

---

# AEC 3 - Unidades 8 y 9

---

TÉCNICAS DE OPTIMIZACIÓN DE SISTEMAS INDUSTRIALES



José Luís Galán  
Jaume Lorente  
Raquel Domingo Lazaro  
Alexander Sebastian Kalis

Profesor: Dr. Fco. David de la Peña Esteban  
Curso: Ingeniería de Organización Industrial  
UDIMA

# Índice

<b>1. Modelo con aprovisionamiento y consumo simultáneo</b>	<b>2</b>
1.1. Lote económico . . . . .	2
1.2. Representación gráfica . . . . .	2
1.3. Suministro a 5 días . . . . .	3
1.4. Suministro a 20 días . . . . .	3
<b>2. Modelo de descuentos por cantidad</b>	<b>4</b>
2.1. Representación gráfica . . . . .	4
2.2. Cantidad a pedir al proveedor . . . . .	5
<b>3. Simulación</b>	<b>6</b>
3.1. Simulación de 12 envíos . . . . .	7

## 1. Modelo con aprovisionamiento y consumo simultáneo

Una parte de nuestro productivo necesita 40.000 unidades anuales de un componente. Ese componente lo suministra otra parte de nuestro sistema productivo con una tasa de 500 unidades por día. Se estima su coste en 5€ por unidad. Su coste de almacenaje anual es de 1€ por unidad. El coste de preparación del pedido se estima en 200€.

Un año se considera que tiene 250 días laborables.

Se pide:

1. ¿Cuál será el tamaño del lote económico? El lote económico debe ser múltiplo de 500 unidades. Redondear por debajo.
2. Realizar la representación gráfica del problema.
3. Obtener también el punto de pedido para estas dos situaciones:
  - 3.1. Si el periodo de suministro es de 5 días
  - 3.2. Si el periodo de suministro es de 20 días

### 1.1. Lote económico

Datos:

$$Da = 40.000 \text{ unidades/año}$$

$$Ce = 200\text{€} \text{ por pedido}$$

$$Cal = 1\text{€} \text{ unidad/año}$$

$$Cc = 5\text{€} \text{ unidad}$$

$$p = 500 \text{ unidades/día}$$

$$d = Da/N \text{ días año} = 160 \text{ unidades/día}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot Da \cdot Ce}{Cal} \cdot \frac{p}{(p-d)}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 40000 \cdot 200}{1} \cdot \frac{500}{(500 - 160)}} = 4850,71 \approx 4500 \text{ uds}$$

### 1.2. Representación gráfica

Tiempo necesario de producción:

$$t = \frac{Q^*}{p} = \frac{4500}{500} = 9 \text{ d}$$

Pedidos anuales:

$$\frac{Da}{Q^*} = 9 \text{ pedidos}$$

Tiempo entre dos pedidos (días de año / pedidos por año):

$$T = \frac{160}{9} = 28 \text{ d}$$

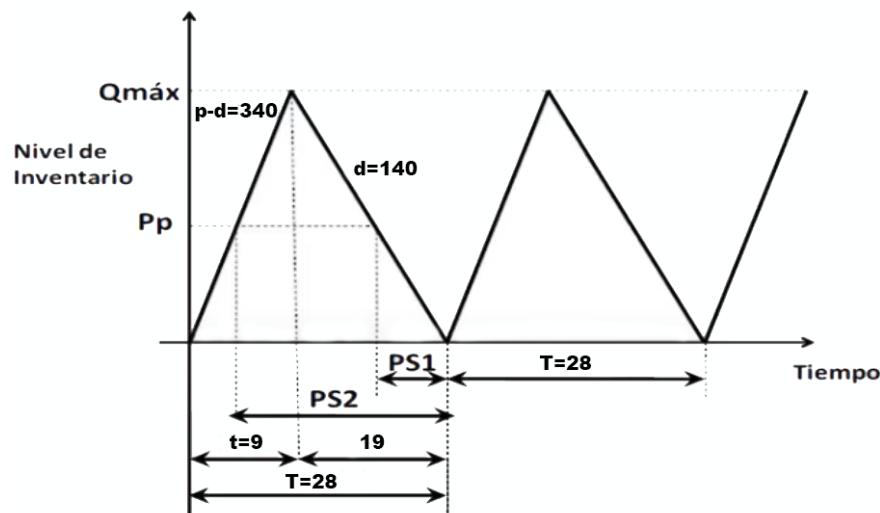


Figura 1: Representación gráfica

### 1.3. Suministro a 5 días

$$P_p = d \cdot PS1 = 160 \cdot 5 = 800 \text{ uds}$$

### 1.4. Suministro a 20 días

$$P_p = (p - d) \cdot (T - PS) = 2720 \text{ uds}$$

## 2. Modelo de descuentos por cantidad

Nuestra empresa necesita un componente para la línea de producción. Anualmente necesita 75.000 unidades, y se tiene una empresa proveedora que nos lo suministra a un precio de 82€ por unidad si la cantidad comprada es inferior a 1000 unidades, de 80€ por unidad en caso de superar esta cifra, y de 75€ por unidad si se igualan o superan las 1800 unidades. Cada vez que se hace un pedido hay unos costes fijos de 200€.

Para este componente el factor K que relaciona su coste de almacenamiento con el precio es de 0,15.

Se pide:

1. Realizar la representación gráfica del problema.
2. ¿Qué cantidad interesa pedir a nuestro proveedor?

### 2.1. Representación gráfica

$$Da = 75,000$$

$$Ce = 200$$

$$Cc_1 = 82 \text{ para } Q < 1000$$

$$Cc_2 = 80 \text{ para } 1000 \leq Q < 1800$$

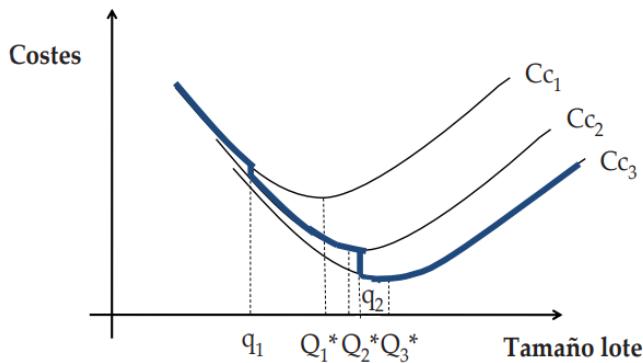
$$Cc_3 = 75 \text{ para } Q \geq 1800$$

$$K = 0,15$$

$$Q_1^* = \sqrt{\frac{2 \cdot Da \cdot Ce}{Cc_1 \cdot K}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 75000 \cdot 200}{82 \cdot 0,15}} = 1561,73 \approx 1561 \text{ uds}$$

$$Q_2^* = \sqrt{\frac{2 \cdot Da \cdot Ce}{Cc_2 \cdot K}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 75000 \cdot 200}{80 \cdot 0,15}} = 1581,13 \approx 1581 \text{ uds}$$

$$Q_3^* = \sqrt{\frac{2 \cdot Da \cdot Ce}{Cc_3 \cdot K}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 75000 \cdot 200}{75 \cdot 0,15}} = 1632,99 \approx 1632 \text{ uds}$$



$$q_1 = 1000; Q_1^* = 1561; Q_2^* = 1581; Q_3^* = 1632; q_2 = 1800$$

Figura 2: Representación gráfica

## 2.2. Cantidad a pedir al proveedor

Calculamos las opciones disponibles:

$$Q = Q_2^* = 1581 \text{ uds}$$

$$CT2 = Da \cdot Cc_2 + \frac{Q}{2} \cdot Cc_2 \cdot K + \frac{Da}{Q} \cdot Ce = 75000 \cdot 80 + \frac{1581}{2} \cdot 80 \cdot 0,15 + \frac{75000}{1581} = 6009533,44 \text{ eur}$$

Para  $Q = q_2 = 1800$  unidades:

$$CT2 = Da \cdot Ccq_2 + \frac{Q}{2} \cdot Ccq_2 \cdot K + \frac{Da}{Q} \cdot Ce = 750000 \cdot 75 + \frac{1800}{2} \cdot 75 \cdot 0,15 + \frac{75000}{1800} = 56351666,67 \text{ eur}$$

Con lo cual interesa pedir 1800 unidades.

### 3. Simulación

Una empresa de distribución quiere analizar su sistema de entrega de paquetes por drones, contando en la actualidad con 2 drones. Los paquetes a enviar llegan a la oficina de expediciones cada cierto tiempo, según la siguiente distribución de probabilidad:

Tiempo entre llegadas (minutos)	Probabilidad
5	0,12
8	0,15
10	0,35
14	0,31
17	0,07

Al paquete a enviar se le asigna un dron para el envío, aquel dentro de los disponibles que lleve más tiempo parado. El primer envío lo realiza el dron 1. El tiempo que emplea cada dron (en minutos) en el total del envío y su vuelta al centro se rige por la siguiente distribución de probabilidades:

Tiempo dron 1	Probabilidad
5	0,15
8	0,30
12	0,35
15	0,20

Tiempo dron 2	Probabilidad
4	0,12
6	0,25
9	0,35
13	0,28

Se pide:

Realizar una simulación de los primeros 12 envíos, calculando el tiempo total en realizarlos. La simulación comienza en  $t = 0$  justo cuando llega el primer paquete al centro de expedición.

Las semillas a tomar para la generación de números aleatorios son las siguientes:

- Tiempo que transcurre entre la llegada de paquetes a la oficina de expediciones: 4526
- Tiempo del dron 1: 3678
- Tiempo del dron 2: 7210

### 3.1. Simulación de 12 envíos

TIEMPO ENTRE LLEGADAS		TIEMPO DRON 1		TIEMPO DRON 2	
Nº ALEATORIO	CUADRADO	Nº ALEATORIO	CUADRADO	Nº ALEATORIO	CUADRADO
4526	20484676	3678	13527684	7210	51984100
4846	23483716	5276	27836176	9841	96845281
4837	23396569	8361	69906321	8452	71436304
3965	15721225	9063	82137969	4363	19035769
7212	52012944	1379	1901641	357	127449
129	16641	9016	81288256	2744	7529536
1664	2768896	2882	8305924	5295	28037025

Figura 3: RNG

TIEMPO ENTRE LLEGADAS			TIEMPO DRON 1			TIEMPO DRON 2		
DURACIÓN	RANGO		DURACIÓN	RANGO		DURACIÓN	RANGO	
5	0	11	5	0	14	4	1	11
8	12	26	8	15	44	6	12	36
10	27	61	12	45	79	9	37	71
14	62	92	15	80	99	13	62	99
17	93	99						

Figura 4: Rangos

En este caso debemos tener en cuenta los drones que están disponibles mientras uno va y el otro vuelve:

SIMULACIÓN	DRON 1		DRON 2		COMPS	ENTRE LLEGADAS		MTBF
	Nº ALE	DURACIÓN	Nº ALE	DURACIÓN		Nº ALE	DURACIÓN	
1	52	12	98	13	13	48	10	10
2	76	12	41	9	12	46	10	10
3	83	15	84	13	15	48	10	10
4	61	12	52	9	12	37	10	10
5	90	15	43	9	15	39	10	10
6	63	12	63	9	12	65	14	12
7	13	5	3	4	5	72	14	5
8	79	12	57	9	12	12	8	8
9	90	5	27	6	6	1	5	5
10	16	8	44	9	9	29	10	9
11	28	8	52	9	9	16	8	8
12	82	15	95	13	15	64	14	14
							<b>TOTAL</b>	<b>111</b>

Figura 5: Solución