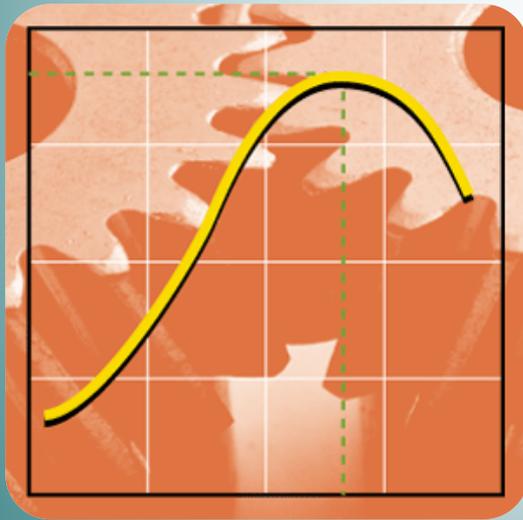


# Economía y Administración de Empresas para Ingenieros

## Tema 11. Gestión de inventarios



**Rubén Diego Carrera**

DPTO. DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

Este tema se publica bajo Licencia:

[Creative Commons BY-NC-SA 3.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/)

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

# - Índice de contenidos -

1. El inventario.
2. Tipos de inventario.
3. Gestión del inventario.
4. Modelos de gestión de inventarios.

# 1. EL INVENTARIO (LOS *STOCKS*)

**Definición:** *Es un recurso almacenado que se utiliza para satisfacer una necesidad actual o futura.*

## Funciones del inventario

- 1 Desconectar o separar varias partes del proceso productivo
- 2 Proporcionar una variedad de mercancías que permitan al cliente elegir entre ellas.
- 3 Aprovechar los descuentos por volumen
- 4 Protegerse contra la inflación

# 1. EL INVENTARIO (LOS *STOCKS*)

**1**

**Desconectar o separar varias partes del proceso productivo**

Si los suministros de una empresa fluctúan, puede ser necesario adquirir más materiales para aislar el proceso productivo de los proveedores.

**2**

**Proporcionar una variedad de mercancías que permitan al cliente elegir entre ellas.**

Este tipo de inventarios son típicos de establecimientos minoristas.

**3**

**Aprovechar los descuentos por volumen**

La compra de grandes cantidades puede reducir el coste de las mercancías o su plazo de entrega.

**4**

**Protegerse contra la inflación**

Los aprovisionamientos protegen del aumento de los precios.

# 1. EL INVENTARIO (LOS *STOCKS*)

## Desventajas del inventario

### 1. Costes más altos:

- ❑ Costes del producto (si se ha comprado).
- ❑ Costes del pedido (o de preparación):
  - Costes de los formularios, de los salario de los empleados, etc.
- ❑ Costes del almacenamiento (o del transporte):
  - El alquiler de un edificio, el seguro, los impuestos, etc.

### 2. Es difícil de controlar.

### 3. Oculta los problemas de producción.

## 2. TIPOS DE INVENTARIO.

- 1** **Inventario de materias Primas:** se han comprado pero aún no se han procesado. Aun no entrado en el proceso de fabricación.
- 2** **Inventario de trabajo en proceso:** Productos sin terminar o que ya no se consideran materias primas. Han experimentado algún cambio, pero no está terminado.
- 3** **Inventarios provocados por el consumo** de partes o productos durante el tiempo necesario para mantener / reparar / operar.
- 4** **Inventario de productos terminados:** está acabado y esperando a ser vendido. Aun consta como activo dentro de la empresa.

## 2. TIPOS DE INVENTARIO.

### El Ciclo de flujo del material



- 1 **Tiempo de proceso** : el trabajo está en la máquina y se está llevando a cabo.
- 2 **Tiempo de preparación** : el trabajo está en la estación de trabajo, la cual está siendo “preparada”.
- 3 **Tiempo en cola** : el trabajo está donde debe estar, pero no está siendo procesado porque otro trabajo lo precede.
- 4 **Tiempo de transporte** : el tiempo que transcurre en el tránsito de un trabajo.
- 5 **Tiempo de espera** : cuando un proceso ha terminado, pero el trabajo se encuentra en espera a que se le traslade al siguiente área de trabajo.
- 6 **Otros** : inventario justo a tiempo.

### 3. GESTIÓN DEL INVENTARIO.

**Director de Operaciones** → Responsabilidad de tomar las decisiones relativas a los *sistemas de gestión* de inventarios.

#### **Aspectos que debe resolverse**

¿Cómo se pueden clasificar los artículos del inventario?  
(Análisis ABC)

¿Cómo se pueden mantener con precisión los registros de inventario?

## 3. GESTIÓN DEL INVENTARIO.

### *ANÁLISIS ABC*

**Definición:** Sirve para clasificar los artículos del inventario disponible en 3 grupos (A, B, y C) en función de su volumen anual en términos monetarios.

### **Procedimiento:**

Se multiplica el valor unitario del artículo en cuestión por una previsión de su utilización para el año próximo (Valor Anual).

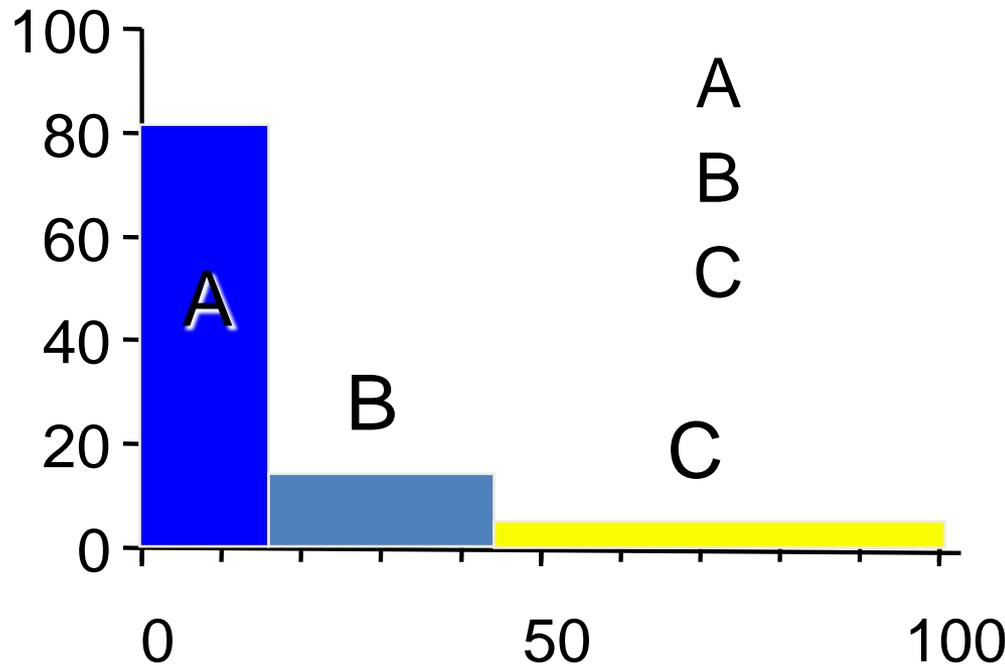
Los ítems se ordenan en una lista de Mayor a menor valor anual y se enumeran de 1 a N; siendo N; el número de artículos diferentes

A continuación se va calculando el % que dichos valores anuales representan sobre la cifra de Valor Anual Total y seguidamente el % acumulado desde 1 hasta N.

# 3. GESTIÓN DEL INVENTARIO.

## ANÁLISIS ABC

Porcentaje de uso  
anual en €



Clases	Porcentaje del volumen monetario	Porcentaje de los artículos
--------	----------------------------------	-----------------------------

A	80	15
B	15	30
C	5	55

Porcentaje de artículos en inventario

### 3. GESTIÓN DEL INVENTARIO.

#### *PRECISIÓN DE LOS REGISTROS*

- ✓ Conocer la precisión los registros, permite a las organizaciones concentrarse en los artículos que son necesarios, en vez de tener “un poco de todo” en el inventario.
- ✓ Solo cuando se sabe lo que se tiene se puede tomar la decisión de emisión de pedidos, programación y distribución.
- ✓ Para garantizar la exactitud de los registros hay que anotar correctamente las entradas y salidas y conseguir una buena seguridad en el almacén.

### **3. GESTIÓN DEL INVENTARIO.**

#### ***INTERROGANTES DEL PROBLEMA DE INVENTARIO***

¿Cuál debe ser el tamaño de lote a emitir?

¿Cuáles deben ser los momento (frecuencia) de emisión?

¿Con qué frecuencia debe comprobarse el nivel de inventarios existente?

### **3. GESTIÓN DEL INVENTARIO.**

***¿CON QUÉ FRECUENCIA COMPROBAR INVENTARIO?***

**SISTEMAS DE REVISIÓN CONTINUA, SRC**

**SISTEMAS DE REVISIÓN PERIÓDICA, SRC**

**SISTEMAS DE REVISIÓN MIXTA, SMM**

### 3. GESTIÓN DEL INVENTARIO.

#### *¿CON QUÉ FRECUENCIA COMPROBAR INVENTARIO?* **Sistemas de revisión continua, SRC**

✓ Después de cada transacción (llegada o salida de stocks del almacén), se comprueba el **Nivel de Inventarios (NI)**.

$$NI = E + RP - PP$$

- E** → Existencias físicamente presentes en el momento de control.  
**RP** → Recepciones programadas. Cantidades ya solicitadas y pendientes de recibir.  
**PP** → Pedidos pendientes. Solicitados pero aun no servidos.

## 3. GESTIÓN DEL INVENTARIO.

### ¿CON QUÉ FRECUENCIA COMPROBAR INVENTARIO? Sistemas de revisión continua, SRC

$$NI = E + RP - PP$$

- E** → Existencias físicamente presentes en el momento de control.
- RP** → Recepciones programadas. Cantidades ya solicitadas y pendientes de recibir.
- PP** → Pedidos pendientes. Solicitados pero aun no servidos.

✓ Después de observar el nivel de inventario, se compara con el **Punto de Pedido,  $P_p$** .

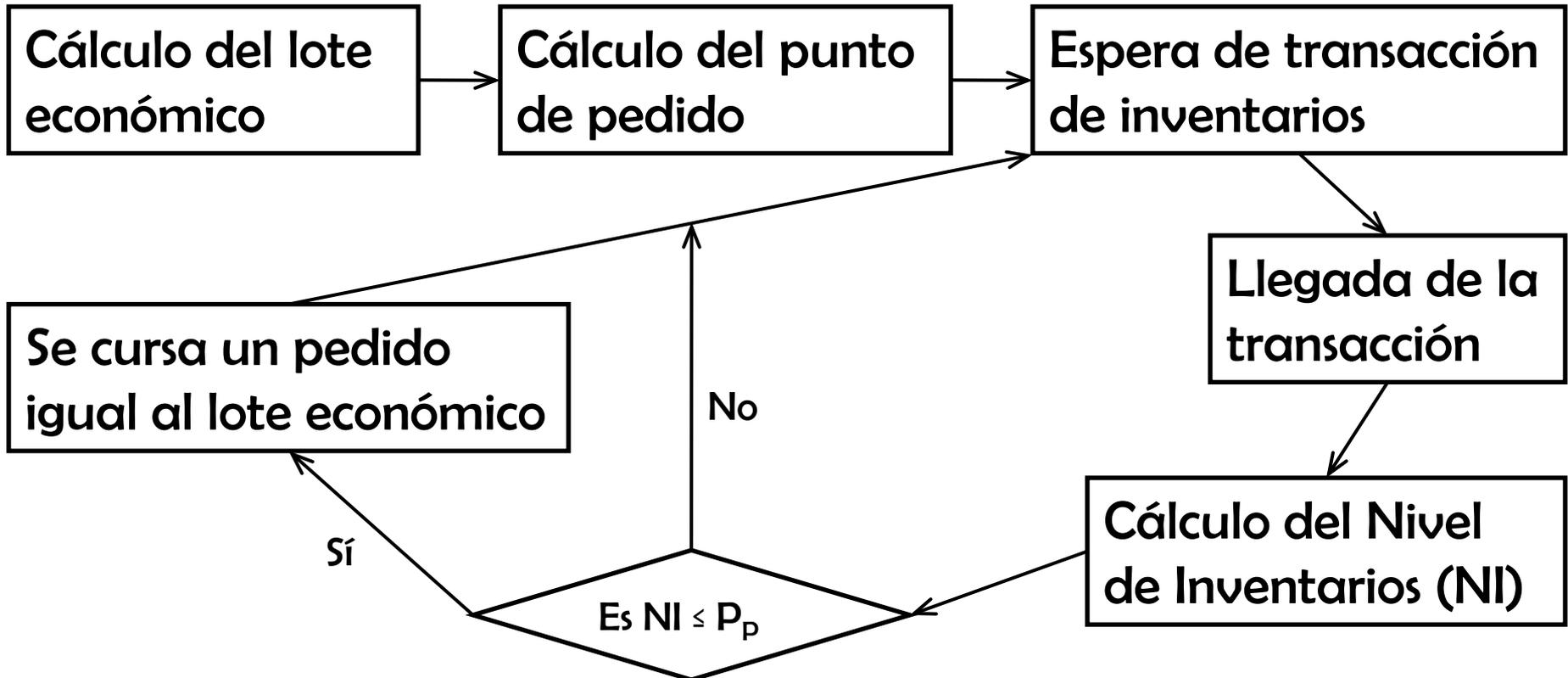
$$NI \leq P_p \longrightarrow \text{Emisión de pedido}$$

✓ El pedido tiene una cantidad cte que llegará al transcurrir el **Tiempo de Suministro (TS)**.

✓ Este sistema implica utilizar un **modelo de cantidad fija de pedido, CFP** → Cálculo **tamaño de lote óptimo ( $Q^*$ )**.

# 3. GESTIÓN DEL INVENTARIO.

*¿CON QUÉ FRECUENCIA COMPROBAR INVENTARIO?*  
**Sistemas de revisión continua, SRC**



### 3. GESTIÓN DEL INVENTARIO.

*¿CON QUÉ FRECUENCIA COMPROBAR INVENTARIO?*

**Sistemas de revisión periódica, SRP**

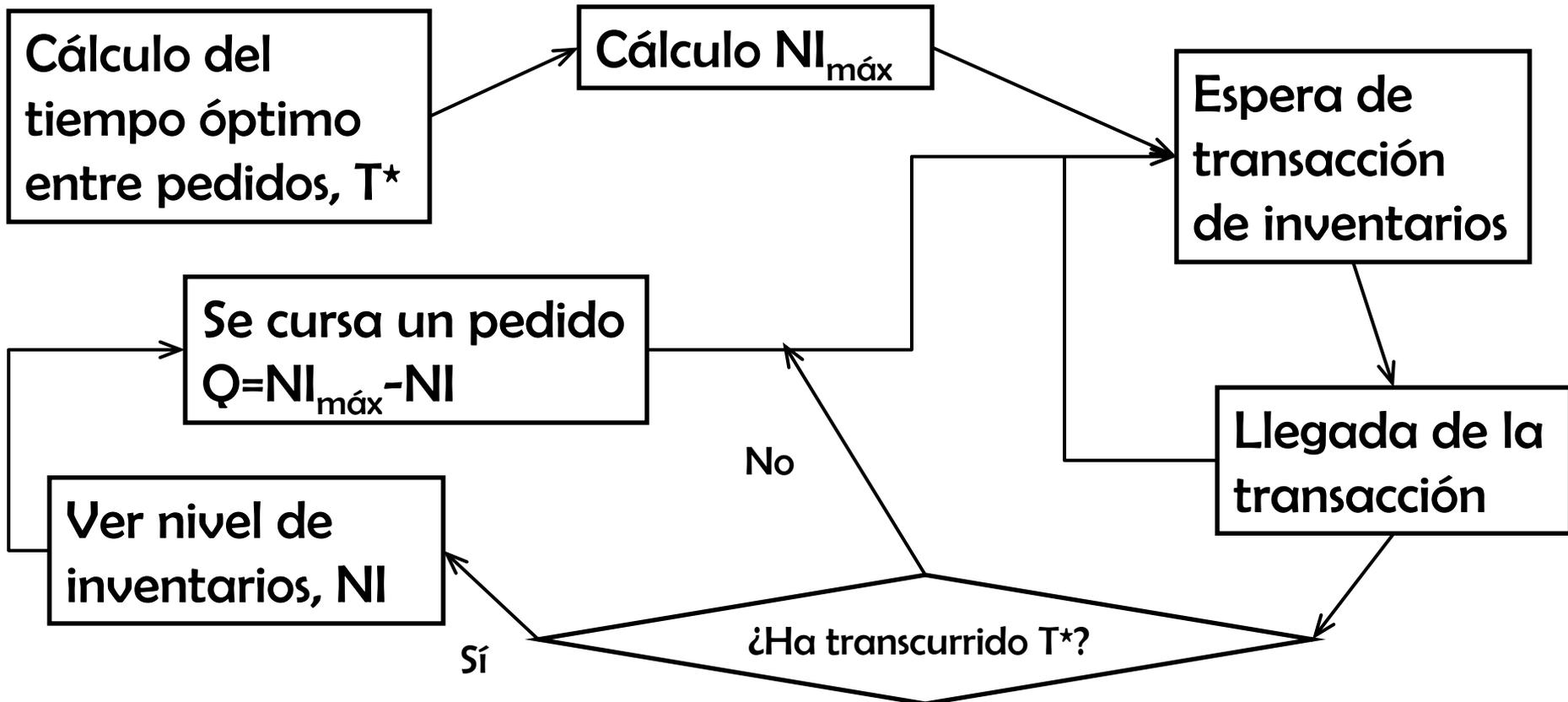
- ✓ Sistema asociado con los **modelos de período fijo, PF**, en los que se calcula el **tiempo óptimo entre pedidos,  $T^*$** , que minimiza los coste totales de gestión.
- ✓ Cada vez que transcurre dicho tiempo ( $T^*$ ), se mide el Nivel de Inventarios (NI), y se emite el **pedido de un lote,  $Q$** .

$$Q = NI_{m\acute{a}x} - NI$$

**$NI_{m\acute{a}x}$**  → Nivel máximo de stocks.  
Representa el nivel objetivo de inventarios a reponer.

# 3. GESTIÓN DEL INVENTARIO.

**¿CON QUÉ FRECUENCIA COMPROBAR INVENTARIO?**  
**Sistemas de revisión periódica, SRP**



### 3. GESTIÓN DEL INVENTARIO.

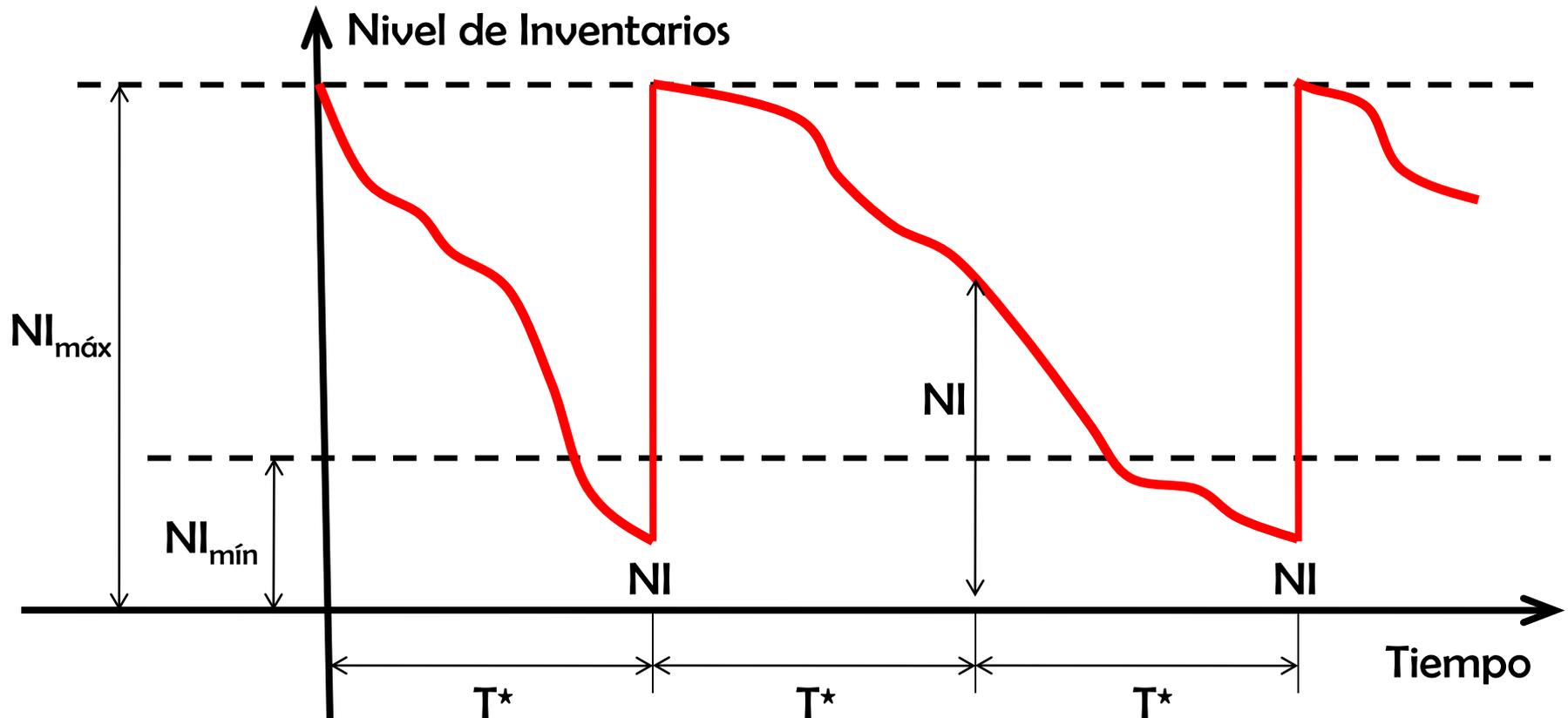
*¿CON QUÉ FRECUENCIA COMPROBAR INVENTARIO?*

**Sistemas mixto o de mínimo-máximo, SMM**

- ✓ *Problema SRP* → En el caso que la demanda sea demasiado lenta, los pedidos emitidos serán muy pequeños y antieconómicos. Muchas veces serán incluso innecesarios.
- ✓ Por ello puede utilizarse el SMM que **aúna parte de los dos sistemas anteriores**.
- ✓ La revisión del nivel de inventario se realiza cada vez que transcurre un tiempo fijo ( $T^*$ ), tal como en el SRP, pero solo se emite un lote si, en dicho instante, NI es igual o inferior a un determinado **Nivel Mínimo de Stocks ( $NI_{\text{mín}}$ )** → Como el punto de pedido del SRC.

### 3. GESTIÓN DEL INVENTARIO.

*¿CON QUÉ FRECUENCIA COMPROBAR INVENTARIO?*  
**Sistemas mixto o de mínimo-máximo, SMM**



## 4. MODELOS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS.

### *TIPOS DE DEMANDA*

***Demanda independiente:*** la demanda de un artículo es independiente de la demanda de cualquier otro artículo.

***Demanda dependiente:*** la demanda de un artículo depende de la demanda de otro.

## 4. MODELOS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS.

### ***COSTES DE INVENTARIO***

**Costes de almacenamiento:** son los costes asociados con la posesión o manejo del inventario en el tiempo.

**Coste de lanzamiento:** están asociados con los costes de procesamiento de pedidos y la recepción de los productos.

**Coste de preparación:** es el coste de preparar una máquina o un proceso de fabricación de un pedido.

## 4. MODELOS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS.

### ***COSTES DE INVENTARIO***

#### **Costes de almacenamiento**

Obsolescencia.  
Seguros.  
Más personal.  
Intereses.  
Hurto.  
Daños.  
Almacenamiento.

#### **Costes de lanzamiento**

Suministros.  
Formularios.  
Proceso de pedido.  
Material de oficina.

#### **Costes de preparación**

Costes de limpieza.  
Costes de reequipamiento.  
Costes de ajuste.

# 4. MODELOS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS.

## CLASIFICACIÓN GENERAL MODELOS

MODELOS	DEMANDA	TEMPO DE SUMINISTRO	SISTEMA	CASOS
DETERMINÍSTICO	Cierta	Cierto	Cantidad Fija de Pedido (CFP)	Modelo básico de Cantidad Fija de Pedido (MBCFP)
				MBCFP con simultaneidad en el consumo y el reaprovisionamiento del inventario
				MBCFP con posibilidad de descuento en el coste de obtención
			Gestión de stocks para múltiples ítems	
			Período Fijo (PF)	Modelo básico de período fijo (MBPF)
PROBABILÍSTICO	Aleatoria	Cierto	Cantidad Fija de Pedido (CFP)	Modelos básicos
	Cierta	Aleatorio		
	Aleatoria	Aleatorio		
	Cierta	Aleatorio	Período Fijo (PF)	Modelos básicos
	Aleatoria	Cierto		

## 4. MODELOS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS.

### Términos de interés:

- **Coste de posesión,  $C_p$ :** son los costes asociados con la posesión o manejo del inventario a través del tiempo. Se consideran proporcionales al nivel de inventarios.
- **Coste de emisión,  $C_e$ :** son todos aquellos costes que se producen cada vez y por el hecho de solicitar y recibir un pedido. Suele considerarse independiente del tamaño de los lotes solicitados y proporcional al número de éstos.
- **Coste de ruptura,  $C_r$ :** Se produce cuando se necesita un item y no hay existencias del mismo. Es proporcional a la demanda no satisfecha.
- **Coste de adquisición,  $C_a$ :** es el relacionado con la compra o fabricación de los lotes solicitados.

## 4. MODELOS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS.

### Términos de interés (II):

**Tiempo de suministro,  $T_s$ :** es el intervalo de tiempo que transcurre entre el momento en que se solicita un pedido y el instante de su llegada.

**Tiempo de reaprovisionamiento,  $T_R$ :** es el intervalo de tiempo que transcurre desde que el inventario está lleno hasta que se vacía.

**Ruptura de stocks:** cuando el nivel de inventario desciende a cero.

**Stock de seguridad:** tiene como finalidad actuar como reserva, que absorba los incrementos posibles de la demanda durante los periodos críticos en los que el sistema no puede reaccionar inmediatamente.

## 4. MODELOS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS.

### Modelo Básico de Cantidad Fija de Pedido (MBCFP)

#### Hipótesis generales

1. Siempre se pedirá una *misma cantidad ( $Q^*$ )* → *Lote económico.*
2. La emisión del pedido se realizará cuando el almacén alcance un determinado nivel de inventarios → *Punto de Pedido ( $P_p$ ).*

## 4. MODELOS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS.

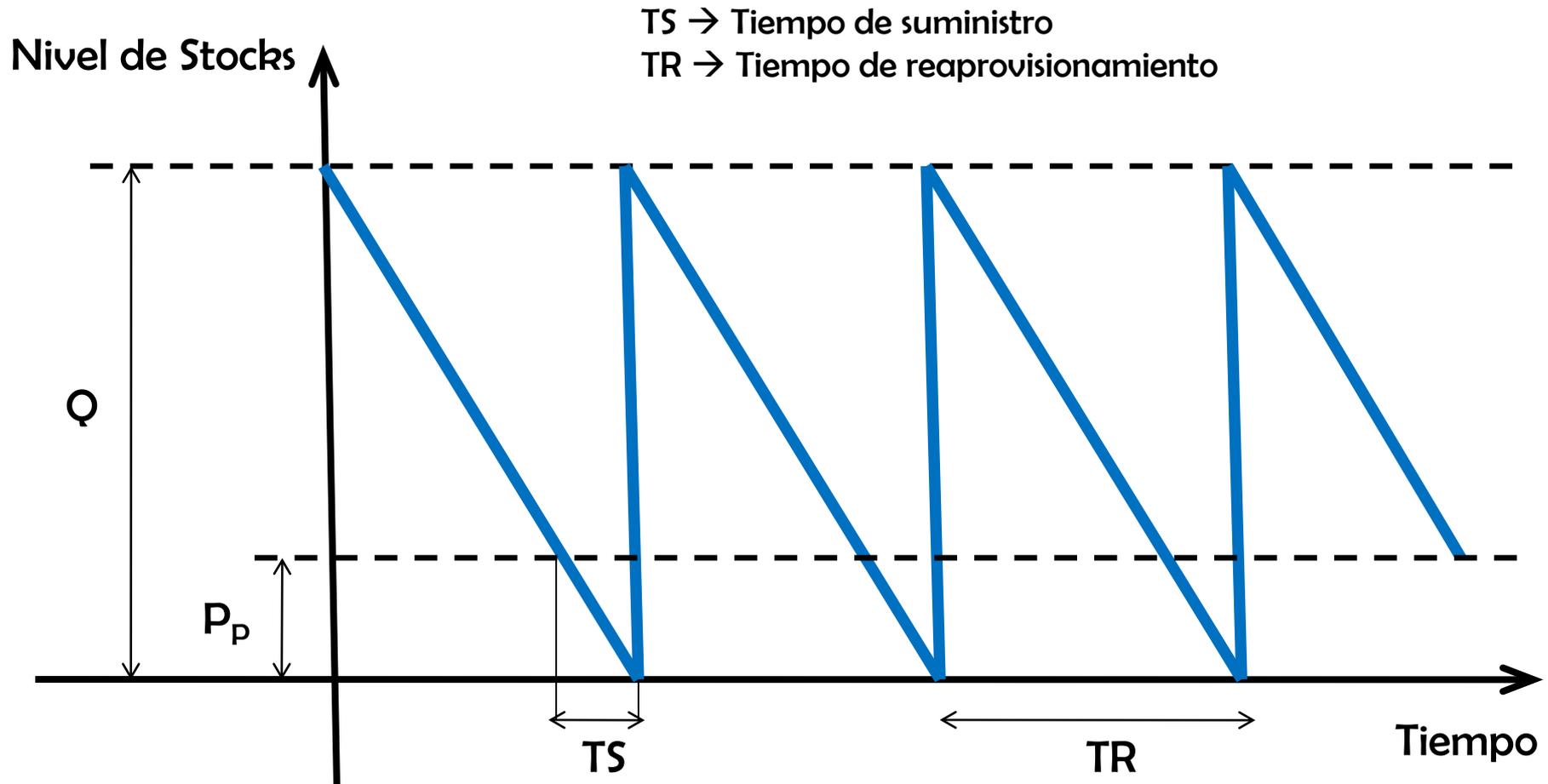
### Modelo Básico de Cantidad Fija de Pedido (MBCFP)

#### Ideas generales

- ✓ Modelo desarrollado por Harris (1915), extendido por Wilson.
- ✓ El lote económico ( $Q^*$ ), óptimo a emitir, será aquel que minimice los costes generados en la gestión de inventarios (emisión, posesión y adquisición).
- ✓ La emisión de pedido se realiza de forma que el lote llega completo, de una sola vez, en el momento en que se hace cero el NI de almacén (no se permiten rupturas de stock).

# 4. MODELOS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS.

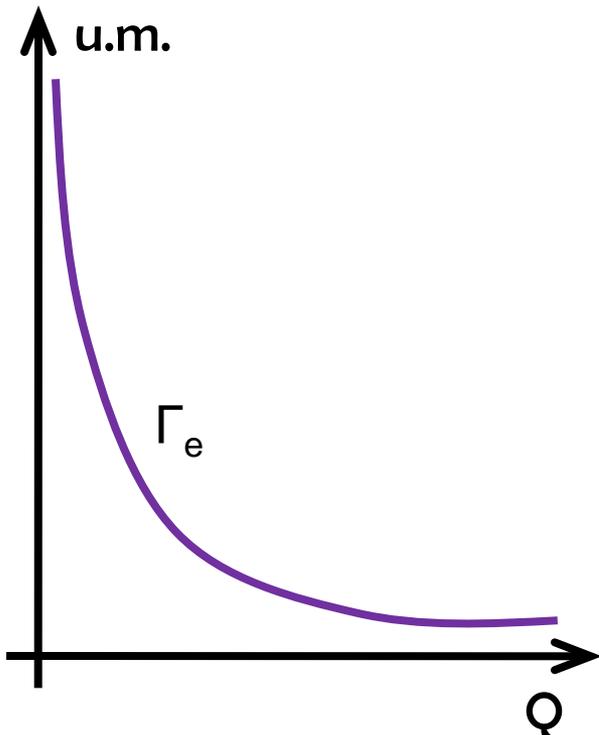
## Modelo Básico de Cantidad Fija de Pedido (MBCFP)



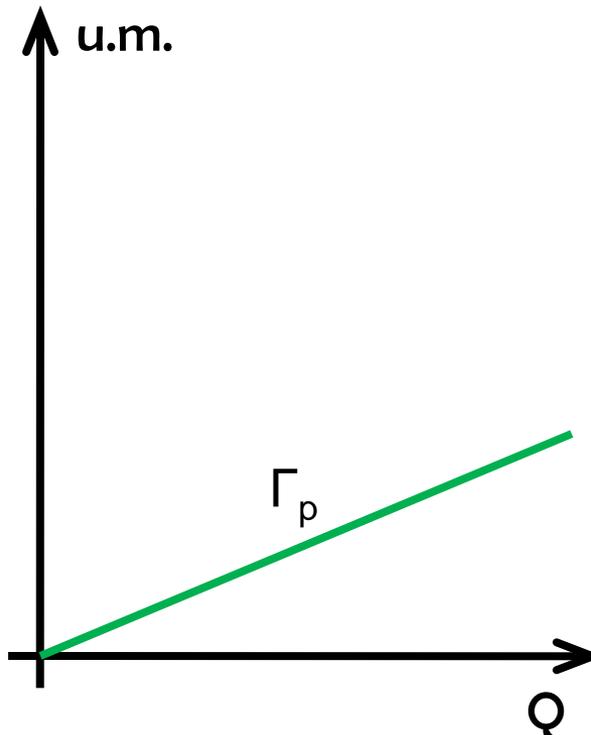
# 4. MODELOS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS.

## Modelo Básico de Cantidad Fija de Pedido (MBCFP)

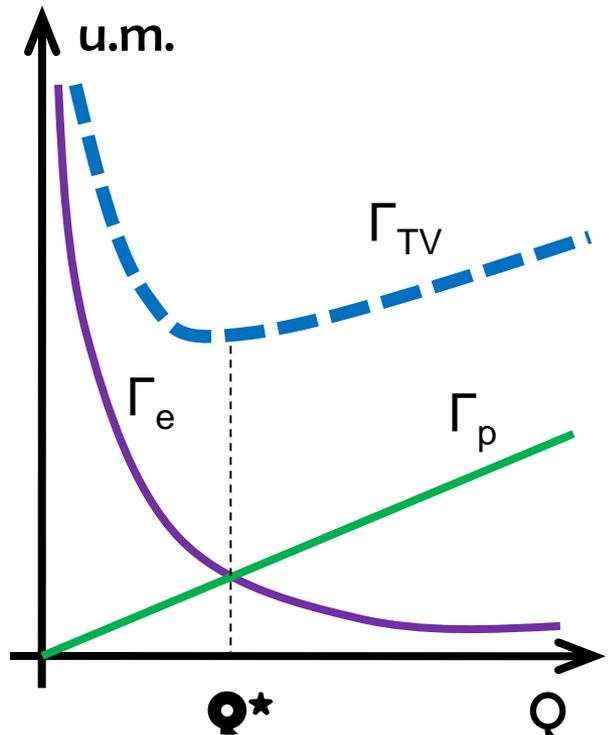
COSTE TOTAL DE EMISIÓN



COSTE TOTAL DE POSESIÓN



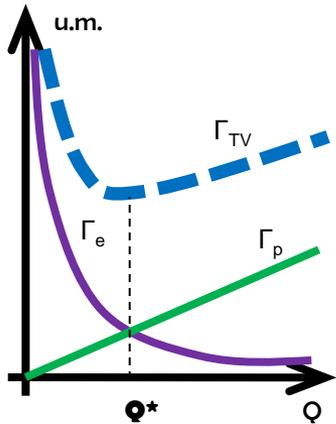
CÁLCULO LOTE ECONÓMICO



# 4. MODELOS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS.

## Modelo Básico de Cantidad Fija de Pedido (MBCFP)

CÁLCULO LOTE ECONÓMICO



$\Gamma_e \rightarrow$  Coste total de emisión  
 $\Gamma_p \rightarrow$  Coste total de posesión  
 $\Gamma_a \rightarrow$  Coste total de adquisición

$$\Gamma_T = \Gamma_e + \Gamma_p + \Gamma_a$$

F (mín)  $\rightarrow$   $Q^*$

Sumando las expresiones, derivando respecto de  $Q$  e igualando a 0, despejando se tiene que el **LOTE ECONÓMICO ( $Q^*$ )** se calcula:

$D \rightarrow$  Demanda total  
 $\theta \rightarrow$  Horizonte de planificación  
 $c_p \rightarrow$  Coste unitario posesión  
 $c_e \rightarrow$  Coste unitario emisión

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot c_e \cdot D}{c_p \cdot \theta}}$$

$$\Gamma_{TV}^* = c_a \cdot D + \sqrt{2 \cdot c_e \cdot D \cdot c_p \cdot \theta}$$

# 4. MODELOS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS.

## Modelo Básico de Cantidad Fija de Pedido (MBCFP)

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot c_e \cdot D}{c_p \cdot \theta}}$$

D → Demanda total  
 θ → Horizonte de planificación  
 c<sub>p</sub> → Coste unitario posesión  
 c<sub>e</sub> → Coste unitario emisión

$$\Gamma_{TV}^* = c_a \cdot D + \sqrt{2 \cdot c_e \cdot D \cdot c_p \cdot \theta}$$

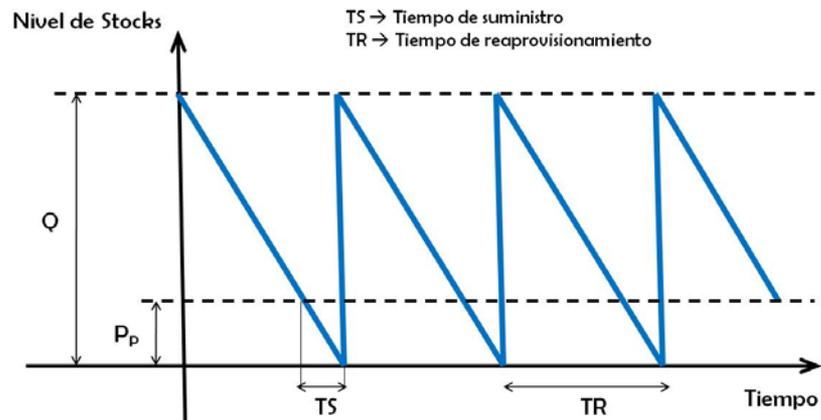
Mide la sensibilidad del  $\Gamma_{TV}$  frente a cambios en el tamaño del lote Q.

$$\frac{\Gamma_{TV}}{\Gamma_{TV}^*} = \frac{\left(\frac{Q}{Q^*}\right) + \left(\frac{Q}{Q^*}\right)}{2}$$

**Punto de Pedido (P<sub>p</sub>)** → Nivel de inventario necesario para soportar la demanda durante el Tiempo de Suministro (TS). Pero en realidad debería definirse en F(Demanda a cubrir hasta que llegue el lote).

Caso visto

**TS < TR**

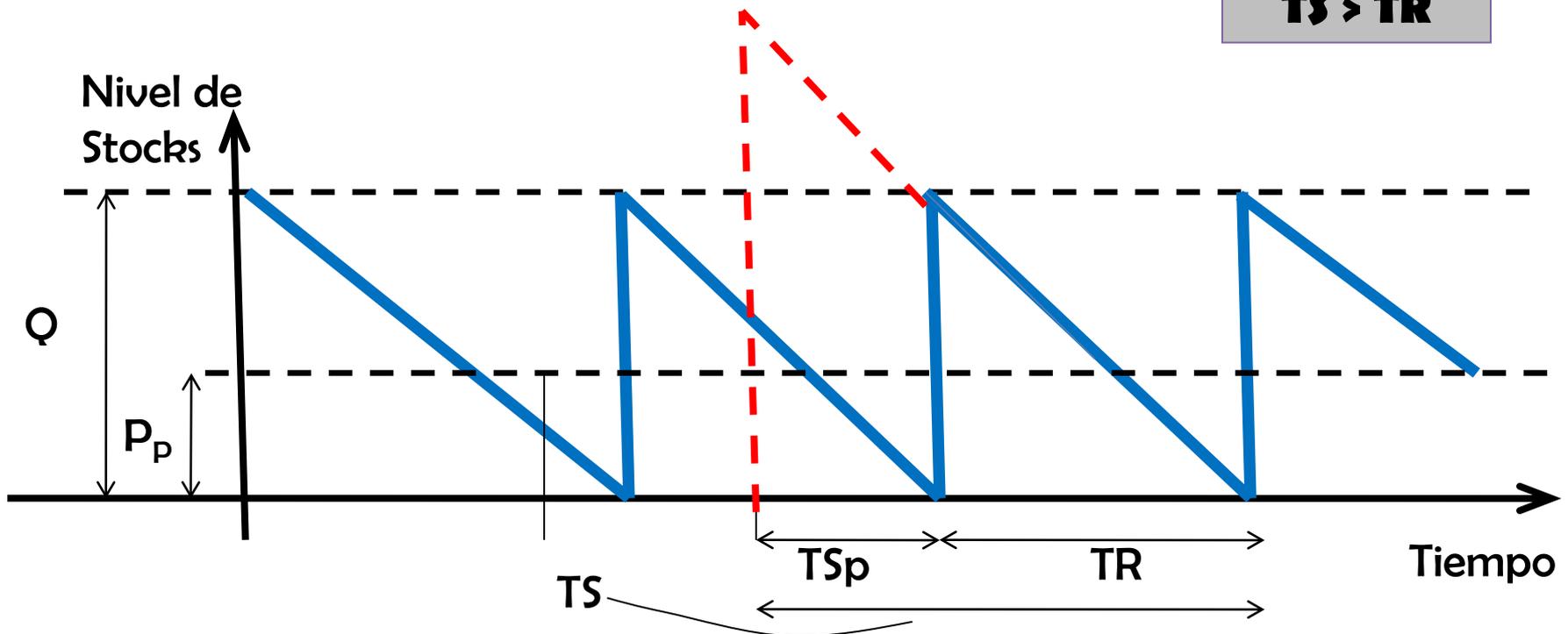


## 4. MODELOS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS.

### Modelo Básico de Cantidad Fija de Pedido (MBCFP)

**Punto de Pedido ( $P_p$ )** → Nivel de inventario necesario para soportar la demanda durante el Tiempo de Suministro ( $TS$ ). Pero en realidad debería definirse en  $F$ (Demanda a cubrir hasta que llegue el lote).

**$TS > TR$**

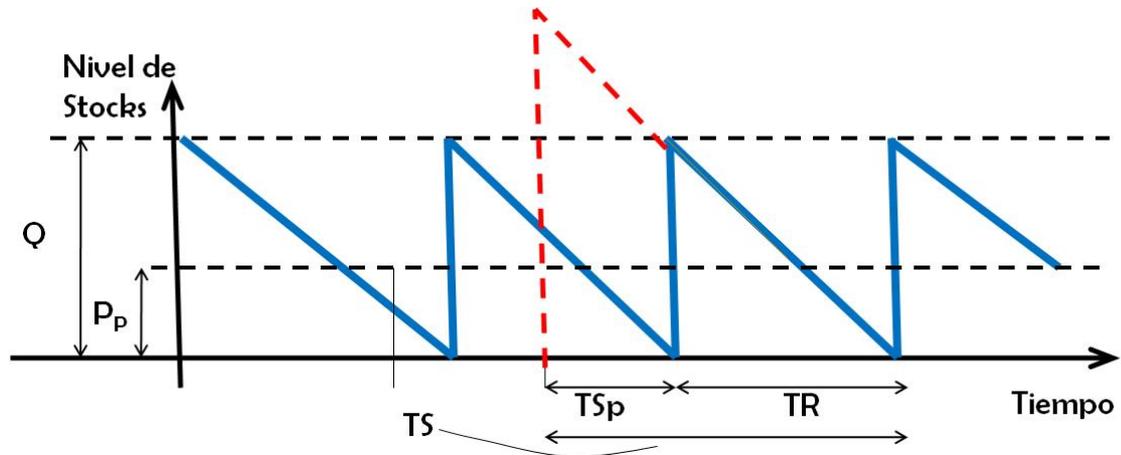


## 4. MODELOS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS.

### Modelo Básico de Cantidad Fija de Pedido (MBCFP)

**$TS > TR$**

Hay que ver cuántos periodos de reaprovisionamiento están incluidos dentro del Tiempo de Suministro.



$$P_p = TS_p \cdot \frac{D}{\theta}$$

$$TS_p = TS - \underbrace{E\left(\frac{TS}{TR}\right)}_{\text{Parte entera del cociente}} \cdot TR$$

Parte entera del cociente

## 4. MODELOS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS.

### MBCFP con simultaneidad en el consumo y reaprovisionamiento del inventario

- ✓ Diferencia (MBCFP) → El lote no llega completo de una vez, sino por partes, a un ritmo constante, “**p**”.
  - “p” = Tasa de fabricación. Si es internamente.
  - “p” = Tasa de entrega. Si es externo.
  
- ✓ La **demanda diaria (d)**:

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

Siendo **p > d**

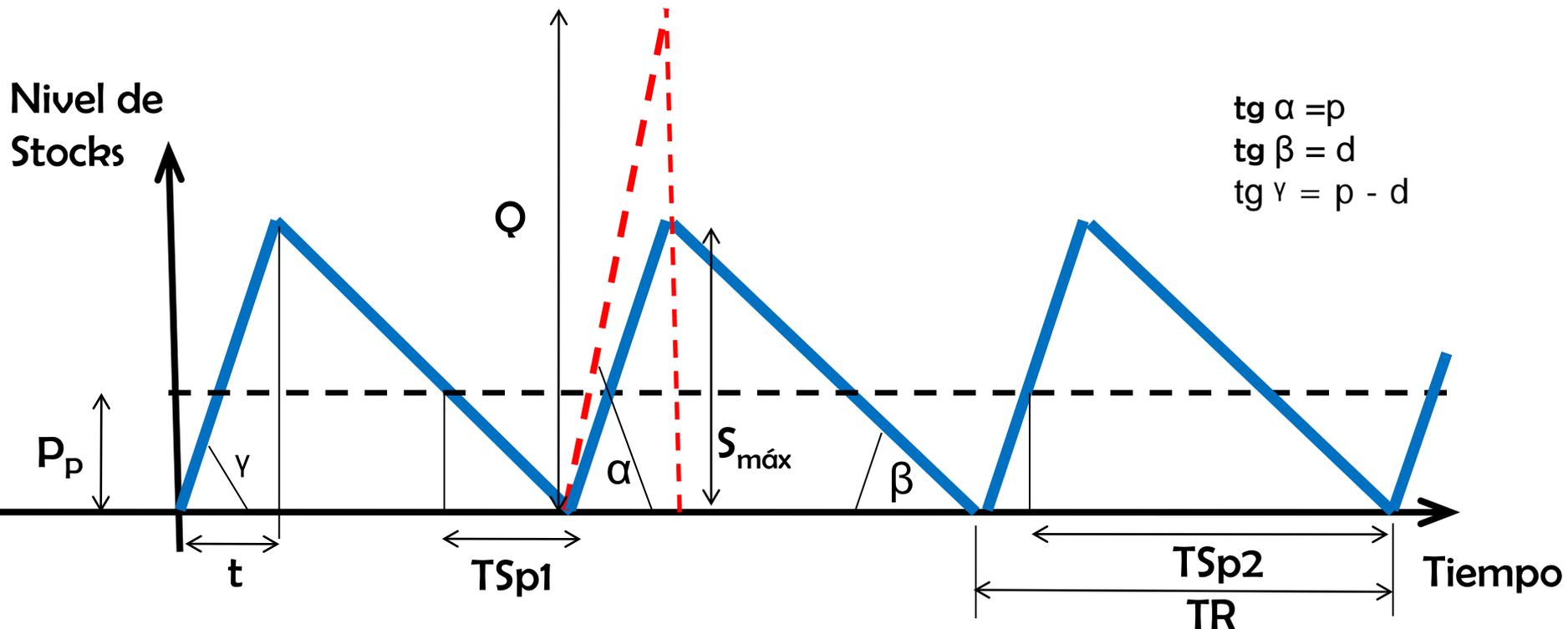


Premisa

## 4. MODELOS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS.

### MBCFP con simultaneidad en el consumo y reaprovisionamiento del inventario

- ✓ El NI. irá creciendo durante todo el *período de fabricación o entrega (t)* del lote solicitado, a razón  $p-d$  ítems en cada unidad de tiempo.





## 4. MODELOS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS.

### MBCFP con posibilidad de descenso en el coste de obtención

✓ Hipótesis adicionales:

1) El **coste unitario de adquisición ( $c_a$ )** será :

$$\left. \begin{array}{l} c_{a1} \rightarrow \text{Lotes inferiores a un determinado umbral "a"}. \\ c_{a2} \rightarrow \text{Lotes iguales o superiores.} \end{array} \right\} c_{a2} < c_{a1}$$

2) El **coste de posesión ( $c_p$ )** se supone proporcional al coste de adquisición.  $c_p = \alpha \cdot c_{a1}$

$$0 < Q < \alpha$$

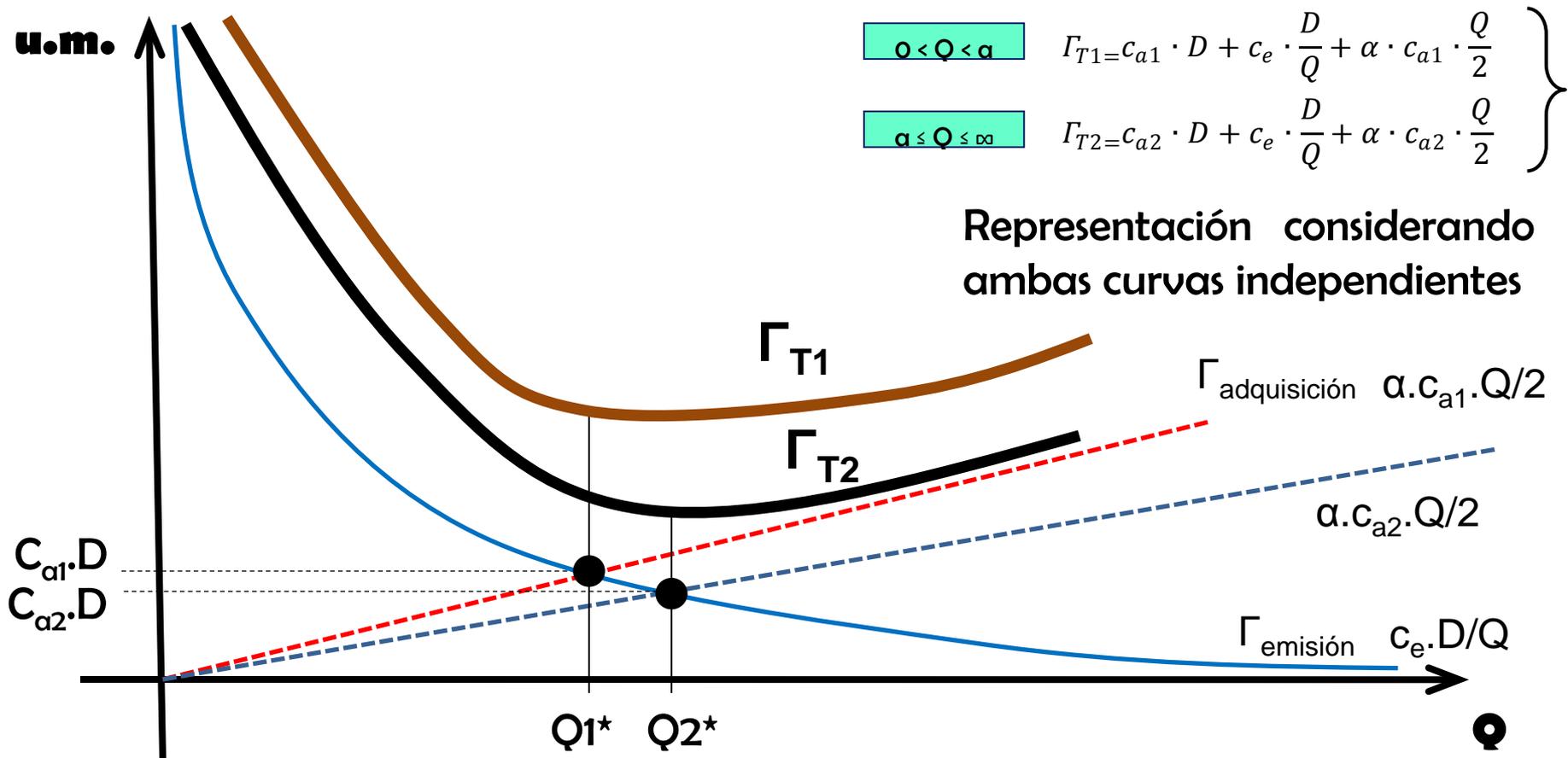
$$T_{1} = c_{a1} \cdot D + c_e \cdot \frac{D}{Q} + \alpha \cdot c_{a1} \cdot \frac{Q}{2}$$

$$\alpha \leq Q \leq \infty$$

$$T_{2} = c_{a2} \cdot D + c_e \cdot \frac{D}{Q} + \alpha \cdot c_{a2} \cdot \frac{Q}{2}$$

# 4. MODELOS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS.

## MBCFP con posibilidad de descenso en el coste de obtención

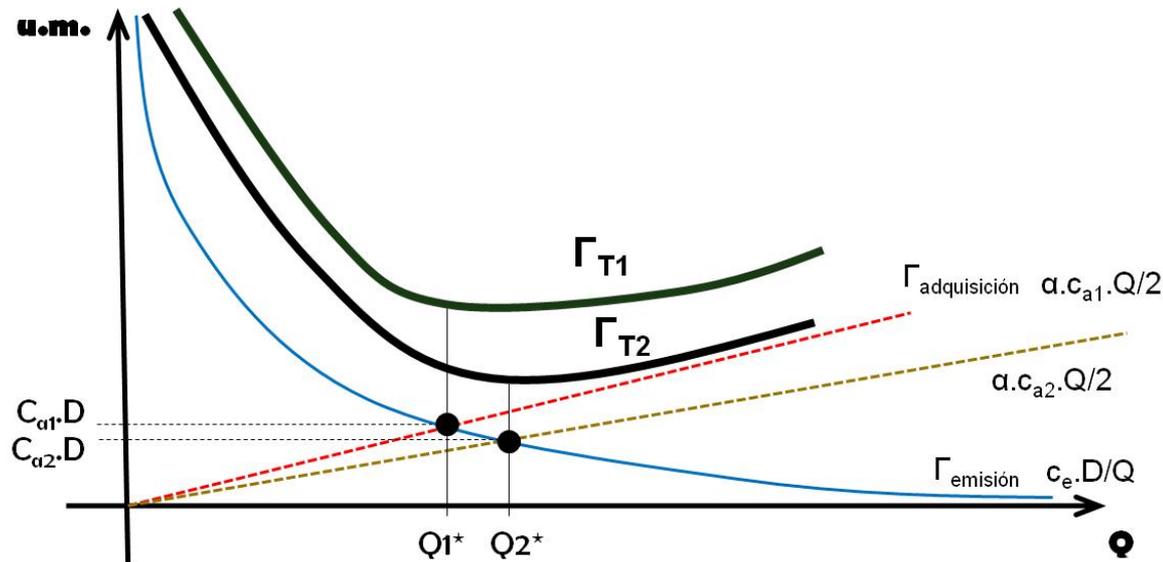


## 4. MODELOS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS.

### MBCFP con posibilidad de descenso en el coste de obtención

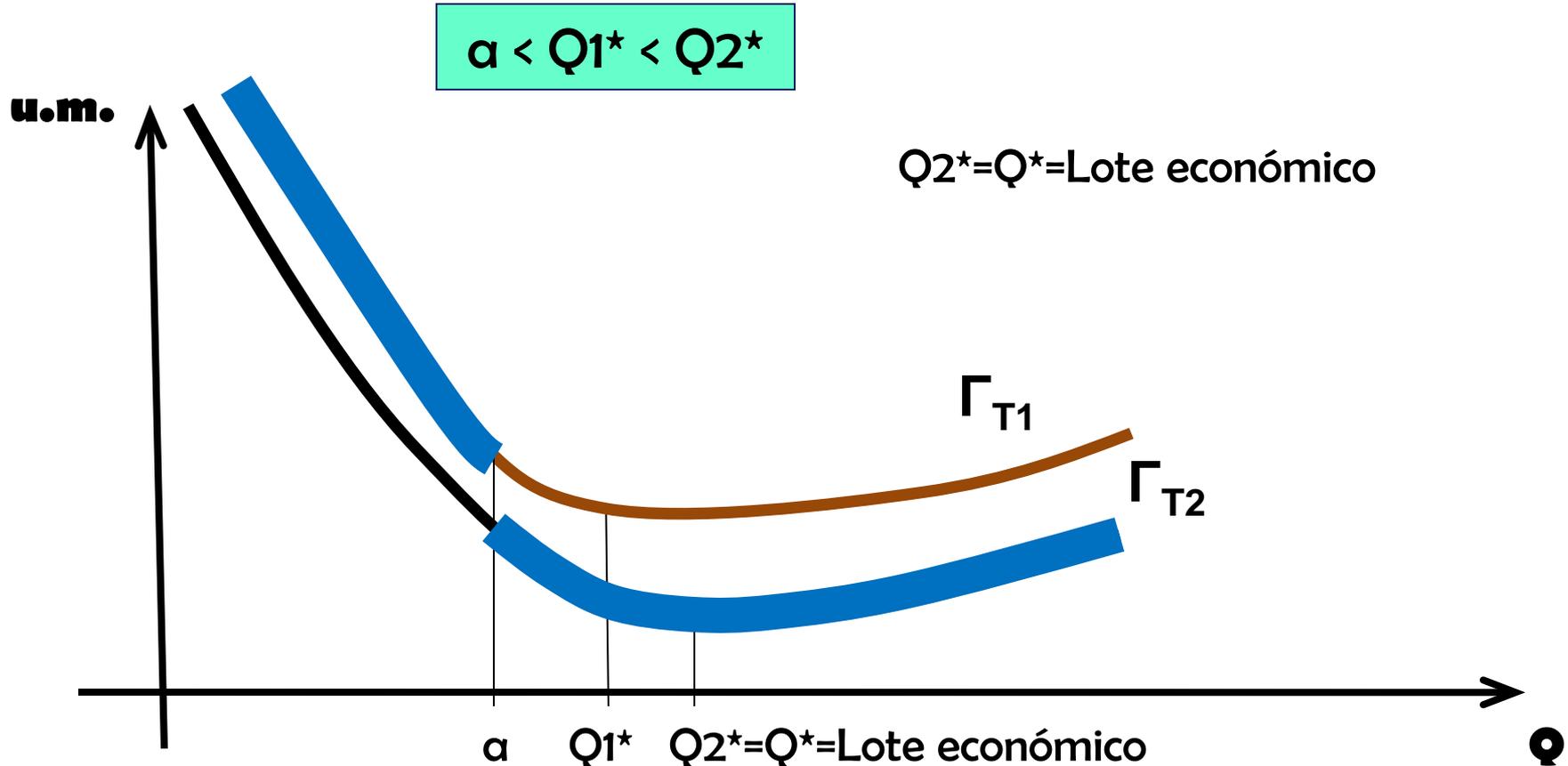
Pero realmente **NO son independientes** ambas curvas:

A la izquierda de “ $a$ ” (con coste  $c_{a1}$ ) se utilizará la curva  $\Gamma_{T1}$   
 A la derecha de “ $a$ ” (con coste  $c_{a2}$ ) se utilizará la curva  $\Gamma_{T2}$



# 4. MODELOS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS.

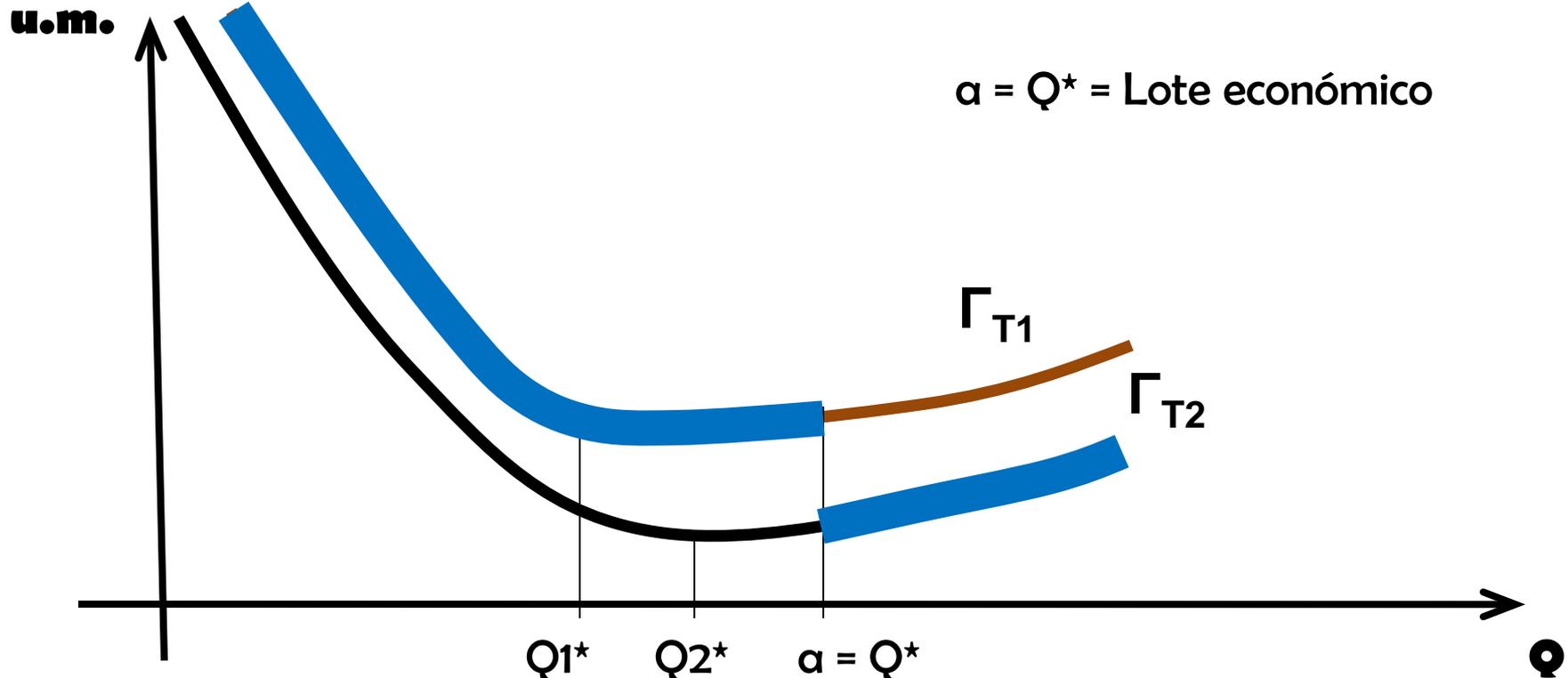
## MBCFP con posibilidad de descenso en el coste de obtención



# 4. MODELOS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS.

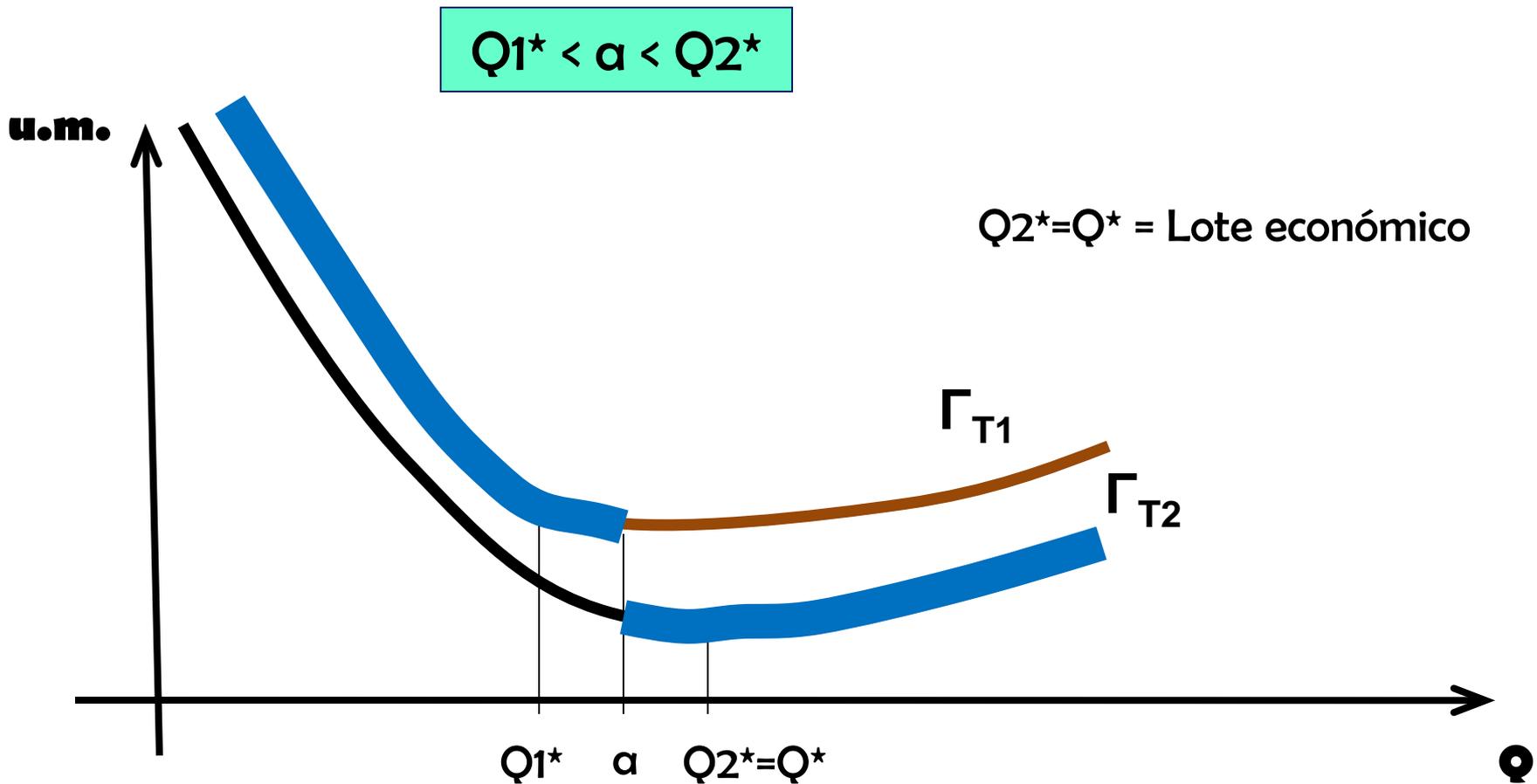
## MBCFP con posibilidad de descenso en el coste de obtención

$$Q1^* < Q2^* < \alpha$$



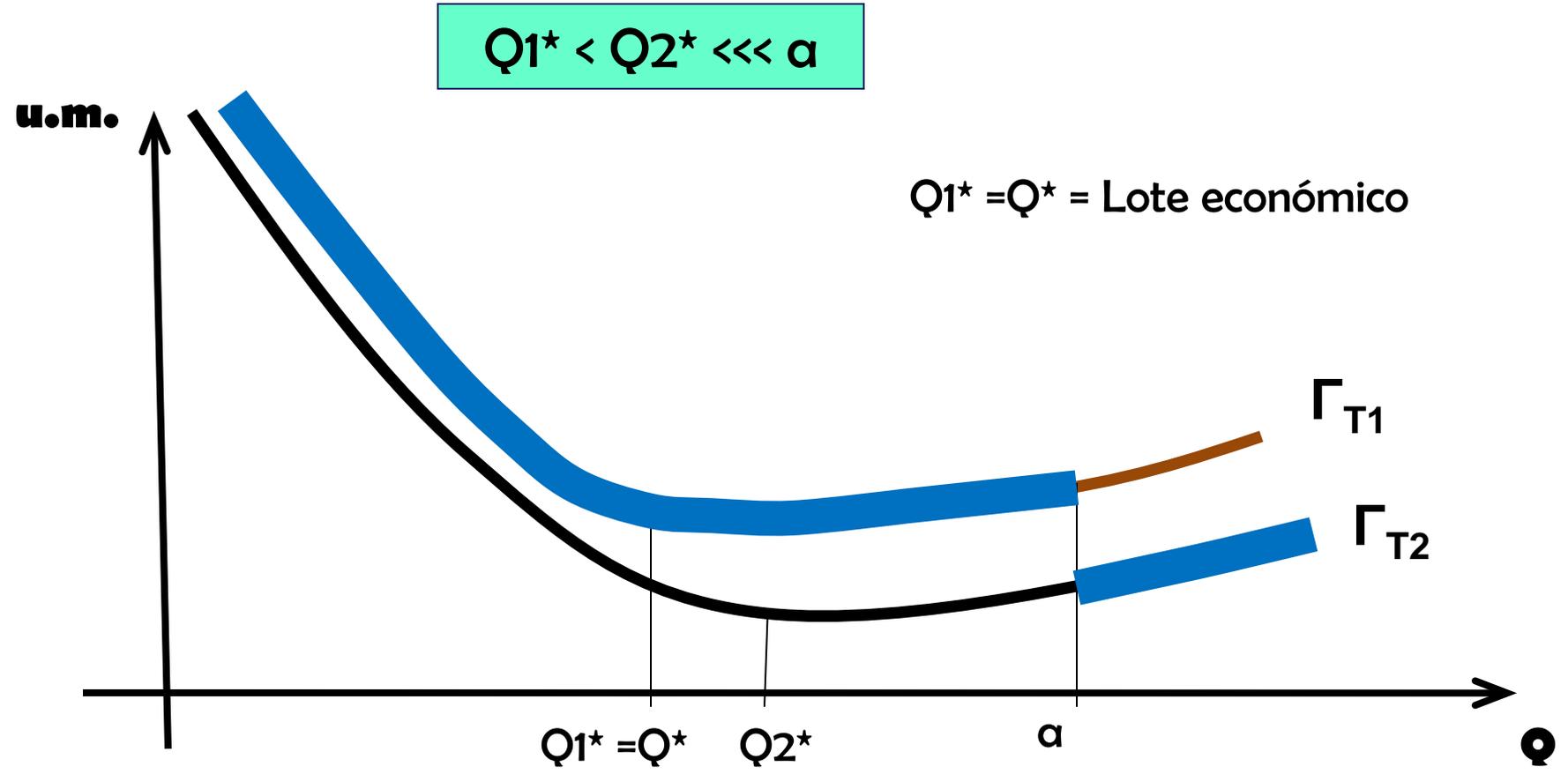
# 4. MODELOS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS.

## MBCFP con posibilidad de descenso en el coste de obtención



# 4. MODELOS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS.

## MBCFP con posibilidad de descenso en el coste de obtención



## 4. MODELOS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS.

### Modelo Básico de Periodo Fijo

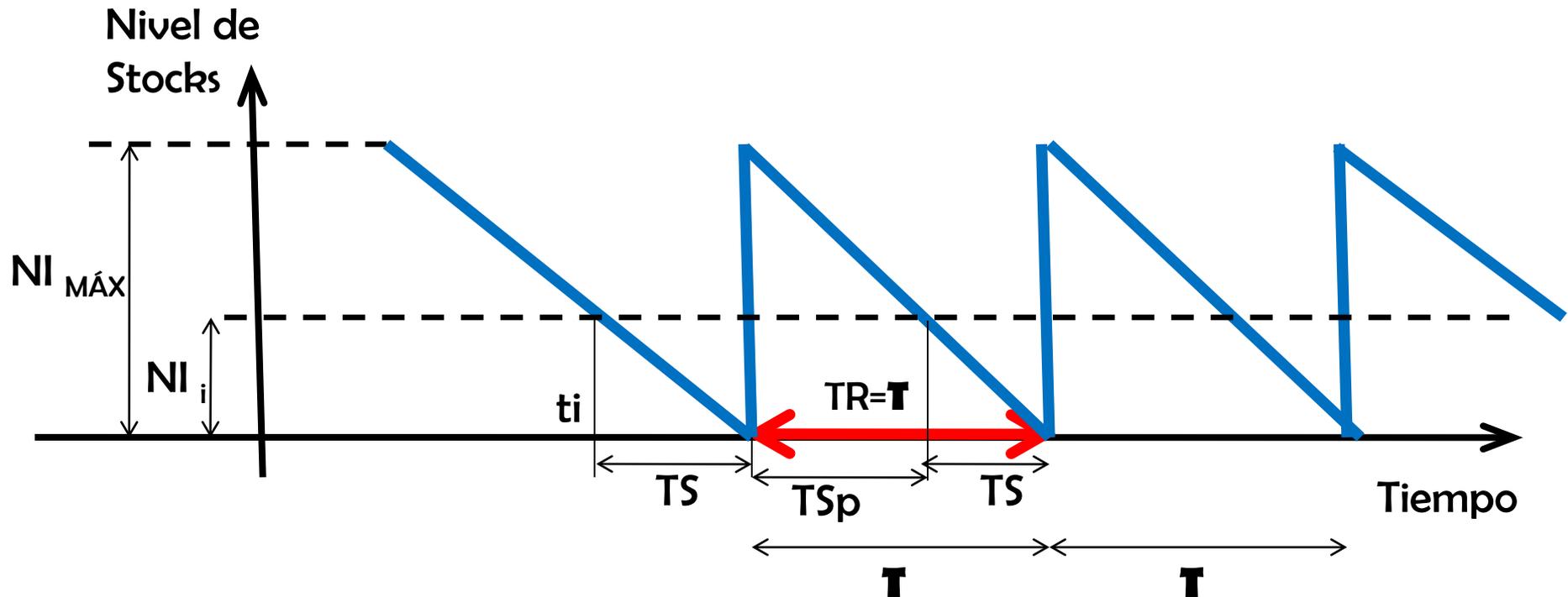
#### FUNDAMENTOS

- ✓ Cuestión principal → **¿Cuándo pedir?**
- ✓ Se trata de lanzar un pedido cada vez que transcurre un cierto periodo de **tiempo constante** (T).
- ✓ El tamaño del **lote** solicitado se calcula de forma que se restablezca un cierto nivel máximo de stocks ( $NI_{\text{máx}}$ ) que no permita la ruptura de los mismos.

# 4. MODELOS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS.

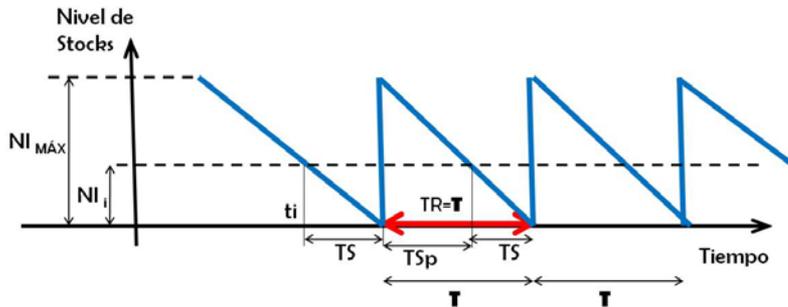
## Modelo Básico de Periodo Fijo

✓ Cuestión principal → **¿Cuándo pedir?**



## 4. MODELOS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS.

### Modelo Básico de Periodo Fijo



✓ El **tamaño de pedido** a solicitar en el tiempo  $t_i$  será igual al consumo durante el tiempo que transcurre desde que se emite el pedido hasta que éste llegue ( $TS+T$ ), menos el stock disponible en ese instante ( $NI_i$ ).

$$Q_i = T \cdot \frac{D}{\theta}$$

✓ Luego todos los lotes a pedir son iguales y coincide con el nivel máximo de stocks ( $NI_{máx}$ ).

✓ El problema se centra en buscar el valor de  $T^*$  que minimice el coste total.

$$T^* = \sqrt{\frac{2 \cdot c_e \cdot \theta}{c_p \cdot D}}$$

**Valor mínimo  
del coste:**

$$\Gamma_T^* = c_a \cdot D + \sqrt{2 \cdot c_e \cdot D \cdot c_p \cdot \theta}$$

**Periodo óptimo entre pedidos**