EJERCICIOS Y PROBLEMAS RESUELTOS

1. *Se tiene una región factible determinada por el polígono de vértices:*

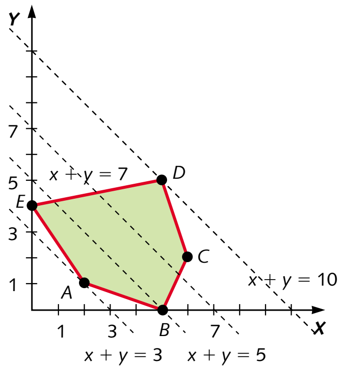
A*(2, 1),* B*(5, 0),* C*(6, 2),* D*(5, 5) y* E*(0, 4)*

a) Representa gráficamente dicha región, así como las rectas de nivel asociadas a la función objetivo $f(x, y) = x + y$.

b) ¿En qué vértices se alcanza el máximo y el mínimo de la función $f(x, y)$*?*

Solución

a) Representamos gráficamente el polígono determinado por los vértices dados y las rectas de nivel $x + y = k$, asociadas a la función objetivo.



b) El máximo se alcanza en el vértice:

$$D(5, 5)$$

La función objetivo para este punto toma el siguiente valor:

$$f(5, 5) = 5 + 5 = 10$$

El mínimo se alcanza en el vértice:

$$A(2, 1)$$

La función objetivo para este punto toma el siguiente valor:

$$f(2, 1) = 2 + 1 = 3$$

2. *Se considera la región factible dada por el siguiente conjunto de restricciones:*

$$\left.\begin{aligned} 4x + y &\leq 4 \\ y - x &\leq 1 \\ x &\geq 0 \\ y &\geq 0 \end{aligned}\right\}$$

Represent la región factible que determina el sistema de inecuaciones y halla la solución mínima y máxima para cada una de las siguientes funciones:

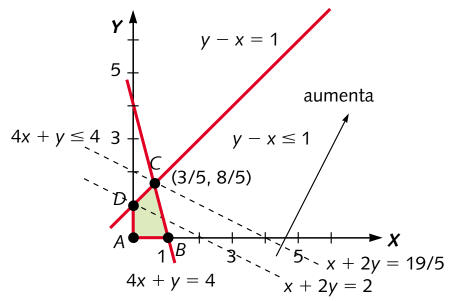
a) $f(x, y) = x + 2y$

b) $f(x, y) = y - 3x$

Solución

a) Representamos la región factible y algunas rectas de nivel, $x + 2y = k$, de la función objetivo:

$$f(x, y) = x + 2y$$



Hallamos los valores de la función objetivo, en cada uno de los vértices:

$f(0, 0) = 0 + 2 \cdot 0 = 0$ (mínimo)
$f(1, 0) = 1 + 2 \cdot 0 = 1$

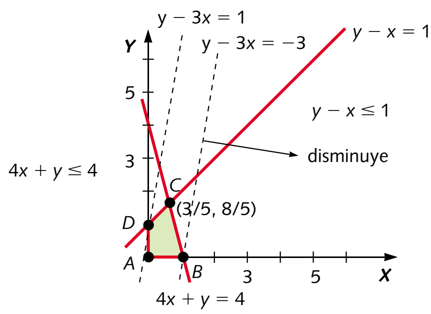
$f(3/5, 8/5) = 3/5 + 2 \cdot 8/5 = 19/5$ (máximo)
$f(0, 1) = 0 + 2 \cdot 1 = 2$

La recta de menor nivel es la que pasa por el punto $A(0, 0)$: $x + 2y = 0$.

La recta de mayor nivel es la que pasa por el punto $C(3/5, 8/5)$: $x + 2y = 19/5$.

b) Representamos la región factible y algunas rectas de nivel, $y - 3x = k$, de la función objetivo:

$$f(x, y) = y - 3x$$



Hallamos los valores de la función objetivo, en cada uno de los vértices:

$f(0, 0) = -3 \cdot 0 + 0 = 0$
$f(1, 0) = -3 \cdot 1 + 0 = -3$ (mínimo)

$f(3/5, 8/5) = -3 \cdot 3/5 + 8/5 = -1/5$
$f(0, 1) = -3 \cdot 0 + 1 = 1$ (máximo)

La recta de menor nivel es la que pasa por el punto $B(1, 0)$: $y - 3x = -3$.

La recta de mayor nivel es la que pasa por el punto $D(0, 1)$: $y - 3x = 1$.

3. ***(Selectividad. Valencia, 1996).*** *Los abonos* A *y* B *se obtienen mezclando cierto sustrato con dos fertilizantes* F_1 *y* F_2 *en las siguientes proporciones:*

	F_1	F_2
A	100 g/kg	50 g/kg
B	70 g/kg	80 g/kg

La cantidad disponible de los fertilizantes F_1 *y* F_2 *son 39 kg y 24 kg. El beneficio que producen los abonos* A *y* B *son 75 ptas./kg y 60 ptas./kg. ¿Cuántos kilos se deben fabricar del abono* A *y del abono* B *para maximizar el beneficio?*

Solución

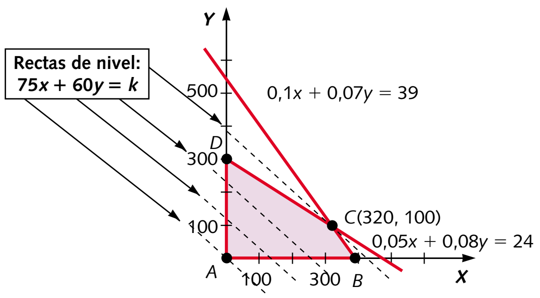
Si x e y son los kilogramos que se deben fabricar de los abonos A y B, respectivamente, la función objetivo $f(x, y)$ que hay que maximizar es:

$$f(x, y) = 75x + 60y$$

El conjunto de restricciones es:

$$0{,}1x + 0{,}07y \leq 39$$
$$0{,}05x + 0{,}08y \leq 24$$

Representamos la región factible y las rectas de nivel de la función objetivo:



De todas las rectas de nivel, la que pasa por el punto $C(320, 100)$ es la de mayor nivel, por tanto, el beneficio máximo se consigue cuando se producen 320 kg de abono del tipo A y 100 kg del abono del tipo B, y es igual a:

$$f(320, 100) = 75 \cdot 320 + 60 \cdot 100 = 30.000 \text{ ptas.}$$

4. *En una confitería se dispone de 24 kg de polvorones y 15 kg de mantecados, que se envasan en dos tipos de cajas de la siguiente forma:*

– *Caja 1: 200 g de polvorones y 100 g de mantecados. Precio: 400 ptas.*

– *Caja 2: 200 g de polvorones y 300 g de mantecados. Precio: 600 ptas.*

¿Cuántas cajas de cada tipo se tendrán que preparar y vender para obtener el máximo de ingresos?

Solución

Como ya vimos en la primera pregunta de este capítulo, la información la podemos organizar mediante una tabla:

	N.° de cajas	Polvorones	Mantecados	Ingresos
Caja 1	x	$200x$	$100x$	$400x$
Caja 2	y	$200y$	$300y$	$600y$
Total	$x + y$	≤ 24.000	≤ 15.000	$400x + 600y$

La función objetivo de los ingresos totales, I, en relación con el número de cajas de cada tipo que se han vendido es:

$$I = 400x + 600y$$

El conjunto de restricciones es:

$$\left.\begin{aligned} 200x + 200y &\leq 24.000 \\ 100x + 300y &\leq 15.000 \\ x &\geq 0 \\ y &\geq 0 \end{aligned}\right\} \quad \text{o bien} \quad \left.\begin{aligned} x + y &\leq 120 \\ x + 3y &\leq 150 \\ x &\geq 0 \\ y &\geq 0 \end{aligned}\right\}$$

Veamos cómo podemos obtener la solución utilizando métodos algebraicos y gráficos.

Método de los vértices

Para utilizar este método hallamos los vértices de la región factible resolviendo cada uno de los siguientes sistemas que se pueden formar con las cuatro restricciones:

$$\left.\begin{aligned} x &= 0 \\ y &= 0 \end{aligned}\right\} \qquad \left.\begin{aligned} x &= 0 \\ x + 3y &= 150 \end{aligned}\right\}$$

$$\left.\begin{aligned} x + 3y &= 150 \\ x + y &= 120 \end{aligned}\right\} \qquad \left.\begin{aligned} x + y &= 120 \\ y &= 0 \end{aligned}\right\}$$

$$\left.\begin{aligned} x + 3y &= 150 \\ y &= 0 \end{aligned}\right\} \qquad \left.\begin{aligned} x + y &= 120 \\ x &= 0 \end{aligned}\right\}$$

Las soluciones de cada uno de los seis sistemas, de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo, determinan los siguientes puntos:

$$A(0, 0),\ B(0, 50),\ C(105, 15)$$
$$D(120, 0),\ E(150, 0),\ F(0, 120)$$

El punto E no cumple la restricción $x + y \leq 120$ y el punto F no cumple la restricción $x + 3y \leq 150$.

Los vértices de la región factible son los puntos A, B, C y D.

Hallamos los valores de la función objetivo:

$$I = 400x + 600y$$

en cada uno de los vértices:

$I(0, 0) = 400 \cdot 0 + 600 \cdot 0 = 0$
$I(0, 50) = 400 \cdot 0 + 600 \cdot 50 = 30.000$
$I(105, 15) = 400 \cdot 105 + 600 \cdot 15 = 51.000$
$I(120, 0) = 400 \cdot 120 + 600 \cdot 0 = 48.000$

La solución óptima corresponde al vértice en el que la función objetivo toma el valor máximo, es el vértice $C(105, 15)$.

Método de las rectas de nivel

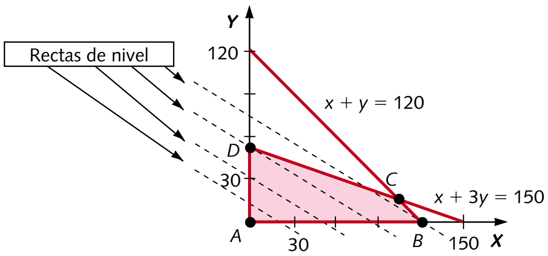
Para aplicar este método desarrollamos los pasos siguientes:

- Representamos gráficamente el sistema de inecuaciones formado por las restricciones y obtenemos la región factible.
- Representamos algunas de las rectas de nivel:

$$400x + 600y = k$$

Por ejemplo:

$$400x + 600y = 0;\ \ 400x + 600y = 100$$
$$400x + 600y = 300;\ \ ...$$



Si observamos la gráfica, la recta de máximo nivel pasa por el punto $C(105, 15)$ y k vale 51.000.

Por tanto, hay que hacer 105 cajas del tipo 1 y 15 del tipo 2, siendo los ingresos máximos totales que se pueden obtener de su venta 51.000 ptas.

5. *Para abonar una parcela de huerta se necesitan por lo menos 8 kg de nitrógeno y 12 kg de fósforo. Se dispone de un producto* A *cuyo precio es de 30 ptas./kg y que contiene un 10% de nitrógeno y un 30% de fósforo. Existe en el mercado otro producto* B *que contiene un 20% de nitrógeno y un 20% de fósforo, y cuyo precio es de 40 ptas./kg. ¿Qué cantidades se deben tomar de* A *y* B *para abonar la parcela con el menor gasto posible?*

Solución

Podemos organizar la información mediante una tabla:

	Kilos	Nitrógeno	Fósforo	Coste
Producto A	x	$0,10x$	$0,30x$	$30x$
Producto B	y	$0,20y$	$0,20y$	$40y$
Total		≥ 8	≥ 12	$30x + 40y$

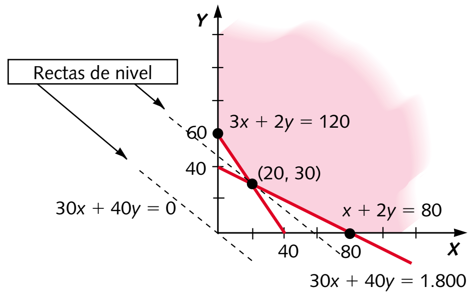
La función objetivo del coste total, C, si se emplean x kg del producto A e y kg del producto B, es:

$$C = 30x + 40y$$

El conjunto de restricciones es:

$$\left.\begin{array}{r} 0,1x + 0,2y \geq 8 \\ 0,3x + 0,2y \geq 12 \\ x \geq 0 \\ y \geq 0 \end{array}\right\} \quad \text{o bien} \quad \left.\begin{array}{r} x + 2y \geq 80 \\ 3x + 2y \geq 120 \\ x \geq 0 \\ y \geq 0 \end{array}\right\}$$

Con estos datos representamos la región factible y las rectas de nivel de la función objetivo:



De todas las rectas de nivel que tocan a la región factible, la que pasa por el vértice (20, 30), hace que el coste k sea mínimo.

La solución óptima se obtiene tomando 20 kg del producto A y 30 kg del producto B.

El coste total es:

$$C(20, 30) = 30 \cdot 20 + 40 \cdot 30 = 1.800 \text{ ptas.}$$

6. ***(Selectividad. Huelva, 1995).*** *Un ganadero debe suministrar un mínimo de 4 mg de vitamina* A *y 6 de vitamina* B *por cada kilogramo de pienso que dé a sus reses. Dispone para ello de dos tipos de pienso,* P_1 *y* P_2*, cuyos contenidos de vitaminas en miligramos son:*

	A	B
P_1	2	6
P_2	4	3

El kilogramo de pienso P_1 *vale 40 ptas. y el de* P_2 *60 ptas.*

¿Cómo debe mezclar los piensos para suministrar las vitaminas requeridas con un coste mínimo?

Solución

Como el pienso P_1 tiene 6 mg de vitamina B por kilogramo y el pienso P_2 tiene 3 mg de B por kilogramo, resulta imposible obtener mediante la mezcla de ambos 6 o más miligramos de esta vitamina, ya que si se pone en la mezcla alguna cantidad del pienso P_2, el contenido de vitamina B por kilogramo es menor de 6 mg. Además, el producto P_1 no cumple los requisitos mínimos (4 mg) de vitamina A.

7. **(Selectividad. Andalucía, 1997).** *Un trabajador de una fábrica de envases de cartón hace cajas de dos tipos. Para hacer una caja del primer tipo, que se vende por 12 ptas., gasta 2 m de cinta adhesiva y 0,5 m de rollo de papel de cartón. Para hacer una del segundo tipo, que se vende a 8 ptas., gasta 4 m de cinta adhesiva y 0,25 m del mismo rollo.*

Si dispone de un rollo de cinta adhesiva que tiene 440 m y otro rollo de papel cartón de 65 m, ¿cuántas cajas de cada tipo deben hacerse para que el valor de la producción sea máximo?

Solución

Sean:

x = «número de cajas del primer tipo»
y = «número de cajas del segundo tipo»

De una lectura detenida del enunciado deducimos las siguientes restricciones o inecuaciones:

$$\left.\begin{array}{r} 2x + 4y \leq 440 \\ 0{,}5x + 0{,}25y \leq 65 \\ x,\ y \geq 0 \end{array}\right\}$$

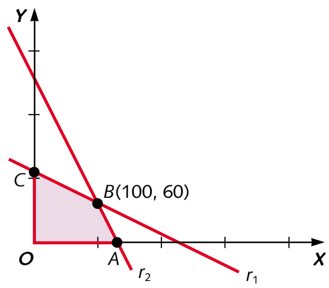
La función objetivo que proporciona el valor de la producción y que hay que maximizar viene dada por: $f(x, y) = 12x + 8y$.

Las rectas correspondientes a las fronteras de las restricciones, son:

r_1: $2x + 4y = 440 \Leftrightarrow x + 2y = 220$

r_2: $0{,}5x + 0{,}25y = 65 \Leftrightarrow 2x + y = 260$

Su representación gráfica determina la siguiente región factible:



Donde los vértices obtenidos son: $A(130, 0)$; $B(100, 60)$; obtenido de la intersección de las rectas r_1 y r_2, $C(0, 110)$ y $O(0, 0)$.

Al sustituir sus coordenadas en la función objetivo $f(x, y) = 12x + 8y$ resulta:

$f(A) = 12 \cdot 130 + 8 \cdot 0 = 1.560$ ptas.

$f(B) = 12 \cdot 100 + 8 \cdot 60 = 1.680$ ptas.

$f(C) = 12 \cdot 0 + 8 \cdot 110 = 880$ ptas.

$f(D) = 12 \cdot 0 + 8 \cdot 0 = 0$ ptas.

Por lo tanto, la función objetivo se maximaliza en el vértice B, luego se deben hacer 100 cajas del primer tipo y 60 del segundo.

8. **(Selectividad. La Rioja, 1999).** *Una empresa fabrica tres productos (*P_1*,* P_2 *y* P_3*) en dos plantas (*A *y* B*). La planta* A *produce diariamente 1.000 unidades de* P_1*, 3.000 de* P_2 *y 5.000 de* P_3*. La planta* B *produce diariamente 2.000 unidades de cada uno de los tres productos. La empresa se ha comprometido a entregar a sus clientes al menos 80.000 unidades de* P_1*, 160.000 de* P_2 *y 200.000 de* P_3*. Sabiendo que el costo diario de producción es de 200.000 ptas. en cada planta, ¿cuántos días debe trabajar cada planta para que se cubran los objetivos comprometidos con el mínimo coste?*

Solución

Sean:

x = «número de días que debe trabajar la planta A»
y = «número de días que debe trabajar la planta B»

Con los valores dados en el enunciado, formamos la tabla:

	P_1	P_2	P_3
A	1.000	3.000	5.000
B	2.000	2.000	2.000

y deducimos las siguientes restricciones o inecuaciones:

$$\left.\begin{array}{r} 1.000x + 2.000y \geq 80.000 \\ 3.000x + 2.000y \geq 160.000 \\ 5.000x + 2.000y \geq 200.000 \\ x,\ y \geq 0 \end{array}\right\} \Leftrightarrow \left.\begin{array}{r} x + 2y \geq 80 \\ 3x + 2y \geq 160 \\ 5x + 2y \geq 200 \\ x,\ y \geq 0 \end{array}\right\}$$

La función objetivo que da el valor del coste de la producción y que hay que minimizar es:

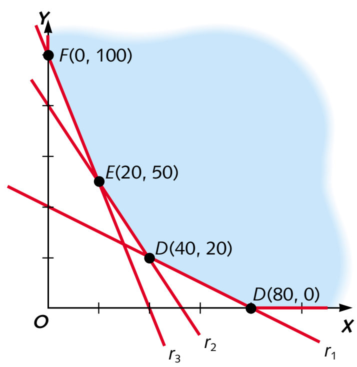
$f(x, y) = 200.000x + 200.000y = 200.000(x + y)$

Las rectas correspondientes a las fronteras de las restricciones, son:

r_1: $x + 2y = 80$; r_2: $3x + 2y = 160$

r_3: $5x + 2y = 200$; r_4: $x = 0$; r_5: $y = 0$

La representación gráfica de dichas rectas determina la siguiente región factible:



Donde los vértices que delimitan la región factible son: $C(80, 0)$ obtenido de la intersección de las rectas r_1 y r_5; $D(40, 20)$, obtenido de la intersección de las rectas r_1 y r_2; $E(20, 50)$ obtenido de la intersección de las rectas r_2 y r_3 y $F(0, 100)$ obtenido de la intersección de las rectas r_3 y r_4.

Al sustituir sus coordenadas en la función objetivo $f(x, y) = 200.000(x + y)$, el mínimo coste se obtiene en el vértice $D(40, 20)$:

$f(D) = 200.000(40 + 20) = 12.000.000$ ptas.

Por lo tanto, la planta A debe de trabajar 40 días y la planta B, 20 días.

9. **(Selectividad. Valencia, 1999).** *Un concesionario de coches vende dos modelos, el* A *con el que gana 100.000 ptas. por unidad vendida, y el* B *con el que* *gana 50.000 ptas. por unidad vendida. El número* x *de coches vendidos del modelo* A *debe verificar que 50* $\leq$ x $\leq$ *75. El número* y *de coches vendidos del modelo* B *debe ser mayor o igual que el número de coches vendidos del modelo* A.

Sabiendo que el número máximo de coches que puede vender es 400, determina cuántos coches debe vender de cada modelo para que su beneficio sea máximo.

Solución

Del enunciado, deducimos las siguientes restricciones o inecuaciones:

$$\left.\begin{array}{r} 50 \leq x \leq 75 \\ y \geq x \\ x + y \leq 400 \\ x, y \geq 0 \end{array}\right\}$$

La función objetivo que da el beneficio obtenido en miles de pesetas y que hay que maximizar viene dada por:

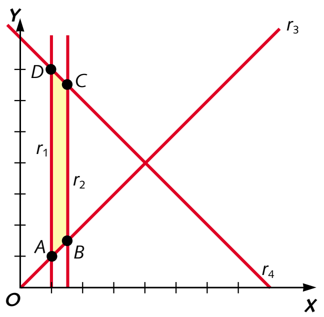
$$f(x, y) = 100.000x + 50.000y$$

Las rectas correspondientes a las fronteras de las restricciones, son:

$r_1: x = 50$; $\quad r_2: x = 75$; $\quad r_3: y = x$

$r_4: x + y = 400$; $\quad r_5: x = 0$; $\quad r_6: y = 0$

Su representación gráfica determina la siguiente región factible:



Donde los vértices que delimitan la región factible son: $A(50, 50)$ obtenido de la intersección de las rectas r_1 y r_3; $B(75, 75)$, obtenido de la intersección de las rectas r_2 y r_3; $C(75, 325)$ obtenido de la intersección de las rectas r_2 y r_4 y $D(50, 350)$ obtenido de la intersección de las rectas r_1 y r_4.

Al sustituir sus coordenadas en la función objetivo $f(x, y) = 100.000x + 50.000y$, resulta el beneficio en pesetas:

$f(A) = 100.000 \cdot 50 + 50.000 \cdot 50 = 7.500.000$

$f(B) = 100.000 \cdot 75 + 50.000 \cdot 75 = 11.250.000$

$f(C) = 100.000 \cdot 75 + 50.000 \cdot 325 = 23.750.000$

$f(D) = 100.000 \cdot 50 + 50.000 \cdot 350 = 22.500.000$

Así, el máximo beneficio se obtiene en el vértice $C(75, 325)$.

Por lo tanto, el concesionario debe vender 75 coches del modelo *A* y 325 del modelo *B*.

10. ***(Selectividad. Castilla-La Mancha, 1999).*** *Una persona va a iniciar una dieta y recibe las siguientes recomendaciones:*

– *Debe tomar una mezcla de dos compuestos* D_1 *y* D_2.

– *La cantidad total diaria que puede ingerir, una vez mezclados los compuestos, no debe ser superior a 150 gramos ni inferior a 50 gramos.*

– *En la mezcla debe haber más cantidad de* D_1 *que de* D_2.

– *La mezcla no debe contener más de 100 gramos de* D_1.

Se sabe que cada gramo de D_1 *aporta 0,3 mg de vitaminas y 4,5 calorías y cada gramo de* D_2 *aporta 0,2 mg de vitaminas y 1,5 calorías. ¿Cuántos gramos de cada compuesto debe tomar para obtener la máxima cantidad de vitaminas? ¿Cuántos gramos de cada compuesto debe tomar si desea el mínimo posible de calorías?*

Solución

Sean:

x = «número de gramos del compuesto D_1»

y = «número de gramos del compuesto D_2»

Con los valores dados en el enunciado, formamos la tabla:

	Vitaminas	**Calorías**
D_1 (1 gramo)	0,3 mg	4,5
D_2 (1 gramo)	0,2 mg	1,5

y deducimos las siguientes restricciones o inecuaciones:

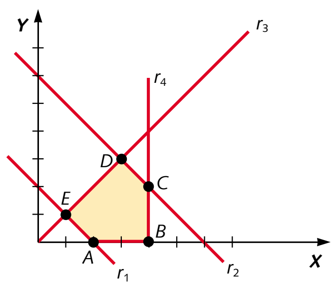
$$\left.\begin{array}{c} 50 \leq x + y \leq 150 \\ x > y \\ x \leq 100 \\ x, y \geq 0 \end{array}\right\}$$

Las rectas correspondientes a las fronteras de las restricciones, son:

$r_1: x + y = 50$; $\quad r_2: x + y = 150$; $\quad r_3: x = y$

$r_4: x = 100$; $\quad r_5: x = 0$; $\quad r_6: y = 0$

Su representación gráfica determina la siguiente región factible:



Siendo los vértices que delimitan la región factible: $A(50, 0)$ obtenido de la intersección de las rectas r_1 y r_5; $B(100, 0)$, obtenido de la intersección de las rectas r_4 y r_5; $C(100, 50)$ obtenido de la intersección de las rectas r_2 y r_4, $D(75, 75)$ obtenido de la intersección de las rectas r_2 y r_3, y $E(25, 25)$ obtenido de la intersección de las rectas r_1 y r_3.

La función objetivo que da el máximo de miligramos de vitaminas, viene dada por:

$$f(x, y) = 0{,}3x + 0{,}2y$$

Por tanto, sustituyendo las coordenadas de los vértices de la región factible en la función objetivo anterior tenemos:

$$\begin{aligned} f(A) &= 0{,}3 \cdot 50 + 0{,}2 \cdot 0 = 15 \\ f(B) &= 0{,}3 \cdot 100 + 0{,}2 \cdot 0 = 30 \\ f(C) &= 0{,}3 \cdot 100 + 0{,}2 \cdot 50 = 40 \\ f(D) &= 0{,}3 \cdot 75 + 0{,}2 \cdot 75 = 37{,}5 \\ f(E) &= 0{,}3 \cdot 25 + 0{,}2 \cdot 25 = 12{,}5 \end{aligned}$$

Luego, para obtener la máxima cantidad de vitaminas, 40 mg, hay que tomar 100 gramos diarios del compuesto D_1 y 50 gramos diarios del D_2.

Así mismo, la función objetivo que da el mínimo de calorías, viene dada por: $f(x, y) = 4{,}5x + 1{,}5y$.

Por tanto, sustituyendo las coordenadas de los vértices de la región factible en la función objetivo anterior tenemos:

$$\begin{aligned} f(A) &= 4{,}5 \cdot 50 + 1{,}5 \cdot 0 = 225 \\ f(B) &= 4{,}5 \cdot 100 + 1{,}5 \cdot 0 = 450 \\ f(C) &= 4{,}5 \cdot 100 + 1{,}5 \cdot 50 = 525 \\ f(D) &= 4{,}5 \cdot 75 + 1{,}5 \cdot 75 = 450 \\ f(E) &= 4{,}5 \cdot 25 + 1{,}5 \cdot 25 = 150 \end{aligned}$$

Luego, para obtener la mínima cantidad de calorías, 150, hay que tomar 25 gramos diarios del compuesto D_1 y 25 gramos diarios del D_2.

11. *Una empresa posee dos fábricas* F_1 *y* F_2 *que producen 80 y 100 unidades respectivamente de un determinado producto. Deben abastecer a tres centros de consumo* C_1, C_2 *y* C_3, *que necesitan 50, 70 y 60 unidades, respectivamente. El coste del transporte de cada fábrica a cada centro de consumo, en pesetas por unidad, viene dado en la siguiente tabla:*

	C_1	C_2	C_3
F_1	50	100	90
F_2	100	75	120

¿Cómo ha de realizarse el transporte para que sea lo más económico posible?

Solución

Sean x e y las cantidades de unidades que se transportan desde la fábrica F_1 a los centros de consumo C_1 y C_2. Por tanto, $80 - (x + y)$ es la cantidad que se transporta desde F_1 a C_3.

Análogamente, las cantidades que entrega la fábrica F_2 a los centros de consumo C_1, C_2 y C_3 son, respectivamente:

$$50 - x; \quad 70 - y$$
$$60 - [80 - (x + y)] = (x + y) - 20$$

Con los datos anteriores podemos completar la siguiente tabla:

	C_1 (50 u)	C_2 (70 u)	C_3 (60 u)
F_1 (80 u)	x	y	$80 - (x + y)$
F_2 (100 u)	$50 - x$	$70 - y$	$(x + y) - 20$

Como todas estas cantidades tienen que ser positivas, las restricciones son:

$$\left.\begin{aligned} 50 - x &\geq 0 \\ 70 - y &\geq 0 \\ 80 - (x + y) &\geq 0 \\ (x + y) - 20 &\geq 0 \\ x &\geq 0 \\ y &\geq 0 \end{aligned}\right\}$$

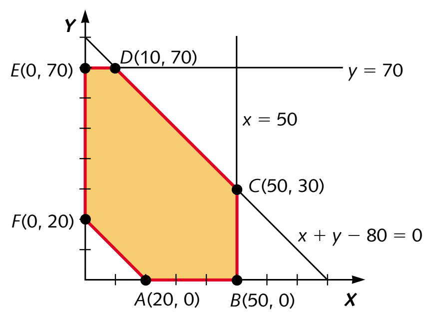
La función de coste del transporte $T(x, y)$ se obtiene sumando los productos de cada cantidad de unidades transportadas por sus respectivos precios de transporte:

$$\begin{aligned} T(x, y) &= 50x + 100y + 90[80 - (x + y)] + \\ &+ 100(50 - x) + 75(70 - y) + 120[(x + y) - 20] = \\ &= -20x + 55y + 15.050 \end{aligned}$$

Por tanto, el problema queda reducido a minimizar la función de coste:

$$T(x, y) = -20x + 55y + 15.050$$

teniendo en cuenta las restricciones anteriores y utilizando el método gráfico, resulta:



La función se minimiza en el punto $B(50, 0)$.

Por tanto, el coste se minimiza cuando $T = 14.050$ y las cantidades de unidades x e y que se transportan desde la fábrica F_1 a los centros de consumo C_1 y C_2 son: $x = 50$ unidades e $y = 0$ unidades, por lo que las cantidades que se deben transportar son:

	C_1	C_2	C_3
F_1	50	0	30
F_2	0	70	30