproductos y reprocesos.
 - No incluye los costes fijos de fabricación.




3.1.6 Algunos Costes Relativos a Existencias

b) *Costes de Preparación o de Lanzamiento* = $A (D/Q)$ → A (€uros)

Incluye todos los costes en que se incurre cuando se lanza una orden de compra, es independiente de la cantidad a comprar/fabricar, y su valor total será proporcional al número de compras/preparaciones realizado durante un período determinado.

- **Tamaño de lote (Q):** Es la cantidad pedida por unidad de producto.
- **Coste Lanzamiento de un pedido (A):** Es el coste de lanzamiento de un pedido.

➤ Costes provocados por el lanzamiento de una orden:

- Redacción de la orden.
 - Preparación de las especificaciones.
 - Registro de la orden.
 - Seguimiento de la orden.
 - Registro de facturas.
 - Preparación del pago.
 - Costes fijos de fabricación: 
- Montaje de utensilios, moldes, etc.
 - Ajuste de la maquinaria.
 - Verificación de las primeras unidades producidas.
 - Desmontaje de la preparación al acabar la orden de fabricación.
 - Limpieza de la maquinaria, utensilios y herramientas.



3.1.6 Algunos Costes Relativos a Existencias

c) Costes de Almacenamiento → C_a (€/ud.tiempo)

- Son los costes producidos por el simple hecho de que un artículo esté almacenado e incluyen:
 - Coste de oportunidad del capital.
 - Espacio en el almacén
 - Recursos para la gestión/manipulación del almacén.
 - Deterioro,
 - Obsolescencia
 - Otros (robo, seguros...)

$$C_a = v \text{ (€/ud.)} \times r \text{ (€/€·tiempo)} \times Q/2 \quad (r = \text{recargo por almacenamiento})$$



3.1.6 Algunos Costes Relativos a Existencias

¿Cuál es el valor de r ?

c) Costes de Almacenamiento

Categoría	Costo (y rango) como porcentaje del valor del inventario
Costos de edificio (renta o depreciación del edificio, costos de operación, impuestos, seguros)	6% (3–10%)
Costo por manejo de materiales (renta o depreciación del equipo, energía, costo de operación)	3% (1–3.5%)
Costo por mano de obra (recepción, almacenamiento, seguridad)	3% (3–5%)
Costo de inversión (costos de préstamos, impuestos y seguros del inventario)	11% (6–24%)
Robo, daño y obsolescencia (mucho más en industrias de cambio rápido como las computadoras personales y los teléfonos celulares)	3% (2–5%)
Costos globales por manejo	26%

Nota: Todas las cifras son aproximadas, puesto que varían en forma considerable según la naturaleza del negocio, su ubicación y las tasas de interés vigentes. Cualquier costo de mantener el inventario menor al 15% es dudoso, porque los costos anuales de mantener el inventario a menudo se acercan al 40% del valor del inventario y aún más en industrias de alta tecnología y moda.

r [15 %,30%]

Determinación de los costes de mantener inventarios. Fuente: Principios de Administración de Operaciones (Heizer et al., 2009).



3.1.6 Algunos Costes Relativos a Existencias

d) Costes de rotura de stock o falta de servicio

Los costes de rotura se producen cuando un pedido de un cliente no puede ser atendido debido a falta de stock.

e) Costes del sistema de gestión

Costes asociados con la utilización de un sistema

f) Costes de no calidad

Costes asociados por no obtener la calidad exigida en un producto que pueden conducir principalmente a la pérdida del cliente o a la refabricación del producto.

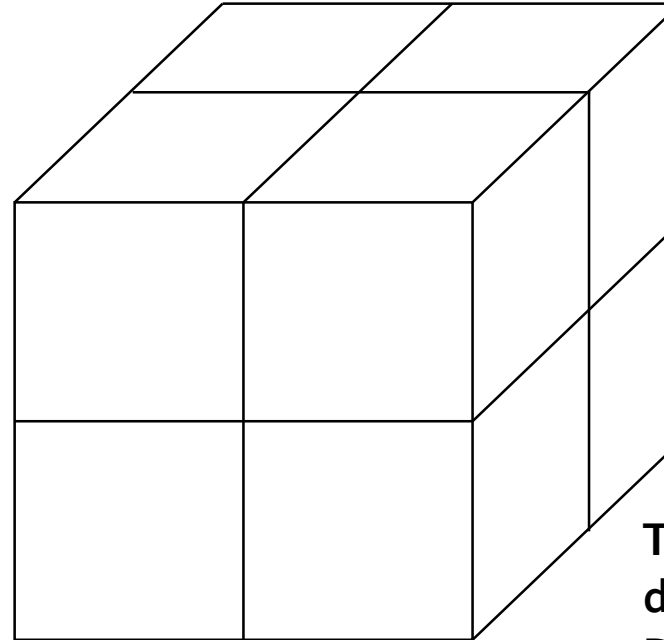


- 3.2.1 Conceptos Básicos
- 3.2.2 Gestión por Revisión Continua
 - Modelo básico de Lote Económico y Punto de Pedido
 - Extensión: Descuentos por cantidad
- 3.2.3 Gestión por Revisión Periódica
 - Modelo básico de período de tiempo fijo.
- 3.2.4 Gestión basada en Métodos de Lotificación



3.2.1 Conceptos básicos

Cantidad
a
Pedir



Tipo
de
Demanda

Lanzamiento
de
Ordenes



3.2.1 Conceptos básicos

Tipos de Demanda

- Demanda dependiente.

La demanda de un artículo está provocada por la demanda de otro. (Ej: patas de mesa para montar mesas).

- Demanda independiente.

La demanda de un artículo no depende de otros, o resulta útil considerar esta simplificación.

- Demanda mixta.

La demanda es a la vez dependiente e independiente. (Ej: repuestos de una máquina que también se utilizan en la línea de montaje para su fabricación).

.....

- Demanda determinista (conocida o que se cree conocer con bastante exactitud)

- Constante/casi constante ➡ Modelos básicos de Revisión continua (por Pto de Pedido) y de Revisión Periódica

- Variable (con tendencia, estacionalidad...) ➡ Modelos basados en Lotificación

- Demanda aleatoria/estocástica/probabilística. ➡ Modelos extendidos de Revisión continua (por Pto de Pedido) y de Revisión Periódica



3.2.1 Conceptos básicos

Lanzamiento de Ordenes (¿CUÁNDO?)

- Punto de pedido

El lanzamiento se produce cuando las existencias de un artículo descienden por debajo de un determinado nivel (gestión por Revisión Continua).

- Revisión periódica

A intervalos fijos se lanzan las nuevas órdenes (gestión por Revisión Periódica).



3.2.1 Conceptos básicos

Cantidad a Pedir (¿CUÁNTO?)

- Cantidad fija

Cada vez que se lanza una orden, el número de unidades solicitadas es una cantidad fija establecida a priori (gestión por Revisión Continua).

- Lote económico (Q)

Es una variante del caso anterior en que la cantidad pedida es la que produce menores costes.

- Cantidad variable

Cuando se lanza una orden se calcula la cantidad a pedir según un criterio que hay que aplicar en ese momento (gestión por Revisión Periódica).



3.2.2 Gestión por Revisión Continua: Modelo básico de Lote Económico y Punto de Pedido

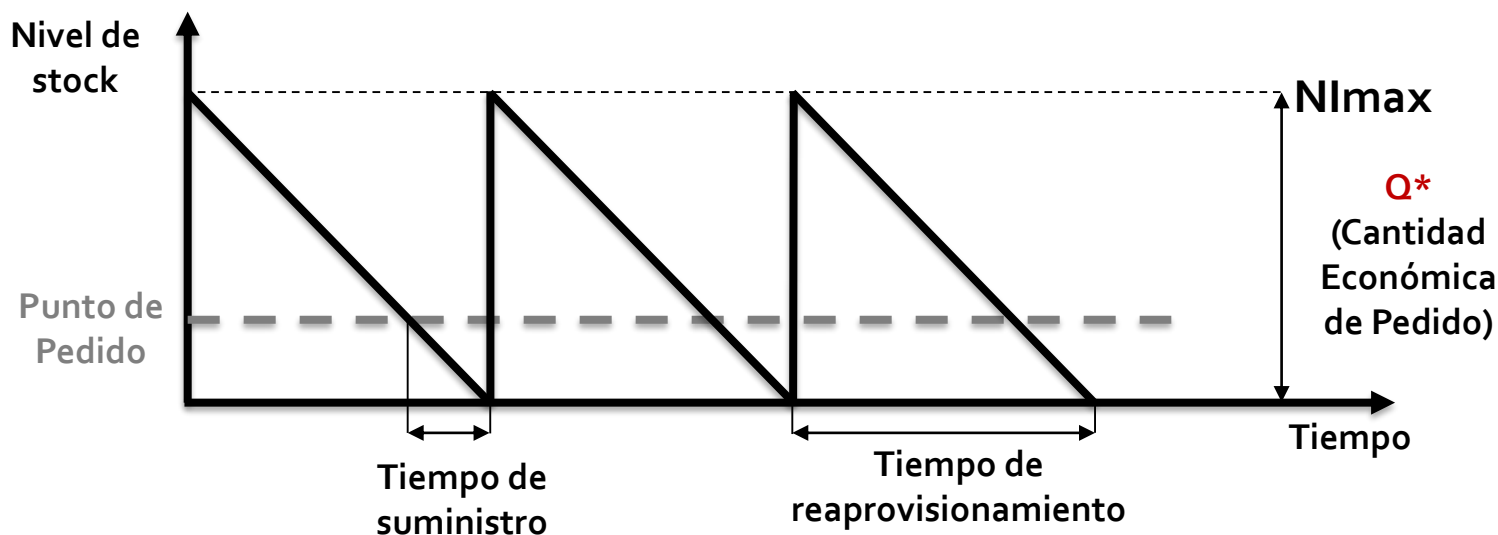
- El Modelo básico de lote económico también es denominado Modelo EOQ (Economic Order Quantity):
 - Es el modelo de gestión de stocks más elemental sobre el que se basa la Gestión por Revisión Continua.
- **Hipótesis** del modelo EOQ:
 - Se gestiona un solo artículo. Por tanto, los pedidos de diferentes artículos son independientes.
 - Demanda conocida y constante.
 - Horizonte infinito.
 - El plazo de entrega o tiempo de suministro se conoce y es constante.
 - El reaprovisionamiento se hace de manera que los envíos llegan justo cuando el inventario es cero
 - No existen por tanto roturas de stock.
 - El coste unitario de adquisición no depende del lote (no hay descuentos).
 - Los costes son conocidos y no cambian a lo largo el tiempo.
- Son raras las situaciones reales en que estas hipótesis se cumplen estrictamente. Sin embargo, esta aproximación determinista suele ser útil porque:
 - Existen situaciones en que prácticamente se cumplen.
 - El efecto de la decisión adoptada prácticamente no varía ante cambios en los factores considerados (demanda, plazo de aprovisionamiento, costes). Se trata de un modelo muy robusto.
 - Entender este modelo puede ayudar a modelar situaciones más complejas.



3.2.2 Gestión por Revisión Continua: Modelo básico de Lote Económico y Punto de Pedido

[Video: Gestión de Stocks por punto de pedido](#)

- Características EOQ y evolución de las existencias:
 - La **cantidad pedida** será **siempre la misma**, y se conoce como lote económico, representándose con la **notación Q^*** .
 - La **emisión del pedido** se realizará cuando el nivel de inventario alcance un determinado valor, conocido como **Punto de Pedido (PP)**.
 - El tiempo que transcurre desde que se emite el pedido hasta que éste llega se denomina **Tiempo de Suministro (TS)**
 - De forma tal que la cantidad pedida llegue exactamente cuando el inventario sea **0**.
 - El máximo nivel de inventario coincide con la cantidad pedida (**$N_{\text{Imax}} = Q^*$**)



3.2.2 Gestión por Revisión Continua: Modelo básico de Lote Económico y Punto de Pedido

LOTE ECONÓMICO

- El lote económico minimiza los costes totales por período de adquisición, lanzamiento y almacenamiento:

CT = Costes por período (€/período)

$$C_T = C_{adq} + C_{lanz} + C_{alm} = v \cdot D + A \cdot \frac{D}{Q^*} + r \cdot v \cdot \frac{Q^*}{2}$$

A = Coste de preparación/lanzamiento de la orden (€)

D = Cantidad demandada en el período (unidades)

Q = Tamaño del lote (unidades)

r = Coste (€) de almacenar el valor de 1 € durante el período (€/€.período)

v = Coste de una unidad (€/unidad)

$$CT(Q) = (A + Qv) \frac{D}{Q} + rv \frac{Q}{2}$$

[Video: Gestión de Stock. El lote económico \(5'\)](#)



3.2.2 Gestión por Revisión Continua: Modelo básico de Lote Económico y Punto de Pedido

LOTE ECONÓMICO

- El coste de adquisición es independiente del lote, por lo que se puede eliminar

$$CT(Q) = (A + Qv) \frac{D}{Q} + rv \frac{Q}{2}$$

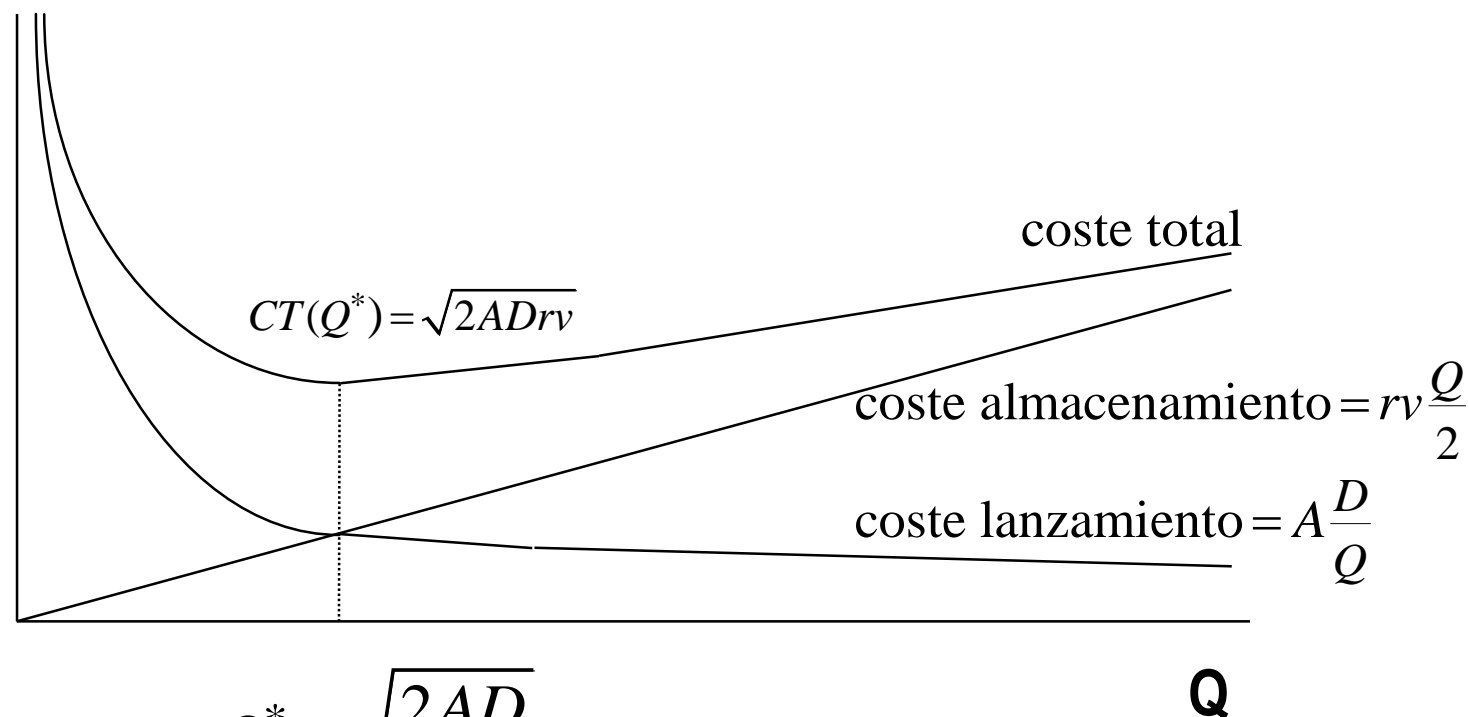


Derivando la fórmula de CT e igualando a 0, obtenemos Q^* como el tamaño de lote económico (fórmula de Wilson)



$$Q^* = \sqrt{\frac{2AD}{rv}}$$

Coste



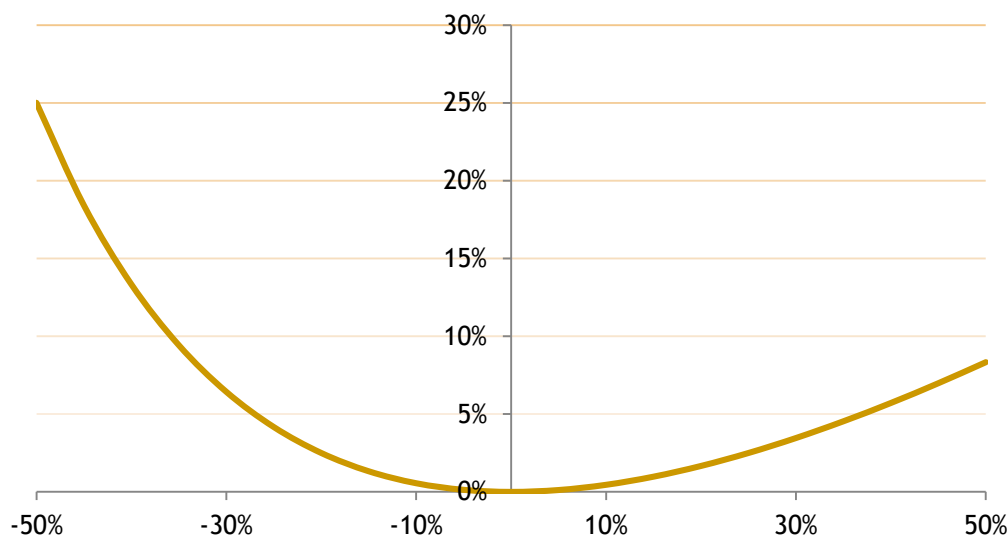
3.2.2 Gestión por Revisión Continua: Modelo básico de Lote Económico y Punto de Pedido

LOTE ECONÓMICO: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

- ¿Qué pasa si el Lote Económico no es un nº entero, o bien ha de expresarse como múltiplos de cierta cantidad por razones diversas (embalaje...)?
- El incremento relativo de los costes totales si $Q=(1+p)Q^*$ puede expresarse como:

$$\frac{CT(Q) - CT(Q^*)}{CT(Q^*)} = \frac{p^2}{2(1+p)}$$

Incremento relativo



- Los costes totales son poco sensibles a una variación en el tamaño del lote, como se aprecia en la gráfica anterior
 - Un aumento en el tamaño del lote de un 10% supone un aumento del 0,45% de los costes totales
- Los costes crecen más despacio si superan el lote económico.
 - Una reducción del tamaño del lote del 10% supone un aumento del 0,56% de los costes totales
- Esta falta de sensibilidad explica su amplia utilización.



3.2.2 Gestión por Revisión Continua: Modelo básico de Lote Económico y Punto de Pedido

LOTE ECONÓMICO: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

▪ ¿Qué hacer por tanto si Q^* no es implementable y se ha de elegir entre un Q_{inf} y un Q_{sup} ?

1) Utilizar la fórmula anterior para saber el incremento de Costes Totales si se elige Q_{inf} ó Q_{sup} .

$$\frac{CT(Q) - CT(Q^*)}{CT(Q^*)} = \frac{p^2}{2(1+p)}$$

2) Calcular directamente los Costes Totales para Q_{inf} y Q_{sup} y elegir.

$$CT(Q) = (A + Qv) \frac{D}{Q} + rv \frac{Q}{2}$$

3) Por el método de la media geométrica:

$$Q = \begin{cases} Q_{sup} & Q^* > \sqrt{Q_{sup} Q_{inf}} \\ Q_{inf} & Q^* < \sqrt{Q_{sup} Q_{inf}} \\ \text{indiferente} & Q^* = \sqrt{Q_{sup} Q_{inf}} \end{cases}$$



3.2.2 Gestión por Revisión Continua: Modelo básico de Lote Económico y Punto de Pedido

Inconvenientes

- Los Costes de Lanzamiento son difíciles de conocer.
- Los Costes de Almacenamiento son difíciles de conocer.
- **Se refiere a un único producto.**
- La demanda real, generalmente, no es constante.
- El resultado que se obtiene es un número generalmente con decimales, lo que dista de la realidad que marca unidades de carga reconocidas.
- Los costes de Almacenamiento pueden ser variables según el capital inmovilizado.
- **No incluye Costes de Adquisición, y por tanto descuentos...**

Ventajas

- Conceptualmente pone de manifiesto la existencia de dos factores de coste opuestos.
- La exactitud en los datos no es estrictamente necesaria, puesto que la curva de costes totales es suficientemente insensible a cambios en los datos.
- El resultado permite ser redondeado sin alejarse excesivamente del óptimo.
- **Si hay factores que deban ser tenidos en cuenta, como los descuentos o las restricciones de transporte, la fórmula debe ser modificada para adecuarse a dicha circunstancia.**
- Cierta variabilidad en la Demanda no afecta al rendimiento de la fórmula.
- **Más vale tener una fórmula que tener que inventar todos los datos.**
- La fórmula puede ser utilizada en entornos multiproducto.



3.2.2 Gestión por Revisión Continua: Modelo básico de Lote Económico y Punto de Pedido

PUNTO DE PEDIDO

- Cálculo del punto de pedido (PP):
 - El Punto de Pedido es aquel nivel de inventario que permite cubrir la demanda (D) desde que lanzamos el pedido hasta la llegada del próximo lote de reaprovisionamiento.
 - Una vez fijada la cantidad a pedir (Q^*) es necesario establecer el evento que lanzará la orden.
 - Si $\text{Inventario} \leq \text{Punto de Pedido} \rightarrow \text{Pedir } Q^*$.
 - La forma de calcular el PP depende de la relación entre el TS y el TR. Se distinguen dos casos:
 - CASO A: Tiempo de suministro (TS) \leq Tiempo reaprovisionamiento (TR).
 - CASO B: Tiempo de suministro (TS) $>$ Tiempo reaprovisionamiento (TR).



3.2.2 Gestión por Revisión Continua: Modelo básico de Lote Económico y Punto de Pedido

- Cálculo del Punto de Pedido (PP):

- CASO A: Tiempo de suministro (TS) ≤ Tiempo reaprovisionamiento (TR).

$$PP = TS \cdot d$$

$$d = \frac{D}{H}$$

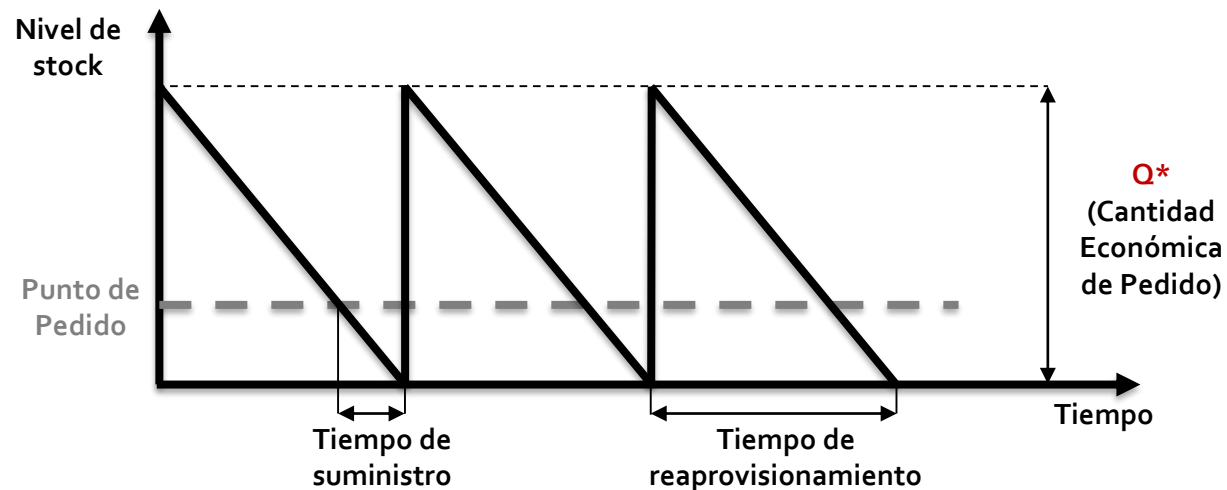
D: demanda (unidades) en el H

H: horizonte (tiempo) en el que se expresa D

- Ejemplo:

- $d = 4 \text{ uds./día}; TS = 15 \text{ días}; Q^* = 100 \text{ uds.}; TR = 25 \text{ días}.$

- $PP = 15 \cdot 4 = 60 \text{ uds}.$



3.2.2 Gestión por Revisión Continua: Modelo básico de Lote Económico y Punto de Pedido

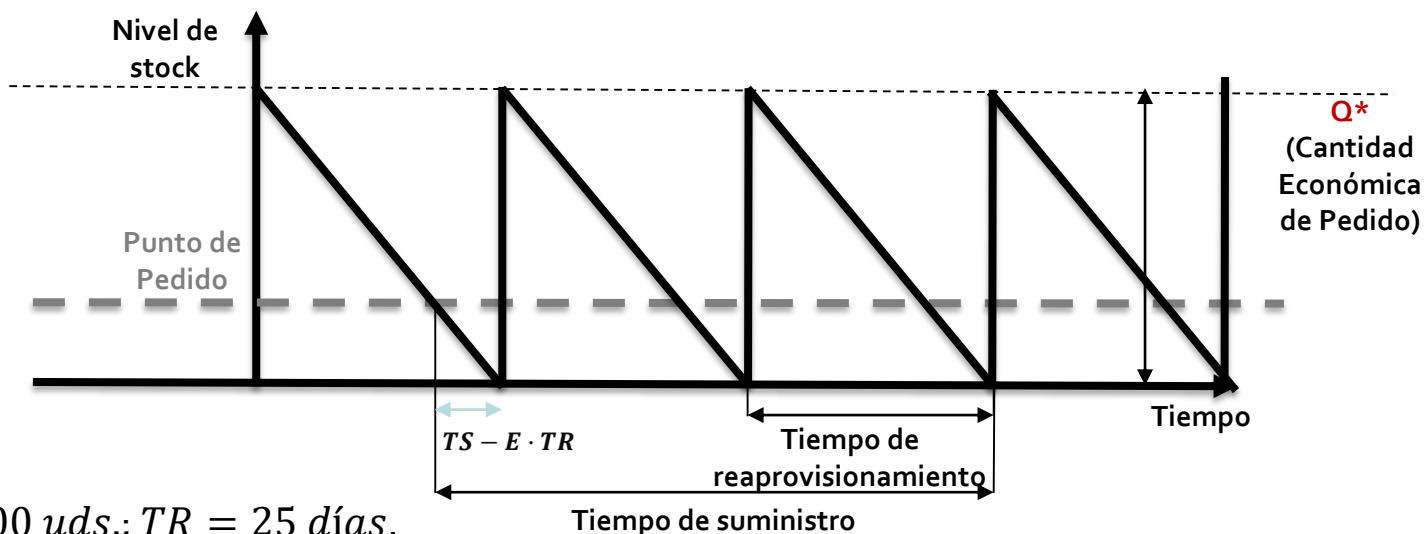
- Cálculo del Punto de Pedido (PP):

- CASO B: Tiempo de suministro (TS) > Tiempo reaprovisionamiento (TR).

Atencion: ¡ hay que calcular el PP y pedir con E ciclos de antelación!

$$PP = (TS - E \cdot TR) \cdot d$$

E : Parte entera de TS/TR



- Ejemplo:

- $d = 4 \text{ uds./día}$; $TS = 56 \text{ días}$; $Q^* = 100 \text{ uds.}$; $TR = 25 \text{ días}$.
- $E = E[56/25] = 2$
- $PP = (56 - 2 \cdot 25) \cdot 4 = 24 \text{ uds.}$



3.2.2 Gestión por Revisión Continua: Extensión – Descuentos por cantidad

- Situaciones en las que el coste de un determinado artículo desciende cuando se sobrepasa un cierto valor:
 - Descuentos de un proveedor.
 - Disminución costes unitarios de fabricación.
- Será necesario considerar este hecho en el cálculo de Q^* .
 - Se emplean las hipótesis de EOQ.
 - **Se establece un balance entre la reducción del precio y el aumento del coste de almacenamiento.**
- Se pueden considerar analizando las curvas de costes totales para cada tramo de descuento.
 - **Cuando el precio de compra es una variable, es necesario expresarlo en el cálculo de los costes totales.**

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot A \cdot D}{c_a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot A \cdot D}{r \cdot v}}$$

[Video: Lote económico con descuentos](#)



3.2.2 Gestión por Revisión Continua: Extensión – Descuentos por cantidad

- PASO 1: Calcular para cada tramo de descuento Q^* .

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot A \cdot D}{r \cdot v}}$$

- PASO 2: Comprobar si la Q^* obtenida para cada tramo de descuento está comprendida en dicho tramo. Si no es así, **ajustar dicha cantidad aumentándola hasta llegar al límite inferior** en el que se aplica dicho descuento.
- PASO 3: Aplicar la ecuación del coste total para cada volumen de pedido y escoger la cantidad Q^* que ofrezca un menor coste total.

$$C_T = C_{adq} + C_{lanz} + C_{alm} = v \cdot D + A \cdot \frac{D}{Q^*} + r \cdot v \cdot \frac{Q^*}{2}$$

Ejemplo:

$D = 5000$ coches
 $A = 49$ €
 $r = 20\%$

TRAMO DE DESCUENTO	VOLUMEN DEL PEDIDO	PRECIO UNITARIO
1	0-999	5€
2	1000-1999	4,8€
3	+ 1999	4,75€



2.2 Gestión por Revisión Continua: Extensión – Descuentos por cantidad

■ PASO 1

$$Q_1^* = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot A}{r \cdot v}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 5000 \cdot 49}{0,2 \cdot 5}} = 700 \text{ coches}$$

$$Q_2^* = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot A}{r \cdot v}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 5000 \cdot 49}{0,2 \cdot 4,8}} = 715 \text{ coches}$$

$$Q_3^* = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot A}{r \cdot v}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 5000 \cdot 49}{0,2 \cdot 4,75}} = 719 \text{ coches}$$

■ PASO 2

$$Q_1^* = 700 \text{ coches} \in [0, 999] \rightarrow Q_1^* = 700 \text{ coches}$$

$$Q_2^* = 714 \text{ coches} \notin [1000, 1999] \rightarrow Q_2^* = 1000 \text{ coches}$$

$$Q_3^* = 719 \text{ coches} \notin [2000, \infty] \rightarrow Q_3^* = 2000 \text{ coches}$$

■ PASO 3

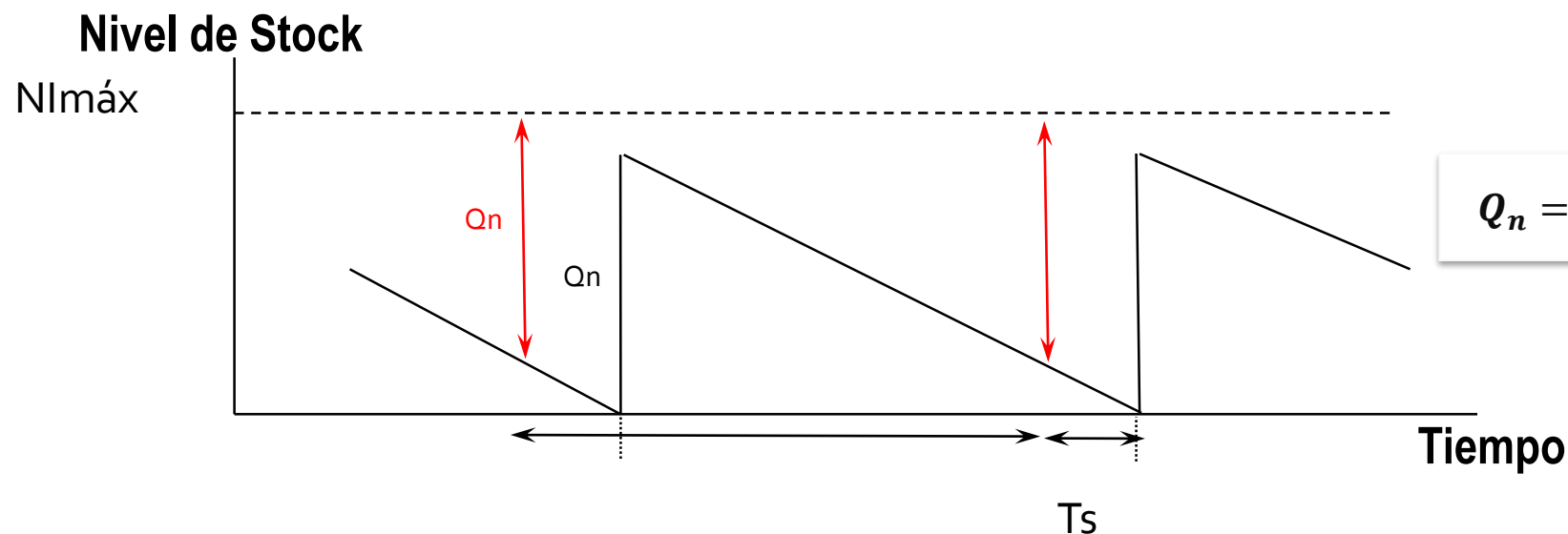
Tramo descuento	Cantidad de pedido (Q*)	Coste compra	Coste lanzamiento	Coste almacenaje	Coste total
1	700	25.000€	350€	350€	25.700€
2	1000	24.000€	245€	480€	24.725€
3	2000	23.750€	122,5€	950€	24.822,5€



3.2.3 Gestión por Revisión Periódica: Modelo básico de período de tiempo fijo

PERIODO ECONÓMICO

- En el Modelo básico de período de tiempo fijo la demanda es constante y determinista, y lo que se hace es calcular primeramente el período de revisión (T_r), el cual coincide con **T^* (período económico)**.
- A diferencia de Revisión Continua, donde primeramente calculábamos Q^* y se lanzaba cuando se alcanzaba el PP, en Revisión Periódica, ahora se calcula primeramente T^* y en cada T^* se lanza un pedido Q_n hasta llegar a un NI_{max} previamente establecido.
- Dicho NI_{max} deberá cubrir la demanda de dicho T^* y la del T_s . En este caso las premisas de este modelo básico hacen que la gráfica sea totalmente simétrica ($Q_n=Q^*$, las recepciones se producen cuando $l=0...$)



$$NI_{max} = d \cdot (T_s + T_r)$$

$$Q_n = NI_{max} - NI_{(t=n \cdot T_r)} = NI_{max} - (d \cdot T_s)$$

periodo economico $T^* = \frac{Q^*}{D}$

$$T^* = \sqrt{\frac{2A}{rvD}}$$



3.2.3 Gestión por Revisión Periódica: Modelo básico de período de tiempo fijo

PERIODO ECONÓMICO

- Este modelo puede ser apropiado si se cumple alguna de las siguientes condiciones:
 - Demanda constante y determinista
 - Es difícil registrar las salidas de las existencias y su revisión continua es demasiado cara.
 - Se agrupa varias referencias para su compra a un solo proveedor común y los costes de preparación por artículo se reducen al realizar un solo pedido.
 - Los artículos perecederos no son los candidatos ideales.
 - Existe una reducción de costes por realizar envíos a camión completo o por utilizar completamente la capacidad de fabricación disponible.



3.2.3 Gestión por Revisión Periódica: Modelo básico de período de tiempo fijo

PERIODO ECONÓMICO: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

- ¿Qué pasa si el Período Económico no es un n° entero, o bien ha de expresarse a la baja o al alza por razones diversas (imposición del Proveedor, eficiencia al lanzar varios pedidos a la vez...)?
- Al igual que se argumentó para el Lote Económico, existe una sensibilidad muy baja cuando nos movemos en torno al Período Económico.
 - También el incremento de costes es menor ante incrementos del T^*
- Cómo $Q^* = T^*D$ se puede utilizar lo expuesto anteriormente para Q^* a la hora de redondear a un T_{inf} ó a un T_{sup} (media geométrica...)



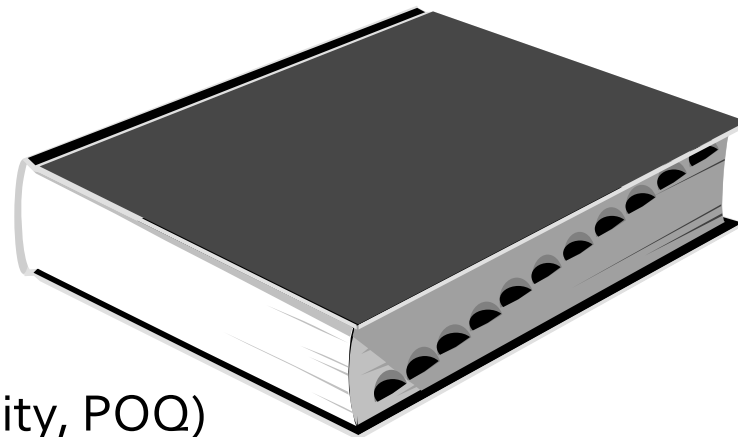
Gestión por Revisión Continua vs. Gestión por Revisión Periódica

CARACTERÍSTICA	Gestión por REVISIÓN CONTINUA	Gestión por REVISIÓN PERIÓDICA
Cantidad a pedir	Constante (la misma cantidad cada vez)	Variable (varía cada vez que se lanza un pedido)
Cuándo pedir	Cuando el nivel de inventario cae al nivel del punto de nuevo pedido	Cuando llega el periodo de revisión
Recuento	Cada vez que se realice una retirada o una adición	Sólo cuando llega el periodo de revisión (menor frecuencia en la verificación de inventario)
Costes revisión	Mayor debido al recuento continuo	Menor que el modelo Q
Instante de emisión	Momentos de emisión variables	Momentos de emisión a intervalos iguales. Reposición de inventario programada
Programación y Coordinación	Mayor dificultad para: <ul style="list-style-type: none"> - Nivelación carga de trabajo para personal encargado de control - Coordinación con proveedores 	Mayor facilidad para: <ul style="list-style-type: none"> - Nivelación carga de trabajo para personal encargado de control - Coordinación con proveedores
Rupturas de stock	Detectadas inmediatamente	Solo detectadas en el momento de la revisión
Nivel de inventario	Menor que en el modelo P. Para evitar roturas de stock se necesitan menores niveles de stock de seguridad (absorción de incertidumbre durante menor tiempo)	Mayor que en el modelo Q. Para evitar roturas de stock elevados niveles de stock de seguridad (absorción de incertidumbre durante mayor tiempo)
Tipo de artículos	Artículos clase A. Ítems importantes o críticos (independientemente de su clase). Lotes mínimos impuestos por proveedor.	Artículos clase B. Artículos cuyos pedidos deben hacerse a intervalos fijos.



3.2.4 Gestión basada en métodos de lotificación

- Propósito
- Hipótesis básicas
- Métodos:
 - Método de Lote económico (EOQ)
 - Método de Lote a lote (Lot-for-lot, L4L)
 - Método de Lote de período (Period order quantity, POQ)
 - Método de Balance parcial de periodos (PPB)
 - Método de Menor coste unitario (Least unit cost, LUC)
 - Método de Silver-Meal
- Comparación cuantitativa de los métodos



3.2.4 Gestión basada en métodos de lotificación: PROPÓSITO

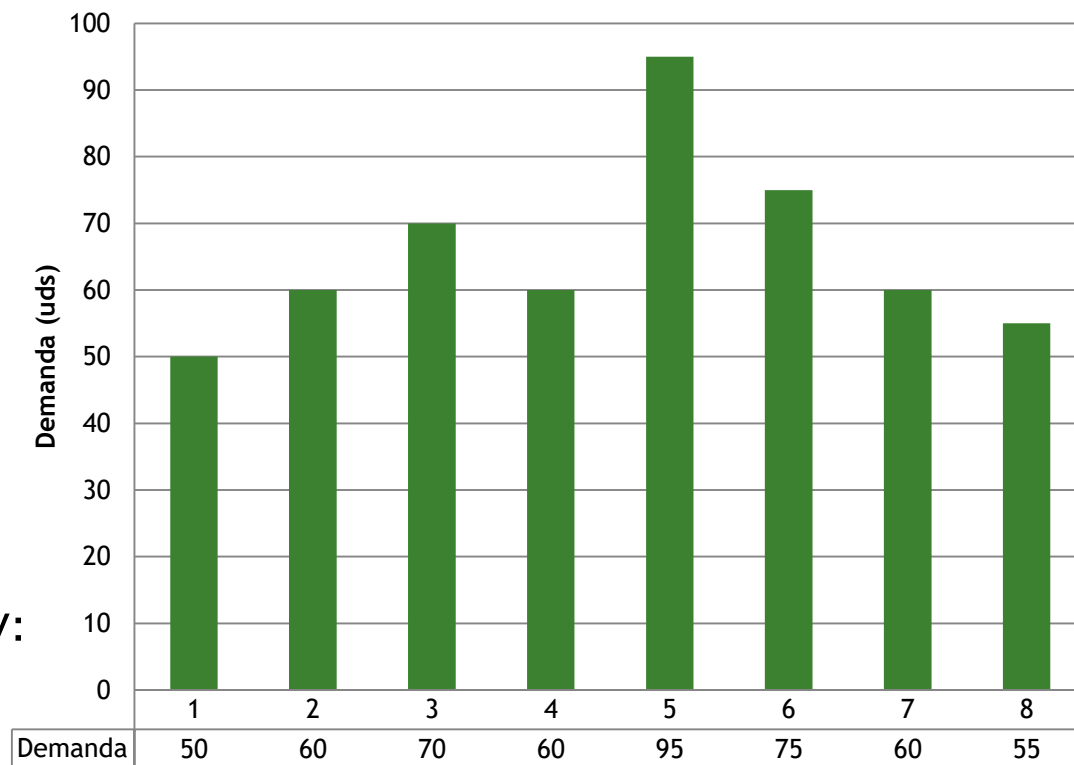
- La Gestión basada en Métodos de lotificación se aplica cuando la demanda se conoce o se cree conocer con certeza (determinista), pero ésta es variable.
 - La demanda puede ser Independiente (como la que se trata en este capítulo) o Dependiente (como se verá más adelante en el tema de MRP).
- Lo que se pretende determinar es el lote que debe lanzarse en cada período considerando los costes de lanzamiento y almacenamiento
 - No se puede reaprovisionar siempre la misma cantidad cuando la demanda es variable
- Se suele considerar demanda determinista y variable en:
 - Fabricación contra pedido/contrato
 - Demanda estacional o con promociones
 - Artículos al principio o al final de su vida



3.2.4 Gestión basada en métodos de lotificación: PROPÓSITO

En este ejemplo los períodos son semanales y:

- ❑ Coste de lanzamiento 47 €/orden
- ❑ Coste unitario 10 €/ud
- ❑ Coste de almacenamiento 0,5 % semanal



3.2.4 Gestión basada en métodos de lotificación: HIPÓTESIS BÁSICAS

- Demanda variable
- Artículo individual
- Horizonte finito (rodante)
- Se sirve toda la demanda
- Todo el lote se recibe al mismo tiempo al principio del periodo
- El tamaño del lote no es entero y no tiene limitaciones
- El coste unitario de adquisición no depende del lote (no hay descuentos)
- Los costes son conocidos y no cambian a lo largo del tiempo
- El plazo de aprovisionamiento es constante y conocido



3.2.4 Gestión basada en métodos de lotificación: MÉTODOS

- Algunos **métodos heurísticos** más usuales:
 - Lote económico (EOQ)
 - Lote a lote (Lot-for-lot, L4L)
 - Lote de período (Period order quantity, POQ)
 - Balance parcial de periodos (PPB)
 - Menor coste unitario (Least unit cost, LUC)
 - Silver-Meal
- Existen también **métodos óptimos** (Programación Matemática con Solver) pero:
 - Tiempos de computación mayores.
 - Es exacto con horizonte finito fijo, pero en la práctica se trabaja con horizonte rodante
 - Silver-Meal proporciona mejores resultados prácticos



3.2.4 Gestión basada en métodos de lotificación: MÉTODO DE LOTE ECONÓMICO (EOQ)

- Se actúa como si la demanda fuese constante y se calcula el EOQ

$$Q^* = \sqrt{\frac{2AD}{rv}} = \sqrt{\frac{2 \times 47 \times 65,625}{0,005 \times 10}} \approx 351 \text{ uds}$$

	1	2	3	4	5	6	7	8	TOTAL
Necesidad neta	50	60	70	60	95	75	60	55	
Recepción planificada	351					351			
Inventario proyectado	301	241	171	111	16	292	232	177	
Coste lanzamiento	47,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,00	0,00	0,00	94,00
Coste almacenamiento	15,05	12,05	8,55	5,55	0,80	14,60	11,60	8,85	77,05
									171,05

Nota1: Se supone que el Inventario al final de la semana o es de 0 uds, lo que hace que necesariamente haya que planificar una Recepción al final de la semana 1 que cubrirá la demanda de 50 uds al final de la semana 1. Si no fuera así la primera recepción se planificaría en la semana en la que el inventario proyectado no pudiera cubrir la demanda de dicha semana.

Nota2: Se supone también que el Ts es igual a 1 semana. Si no fuera así no sería realista planificar una recepción al final de la semana 1.

Nota 3: Las 2 notas anteriores son aplicables a los siguiente métodos.



3.2.4 Gestión basada en métodos de lotificación: MÉTODO DE LOTE A LOTE (L4L)

- El tamaño del lote es exactamente la necesidad neta (que es la demanda)
- Minimiza el inventario a costa de los lanzamientos

	1	2	3	4	5	6	7	8	TOTAL
Necesidad neta	50	60	70	60	95	75	60	55	
Recepción planificada	50	60	70	60	95	75	60	55	
Inventario proyectado	0	0	0	0	0	0	0	0	
Coste lanzamiento	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	376,00
Coste almacenamiento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

- Se recuerda que la recepción planificada debe lanzarse antes de acuerdo con el plazo de aprovisionamiento



3.2.4 Gestión basada en métodos de lotificación: MÉTODO DE LOTE DE PERIODOS ([POQ](#))

- Calcula un número fijo de períodos a incluir en cada lote
- EOQ expresado en períodos y redondeado es POQ

	1	2	3	4	5	6	7	8	TOTAL
Necesidad neta	50	60	70	60	95	75	60	55	
Recepción planificada	335					190			
Inventario proyectado	285	225	155	95	0	115	55	0	
Coste lanzamiento	47,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,00	0,00	0,00	94,00
Coste almacenamiento	14,25	11,25	7,75	4,75	0,00	5,75	2,75	0,00	46,50
									140,50
demanda anual	3413 uds/año								
EOQ =	351 uds								
POQ=	5 semanas								



3.2.4 Gestión basada en métodos de lotificación: MÉTODO DE BALANCE PARCIAL DE PERIODOS (PPB)

- Determina el número de períodos cubiertos por el lote para que los costes de lanzamiento y almacenamiento se igualen
 - En el mínimo se igualan los costes de lanzamiento y almacenamiento
 - Normalmente no se igualan, se elige la más próxima
- Se repite el proceso hasta el horizonte de planificación



3.2.4 Gestión basada en métodos de lotificación: MÉTODO DE BALANCE PARCIAL DE PERIODOS (PPB)

PRIMER LOTE	1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8
Coste lanzamiento	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00
Coste almacenamiento	0,00	3,00	10,00	19,00	38,00	56,75	74,75	94,00
Coste total	47,00	50,00	57,00	66,00	85,00	103,75	121,75	141,00
Unidades	50	110	180	240	335	410	470	525

1	1	2	3	4	5	6	7	8
Necesidad neta	50	60	70	60	95	75	60	55
Recepción planificada	50							
Inventario proyectado	0	-60	-130	-190	-285	-360	-420	-475
Coste lanzamiento	47,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,00
Coste almacenamiento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
								47,00

1-2	1	2	3	4	5	6	7	8
Necesidad neta	50	60	70	60	95	75	60	55
Recepción planificada	110							
Inventario proyectado	60	0	-70	-130	-225	-300	-360	-415
Coste lanzamiento	47,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,00
Coste almacenamiento	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00
								50,00

1-3	1	2	3	4	5	6	7	8
Necesidad neta	50	60	70	60	95	75	60	55
Recepción planificada	180							
Inventario proyectado	130	70	0	-60	-155	-230	-290	-345
Coste lanzamiento	47,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,00
Coste almacenamiento	6,50	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00
								57,00

1-4	1	2	3	4	5	6	7	8
Necesidad neta	50	60	70	60	95	75	60	55
Recepción planificada	240							
Inventario proyectado	190	130	60	0	-95	-170	-230	-285
Coste lanzamiento	47,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,00
Coste almacenamiento	9,50	6,50	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,00
								66,00

1-5	1	2	3	4	5	6	7	8
Necesidad neta	50	60	70	60	95	75	60	55
Recepción planificada	335							
Inventario proyectado	285	225	155	95	0	-75	-135	-190
Coste lanzamiento	47,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,00
Coste almacenamiento	14,25	11,25	7,75	4,75	0,00	0,00	0,00	38,00
								85,00

1-6	1	2	3	4	5	6	7	8
Necesidad neta	50	60	70	60	95	75	60	55
Recepción planificada	410							
Inventario proyectado	360	300	230	170	75	0	-60	-115
Coste lanzamiento	47,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,00
Coste almacenamiento	18,00	15,00	11,50	8,50	3,75	0,00	0,00	56,75
								103,75

1-7	1	2	3	4	5	6	7	8
Necesidad neta	50	60	70	60	95	75	60	55
Recepción planificada	470							
Inventario proyectado	420	360	290	230	135	60	0	-55
Coste lanzamiento	47,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,00
Coste almacenamiento	21,00	18,00	14,50	11,50	6,75	3,00	0,00	74,75
								121,75

1-8	1	2	3	4	5	6	7	8
Necesidad neta	50	60	70	60	95	75	60	55
Recepción planificada	525							
Inventario proyectado	475	415	345	285	190	115	55	0
Coste lanzamiento	47,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,00
Coste almacenamiento	23,75	20,75	17,25	14,25	9,50	5,75	2,75	94,00
								141,00



3.2.4 Gestión basada en métodos de lotificación: MÉTODO DE BALANCE PARCIAL DE PERIODOS (PPB)

SEGUNDO LOTE	6	6-7	6-8
Coste lanzamiento	47,00	47,00	47,00
Coste almacenamiento	0,00	3,00	8,50
Coste total	47,00	50,00	55,50
Unidades	75	135	190

6	1	2	3	4	5	6	7	8	
Necesidad neta	50	60	70	60	95	75	60	55	
Recepción planificada	335					75			
Inventario proyectado	285	225	155	95	0	0	-60	-115	
Coste lanzamiento	47,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,00	0,00	0,00	47,00
Coste almacenamiento	14,25	11,25	7,75	4,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
									47,00

6-7	1	2	3	4	5	6	7	8	
Necesidad neta	50	60	70	60	95	75	60	55	
Recepción planificada	335					135			
Inventario proyectado	285	225	155	95	0	60	0	-55	
Coste lanzamiento	47,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,00	0,00	0,00	47,00
Coste almacenamiento	14,25	11,25	7,75	4,75	0,00	3,00	0,00	0,00	3,00
									50,00

6-8	1	2	3	4	5	6	7	8	
Necesidad neta	50	60	70	60	95	75	60	55	
Recepción planificada	335					190			
Inventario proyectado	285	225	155	95	0	115	55	0	
Coste lanzamiento	47,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,00	0,00	0,00	47,00
Coste almacenamiento	14,25	11,25	7,75	4,75	0,00	5,75	2,75	0,00	8,50



3.2.4 Gestión basada en métodos de lotificación: MÉTODO DE BALANCE PARCIAL DE PERIODOS (PPB)

	1	2	3	4	5	6	7	8	TOTAL
Necesidad neta	50	60	70	60	95	75	60	55	
Recepción planificada	335					190			
Inventario proyectado	285	225	155	95	0	115	55	0	
Coste lanzamiento	47,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,00	0,00	0,00	94,00
Coste almacenamiento	14,25	11,25	7,75	4,75	0,00	5,75	2,75	0,00	46,50
									140,50



3.2.4 Gestión basada en métodos de lotificación: MÉTODO DE MENOR COSTE UNITARIO (LUC)

PRIMER LOTE	1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8
Coste lanzamiento	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00
Coste almacenamiento	0,00	3,00	10,00	19,00	38,00	56,75	74,75	94,00
Coste total	47,00	50,00	57,00	66,00	85,00	103,75	121,75	141,00
Unidades	50	110	180	240	335	410	470	525
Coste unitario	0,94	0,455	0,317	0,275	0,254	0,253	0,259	0,2686

- Se procede como en el caso anterior, pero se selecciona el tamaño de lote que minimiza los costes unitarios del lote

1	1	2	3	4	5	6	7	8
Necesidad neta	50	60	70	60	95	75	60	55
Recepción planificada	50							
Inventario proyectado	0	-60	-130	-190	-285	-360	-420	-475
Coste lanzamiento	47,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,00
Coste almacenamiento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
								47,00

1-2	1	2	3	4	5	6	7	8
Necesidad neta	50	60	70	60	95	75	60	55
Recepción planificada	110							
Inventario proyectado	60	0	-70	-130	-225	-300	-360	-415
Coste lanzamiento	47,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,00
Coste almacenamiento	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00
								50,00

1-3	1	2	3	4	5	6	7	8
Necesidad neta	50	60	70	60	95	75	60	55
Recepción planificada	180							
Inventario proyectado	130	70	0	-60	-155	-230	-290	-345
Coste lanzamiento	47,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,00
Coste almacenamiento	6,50	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00
								57,00

1-4	1	2	3	4	5	6	7	8
Necesidad neta	50	60	70	60	95	75	60	55
Recepción planificada	240							
Inventario proyectado	190	130	60	0	-95	-170	-230	-285
Coste lanzamiento	47,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,00
Coste almacenamiento	9,50	6,50	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,00
								66,00

1-5	1	2	3	4	5	6	7	8
Necesidad neta	50	60	70	60	95	75	60	55
Recepción planificada	335							
Inventario proyectado	285	225	155	95	0	-75	-135	-190
Coste lanzamiento	47,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,00
Coste almacenamiento	14,25	11,25	7,75	4,75	0,00	0,00	0,00	38,00
								85,00

1-6	1	2	3	4	5	6	7	8
Necesidad neta	50	60	70	60	95	75	60	55
Recepción planificada	410							
Inventario proyectado	360	300	230	170	75	0	-60	-115
Coste lanzamiento	47,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,00
Coste almacenamiento	18,00	15,00	11,50	8,50	3,75	0,00	0,00	56,75
								103,75

1-7	1	2	3	4	5	6	7	8
Necesidad neta	50	60	70	60	95	75	60	55
Recepción planificada	470							
Inventario proyectado	420	360	290	230	135	60	0	-55
Coste lanzamiento	47,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,00
Coste almacenamiento	21,00	18,00	14,50	11,50	6,75	3,00	0,00	74,75
								121,75

1-8	1	2	3	4	5	6	7	8
Necesidad neta	50	60	70	60	95	75	60	55
Recepción planificada	525							
Inventario proyectado	475	415	345	285	190	115	55	0
Coste lanzamiento	47,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,00
Coste almacenamiento	23,75	20,75	17,25	14,25	9,50	5,75	2,75	94,00
								141,00



3.2.4 Gestión basada en métodos de lotificación: MÉTODO DE MENOR COSTE UNITARIO (LUC)

SEGUNDO LOTE	7	7-8
Coste lanzamiento	47,00	47,00
Coste almacenamiento	0,00	2,75
Coste total	47,00	49,75
Unidades	60	115
Coste unitario	0,7833	0,4326

7	1	2	3	4	5	6	7	8	
Necesidad neta	50	60	70	60	95	75	60	55	
Recepción planificada	410						60		
Inventario proyectado	360	300	230	170	75	0	0	-55	
Coste lanzamiento	47,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,00	0,00	47,00
Coste almacenamiento	18,00	15,00	11,50	8,50	3,75	0,00	0,00	0,00	0,00
									47,00
7-8	1	2	3	4	5	6	7	8	
Necesidad neta	50	60	70	60	95	75	60	55	
Recepción planificada	410						115		
Inventario proyectado	360	300	230	170	75	0	55	0	
Coste lanzamiento	47,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,00	0,00	47,00
Coste almacenamiento	18,00	15,00	11,50	8,50	3,75	0,00	2,75	0,00	2,75
									49,75



3.2.4 Gestión basada en métodos de lotificación: MÉTODO DE MENOR COSTE UNITARIO (LUC)

	1	2	3	4	5	6	7	8	TOTAL
Necesidad neta	50	60	70	60	95	75	60	55	
Recepción planificada	410						115		
Inventario proyectado	360	300	230	170	75	0	55	0	
Coste lanzamiento	47,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,00	0,00	94,00
Coste almacenamiento	18,00	15,00	11,50	8,50	3,75	0,00	2,75	0,00	59,50
									153,50



3.2.4 Gestión basada en métodos de lotificación: MÉTODO DE SILVER MEAL

PRIMER LOTE								
	1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8
Coste lanzamiento	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00
Coste almacenamiento	0,00	3,00	10,00	19,00	38,00	56,75	74,75	94,00
Coste total	47,00	50,00	57,00	66,00	85,00	103,75	121,75	141,00
Unidades	50	110	180	240	335	410	470	525
Periodos	1	2	3	4	5	6	7	8
Coste total/periodo	47	25	19	16,5	17	17	17	18

- Se minimiza el coste total por período
- Se procede como en el caso anterior

1	1	2	3	4	5	6	7	8	
Necesidad neta	50	60	70	60	95	75	60	55	
Recepción planificada	50								
Inventario proyectado	0	-60	-130	-190	-285	-360	-420	-475	
Coste lanzamiento	47,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,00
Coste almacenamiento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
									47,00

1-2	1	2	3	4	5	6	7	8	
Necesidad neta	50	60	70	60	95	75	60	55	
Recepción planificada	110								
Inventario proyectado	60	0	-70	-130	-225	-300	-360	-415	
Coste lanzamiento	47,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,00
Coste almacenamiento	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00
									50,00

1-3	1	2	3	4	5	6	7	8	
Necesidad neta	50	60	70	60	95	75	60	55	
Recepción planificada	180								
Inventario proyectado	130	70	0	-60	-155	-230	-290	-345	
Coste lanzamiento	47,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,00
Coste almacenamiento	6,50	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00
									57,00

1-4	1	2	3	4	5	6	7	8	
Necesidad neta	50	60	70	60	95	75	60	55	
Recepción planificada	240								
Inventario proyectado	190	130	60	0	-95	-170	-230	-285	
Coste lanzamiento	47,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,00
Coste almacenamiento	9,50	6,50	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,00
									66,00

1-5	1	2	3	4	5	6	7	8	
Necesidad neta	50	60	70	60	95	75	60	55	
Recepción planificada	335								
Inventario proyectado	285	225	155	95	0	-75	-135	-190	
Coste lanzamiento	47,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,00
Coste almacenamiento	14,25	11,25	7,75	4,75	0,00	0,00	0,00	0,00	38,00
									85,00

1-6	1	2	3	4	5	6	7	8	
Necesidad neta	50	60	70	60	95	75	60	55	
Recepción planificada	410								
Inventario proyectado	360	300	230	170	75	0	-60	-115	
Coste lanzamiento	47,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,00
Coste almacenamiento	18,00	15,00	11,50	8,50	3,75	0,00	0,00	0,00	56,75
									103,75

1-7	1	2	3	4	5	6	7	8	
Necesidad neta	50	60	70	60	95	75	60	55	
Recepción planificada	470								
Inventario proyectado	420	360	290	230	135	60	0	-55	
Coste lanzamiento	47,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,00
Coste almacenamiento	21,00	18,00	14,50	11,50	6,75	3,00	0,00	0,00	74,75
									121,75

1-8	1	2	3	4	5	6	7	8	
Necesidad neta	50	60	70	60	95	75	60	55	
Recepción planificada	525								
Inventario proyectado	475	415	345	285	190	115	55	0	
Coste lanzamiento	47,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,00
Coste almacenamiento	23,75	20,75	17,25	14,25	9,50	5,75	2,75	0,00	94,00
									141,00



3.2.4 Gestión basada en métodos de lotificación: MÉTODO DE **SILVER** **MEAL**

SEGUNDO LOTE				
	5	5-6	5-7	5-8
Coste lanzamiento	47,00	47,00	47,00	47,00
Coste almacenamiento	0,00	3,75	9,75	18,00
Coste total	47,00	50,75	56,75	65,00
Unidades	95	170	230	285
Períodos	1	2	3	4
Coste total/período	47	25,375	18,917	16,25

5	1	2	3	4	5	6	7	8	
Necesidad neta	50	60	70	60	95	75	60	55	
Recepción planificada	240				95				
Inventario proyectado	190	130	60	0	0	-75	-135	-190	
Coste lanzamiento	47,00	0,00	0,00	0,00	47,00	0,00	0,00	0,00	47,00
Coste almacenamiento	9,50	6,50	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
									47,00

5-6	1	2	3	4	5	6	7	8	
Necesidad neta	50	60	70	60	95	75	60	55	
Recepción planificada	240				170				
Inventario proyectado	190	130	60	0	75	0	-60	-115	
Coste lanzamiento	47,00	0,00	0,00	0,00	47,00	0,00	0,00	0,00	47,00
Coste almacenamiento	9,50	6,50	3,00	0,00	3,75	0,00	0,00	0,00	3,75
									50,75

5-7	1	2	3	4	5	6	7	8	
Necesidad neta	50	60	70	60	95	75	60	55	
Recepción planificada	240				230				
Inventario proyectado	190	130	60	0	135	60	0	-55	
Coste lanzamiento	47,00	0,00	0,00	0,00	47,00	0,00	0,00	0,00	47,00
Coste almacenamiento	9,50	6,50	3,00	0,00	6,75	3,00	0,00	0,00	9,75
									56,75

5-8	1	2	3	4	5	6	7	8	
Necesidad neta	50	60	70	60	95	75	60	55	
Recepción planificada	240				285				
Inventario proyectado	190	130	60	0	190	115	55	0	
Coste lanzamiento	47,00	0,00	0,00	0,00	47,00	0,00	0,00	0,00	47,00
Coste almacenamiento	9,50	6,50	3,00	0,00	9,50	5,75	2,75	0,00	18,00
									65,00



3.2.4 Gestión basada en métodos de lotificación: MÉTODO DE **SILVER MEAL**

	1	2	3	4	5	6	7	8	TOTAL
Necesidad neta	50	60	70	60	95	75	60	55	
Recepción planificada	240				285				
Inventario proyectado	190	130	60	0	190	115	55	0	
Coste lanzamiento	47,00	0,00	0,00	0,00	47,00	0,00	0,00	0,00	94,00
Coste almacenamiento	9,50	6,50	3,00	0,00	9,50	5,75	2,75	0,00	37,00
									131,00



3.2.4 Gestión basada en métodos de lotificación: COMPARACIÓN CUANTITATIVA DE LOS MÉTODOS

	EOQ	L4L	POQ	PPB	LUC	Silver-Meal
Coste lanzamiento	94,00	376,00	94,00	94,00	94,00	94,00
Coste almacenamiento	77,05	0,00	46,50	46,50	59,50	37,00
Coste total	171,05	376,00	140,50	140,50	153,50	131,00

- En general:
 - Mejor nivelación de la carga en los centros de trabajo: L4L
 - Costes medios: POQ y LUC
 - Costes bajos: PPB y Silver-Meal
 - Menor inestabilidad del sistema: Silver-Meal



- 3.3.1 Sistemas de Inventario Independiente vs. Dependiente
- 3.3.2 Sistemas de planificación de requisitos de materiales (MRP)
- 3.3.3 Enfoque *Just In Time* (JIT)
- 3.3.4 Vendor-Managed Inventory (VMI)



3.3.1 Sistemas de Inventario Independiente vs. Dependiente

Sistemas de demanda independiente (EOQ)

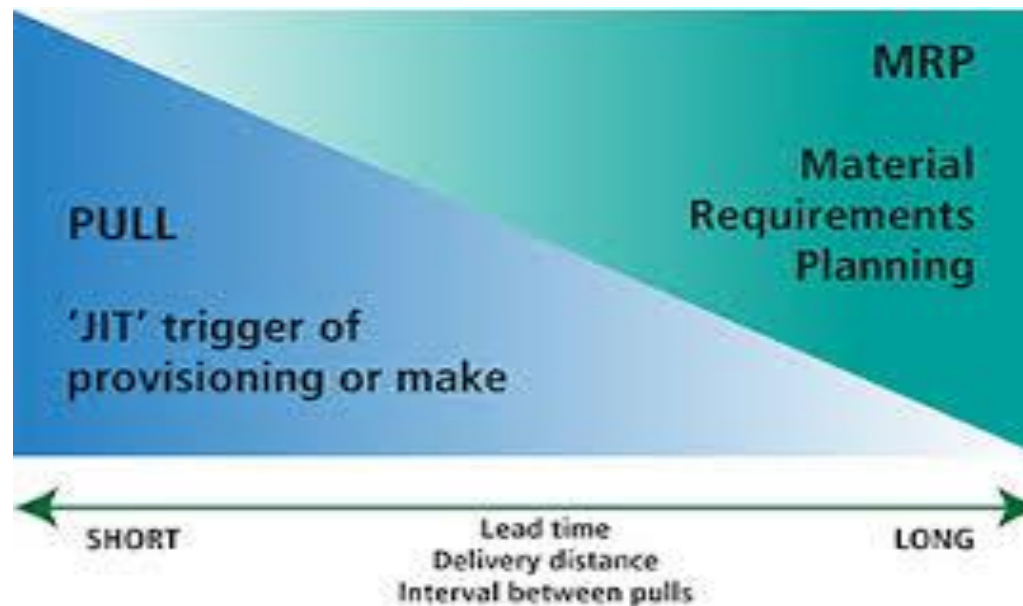
- La demanda de un artículo no depende de otros, o resulta útil considerar esta simplificación.
- La demanda se obtiene a través de previsiones basadas en datos históricos.
- No funciona bien para la producción por lotes.
- Se adaptan bien los métodos expuestos en el capítulo anterior



3.3.1 Sistemas de Inventario Independiente vs. Dependiente

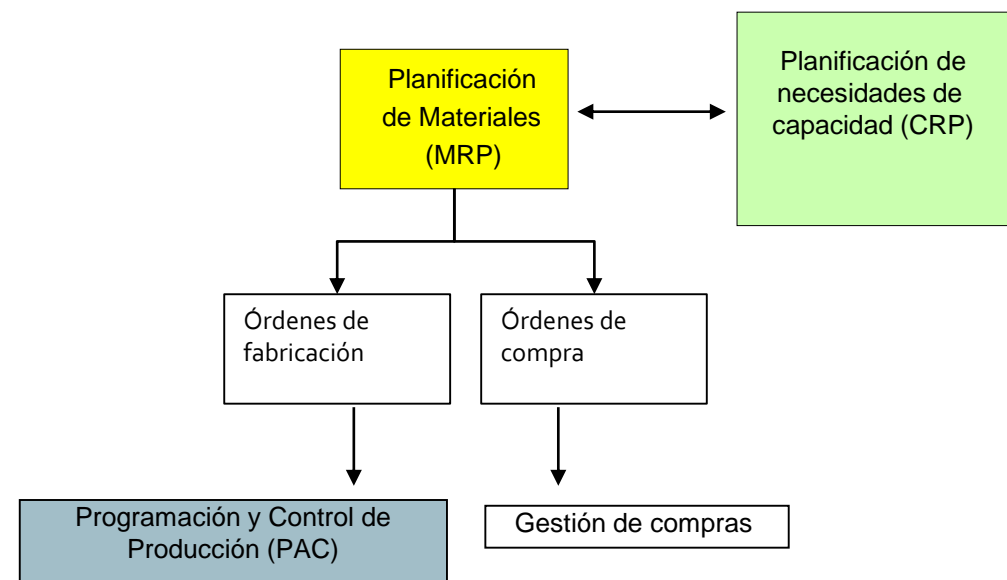
Sistemas de demanda dependiente (MRP, JIT)

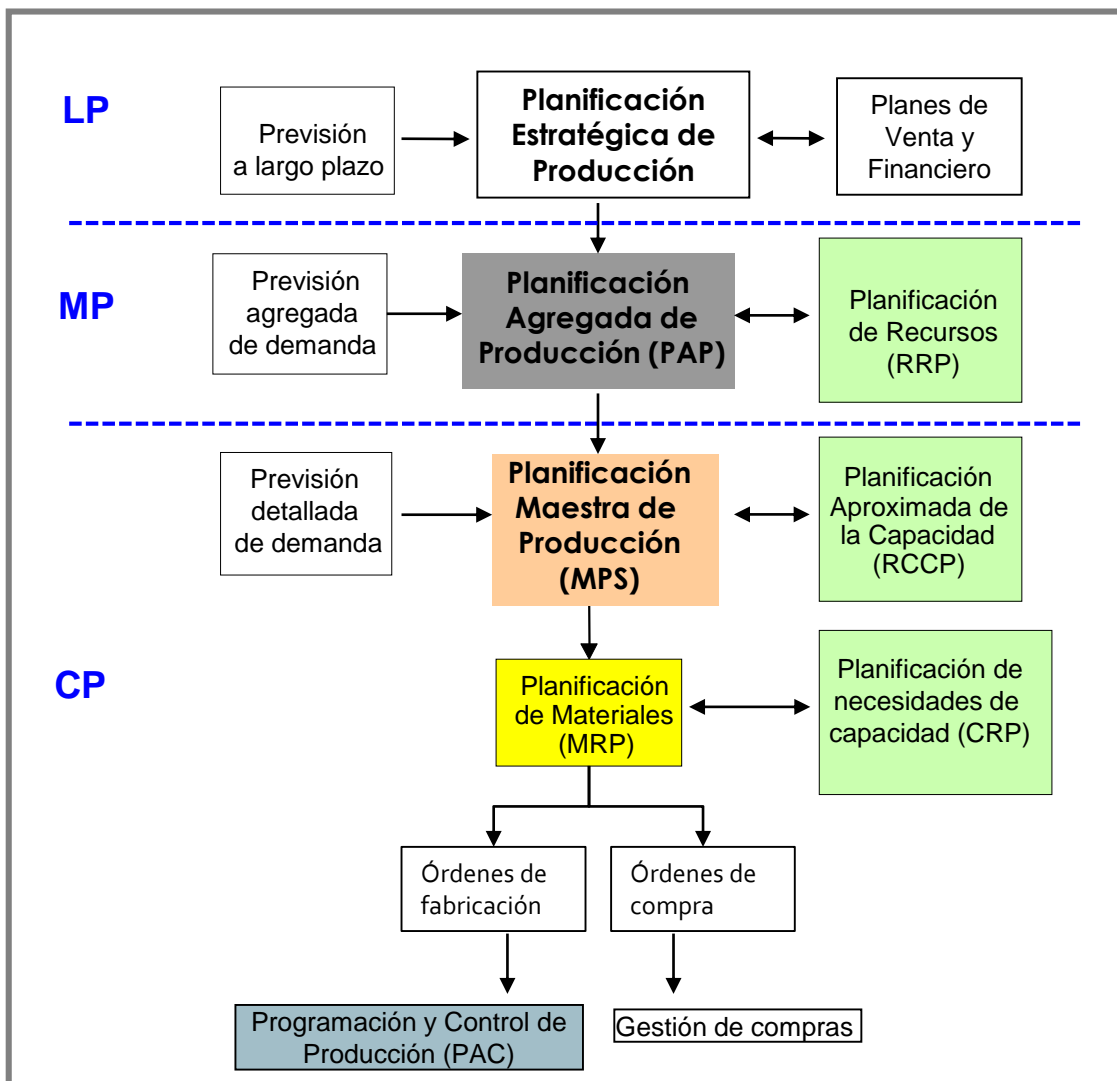
- La demanda se obtiene a través de planes de producción
- Se utilizan herramientas de planificación tipo push (MRP) o tipo pull (JIT)



3.3.2 Planificación de Requisitos de Materiales (MRP)

- Los sistemas de planificación de requisitos de materiales (MRP) adoptan un enfoque de "empuje" que fabrica productos terminados para el inventario sobre la base de los pronósticos de demanda.
- MRP predetermina las salidas necesarias en cada etapa de producción.





RRP: Resource Requirement Planning
 RCCP: Rough Cut Capacity Planning
 MPS: Master Production Scheduling
 MRP: Materials Requirements Planning
 CRP: Capacity Requirement Planning
 PAC: Production Activity Control



3.3.2 Enfoque Just In Time (JIT)

- **Solo lo que se necesita, nada más...**

Tener solo los materiales, las piezas y los productos correctos en el lugar correcto en el momento

- Los sistemas de producción Just In Time (JIT) adoptan un enfoque “pull” de la demanda en el que los bienes solo se fabrican para satisfacer los pedidos de los clientes.

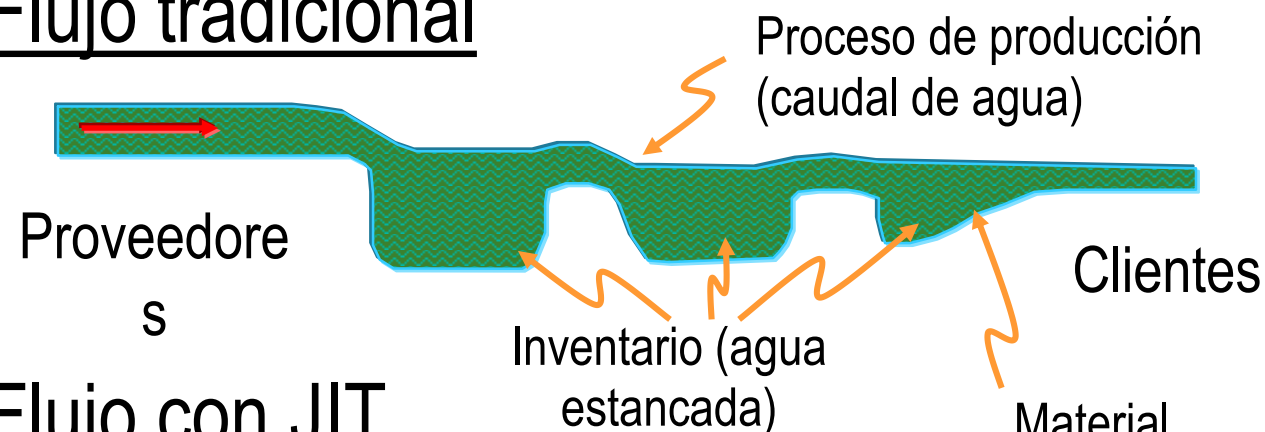


3.3.2 Enfoque Just In Time (JIT)

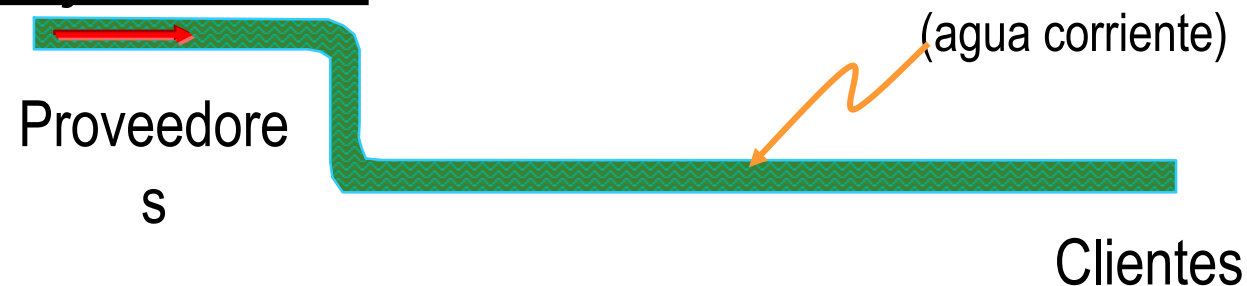
Definición y componentes de los sistemas JIT: diseñados para administrar los plazos de entrega y eliminar el desperdicio

- El objetivo es cero inventario y cero defectos
- Similitud con el sistema de dos contenedores: un contenedor satisface la demanda de piezas, el otro se usa cuando el primero está vacío.
- Reduce los plazos de entrega al requerir un reabastecimiento pequeño y frecuente.

Flujo tradicional



Flujo con JIT



Push (MRP)

Programa lanzamientos
según la demanda

- las fechas de entrega determinan los lanzamientos
- controla la tasa de lanzamientos
- observa **WIP** y CT (**variables**)

Pull (JIT)

Autoriza lanzamientos
según el estado del sistema

- asume TH constante (takt-time)
- controla **WIP** (**constante**)
- observa CT (constante)



- ***Vendor-Managed Inventory (VMI)***: es un sistema de administración de inventario en el que el vendedor, según un acuerdo existente con un comprador, administra el inventario del comprador y determina la cantidad de un producto que se necesita.

Los nuevos suministros se envían automáticamente al comprador.

Existe un suministro continuo de material en la cadena de suministro desplazando el disparador para el reabastecimiento hacia la fuente de demanda (ejemplo: demanda pronosticada en el punto de venta)



- Reposición simple inducida por existencias: el proveedor genera las órdenes de compra para su cliente (ejemplo: minorista) en función de la situación de las existencias en los centros de distribución de los clientes.
- Reabastecimiento avanzado basado en requisitos: el cliente envía sus datos de ventas reales al fabricante, lo que permite al proveedor producir pronósticos de requisitos más precisos y responder a estos requisitos.
- VMI dentro de un proceso de reabastecimiento orientado a los requisitos: el fabricante y el cliente acuerdan los factores que determinan la situación de la demanda a mediano plazo y mejoran la precisión de las cantidades reabastecidas a corto plazo de esta manera.



■ Referencias

- Ronald H. Ballou. Business Logistics Management-Planning, Organizing and Controlling the Supply Chain. Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, New Jersey, 2004
- Richard Chase, Robert Jacobs Administración de Operaciones. Producción y Cadena de Suministro. McGrawHill, 2014
- Sunil Chopra, Peter Meindl. Supply chain management : strategy, planning and operation London etc. : Pearson, cop. 2013.
- Hopp WJ, Spearman M L (2008). Factory physics. Third Edition. Waveland Press Inc.
- J. Vilana Arto. (2011). Gestión de Stocks. Dirección de Operaciones Gestión de Stocks, E.O.I Escuela de Organización Industrial. <https://www.eoi.es>.
- J. Bautista, R. Alfaro (2016). Dirección de Operaciones. Máster Universitario en Ingeniería de Organización – ETSEIB, Universitat Politècnica de Catalunya.
- J. Gómez (2013). Gestión logística y comercial. McGraw-Hill. ISBN: 978-84-481-8566-4
- Sabater, J. P. G. (2011). Modelos de Gestión de Stocks Índice. Cuando Y Cuanto Comprar. Universitat Politècnica de Valencia.
- Fogarthy, D. W., Blackstone, J. H., & Hoffmann, T. R. (1991). Production and Inventory Management. (Second ed.) South-Western Publishing Co.



Máster Universitario en Ingeniería Informática

Asignatura: Logística y Servicios

