

## EJERCICIO 14

### SELECCIÓN DE MAQUINARIA A TRAVÉS DE COSTEO

*En este ejercicio se analizan diferentes facetas del concepto de costos en el análisis microeconómico. La primera parte del problema trata de los costos en el corto plazo; la segunda aborda el análisis en el largo plazo.*

\*

La compañía W.K. Lewis de Edmonton, Alberta obtuvo recientemente el contrato para construir una carretera en la región de Fort McMurray, para un proyecto de extracción de petróleo en arena bituminosa.

La carretera deberá pasar por un tramo cuyo suelo es muy inestable, por lo cual se deberá empedrar un tramo importante de ésta. El jefe del tramo norte de la obra, John Arlington, debe escoger la mejor alternativa: transportar el material de la cantera con la maquinaria de la compañía, o subcontratar esta labor con la compañía Cold Lake Transport (CLT).

John Arlington sabe que CLT cobrará 17,5 centavos por metro cúbico. Este precio incluye la totalidad de gastos de transporte (inclusive el seguro para la carga de las volquetas<sup>1</sup>).

Por otra parte, Arlington sabe que puede utilizar las volquetas de W.K. Lewis pero, por razones de asignación de material, sabe también que sólo podrá utilizar diez volquetas de un mismo tamaño. Tendrá disponibles, entonces, diez volquetas de 20 m<sup>3</sup> ó diez de 30 m<sup>3</sup> ó diez de 40 m<sup>3</sup>.

Las volquetas deben ser cargadas en la cantera con retroexcavadoras. Ya que W.K. Lewis no tiene estas máquinas, deberá alquilarlas a un costo semanal de \$2,500 cada una.

Basándose en obras anteriores que él mismo ha dirigido, John Arlington piensa que usar las volquetas de 20 m<sup>3</sup> le permitirá hacer cierto número de viajes semanales en función a la cantidad de retroexcavadoras alquiladas:

Retroexcavadoras	1	2	3	4	5	6
Viajes	360	500	600	670	720	750

De la misma manera con las 10 volquetas de 30 m<sup>3</sup> el podría hacer la siguiente cantidad de viajes:

---

<sup>1</sup> N.T.: En ciertos países se emplea el término "volquete".

Retroexcavadoras	2	3	4	5	6	7
Viajes	410	500	580	630	670	690

Finalmente, si se escogiera utilizar las volquetas de 40 m<sup>3</sup> se podría esperar hacer el siguiente número de viajes:

Retroexcavadoras	2	3	4	5	6	7
Viajes	350	440	510	560	590	610

Evidentemente, los camiones más grandes pueden transportar una mayor cantidad, pero en cambio toma más tiempo cargarlos y son sobre todo menos prácticos si se consideran las difíciles condiciones en la región de Fort McMurray.

Jhon Arlington calcula que cada volqueta de 20 m<sup>3</sup> le costaría \$1,400 semanales. Este costo sería de \$2,000 para una volqueta de 30 m<sup>3</sup> y de \$2,400 para una de 40 m<sup>3</sup>. Este costo incluye todos los gastos asociados al uso de la volqueta e inclusive su amortización.

## A) ANÁLISIS A CORTO PLAZO

Se supone que J. Arlington escogió las volquetas de 30 m<sup>3</sup>.

### Pregunta 1

Trace la curva del costo total

### Pregunta 2

Trace la curva del costo medio. Distinga entre el caso en el supuesto que la variable *retroexcavadoras* es perfectamente divisible y el caso en el que la variable aumenta unitariamente, como se mostró en las tablas anteriores.

### Pregunta 3

Calcule la productividad marginal de las retroexcavadoras teniendo en cuenta que se utilizan las volquetas de 30 m<sup>3</sup>.

### Pregunta 4

Si se toma en cuenta la evolución de la productividad marginal de las retroexcavadoras, ¿qué se puede esperar del costo marginal por metro cúbico transportado?

### Pregunta 5

Calcule y represente gráficamente el costo marginal por metro cúbico transportado.

**Pregunta 6**

¿Cuál puede ser la utilidad del costo marginal?

**B) ANÁLISIS A LARGO PLAZO**

**Pregunta 7**

En otro gráfico, trace las tres curvas de costo medio (suponiendo una variación continua de la variable *retroexcavadoras*) para los distintos tipos de volquetas.

**Pregunta 8**

¿Existen economías de escala? ¿Deseconomías de escala? ¿De dónde provienen?

**Pregunta 9**

Identifique a partir de qué cantidad se interesaría J. Arlington en las volquetas de 30 m<sup>3</sup> y de 40 m<sup>3</sup>

**Pregunta 10**

Si J. Arlington pudiera escoger, ¿qué cantidad semanal trataría de transportar?

**Pregunta 11**

De acuerdo con los resultados anteriores, ¿a partir de qué cantidades decidirá la empresa W.K. Lewis subcontratar con la compañía CLT?

**SOLUCIÓN**

**A) ANÁLISIS A CORTO PLAZO**

En el análisis microeconómico de costos tradicionalmente se diferencia entre el análisis a corto y a largo plazo. En el análisis a corto plazo, del cual son objeto las seis primeras preguntas, se toma como supuesto que solamente un factor varía mientras que los otros se mantienen constantes. Este sistema se utiliza frecuentemente para estudiar la variación de los costos para una determinada infraestructura.

Para este problema, una vez que se ha escogido un tipo de camión, el único factor que puede variar es la cantidad de retroexcavadoras alquiladas.

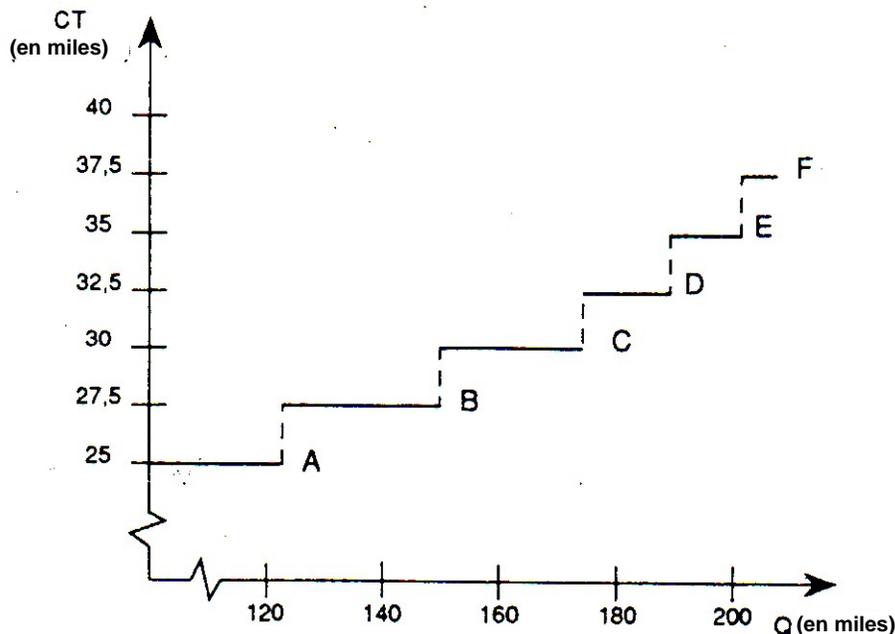
**Pregunta 1**

El costo total del transporte de los materiales se puede dividir en dos partes:

1. El costo de 10 volquetas de  $30 \text{ m}^3$ , que será el costo fijo (el costo semanal es  $10 \times \$2000$ )
2. El alquiler de las retroexcavadoras, que será el costo variable.

El costo total aparece en la tabla 1

Gráfico 14.1

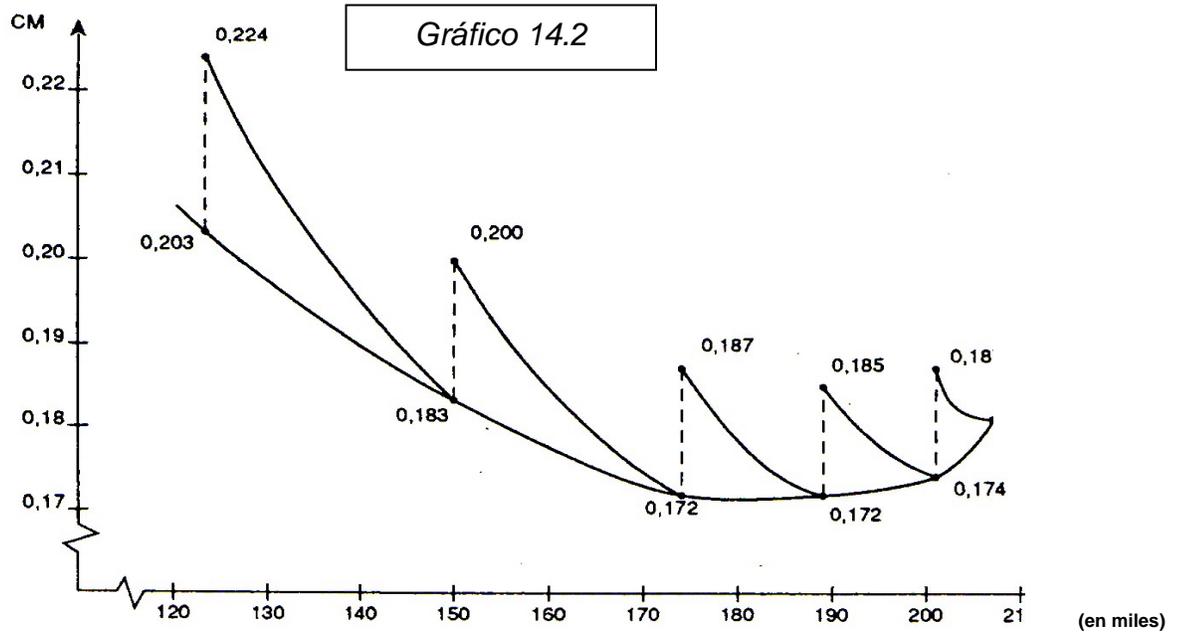


El costo total se representa (gráfico 14.1) “escalonadamente”. Cada aumento ocurre cuando se alquila una retroexcavadora adicional. Se aprecia que solamente en los puntos A, B, C, D, E y F las retroexcavadoras son utilizadas a capacidad máxima.

## Pregunta 2

Si se toma como hipótesis que la variable “retroexcavadora” es discreta (es decir que varía de manera unitaria y no es divisible), el costo total es constante entre cada punto de trabajo a capacidad máxima. Si el costo total es constante, se obtiene que el costo medio es constantemente decreciente.

El costo medio se puede graficar por medio de una serie de secciones de hipérbolas. Las discontinuidades resultan del fuerte incremento en el costo total cuando se alquila una retroexcavadora adicional.



**Tabla 1 - Costos totales y medios**

<i>Volquetas de 20 m<sup>3</sup></i>				
<b>N</b>	<b>V</b>	<b>Q</b>	<b>CT</b>	<b>Cme</b>
1	360	72 000	16 500	0,229
2	500	100 000	19 000	0,190
3	600	120 000	21 500	0,179
4	670	134 000	24 000	0,179
5	720	144 000	26 500	0,184
6	750	150 000	29 000	0,193

<i>Volquetas de 30 m<sup>3</sup></i>				
<b>N</b>	<b>V</b>	<b>Q</b>	<b>CT</b>	<b>CMM</b>
2	410	123 000	25 000	0,203
3	500	150 000	27 500	0,183
4	580	174 000	30 000	0,172
5	630	189 000	32 500	0,172
6	670	201 000	35 000	0,174
7	690	207 000	37 500	0,181

Volquetas de 40 m<sup>3</sup>

N	V	Q	CT	CMM
2	350	140 000	29 000	0,207
3	440	176 000	31 500	0,179
4	510	204 000	34 000	0,167
5	560	224 000	36 500	0,163
6	590	236 000	39 000	0,165
7	610	244 000	41 500	0,170

*N es la cantidad de retroexcavadoras; V la cantidad máxima de viajes, Q la cantidad transportada. CT el costo total, CMe es el costo medio de utilización a máxima capacidad.*

Veamos el ejemplo siguiente: para transportar 123.000 m<sup>3</sup> con las volquetas de 30 m<sup>3</sup>, hacen falta solamente dos retroexcavadoras (se utilizan a máxima capacidad). Para transportar una cantidad adicional, habrá que alquilar una tercera retroexcavadora, lo que incrementará inmediatamente el costo medio del transporte.

El costo medio para 123.000 m<sup>3</sup> es igual a 25.000/123.000, ó \$0,203 por metro cúbico. Para 123.001 m<sup>3</sup>, el costo medio es 27.500/123.001 = \$0,224 por m<sup>3</sup>.

Si juntamos los puntos más bajos de la curva del costo medio obtenemos la forma tradicional de la curva del costo medio. Al hacerlo, se ha hecho implícita la hipótesis que el factor variable es perfectamente divisible.

### Pregunta 3

La productividad marginal de las retroexcavadoras es igual al incremento en el volumen de materiales que puede ser transportado por cada retroexcavadora adicional.

*Productividad Marginal*

3ª Pela	27.000 m <sup>3</sup>
4ª Pela	24.000 m <sup>3</sup>
5ª Pela	15.000 m <sup>3</sup>
6ª Pela	12.000 m <sup>3</sup>
7ª Pela	6.000 m <sup>3</sup>

La productividad marginal es decreciente. Esto puede explicarse por el hecho de que a mayor cantidad de retroexcavadoras mayor es la probabilidad de que algunas de ellas no sean utilizadas continuamente. Se podría cargar los camiones más rápidamente, pero se subutilizaría el tiempo por que el número de volquetas es fijo.

### Pregunta 4

El costo marginal en el corto plazo ( $C_m$ ) es inversamente proporcional a la productividad marginal física del factor variable ( $P_{mF}$ ). En efecto, podemos escribir:

$$C_m = \frac{P_L}{P_{mF}}$$

En este caso, el factor variable es “retroexcavadoras” cuyo precio  $P_L$  es fijo (\$2.500).

Como la productividad marginal de las retroexcavadoras es decreciente, el costo marginal es **creciente**.

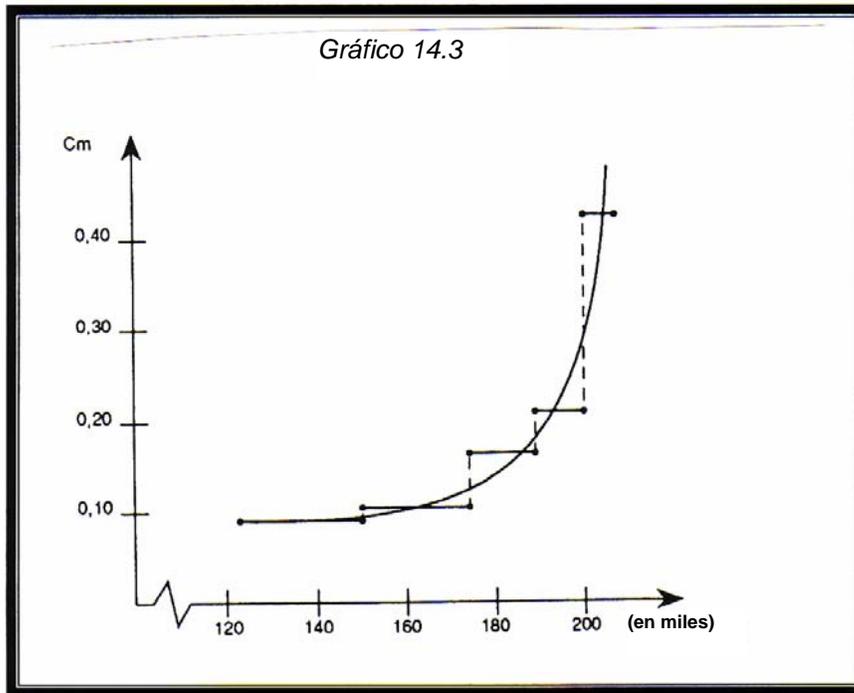
### Pregunta 5

Como la variable *retroexcavadoras* varía de manera unitaria, en este caso particular el costo marginal es exactamente cero para toda cantidad que no corresponda a una utilización a plena capacidad de las retroexcavadoras. El costo en el caso contrario es \$2.500.

Podemos de todos modos utilizar el concepto de costo marginal “medio” entre dos observaciones a capacidad máxima. Éste es igual a la relación entre el incremento en el costo total y el incremento en las cantidades transportadas ( $\Delta CT/\Delta Q$ ). Se podría escribir que el costo medio marginal de pasar de dos a tres retroexcavadoras es:

$$C_m = \Delta CT/\Delta Q = 2\,500/2\,700 = 0,093$$

Este resultado debe interpretarse así: para pasar de 123.000 m<sup>3</sup> a 150.000 m<sup>3</sup> hay un incremento en el costo de \$2.500, es decir de \$0,093 el metro cúbico adicional.



La tabla siguiente muestra los valores del costo marginal medio:

**Costo marginal medio**

	Cm (en dólares)
Al pasar de 2 a 3 retroexcavadoras	0,092
Al pasar de 3 a 4 retroexcavadoras	0,104
Al pasar de 4 a 5 retroexcavadoras	0,167
Al pasar de 5 a 6 retroexcavadoras	0,208
Al pasar de 6 a 7 retroexcavadoras	0,417

El gráfico 14.3 muestra la curva del costo marginal. Se obtiene cuando se unen los centros de cada tramo.

Al comparar los gráficos 14.2 y 14.3 se puede constatar que el costo marginal corta al costo medio cerca a su punto mínimo.

**Pregunta 6**

El concepto del costo marginal es muy interesante desde el punto de vista de la definición de precios. Si posteriormente a haber llegado a un acuerdo sobre un cierto volumen de material a transportar y sobre su precio, se decide incrementar

la cantidad, el costo marginal nos da el precio mínimo al cual se debe facturar los metros cúbicos adicionales para que las condiciones previamente acordadas sean respetadas.

De este modo, si en un principio se acordó transportar 189.000 toneladas con volquetas de 30 m<sup>3</sup>, la tabla de costos nos dice que se debía cobrar a \$0,172 el metro cúbico transportado para cubrir los costos. Si se decide posteriormente transportar 12.000 m<sup>3</sup> adicionales, el costo marginal nos dice que se deberá cobrar a \$0,208 el metro cúbico.

## B) ANÁLISIS A LARGO PLAZO

En esta segunda parte se analizan los costos en un largo plazo, es decir que todos los factores de producción pueden variar, incluso la infraestructura de la empresa. En nuestro caso particular, se considera que el tamaño de las volquetas puede cambiar.

### Pregunta 7

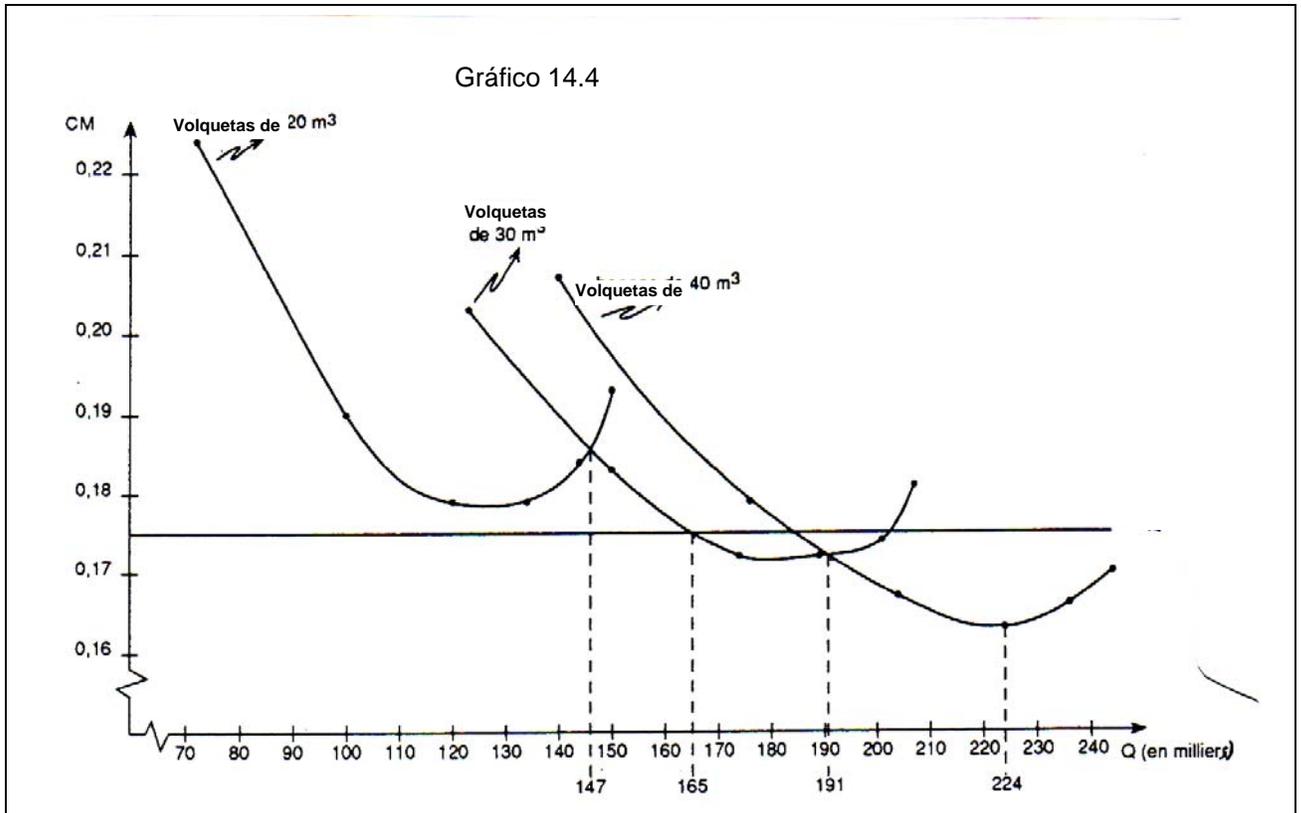
El gráfico 14.4 muestra las curvas de costo medio. Como la variable *retroexcavadoras* varía ahora de manera continua y no discreta, encontramos aquí la forma tradicional de las curvas de costo medio. (No es muy difícil imaginar cómo la variable *retroexcavadoras* podría ser divisible: se pueden alquilar las retroexcavadoras por hora y no semanalmente).

### Pregunta 8

Observamos en el gráfico 14.4 que las economías de escala son más importantes que las deseconomías de escala porque el costo medio mínimo (a corto plazo) de las volquetas de 40 m<sup>3</sup> es menor que el costo medio mínimo (a corto plazo) de las de 30 m<sup>3</sup>, el cual es a su vez menor que el costo medio mínimo de los camiones de 20 m<sup>3</sup>.

La fuente de las economías de escala se encuentra principalmente en el hecho que el costo de utilización de las volquetas por m<sup>3</sup> es decreciente cuando se incrementa su tamaño. Es de \$70 el m<sup>3</sup> para las volquetas de 20 m<sup>3</sup>, de \$66, 67 para las volquetas de 30 m<sup>3</sup> y de 60 dólares para las volquetas de 40 m<sup>3</sup>.

La existencia de deseconomías de escala surge porque los camiones de tamaño mayor son menos prácticos y toma más tiempo cargarlos y descargarlos, por lo cual su rotación es menor. Sin embargo, esta desventaja relacionada al tamaño no es suficiente para contrarrestar las economías de escala.



### Pregunta 11

W.K. Lewis subcontratará los trabajos con la compañía Cold Lake Transport si la cantidad máxima a transportar semanalmente es inferior a 165.000 m<sup>3</sup>. En efecto, el precio de CLT es menor al costo de producción de W.K. Lewis para una cantidad mayor.

## EJERCICIO 15

### LA MAXIMIZACIÓN DE BENEFICIOS

*En este ejercicio utilizaremos por primera vez la regla de la maximización del beneficio. Notaremos también, cómo la microeconomía define de una forma muy particular el umbral entre la rentabilidad y las pérdidas.*

En el corto plazo, la producción en el taller depende del número de empleados. La tabla siguiente muestra las relaciones entre el nivel de producción (Q) y el número de empleados (L).

Cantidad de bien (Q)	24	39	50	60	68	75	81	86	90
Número de empleados (L)	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Igualmente, se conocen el costo variable medio (CVM) y el costo fijo medio (CFM) en función de las cantidades.

Q	24	39	50	60	68	75	81	86	90
CVM	8,33	7,69	8,00	8,33	8,82	9,33	9,88	10,47	11,11
CFM	12,50	7,69	6,00	5,00	4,41	4,00	3,70	3,48	3,33

El taller es pequeño y su propietario debe aceptar para su producción el precio que fija el mercado.

#### **Pregunta 1**

¿Se aplica en este caso la ley de los rendimientos decrecientes?

#### **Pregunta 2**

Calcule el costo marginal y el costo medio de producción

#### **Pregunta 3**

Defina el umbral entre rentabilidad y pérdidas.

#### **Pregunta 4**

¿Cuál es el valor de los puntos anteriores?

### **Pregunta 5**

Si el precio de venta del producto se mantiene fijo en 25, ¿qué cantidad se deberá producir?

### **Pregunta 6**

Si el precio de venta del producto se mantiene fijo en 10, ¿qué cantidad se deberá producir? ¿Y si el precio bajara hasta 6, 67?

## **SOLUCIÓN**

### **Pregunta 1**

Este ejercicio se sitúa en el marco del análisis a corto plazo y confirma la ley de los rendimientos decrecientes. Los empleados (L) son el factor variable.

En la tabla siguiente se aprecian los valores de la productividad marginal (PMgL) del factor variable.

L	3	4	5	6	7	8	9	10
PMgL	15	11	10	8	7	6	5	4

Los valores decrecientes de la PMgL confirman la ley de los rendimientos decrecientes.

### **Pregunta 2**

La suma del CVM y del CFM permite determinar el costo medio (CMe). Al multiplicar este valor por Q se obtiene el costo total. Por otra parte, el costo marginal (CMg) es igual a  $\Delta CT/\Delta Q$ .

Tabla 2

Los costos de producción				
Q	CVM	CMe	CT	CMg
0		---	300	
				8,33
24	8,33	20,83	500	
				6,67
39	7,69	15,38	600	
				9,09
50	8,00	14,00	700	
				10,00
60	8,33	13,33	800	
				12,50
68	8,82	13,23	900	
				14,29
75	9,33	13,33	1 000	
				16,67
81	9,88	13,58	1 100	
				20,00
86	10,47	13,95	1 200	
				25,00
90	11,11	14,44	1 300	

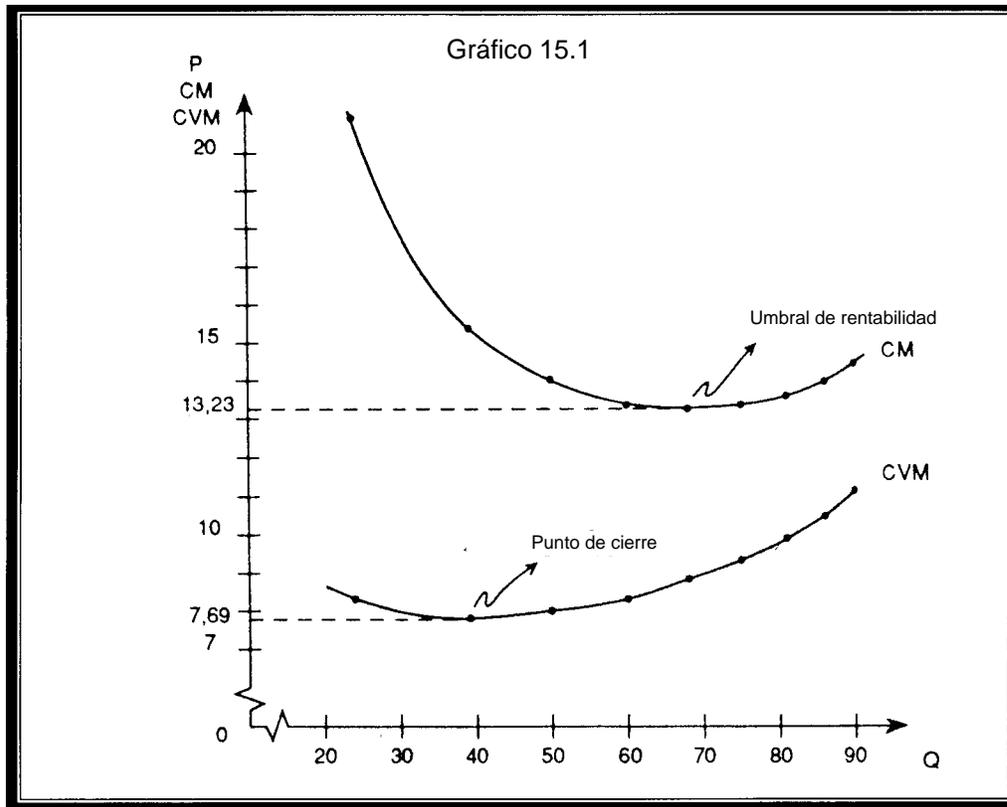
Notaremos que los valores del costo marginal aparecen en la mitad de los intervalos.

### Pregunta 3

El análisis macroeconómico se enfoca particularmente en el problema de la determinación de los precios y por eso no es sorprendente que el umbral entre rentabilidad y pérdidas sea determinado en precios (y no en cantidades).

El umbral de rentabilidad es el precio que permitirá a la empresa empezar a gozar de beneficios.

El punto de cierre es el precio por debajo del cual la empresa no se interesará en producir.



#### Pregunta 4

Si se toma como hipótesis que el precio del mercado es fijo y le es impuesto a la empresa, el umbral de rentabilidad corresponde al punto mínimo del costo medio. En este caso es difícil saber exactamente cuál es el mínimo porque se conoce nada más el Cme en algunos valores de Q. Nos contentaremos entonces con aproximarlos a:

$$P_r = 13,23$$

En cuanto al punto de cierre, éste es igual al costo variable medio mínimo.

$$P_g = 7,69$$

#### Pregunta 5

Para maximizar los beneficios, se debe producir hasta que el ingreso de una unidad adicional sea igual al costo adicional de producir dicha unidad; es decir hasta que  $CMg = Img$  (Ingreso marginal).

Como el precio está fijado por el mercado, el ingreso marginal es igual al ingreso medio, el cual es igual al precio. De este modo, el ingreso marginal es 25 en cualquier valor de Q. En la tabla 2, se puede ver que el costo marginal es 25 en  $Q = 88$ .

## Pregunta 6

De acuerdo a la regla de maximización de beneficios, si el precio es  $P = 10$ , se deberá producir en  $Q = 55$ . Sin embargo, notaremos que la empresa afrontará pérdidas porque el ingreso medio se encuentra por debajo del costo medio. Al producir en  $Q = 55$ , la empresa logra cubrir sus costos variables y parte de sus costos fijos.

En cambio, si el precio es  $6,67$ , se deberá producir en  $Q = 31,5$  de acuerdo a la regla de maximización de beneficios. En este caso, la empresa afrontará más pérdidas al producir que al no hacerlo. En efecto, la empresa termina por retirarse del mercado aún en el corto plazo porque no cubre ni los costos variables ni los costos fijos.