

TEMA 3:
GESTIÓN DE INVENTARIOS:
DEMANDA INDEPENDIENTE

(I)

TEMA 3: GESTIÓN DE INVENTARIOS: DEMANDA INDEPENDIENTE (I)

3.1. Concepto y tipos de inventario

3.2. Componentes de los modelos de inventario

3.3. Políticas de gestión de inventarios

3.4. Modelos deterministas

3.1. CONCEPTO Y TIPOS DE INVENTARIO

CONCEPTO de INVENTARIOS (*stock*)

Cualquier recurso almacenado en espera de una posterior utilización en el proceso productivo o de una ulterior demanda por parte de los clientes

DECISIONES

¿Cuánto pedir?

¿Cuánto pedir?

FACTORES

- Naturaleza de la demanda
- Tiempo de suministro
- Costes asociados al inventario

3.1. CONCEPTO Y TIPOS DE INVENTARIO

TIPOS DE INVENTARIO (I)

SEGÚN SU NATURALEZA

- de **materias primas**
- de **productos en curso**
- de **productos terminados**
- de **material de envasado y embalaje**
- para **mantener/reparar/operar**

3.1. CONCEPTO Y TIPOS DE INVENTARIO

TIPOS DE INVENTARIO (II)

SEGÚN SU CATEGORÍA FUNCIONAL

- **Inventarios de ciclo:** se genera debido al lanzamiento de órdenes de pedido de un tamaño superior a las necesidades del momento (pauta de comportamiento cíclica)
- **Stocks de seguridad:** permite protegerse de la incertidumbre de la demanda y del plazo de entrega del pedido
- **Inventarios estacionales:** hacer frente a un aumento esperado de las ventas
- **Inventarios en tránsito:** artículos que están circulando entre las diferentes fases de producción y de distribución

3.1. CONCEPTO Y TIPOS DE INVENTARIO

VENTAJAS

- **Reducción de los tiempos de entrega**
- **Incremento de la flexibilidad**
- **Reducción de los costes de pedido**
- **Reducción de los costes de ruptura de stocks**
- **Reducción de los costes de adquisición y producción**
- **Mejora de la calidad**

3.1. CONCEPTO Y TIPOS DE INVENTARIO

INCONVENIENTES

- **Incremento del coste de almacenamiento**
- **Incremento del coste financiero**
- **Posible obsolescencia de lo almacenado**
- **Ocultación de problemas**
- **Riesgos derivados de situaciones imprevistas**

3.2. COMPONENTES DE LOS MODELOS DE INVENTARIO

DEMANDA

➤ Demanda conocida con

certeza

➤ Demanda como **variable**

aleatoria

➤ **Demanda independiente:**
no depende del resto de artículos en inventario.

Ej. Coches

➤ **Demanda dependiente:**
depende de la demanda de otros artículos de nivel superior

Ej. neumáticos

3.2. COMPONENTES DE LOS MODELOS DE INVENTARIO

TIEMPO DE SUMINISTRO O DE ENTREGA

- Tiempo que transcurre desde el **momento en que se realiza un pedido al proveedor (o se emite la orden de fabricación) hasta su llegada.**
- Incluye tiempo de lanzamiento de pedido (impresos,...) tiempo de tránsito de esa orden, el empleado por el suministrador, el tiempo de transporte, recepción del pedido, e inspección y control del pedido.
- Este intervalo de tiempo puede ser conocido en condiciones de **certeza** o considerado como **variable aleatoria**.

3.2. COMPONENTES DE LOS MODELOS DE INVENTARIO

COSTES DE INVENTARIOS (I)

COSTE DE ADQUISICIÓN O COMPRA

Precio pagado por los artículos al proveedor o el coste de fabricar los artículos en el interior de la empresa. Si D es la demanda anual, ese coste anual será:

$$C_A = D P$$

COSTE DE EMISIÓN O PREPARACIÓN

Asociados con la realización de un pedido al proveedor o con la preparación de la orden de fabricación (administrativos, de transporte, de cambiar de un producto a otro, descargas, recepción, etc.). Coste fijo (E) por cada pedido, independientemente del tamaño del lote. El coste anual (o en un periodo de gestión) será:

$$C_E = E \times \text{número de pedidos al año}$$

3.2. COMPONENTES DE LOS MODELOS DE INVENTARIO

COSTES DE INVENTARIOS (II)

COSTE DE POSESIÓN O ALMACENAMIENTO

Costes de alquiler, mantenimiento, seguros, robos, impuestos, financiero, recursos financieros inmovilizados por el inventario, etc. Son proporcionales al tamaño del inventario. Si A es el coste de almacenamiento de una unidad durante un año, ese coste será:

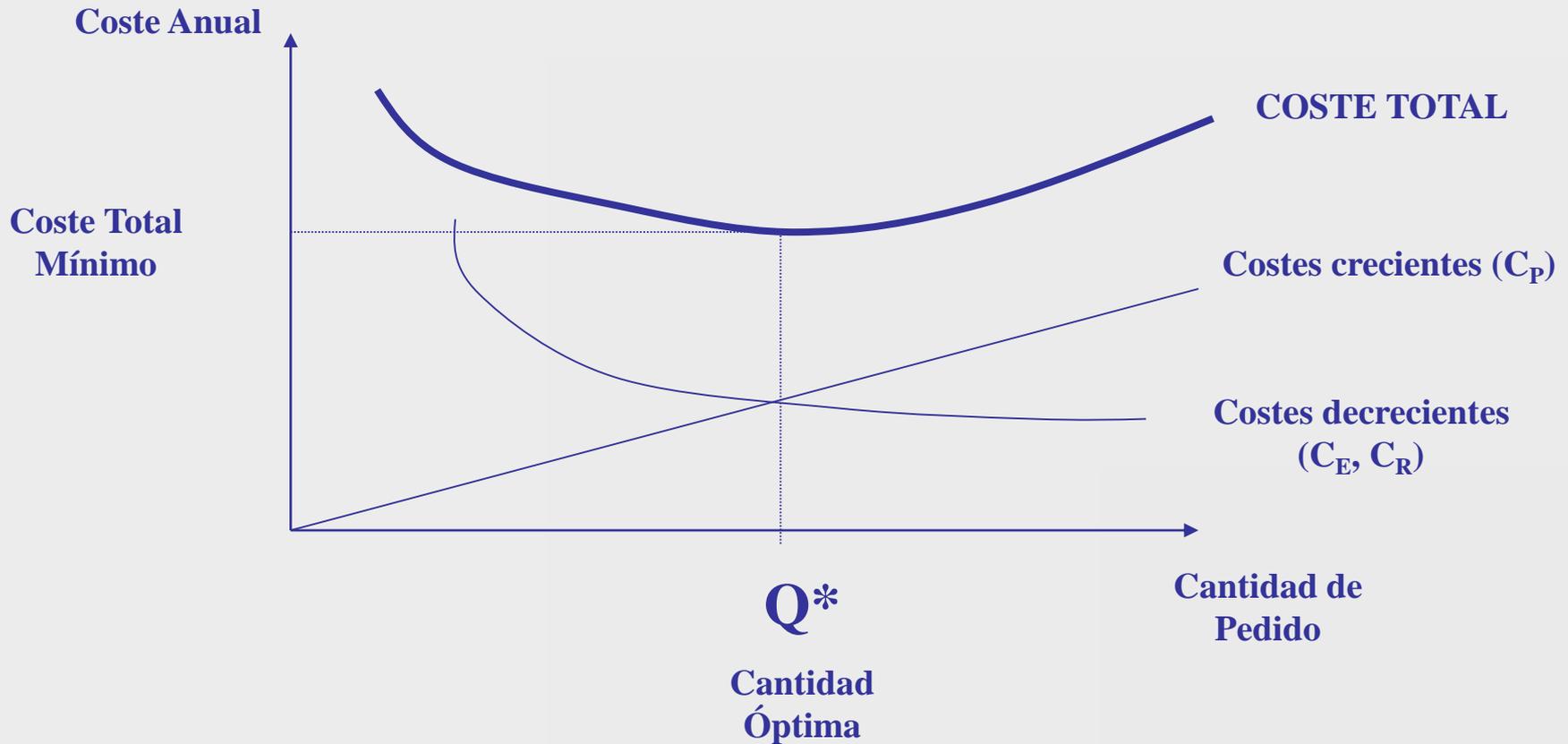
$$C_p = (A + i P) \times \text{inventario medio}$$

COSTE DE ROTURA

Costes derivados de una falta de inventarios y/o de la incapacidad de la producción disponible para satisfacer la demanda en un momento dado: inactividad, horas extras, sustituciones, subcontratación, pérdida de ventas, pérdida de imagen, etc.

3.2. COMPONENTES DE LOS MODELOS DE INVENTARIO

COSTES DE INVENTARIOS (III)



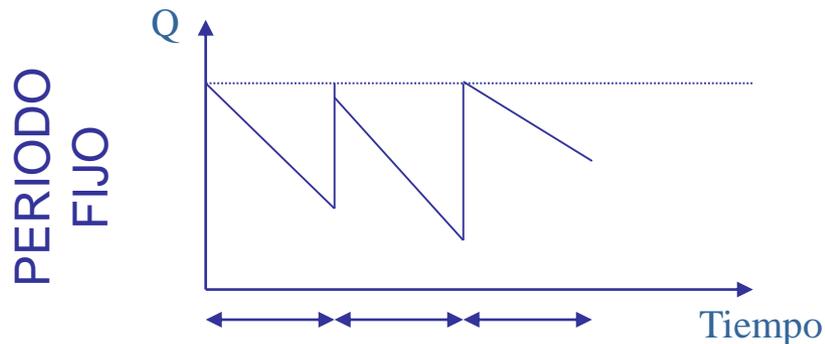
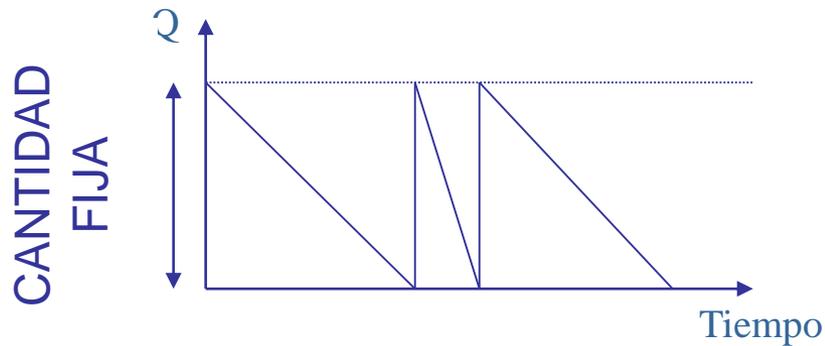
3.3. POLÍTICAS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS

	CANTIDAD FIJA	PERIODO FIJO
TAMAÑO DEL PEDIDO	Q constante	Q variable (que permita alcanzar el nivel de reposición S)
CUÁNDO HACER UN PEDIDO	Cuando el nivel de stock alcance el Punto de Pedido	Cada T unidades de tiempo (el periodo de revisión)
REVISIÓN	Continua	Periódica
TAMAÑO DEL INVENTARIO	Menor que en el de periodo fijo (reduce la necesidad de SS)	Mayor que en el de cantidad fija (requiere mayores SS)
COSTE DE MANTENIMIENTO	Alto debido a la revisión continua	Menor que el de cantidad fija
TIPO DE ARTÍCULOS	Artículos costosos o importantes, de baja demanda	Artículos baratos y de alta demanda

3.3. POLÍTICAS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS

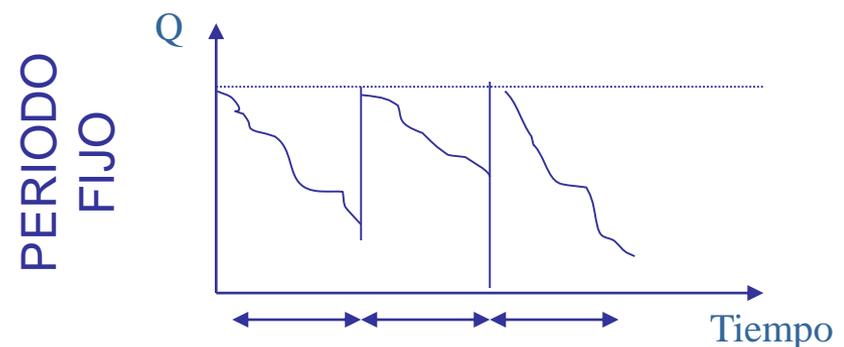
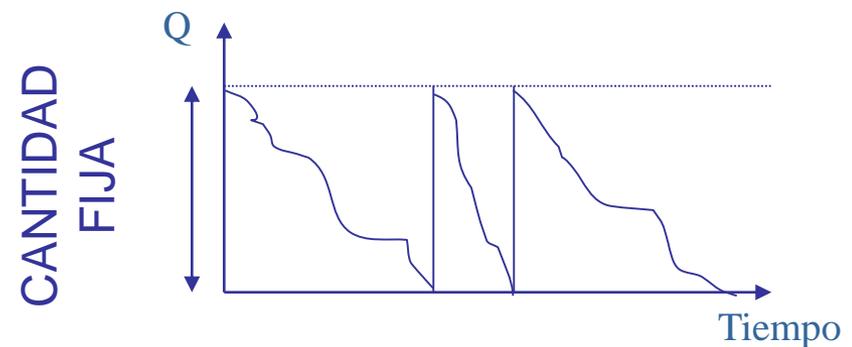
MODELOS DETERMINISTAS

Demanda y el tiempo de suministro constantes



MODELOS PROBABILISTAS

Demanda y/o el tiempo de suministro aleatorios



3.4. MODELOS DETERMINISTAS

SUPUESTOS

- Las variables que intervienen son constantes y conocidas con certeza
- La demanda diaria (d) es constante
- El coste de emisión (E) independiente del tamaño del pedido
- El coste de posesión (A) será proporcional a la cantidad almacenada y al tiempo que permanezca como inventario

Modelos de Cantidad Fija

(cálculo del tamaño óptimo del pedido, Q^*)

Modelos de Periodo Fijo

(cálculo del periodo óptimo entre pedidos, T^*)

3.4. MODELOS DETERMINISTAS

CANTIDAD FIJA DE PEDIDO

TIPOS

- Modelo de la **Cantidad Económica de Pedido (EOQ)**
- Modelo de **Cantidad Económica de Pedido con Suministro Gradual**
(tamaño económico del lote de producción)
- Modelo de **Descuento por cantidad para el EOQ**
- Modelo **EOQ con rotura de stock permitida**

CARACTERÍSTICAS COMUNES

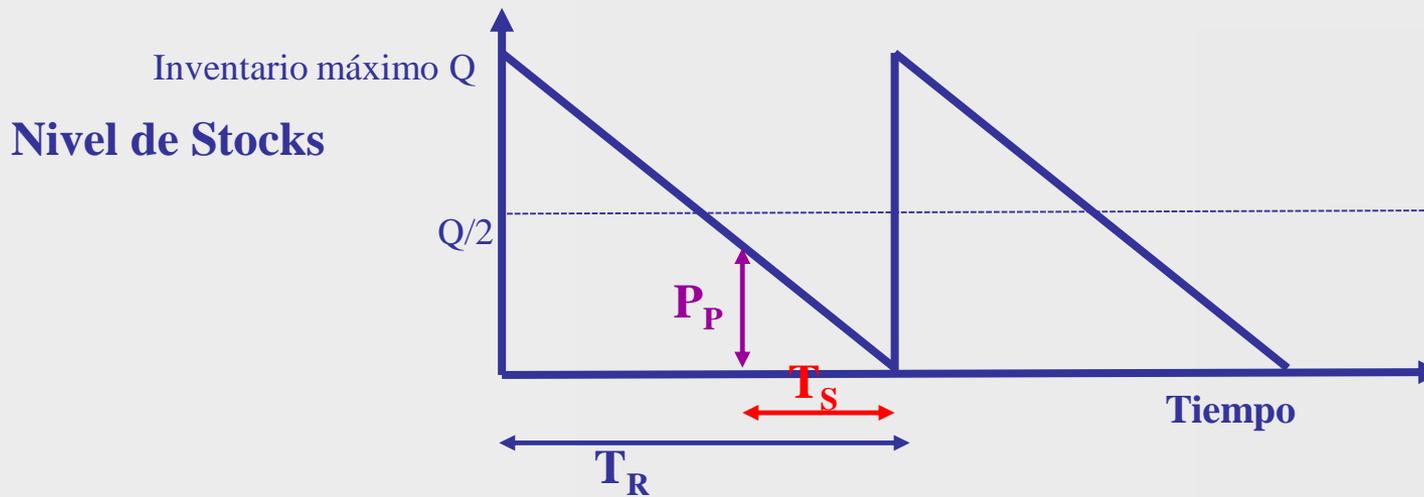
- Siempre se pedirá la **misma cantidad (Q)**
- La emisión del pedido se realizará cuando el almacén alcance un determinado nivel de inventarios, denominado **Punto de Pedido (P_p)**.

3.4. MODELOS DETERMINISTAS

CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO (EOQ)

HIPÓTESIS:

- La **DEMANDA** y el **TIEMPO DE SUMINISTRO** son constantes y conocidos con certeza
- La **RECEPCIÓN DEL PEDIDO** es instantánea (todo de una vez)
- **No** existen **COSTES DE ROTURA** (las roturas de existencias se evitan realizando los pedidos en el momento justo)
- Los **ÚNICOS COSTES VARIABLES** son los de **EMISIÓN** y **POSESIÓN**
- Los **DESCUENTOS POR CANTIDAD** no son posibles



3.4. MODELOS DETERMINISTAS

CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO (EOQ)

COSTE TOTAL (anual)=

C. ADQUISICIÓN + C. EMISIÓN + C. ALMACENAMIENTO

$$CT = D \cdot P + E \cdot \left(\frac{D}{Q}\right) + (A + i \cdot P) \left(\frac{Q}{2}\right)$$

CANTIDAD QUE MINIMIZA EL COSTE TOTAL DE INVENTARIO (CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO)

Derivada parcial de CT respecto a Q, e igualar a cero

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DE}{A + i \cdot P}}$$

3.4. MODELOS DETERMINISTAS

CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO (EOQ)

TIEMPO DE REAPROVISIONAMIENTO O DE CICLO

$$T_R \text{ (en días)} = \frac{Q}{d}$$

$$T_R \text{ (en años)} = \frac{Q}{D}$$

o también $T_R = \frac{\text{Duración de un periodo}}{\text{Nº de pedidos en ese periodo}}$

PUNTO DE PEDIDO

$$P_P \text{ (nivel de stock)} = d \times T_s$$

o más general: $P_P \text{ (posición de inventario)} = d \times T_s$

3.4. MODELOS DETERMINISTAS

CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO (EOQ)

Una cadena de supermercados instalados en Asturias y Cantabria, adquiere packs de tetrabricks de leche sin lactosa a un coste unitario de 10€/pack a la empresa Productos Lácteos del Cantábrico (PLC), SL. La demanda media semanal de este tipo de leche es constante de 4000 packs. Los costes administrativos, transporte y recepción de cada pedido se estiman en 20€. Se considera que cada pack almacenado supone un coste unitario anual de 1,5€, y que el coste de capital de la empresa es del 10%. PLC tarda 2 días en realizar la entrega del pedido. Si el periodo de gestión son 52 semanas (260 días hábiles), se pide calcular:

1. El tamaño óptimo del pedido
2. Los costes totales del inventario
3. El punto de pedido
4. Cada cuánto tiempo se debe realizar un pedido

3.4. MODELOS DETERMINISTAS

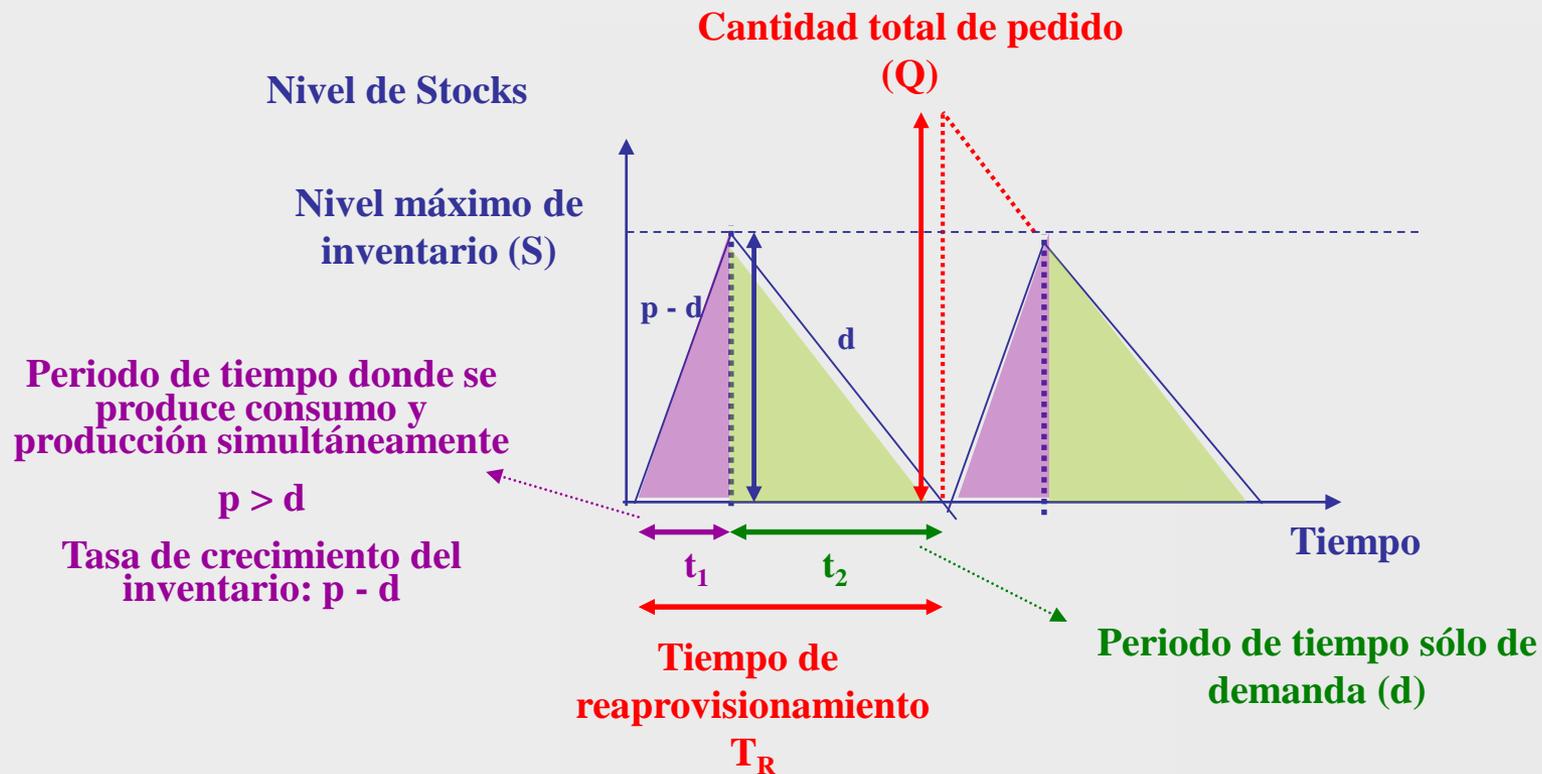
CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO CON SUMINISTRO GRADUAL (TAMAÑO ECONÓMICO DEL LOTE DE PRODUCCIÓN)

HIPÓTESIS:

- La **RECEPCIÓN DEL PEDIDO** se realiza a lo largo del tiempo (el artículo se fabrica en el interior de la empresa o el proveedor sirve el artículo de forma gradual)
- La **DEMANDA**, el **TIEMPO DE SUMINISTRO**, y los **COSTES** son conocidos con certeza
- **No** existen **COSTES DE ROTURA**
- El **consumo** de artículos es uniforme (d) e inferior al **ritmo de suministro** (p) que también es uniforme

3.4. MODELOS DETERMINISTAS

CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO CON SUMINISTRO GRADUAL (TAMAÑO ECONÓMICO DEL LOTE DE PRODUCCIÓN)



3.4. MODELOS DETERMINISTAS

CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO CON SUMINISTRO GRADUAL (TAMAÑO ECONÓMICO DEL LOTE DE PRODUCCIÓN)

A = coste de posesión anual unitario (incluye coste financiero)

CANTIDAD MÁXIMA DE INVENTARIO

$$S = (p - d) t_1$$

TOTAL PRODUCIDO EN LA TANDA DE PRODUCCIÓN

$$Q = p t_1$$

$$\text{por tanto, } t_1 = Q/p \text{ y } S = \frac{p-d}{p} \cdot Q$$

TIEMPO DE REAPROVISIONAMIENTO O TIEMPO DE CICLO

Tiempo que tarda en consumirse un lote de tamaño Q

$$T_R(\text{días}) = \frac{Q}{d}$$

3.4. MODELOS DETERMINISTAS

CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO CON SUMINISTRO GRADUAL (TAMAÑO ECONÓMICO DEL LOTE DE PRODUCCIÓN)

COSTE TOTAL DE INVENTARIO:

$$CT = D \cdot P + E \cdot \left(\frac{D}{Q}\right) + A \cdot \left(\frac{p-d}{p}\right) \cdot \left(\frac{Q}{2}\right)$$

CANTIDAD QUE MINIMIZA EL COSTE TOTAL DE INVENTARIO (CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO):

Derivada parcial de CT respecto a Q, e igualar a cero

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DE}{A \left(\frac{p-d}{p}\right)}}$$

3.4. MODELOS DETERMINISTAS

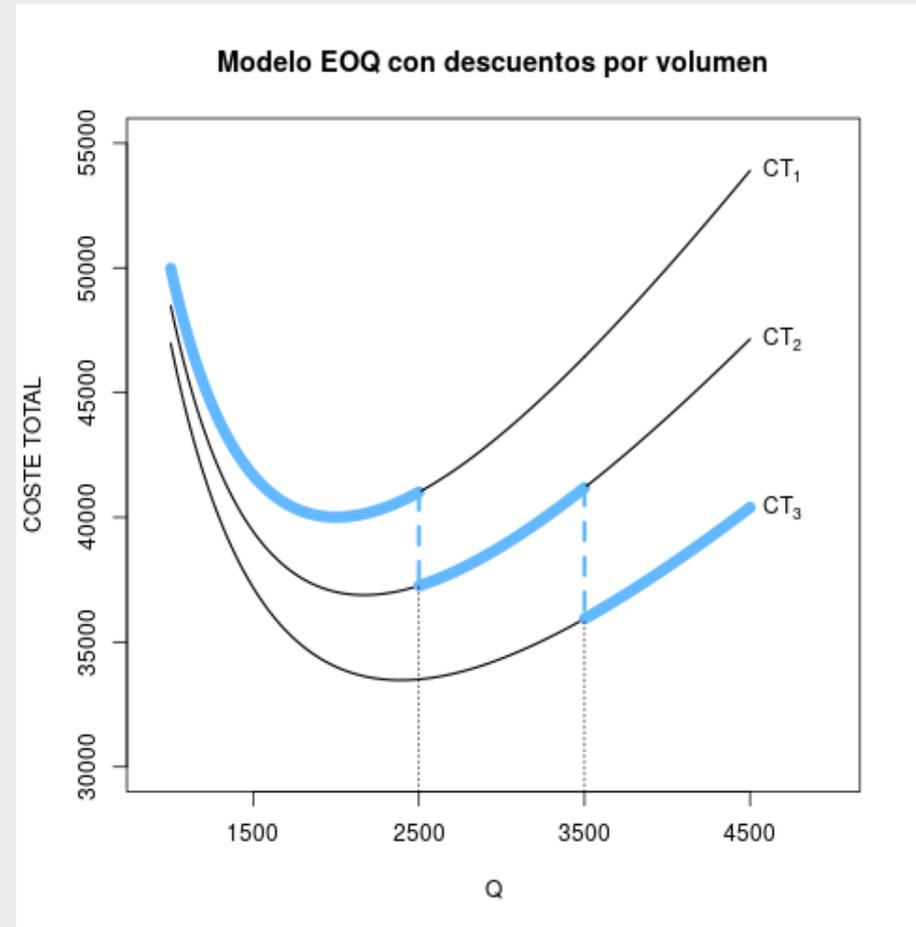
CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO CON SUMINISTRO GRADUAL (TAMAÑO ECONÓMICO DEL LOTE DE PRODUCCIÓN)

El obrador PACELSA es especialista en la elaboración de pasteles para celíacos de larga fecha de caducidad con una capacidad anual de 3.000 pasteles. La demanda anual es de 1.200 unidades y prácticamente constante. Los costes de limpieza y puesta en marcha de los utensilios y herramientas ascienden a 200€. El coste de elaboración es de 4€/pastel y el coste anual de almacenamiento equivale al 25% del coste de elaboración. Calcular el tamaño ideal del lote de producción, los costes totales de inventario, el tiempo de ciclo y el punto de pedido, teniendo en cuenta que el periodo de gestión son 250 días hábiles y $T_s = 10$ días.

3.4. MODELOS DETERMINISTAS

DESCUENTO POR CANTIDAD PARA EL EOQ

- Algunas empresas ofrecen descuentos o rappels por compras (se **reduce el precio** al aumentar la cantidad)
- Al existir distintos precios, la **función de costes** deja de ser una función continua y se convierte en una por **tramos**



3.4. MODELOS DETERMINISTAS

DESCUENTO POR CANTIDAD PARA EL EOQ

PROCEDIMIENTO

- 1) Calcular el valor de Q^* para el precio más bajo.
- 2) Comprobar que esa cantidad de pedido es factible para el precio establecido. Si no es factible, ajustamos la cantidad al mínimo tamaño del pedido que permite conseguir dicho precio.
- 3) Calcular el coste total de inventario asociado a la cantidad según el paso 2.
- 4) Calcular el valor de Q^* para el siguiente nivel de precios.
- 5) Comprobar que esa cantidad de pedido es factible para el precio establecido, y actuar como en el paso 2 en caso de no ser factible.
- 6) Calcular el coste total de inventario asociado a esa cantidad (como en el paso 3).
- 7) Continuar con los pasos 4-5-6 hasta haber analizado todos los precios
- 8) Seleccionar aquella Q^* que tenga el menor coste total.

3.4. MODELOS DETERMINISTAS

DESCUENTO POR CANTIDAD PARA EL EOQ

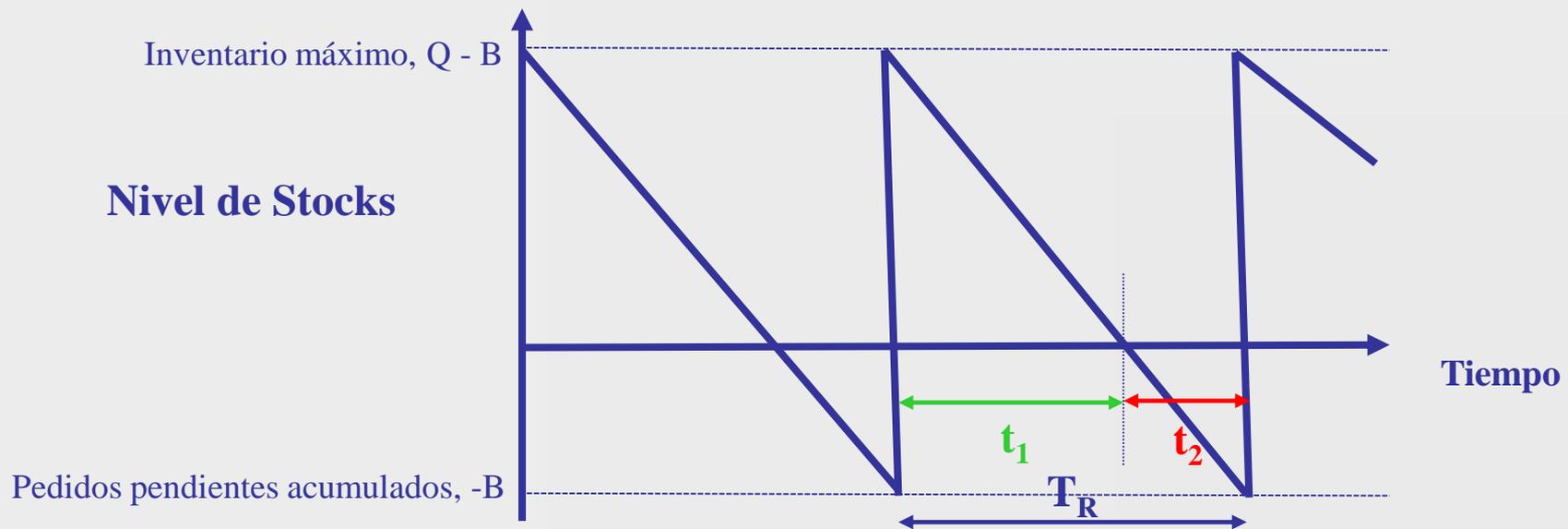
El restaurante MINAR ubicado en Sigüenza adquiere las cajas de 3 unidades de botellas de vino blanco semidulce a una conocida bodega riojana a un precio de 10€/caja. La bodega le ofrece un descuento del 5% en el precio si el pedido alcanza las 200 cajas (descuento para todas las cajas). Se considera que cada caja almacenada supone un coste unitario anual de 0,8 €, y que el coste de capital asciende al 12%. El coste de realización del pedido (incluido el coste de transporte) asciende a 50€, y la demanda anual es de 1500 cajas. Calcular el tamaño óptimo del lote así como sus costes totales de inventario.

3.4. MODELOS DETERMINISTAS

MODELO EOQ CON ROTURA DE STOCK PERMITIDA (AGOTAMIENTOS PLANEADOS)

HIPÓTESIS:

- Aparecen los **PEDIDOS PENDIENTES** (*backorders*)
- Se retrasa la llegada del nuevo lote un tiempo t_2 , por lo que se produce una **ROTURA DE STOCK**, y genera costes (**R**)
- El lote de tamaño Q cubre los **pedidos pendientes acumulados** ($B = d \times t_2$), y las restantes unidades ($Q - B = d \times t_1$) se almacenan (**inventario máximo**)



3.4. MODELOS DETERMINISTAS

MODELO EOQ CON ROTURA DE STOCK PERMITIDA (AGOTAMIENTOS PLANEADOS)

$$C. \text{ TOTAL} = C. \text{ ADQ.} + C. \text{ EMIS.} + (C. \text{ ALMACEN.} + C. \text{ ROTURA})$$

Buscamos valores de Q y B que MINIMIZAN CT

Derivada parcial de CT respecto a Q y a B, e igualar a cero

$$\left\{ \begin{array}{l} Q^* = \sqrt{\frac{2DE}{\left(\frac{A \cdot R}{A + R}\right)}} \\ B^* = Q^* \cdot \frac{A}{A + R} \end{array} \right.$$

Usando estos valores el Coste Total será:

$$CT = D \cdot P + E \cdot \left(\frac{D}{Q^*}\right) + \frac{A \cdot R}{A + R} \cdot \left(\frac{Q^*}{2}\right)$$

3.4. MODELOS DETERMINISTAS

MODELO EOQ CON ROTURA DE STOCK PERMITIDA (AGOTAMIENTOS PLANEADOS)

La empresa SIBECO fabrica un tipo de vehículo blindado destinado a las Fuerzas Armadas de los países de la OTAN, con una demanda de 1000 unidades al año, a un coste de 50.000€/unidad. El coste de almacenamiento se estima en un 25% del coste de adquisición. El coste de emisión del pedido asciende a 2.500€. SIBECO estima un coste anual unitario de 12.000€ para los pedidos pendientes. Si el periodo de gestión son 250 días hábiles, se pide:

1. Calcular todos los parámetros del modelo así como todos los costes.
2. Comparar los resultados obtenidos con el caso de haber utilizar un modelo EOQ convencional.

3.4. MODELOS DETERMINISTAS

MODELOS DE PERIODO FIJO – Revisión Periódica (PERIODO ECONÓMICO DE PEDIDO – POQ)

- La **DEMANDA**, el **TIEMPO DE SUMINISTRO** y los **COSTES**, son conocidos con certeza
- **No** existen **COSTES DE ROTURA**
- La **RECEPCIÓN DEL PEDIDO** es instantánea (todo de una vez)
- Los pedidos se emiten a intervalos regulares de tiempo. En ese momento, se cuenta el inventario disponible, para así determinar la cantidad a pedir
- Se calcula el POQ, tiempo entre pedidos que minimiza el CT
- Se pide lo necesario para alcanzar un **Nivel de Reposición (S)** que es conocido e incluye un determinado **Stock de Seguridad (SS)**

3.4. MODELOS DETERMINISTAS

MODELOS DE PERIODO FIJO – Revisión Periódica (PERIODO ECONÓMICO DE PEDIDO – POQ)

C. TOTAL = C. ADQ. + C. EMIS. + C. ALMACEN.

$$CT = D \cdot P + E \cdot \frac{1}{T} + A \cdot \left(\frac{D \cdot T}{2} + SS \right)$$

T^* : TIEMPO de REAPROVISIONAMIENTO QUE MINIMIZA CT

Derivada parcial de CT respecto a T, e igualar a cero

$$T^* = \sqrt{\frac{2E}{A \cdot D}}$$

NIVEL DE REPOSICIÓN

$$S = T^* \cdot D + SS$$

CANTIDAD DE PEDIDO

**Q^* = Nivel de reposición (S) – stock existente en el momento de
revisión + demanda durante el tiempo de suministro**

3.4. MODELOS DETERMINISTAS

MODELOS DE PERIODO FIJO – Revisión Periódica (PERIODO ECONÓMICO DE PEDIDO – POQ)

Una cadena de tiendas de bricolaje está teniendo gran éxito con la venta de la bombilla LED modelo LD-18. Mantiene un stock de bombillas en un almacén central desde el que se distribuyen a las tiendas en función del consumo en cada una de ellas. Para simplificar y abaratar la gestión se ha decidido utilizar un sistema de control periódico de inventario manteniendo un stock de seguridad de 700 bombillas. La demanda es prácticamente constante y tiene un valor de 200 uds/día. Los costes asociados al pedido que se haga al fabricante son simplemente los de transporte que ascienden a 220€/pedido. El coste de almacenar cada bombilla se ha estimado en 3€/año. Como el tiempo de suministro por parte del fabricante también tiene un valor prácticamente constante de 10 días se ha optado por utilizar un modelo determinista de gestión de inventarios POQ. Se desea calcular cuál será el periodo entre pedidos que permita optimizar los costes, cuáles son esos costes, cuál es el stock medio de este tipo de bombillas, y de qué tamaño será el pedido que se hace al fabricante si en el momento de revisar el stock se observa que éste es de 2370 unidades. Se sabe que el precio de compra de cada bombilla es de 4€ y que el año tiene 350 días hábiles.

BIBLIOGRAFÍA

- Arias Aranda, D. y Minguela Rata, B. (Coords.) (2018): *Dirección de la producción y operaciones. Decisiones operativas*. Pirámide. Madrid.
- Heizer, J.; Render, B. (2015): *Dirección de la Producción y de Operaciones. Decisiones tácticas*. 11^a edición. Prentice Hall, Madrid.
- Miranda González, F.J. et al. (2005): *Manual de Dirección de Operaciones*. Thomson, Madrid.

TEMA 3:
GESTIÓN DE INVENTARIOS
(I): DEMANDA
INDEPENDIENTE