UNIDAD TEMÁTICA 5

PROGRAMACION LINEAL

1) Halle gráficamente, en cada caso, el conjunto solución

a) En $\Re$: $-2x + 3 \geq 7$ *b)* En $\Re$: $5 \leq -2x - 3$ *c)* En $\Re^2$: $y > 6 - 2x$

d) En $\Re^2$: $\begin{cases} x + y \leq 4 \\ x + 2y \leq 6 \end{cases}$ *e)* En $\Re^2$: $\begin{cases} 1 \leq x \leq 5 \\ 2 \leq y \leq 5 \\ 2x + y \geq 5 \\ 3x + 2y \leq 20 \end{cases}$ *f)* En $\Re^2$: $\begin{cases} 3x + y > -6 \\ 2x - 3y > -12 \\ y > x \end{cases}$ *g)* En $\Re^2$: $\begin{cases} 3x + y > -6 \\ x + y > -5 \\ x \geq 0 \\ y \geq 0 \end{cases}$

2) Halle la solución aplicando el método gráfico:

i. Determinar gráficamente el conjunto de soluciones factibles **(CSF)** del modelo.

ii. Identificar cada uno de los vértices del conjunto de soluciones factibles con letras mayúsculas e indicar sus coordenadas.

iii. Calcular el valor de la función objetivo **(Z)** en cada vértice del **CSF**.

iv. En base a los resultados anteriores indicar la solución óptima del modelo (valor de las variables x, y y de la función objetivo (**Z**)

v. Trazar en el gráfico construido en ***i)*** la línea que une todos los puntos de coordenadas $(x; y)$ para los cuales la función objetivo toma un valor constante $z = k$, siendo k el valor óptimo de z hallado en ***iv)***.

vi. Darle a k otros valores distintos del óptimo y repetir el procedimiento seguido en ***v)***. Sacar conclusiones.

a) Minimizar: $Z = x + 2y$

Sujeta a: $\begin{cases} x + y \geq 3 \\ \quad y \geq 1 \end{cases}$

Con $x \geq 0;\ y \geq 0$

b) Maximizar: $Z = 2x + 3y$

Sujeta a: $\begin{cases} 2x + y \leq 10 \\ x + 2y \leq 8 \end{cases}$

Con $x \geq 0;\ y \geq 0$

c) Minimizar: $Z = 7x + 3y$

Sujeta a: $\begin{cases} 3x - y \geq -2 \\ x + y \leq 9 \\ x - y = -1 \end{cases}$

Con $x \geq 0;\ y \geq 0$

d) Minimizar: $Z = 200x + 100y$

Sujeta a: $\begin{cases} 300x + 100y \geq 30000 \\ 4x + 8y \geq 800 \end{cases}$

Con $x \geq 0;\ y \geq 0$

e) Maximizar: $Z = 3x + 6y$

Sujeta a: $\begin{cases} x + y \geq -3 \\ 2x - y \leq 4 \\ x + 2y = 12 \end{cases}$

Con $x \geq 0;\ y \geq 0$

f) Maximizar: $Z = 2x - 4y$

Sujeta a: $\begin{cases} x + y \leq 10 \\ 3x - y \geq -2 \\ x - 4y \leq 0 \end{cases}$

Con $x \geq 0;\ y \geq 0$

3) Indicar una posible función objetivo, para que :

a) La solución óptima que maximice la función objetivo propuesta se encuentre en alguno de los vértices del polígono.

b) Existan soluciones sobre algún lado del polígono.

Si las condiciones a las cuales está sujeta la función objetivo están dadas por:

$$\begin{cases} 4x + y \leq 16 \\ x + 2y \leq 12 \end{cases} \qquad \text{Con } x \geq 0 ; y \geq 0$$

4) Construir los sistemas de ecuaciones y la tabla simplex iniciales asociados a los siguientes programas lineales. Indicar en cada caso cuales son las variables básicas y no básicas y la primera solución factible

a) Maximizar: $Z = x + 2y$

Sujeta a: $\begin{cases} 2x + y \leq 8 \\ 2x + 3y \leq 12 \end{cases}$

Con $x \geq 0 ; y \geq 0$

b) Maximizar: $Z = x + 1{,}5y$

Sujeta a: $\begin{cases} 2x + 2y \leq 160 \\ x + 2y \leq 120 \\ 4x + 2y \leq 280 \end{cases}$

Con $x \geq 0 ; y \geq 0$

c) Maximizar: $Z = 3x - 3y$

Sujeta a: $\begin{cases} x - y \leq 4 \\ -x + y \leq 4 \\ x + y \leq 6 \end{cases}$

Con $x \geq 0 ; y \geq 0$

5) Utilizando el método simplex , resolver los problemas del ejercicio **4**

6) ***a)*** Maximizar $Z = 3x + 3y$ sujeta a $\begin{cases} \frac{1}{2}x + y \leq 10 \\ x + y \leq 15 \\ \frac{3}{2}x + y \leq 15 \end{cases}$

b) ¿Cuánto podría aumentar como máximo c_1 manteniendo constante $c_2 = 3$ sin que sea necesario modificar la solución óptima?

c) ¿Hasta qué valor podría aumentar como máximo c_2 manteniendo $c_1 = 3$ constante sin que se modifique la solución óptima?

7) Formular el problema dual de cada uno de los siguientes problemas primales:

a) Maximizar $Z = 9x_1 + 7x_2$ sujeta a $\begin{cases} 2x_1 + x_2 \leq 40 \\ x_1 + 3x_2 \leq 30 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$

b) Maximizar $Z = x_1 + 10x_2$ sujeta a $\begin{cases} 4x_1 + 3x_2 \leq 36 \\ 2x_1 + 4x_2 \leq 40 \\ x_2 \geq 3 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$

c) Minimizar $Z = 2x_1 + 3x_2$ sujeta a $\begin{cases} x_1 + 2x_2 \geq 18 \\ 4x_1 + 3x_2 \geq 48 \\ x_1 \geq 3 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$

d) Minimizar $Z = 30x_1 + 40x_2$ sujeta a $\begin{cases} 2x_1 + x_2 \geq 12 \\ x_1 + x_2 \geq 9 \\ x_1 + 3x_2 \geq 15 \\ x_1 \geq 0 , x_2 \geq 0 \end{cases}$

e) Maximizar $Z = 10x_1 + 12x_2 + 15x_3$ sujeta a $\begin{cases} x_1 + 3x_2 + 4x_3 \leq 5 \\ 2x_1 + 4x_2 - 5x_3 \leq 6 \\ x_1 \geq 0 , x_2 \geq 0 , x_3 \geq 0 \end{cases}$

8) Resuelva los siguientes problemas, utilizando el dual.

a) Minimizar: $\boldsymbol{Z = 4x + 5y}$

Sujeta a: $\begin{cases} \boldsymbol{x + 3y \geq 3} \\ \boldsymbol{3x + \ \ y \geq 3} \\ \boldsymbol{x + \ \ y \geq 7} \end{cases}$

Con $\boldsymbol{x \geq 0\,;\, y \geq 0}$

b) Minimizar: $\boldsymbol{Z = 4x + 3y + 2z}$

Sujeta a: $\begin{cases} \boldsymbol{x + 3y + 2z \geq 10} \\ \boldsymbol{2x + \ \ y + 2z \geq 8} \end{cases}$

Con $\boldsymbol{x \geq 0\,;\, y \geq 0\,; z \geq 0}$

c) Minimizar: $\boldsymbol{Z = 15x + 20y}$

Sujeta a: $\begin{cases} \boldsymbol{x + 2y \geq 5} \\ \boldsymbol{3x + \ \ y \geq 6} \\ \boldsymbol{x + 4y \geq 8} \end{cases}$

Con $\boldsymbol{x \geq 0\,;\, y \geq 0}$

9) Para preparar una dieta óptima se dispone de dos ingredientes (**I_1**, **I_2**). El análisis químico determinó que contiene **tres tipos distintos de nutrientes** por cada kilo, a saber: **4, 7 y 1,5 gramos para I_1; 8, 2 y 5 gramos para I_2**. La empresa consigue en el mercado **I_1 a $30 el kg y el I_2 a $40 el kg.** Asimismo se determinó el contenido mínimo de nutrientes para que la dieta sea eficaz: **32, 14 y 15 gramos**, respectivamente.

Se pide: ***a)*** Programa óptimo.

b) Si la empresa se ve obligada a incorporar un nuevo nutriente con coeficientes **1,5 y 5 gramos y un requerimiento mínimo de 18 gramos**, determine qué efecto produce en términos de solución óptima.

10) Para la fabricación de dos productos se utilizan tres insumos según los valores consignados en la siguiente matriz:

Insumo \ Producto	P_1	P_2	Disponibilidad
I_1	5	10	80
I_2	40	20	360
I_3	10	10	100
Beneficio	2	3	

En base a esta información se pide:

a) ¿Cuánto debe fabricarse de cada producto para utilizar la totalidad de los **insumos 2** y **3**?

b) ¿Cuál es la cantidad máxima que puede fabricarse del **producto 1**?

c) Determine el programa óptimo de producción.

d) ¿Las disponibilidades de qué recursos podrían disminuirse sin modificar el beneficio máximo? ¿En cuánto y por qué?

e) ¿Cuáles son los recursos saturados? ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por una unidad más de ellos? ¿Por qué?

f) ¿Podría utilizarse el total de las disponibilidades de los **tres insumos**? ¿Por qué?

g) Si el precio de ambos productos varía en igual proporción, ¿se modifica la solución óptima? ¿Cómo y por qué?

11) Una refinería de petróleo procesa dos tipos de crudo: **A** y **B** con la finalidad de producir gas oíl, lubricantes y kerosene. Las demandas de estos productos son al menos respectivamente **14, 10 y 8 toneladas** por día.

El crudo **A** tiene un rendimiento de **0,2 toneladas** de gas oíl**, 0,10 toneladas** de lubricante y **0,16 toneladas** de kerosene por cada tonelada de petróleo.

Los rendimientos del crudo **B** son: **0,10 toneladas** de gas oíl, **0,20 toneladas** de lubricante y **0,10 toneladas** de kerosene.

a) Formular el modelo que permita determinar la capacidad mínima de la planta en toneladas por día de crudo a procesar.

b) Determinar gráficamente el espacio de soluciones factibles.

c) Asignar dos valores arbitrarios a la capacidad de la refinería y trazar las líneas que muestren todas las mezclas de crudos A y B que se pueden procesar con la misma capacidad de la planta.

d) Determinar la cantidad de cada crudo a procesar y la capacidad mínima de la planta utilizando el método gráfico.

e) Trazar en el gráfico del modelo la isolínea que corresponde a la capacidad óptima de la planta. Comparar con las líneas trazadas en ***c)***.

f) De acuerdo al programa óptimo, ¿habrá excedente de alguno de los tres productos sobre el valor de la demanda? En caso afirmativo identificar de cuál o cuáles de ellos.

12) Una empresa que elabora alimento para animales desea introducir en el mercado una mezcla alimenticia para caninos que consiste en paquetes de galletitas con sabor a hígado y pollo. La composición de las galletitas es tal que cada una con **sabor a pollo** contiene **una unidad de nutriente A y 4 de nutriente B**; **las de hígado** están compuestas por **una unidad de nutriente A y 2 de nutriente B**. La empresa ha decidido envasar **por lo menos 15 galletitas con sabor a hígado** por paquete y además existen reglamentaciones externas que exigen que cada paquete de alimento contenga **por lo menos 40 unidades de nutriente A y 60 unidades de nutriente B**. El costo de cada galletita con **sabor a hígado es 10 centavos** y cada una de gusto **a pollo cuesta 20 centavos.**

a) Formular el modelo que permita optimizar la mezcla de galletitas con ambos gustos en cada paquete. ¿Es un problema de maximización o de minimización?

b) Determinar gráficamente el conjunto de soluciones factibles.

c) Hallar las cantidades óptimas a mezclar de cada tipo de galletitas por el método gráfico.

d) Trazar en el gráfico construido en ***b)*** la línea que da todas las mezclas que tienen el costo óptimo. ¿son todas factibles? ¿Qué denominación le daría a dicha línea?

e) ¿Alguno de los requerimientos de fabricación se cumple con holgura? En caso afirmativo. ¿Cuál?

13) Para el estudio del plan de producción a seguir durante el próximo período se dispone de los siguientes datos:

	PRODUCTO A	PRODUCTO B	DISPONIBILIDADES
MATERIA PRIMA	**1**	**1**	**200 Unidades**
MANO DE OBRA	**2**	**1**	**260 Horas/ Hombre**
FONDOS	**1000**	**2000**	**350.000**
CONTRIBUCION NETA	**100**	**400**	

En base a esta información:

a) Defina el significado concreto de todos los elementos del vector **"Producto A".**

b) Demuestre que no existe nivel de producción para el cual se utilicen todas las disponibilidades.

c) Considere la disponibilidad del **recurso 2** como **" *k* "** y averigüe (aplicando procedimiento) para qué valores de ***k*** el sistema planteado tendría solución.

d) Plantee el modelo matemático que describa todas las alternativas posibles de producción y permita detectar la óptima.

e) Resuelva gráficamente.

f) Resuelva aplicando el método simplex.

g) Averigüe para qué valores de $\mathbf{C_2}$ conviene fabricar el **producto B** exclusivamente.

h) ¿A qué costo incorporaría unidades adicionales de los recursos? Explique para cada uno de ellos interpretando según este enunciado.

14) Una fábrica de equipos electrónicos construye **amplificadores y altoparlantes**. Debido a su capacidad puede construir **hasta 100 unidades diarias en total**. Una convención le obliga a exportar a otras provincias la mitad de los amplificadores que fabrica y la tercera parte de los altoparlantes, pero por un problema de transporte no puede exportar **más de 40 unidades por día**.

Cada amplificador deja un beneficio de $50 y cada altoparlante deja $60.

a) Organizar los datos del problema en una tabla de valores.

b) Plantear las restricciones y la función objetivo.

c) Graficar el modelo indicando el conjunto de soluciones factibles.

d) Determinar qué producción de amplificadores y de altoparlantes maximiza el beneficio.

e) Calcular la ganancia total máxima.

f) Resolver por el método simplex

g) Debido a la implantación de nuevos impuestos disminuye la ganancia de los altoparlantes a **$40 manteniéndose el beneficio de los amplificadores en $50**

¿Cuáles son ahora las producciones óptimas y el beneficio máximo?

15) Se debe formular un alimento que contenga 3 componentes nutritivos básicos en las siguientes cantidades como mínimo:

- 45 gramos de lípidos
- 56 gramos de hidratos de carbono
- 60 gramos de proteínas

Para ello se dispone en el mercado de dos productos cuya composición en los tres componentes nutritivos básicos es la siguiente:

- **Producto A:** contiene 10 g/u de lípidos, 7g/u de hidratos de carbono y 5 g/u de proteínas
- **Producto B:** contiene 5 g/u de lípidos, 7 g/u de hidratos de carbono y 15 g/u de proteínas.
- El **producto A** tiene un costo de $6/u y el **B** de $8/u.

a) Formular el modelo lineal que permita obtener un alimento que cumpla con los requerimientos nutritivos y tenga costo mínimo.

b) Determinar gráficamente las cantidades óptimas (en u) a mezclar de productos A y B

c) Calcular el mínimo costo del alimento que cumple los requerimientos nutritivos.

16) Una fábrica de bebidas cuenta con **60000 litros** de materia prima con la que produce jugos de dos tipos: **A** (concentrado) y **B** (diluido). Los mismos se envasan en cajas de **24 botellas**. En una botella de jugos **A** se usa **1 litro de materia prima**, y en una de jugo **B solo** $\mathbf{\frac{1}{3}}$ **de litro de materia prima**. La demanda de los productos **no es mayor que 2000** cajas de jugo **A** y **6000** de jugo **B**. Los precios de cada caja de jugos es **$18** los de sabor **A** y **$9** los de sabor **B**.

a) Plantear el modelo que permita optimizar las producciones de cada tipo de jugo.

b) Determinar la relación precios **A/B** que permita a la fábrica producir más cajas de jugo con sabor **A** que **B.**

17) La siguiente es la tabla simplex final correspondiente a un problema de maximización de programación lineal. En base a ella, se pide indicar:

	C_j	20	30	0	0	
C_k	X_k	X_1	X_2	S_1	S_2	B
30	X_2	4/5	1	1/5	0	40
0	S_2	18/5	0	–3/5	1	90
Z_j		24	30	6	0	
$C_j - Z_j$		–4	0	–6	0	

a) La solución óptima;

b) Si existen recursos saturados y/o disponibilidad de cada uno de ellos;

c) El valor que se pagaría por incorporar una unidad más en cada uno de los sectores;

d) El costo de oportunidad con su significado económico;

e) Para qué rango de valores de la contribución en el beneficio de x_2 sigue siendo óptima la solución hallada

18) La siguiente tabla suministra información sobre la fabricación de dos artículos **A** y **B** en los diferentes departamentos

	Artículo A	Artículo B	Disponibilidad (hs)
Depto. I	2	1	180
Depto. II	1	2	160
Depto. III	1	1	100
Beneficio por unidad	4	6	

a) Plantear el modelo directo (Función objetivo y restricciones)

b) Plantear el modelo dual.

c) Determinar gráficamente la región actible del problema directo y analíticamente las posibles soluciones óptimas.

d) Hallar la solución óptima.

19) Considerar un enunciado clásico de problema de programación lineal: tres líneas de producto y dos restricciones de insumos, según los datos del siguiente cuadro:

	Prod. A	**Prod. B**	**Prod. C**
Horas Hombre	**40**	**40**	**20**
Horas Máquina	**2**	**8**	**4**

Sabiendo que el total disponible de horas hombre es de **3800** y el de horas máquina de **3300** y que la contribución de cada unidad del producto al beneficio es de **$200 para A, $30 para B y $100 para C.**

a) Hallar el plan de producción que optimice el resultado económico para el empresario.

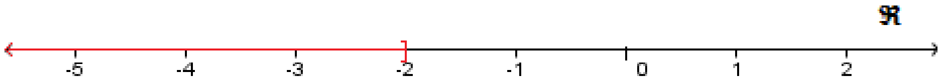
b) Indicar el precio máximo que el empresario estaría dispuesto a pagar por cada hora hombre adicional.

c) Determinar el precio sombra correspondiente a la restricción de horas máquinas.

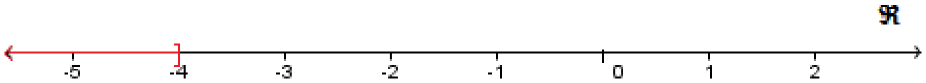
d) ¿Cuál es el costo de oportunidad del producto **B**?

RESPUESTAS

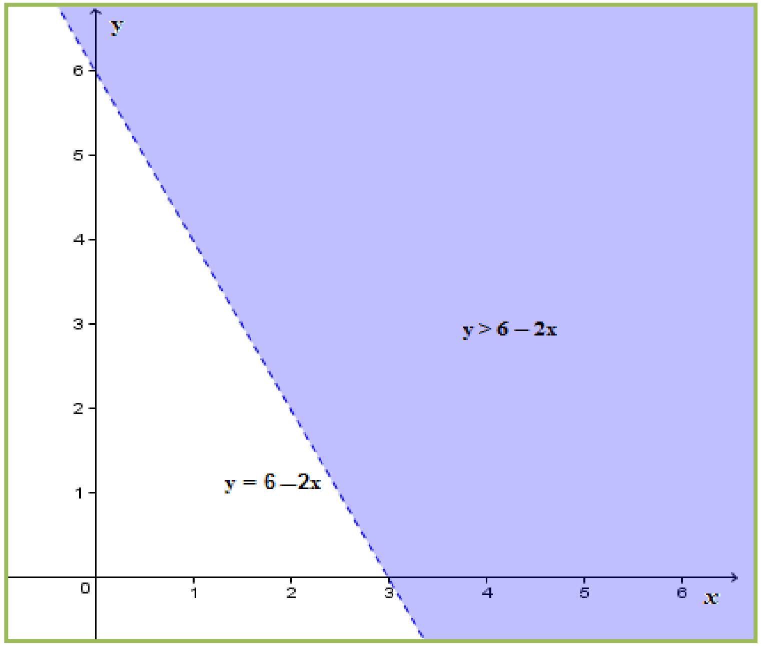
1) a) *En* $\Re : -2x + 3 \geq 7 \Rightarrow \boxed{x \leq -2}$



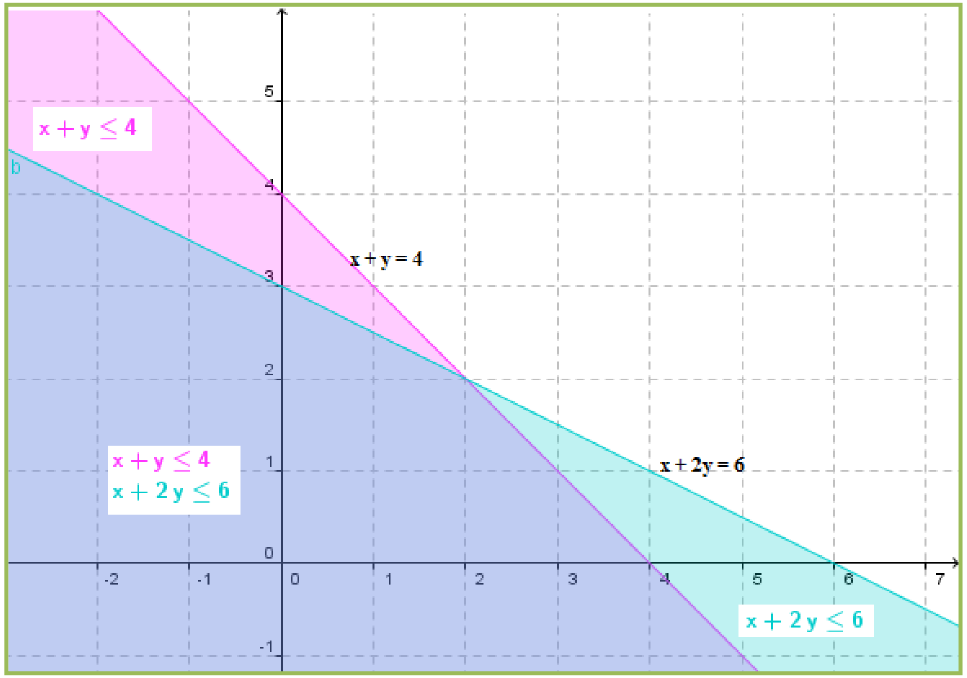
b) *En* $\Re :\ 5 \leq -2x - 3 \Rightarrow \boxed{x \leq -4}$



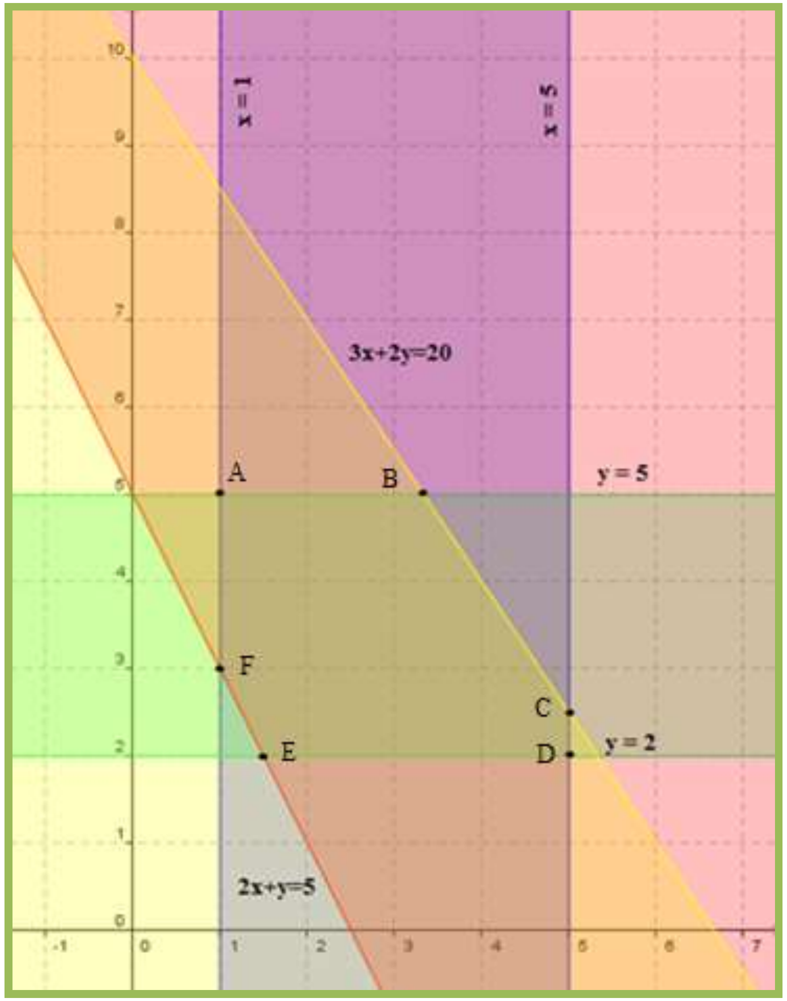
c)



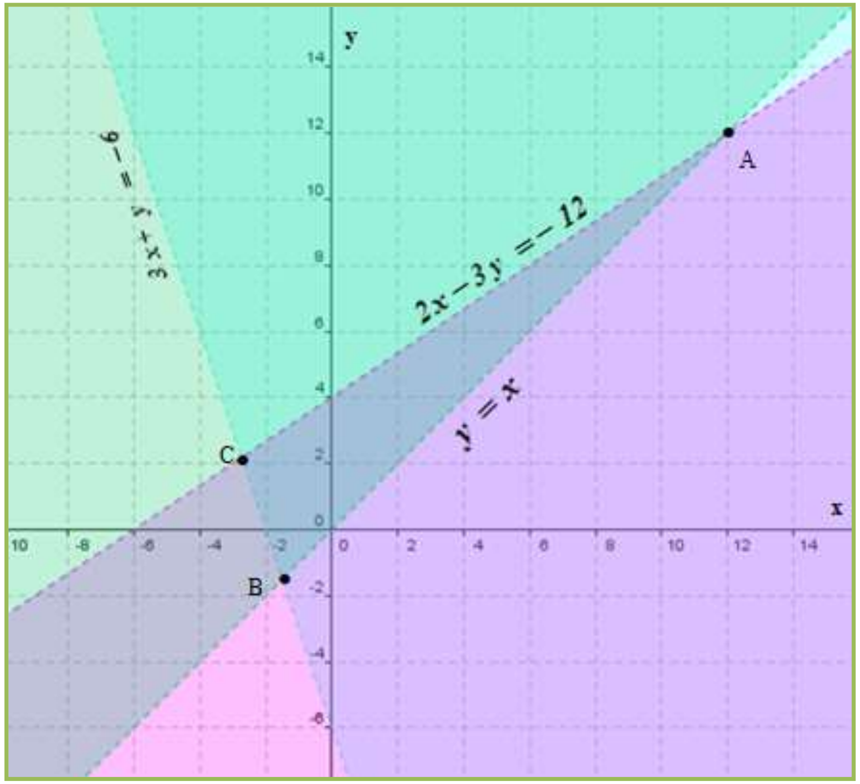
d)


$x + y \leq 4$
$x + y = 4$
$x + 2y = 6$
$x + y \leq 4$
$x + 2y \leq 6$
$x + 2y \leq 6$

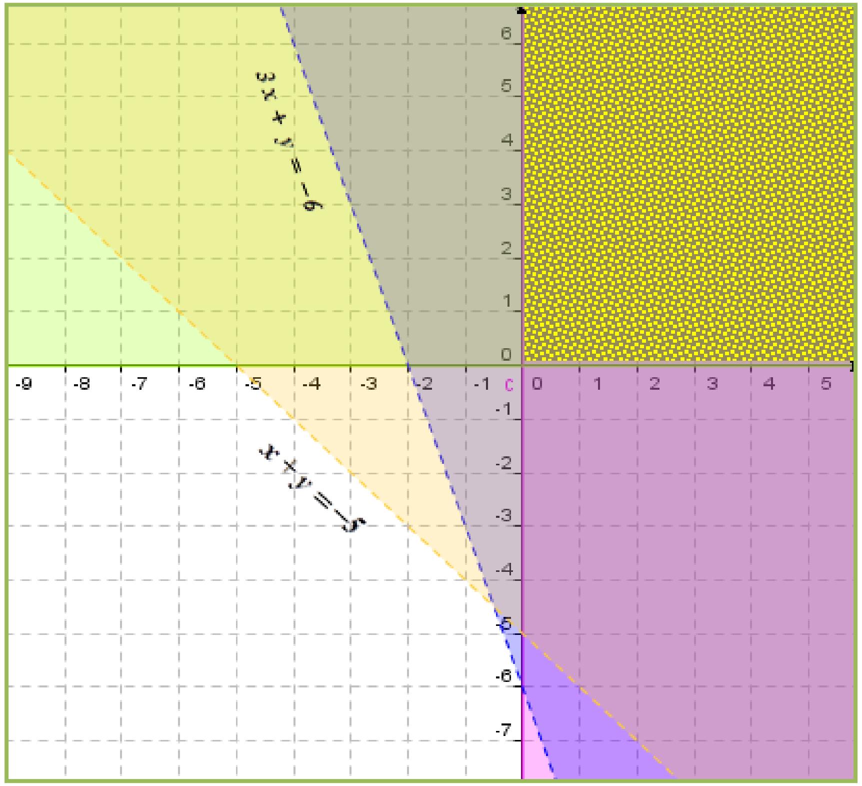
e)


x = 1
x = 5
3x+2y=20
A
B
y = 5
F
C
E
D
y = 2
2x+y=5

f)



g)



2)

a) $x = 2$; $y = 1$; $Z = 4$

b) $x = 4$; $y = 2$; $Z = 14$

c) $x = 0$; $y = 1$; $Z = 3$

d) $x = 80$; $y = 60$; $Z = 22000$

e) **No existe solución**

f) $x = 8$; $y = 2$; $Z = 8$

3)

a) **Maximizar** $Z = x + 6y$ **ó cualquier otra con pendiente distinta de** -4 **y distinta de** $-1/2$
b) **Maximizar** $Z = 20x + 5y$ **ó cualquier otra con pendiente igual a** -4 **ó igual a** $-1/2$

4/5)

a) *Solución óptima* $:\left(x;\ y;\ S_1;\ S_2\right) = \left(0;4;4;0\right) \quad Z = 8$

b) *Solución óptima* $: (x;\ y;\ S_1;\ S_2;\ S_3) = \left(40;40;0;0;40\right) \quad z = 100$

c) *1ra. Solución óptima* $(x;\ y;\ S_1;\ S_2;\ S_3) = \left(4;0;0;8;2\right) \quad z = 12$ – *2da. Solución óptima* $: (x;\ y;\ S_1;\ S_2;\ S_3) = \left(5;1;0;8;0\right) \quad z = 12$

Solución óptima $: \ (x;y) = \alpha(4;0) + (1-\alpha)(5;1)$ *siendo* $z = 12$

6) *a)* $x_{op} = 5$, $y_{op} = 7{,}5$, $z_{máx} = 37{,}5$

b) $\Delta c_1 = 1{,}5$

c) $c_2 = 6$

7)

a) Minimizar $W = 40y_1 + 30y_2$ sujeta a $\begin{cases} 2y_1 + y_2 \geq 9 \\ y_1 + 3y_2 \geq 7 \\ y_1 \geq 0 \text{ , } y_2 \geq 0 \end{cases}$

b) Minimizar $W = 36y_1 + 40y_2 - 3y_3$ sujeta a $\begin{cases} 4y_1 + 2y_2 \geq 1 \\ 3y_1 + 4y_2 - y_3 \geq 10 \\ y_1 \geq 0 \text{ , } y_2 \geq 0 \text{ , } y_3 \geq 0 \end{cases}$

c) Maximizar $W = 18y_1 + 48y_2 + 3y_3$ sujeta a $\begin{cases} y_1 + 4y_2 + y_3 \leq 2 \\ 2y_1 + 3y_2 \leq 3 \\ y_1 \geq 0 \text{ , } y_2 \geq 0 \text{ , } y_3 \geq 0 \end{cases}$

d) Maximizar $W = 12y_1 + 9y_2 + 15y_3$ sujeta a $\begin{cases} 2y_1 + y_2 + y_3 \leq 30 \\ y_1 + y_2 + 3y_3 \leq 40 \\ y_1 \geq 0 \text{ , } y_2 \geq 0 \text{ , } y_3 \geq 0 \end{cases}$

e) Minimizar $W = 5y_1 + 6y_2$ sujeta a $\begin{cases} y_1 + 2y_2 \geq 10 \\ 3y_1 + 4y_2 \geq 12 \\ 4y_1 - 5y_2 \geq 15 \\ y_1 \geq 0 \text{ , } y_2 \geq 0 \end{cases}$

8)

a) $x = 7$; $S_1 = 4$; $S_2 = 18$; $Z = 28$

b) $y = 1$; $z = 3{,}5$; $Z = 10$ o $z = 5$; $S_2 = 2$; $Z = 10$

c) $x = 1{,}4$; $y = 1{,}8$; $S_3 = 0{,}6$; $Z = 57$

9)

a) **$I_1 = 1$; $I_2 = 3{,}5$; el requerimiento mínimo (18 g) del nutriente 3 se cumple con 4g de exceso. El costo mínimo es de $ 170.**

b) **Ninguna modificación**

10)

a) $P_1 = 8$; $P_2 = 2$

b) $P_1 = 9$

c) **$P_1 = 4$; $P_2 = 6$; B Máximo = 26 ; Sobrante de insumo 2 = 80**

d) **Se podría disminuir 80 unidades la disponibilidad del insumo 2 pues no se utilizan en la fabricación (son excedentes).**

e) **Insumos saturados I_1 e I_3. Estaría dispuesto a pagar hasta $ 0,20 por unidad adicional del I_1 y $ 0,10 por el I_3 pues tener una unidad más de ellos aumentarán mi beneficio en dichos valores.**

f) **No, las tres restricciones no tienen un punto común en el polígono de soluciones factibles.**

g) **No varía la estructura de solución, sólo el beneficio total. No cambia el polígono de soluciones factibles ni la pendiente de las rectas de isobeneficio.**

11)

a) Minimizar $Z = x_A + x_B$ sujeta a $\begin{cases} 0,2x_A + 0,10x_B \geq 14 \\ 0,10x_A + 0,20x_B \geq 10 \\ 0,16x_A + 0,10x_B \geq 8 \\ x_A \geq 0, x_B \geq 0 \end{cases}$

b) **A cargo del alumno**

c) **A cargo del alumno**

d) **Las cantidades óptimas a procesar son 60 tn por día de crudo A y 20 tn por día de crudo B. La capacidad mínima de la planta es de 80 tn por día.**

e) **A cargo del alumno**

f) **Habrá excedente de kerosene.**

12)

a) **Minimizar** $Z = 0,20.x_p + 0,10.x_h$ **sujeta a** $\begin{cases} x_p + x_h \geq 40 \\ 4x_p + 2x_h \geq 60 \\ x_h \geq 15 \\ x_p \geq 0, x_h \geq 0 \end{cases}$

b) **A cargo del alumno**

c) **La mezcla óptima es 0 galletitas con sabor a pollo y 40 con sabor a hígado por paquete. El costo mínimo es $4 por paquete.**

d) **Se denomina isocoste**

e) **Se cumple con holgura el requerimiento de nutriente B con un excedente de 20**

13)

a) **Para fabricar una unidad del producto A, se necesita 1 unidad de materia prima, 2 horas hombre y U$S 1000.**

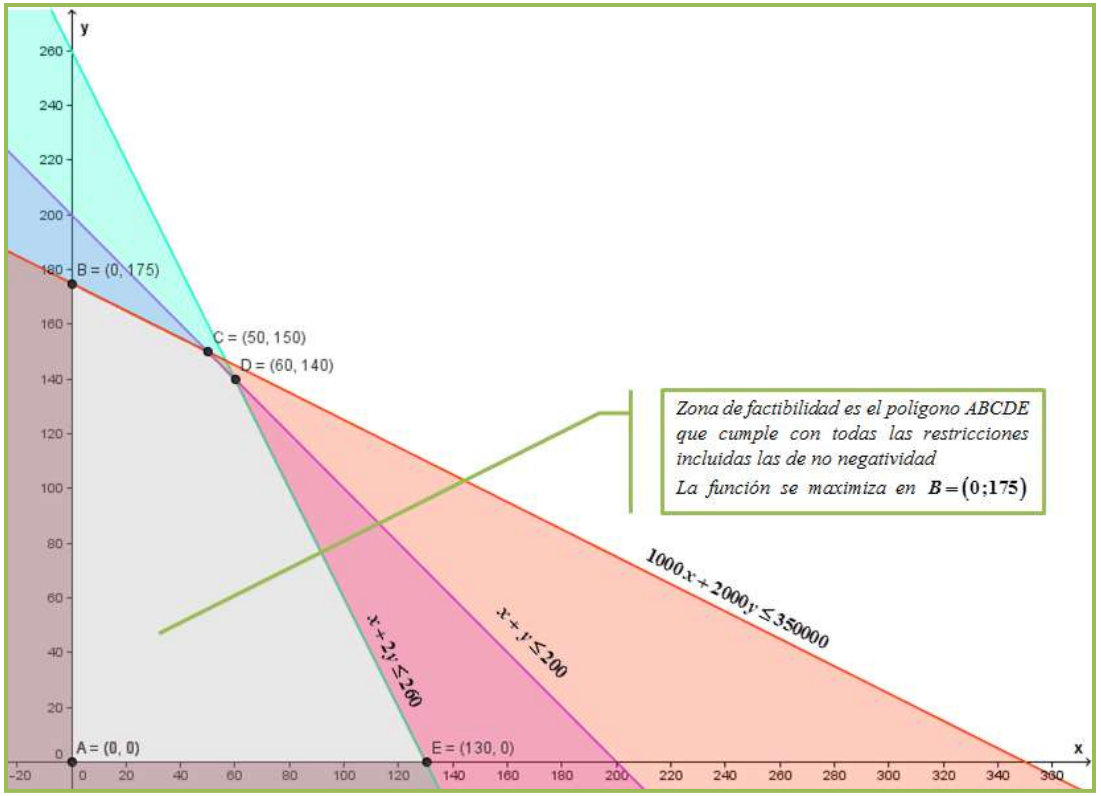
b) **No se intersectan en un punto las tres restricciones. El sistema de ecuaciones resulta incompatible.**

c) $k = 250$

d) **Max. Z = 100x + 400y**

Sujeto a $\begin{cases} x + y \leq 200 \\ 2x + y \leq 260 \\ 1000x + 2000y \leq 350.000 \\ x \geq 0, \quad y \geq 0 \end{cases}$

e)



f)

	Cj	100	400	0	0	0		
	x_k	x_1	x_2	S_1	S_2	S_3	*B*	*O*
0	S_1	1	1	1	0	0	200	200
0	S_2	2	1	0	1	0	260	260
0	S_3	1000	2000	0	0	1	350000	175
	Z_0	0	0	0	0	0	0	
	$Cj - Z_0$	100	400	0	0	0		

0	S_1	1/2	0	1	0	–1/2000	25
0	S_2	3/2	0	0	1	–1/2000	85
400	S_3	1/2	1	0	0	1/2000	175
	Z_1	200	400	0	0	0,2	70000
	$C_j - Z_1$	–100	0	0	0	–0,2	

g) **A partir de $C_2 = 200$; $200 \leq C_2$**

h) **No incorporaría unidades de materia prima, ni de mano de obra por tener sobrantes y estaría dispuesto a pagar un interés hasta del 20 %.**

14) Las producciones óptimas son: 0 amplificadores y 100 altoparlantes. El beneficio máximo es 6000. Las nuevas producciones óptimas son 40 amplificadores y 60 altoparlantes, y el beneficio máximo será $ 4400

15) Minimizar $Z = 6.x_A + 8.x_B$ sujeta a $\begin{cases} 10x_A + 5x_B \geq 45 \\ 7x_A + 7x_B \geq 56 \\ 5x_A + 15x_B \geq 60 \\ x_A \geq 0, x_B \geq 0 \end{cases}$

a) Se deben mezclar 6 u de A con 2 u de B

b) El costo mínimo es $52

16) *a)* Maximizar $Z = 18x_A + 9x_B$ sujeta a $\begin{cases} x_A \leq 2000 \\ x_B \leq 6000 \\ 24x_A + 8x_B \leq 60000 \\ x_A \geq 0, x_B \geq 0 \end{cases}$ Las producciones óptimas son 500 cajas de jugo A y 6000 de jugo B

b) $\frac{p_A}{p_B} \geq 3$

17)

a) $x_{1op} = 0; x_{2op} = 40$

b) $s_1 = 0$ (recurso saturado) y $s_2 = 90$ (disponibilidad sin utilizar)

c) $0 en el sector 2 y $6 en el sector 1

d) El costo de oportunidad del producto X_1 es de $4

e) Podría disminuir hasta $25 y la solución óptima hallada seguiría siendo óptima

18)

a) **Maximizar** $Z = 4.x_A + 6.x_B$ **sujeta a** $\begin{cases} 2x_A + 1x_B \leq 180 \\ 1x_A + 2x_B \leq 160 \\ 1x_A + 1x_B \leq 100 \\ x_A \geq 0, x_B \geq 0 \end{cases}$

b) **Minimizar** $W = 180y_A + 160y_B + 100y_C$ **sujeta a** $\begin{cases} 2y_A + 1y_B + 1y_C \geq 4 \\ 1y_A + 2y_B + 1y_C \geq 6 \\ y_A \geq 0, y_B \geq 0, y_C \geq 0 \end{cases}$

c)

x_A	x_B	Z	
0	**0**	**0**	
0	**80**	**480**	
40	**60**	**520**	**Solución óptima**
80	**20**	**440**	
90	**0**	**360**	

d) **En la tabla anterior**

19) ***a)*** $x_{Aop} = 95 \quad x_{Bop} = x_{Cop} = 0 \quad B = 19000$

b) **\$5 por cada hora hombre adicional**

c) **\$0**

d) **\$170**