

2)  $X_1 = \text{Unidad tipo A para A}$  ✓

$X_2 = \text{Unidad tipo A para C}$  ✓

$X_3 = \text{Unidad tipo B para B}$

$X_4 = \text{Unidad tipo B para C}$

$X_5 = \text{Unidad tipo C}$

$$\text{FO. Max } Z = 40X_1 + 0X_2 + 50X_3 + 0X_4 + 260X_5$$

Restricciones:

$$4X_1 + 4X_2 + 6X_3 + 6X_4 + 5X_5 \leq 1200$$

$$6X_1 + 6X_2 + 4X_3 + 4X_4 + 5X_5 \leq 1200$$

$$\Rightarrow 4X_2 + 6X_4 + 5X_5 \leq 0,4(4X_1 + 6X_3)$$

$$X_2 = 2X_5$$

$$X_4 = X_5$$

$$X_i \geq 0$$



4)  $X_1$  = Cantidad de jarras de madera suave a producir por hora.

$X_2$  = Cantidad de jarras de madera dura a producir por hora.

$$\text{F.O. Max } Z = 420X_1 + 497X_2.$$

Sujeto a:

$$\frac{X_1}{8} + \frac{X_2}{4} \leq 1$$

$$\frac{X_1}{7} + \frac{X_2}{5} \leq 1$$

$$\frac{X_1}{5} + \frac{X_2}{7} \leq 1$$

$$X_1 \geq \frac{(X_1 + X_2)}{3}$$

$$X_i \geq 0.$$

5)  $X_1 =$  Camiones Tipo A a comprar

$X_2 =$  " " B "

$X_3 =$  " " C "

$$\text{F.O. Max } Z = 40X_1 + 50,4X_2 + 36X_3$$

Sujeto a:

$$50000X_1 + 30000X_2 + 45000X_3 \leq 600000$$

$$3X_1 + 6X_2 + 6X_3 \leq 60$$

$$X_i \geq 0$$

6)  $X_1 =$  Número de unidades producidas de A para la venta.

$X_2 =$  " " " " A para ensamble.

$X_3 =$  " " " " B para la venta.

$X_4 =$  " " " " b para ensamble.

$X_5 =$  " " " " C con subproducto para vender con C.

$X_6 =$  " " " " C con subproducto para destrucción.

$X_7 =$  Número de ensambles para la venta.

$$F.O. \text{ Max } Z = 40X_1 + 0X_2 + 50X_3 + 0X_4 + 90X_5 + 0X_6 + 250X_7$$

Sujeto a :

$$4X_1 + 4X_2 + 6X_3 + 6X_4 + 4X_5 + 4X_6 + 4X_7 \leq 3200$$

$$6X_1 + 6X_2 + 5X_3 + 5X_4 + 7X_5 + 7X_6 + 0X_7 \leq 3400$$

$$5X_1 + 5X_2 + 6X_3 + 6X_4 + 7X_5 + 7X_6 + 2X_7 \leq 3400.$$

$$X_2 = 3X_7$$

$$X_4 = 2X_7$$

$$3X_5 \leq 50$$

$$X_i \geq 0.$$

8)  $X_1 =$  Número de hectáreas plantada de A

$X_2 =$  " " " B

$X_3 =$  " " " C

$X_4 =$  " " " D

$$\text{F.O. Max } Z = 50000X_1 + 60000X_2 + 75000X_3 + 49500X_4$$

Sujeto a:

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 \leq 10$$

$$1000X_1 + 800X_2 + 1200X_3 + 900X_4 \leq 10000$$

$$125000X_3 \geq 125000$$

$$125000X_3 \leq 375000$$

$$X_1 \leq 0,3(X_2 + X_3 + X_4)$$

$$X_i \geq 0$$

- 10)  $X_1 = \#$  de pasteles producidos con trabajo normal el primer trimestre.  
 $X_2 =$  " " " " segundo trimestre.  
 $X_3 =$  " " " " tercer trimestre.  
 $X_4 = \#$  de pasteles producidos con trabajo extra el primer trimestre.  
 $X_5 =$  " " " " segundo trimestre.  
 $X_6 =$  " " " " tercer trimestre.  
 $X_7 = \#$  de pasteles en existencia al final del primer trimestre.  
 $X_8 =$  " " " " segundo trimestre.  
 $X_9 =$  " " " " tercer trimestre.

$$F.O. \text{ Min } Z = 400X_1 + 400X_2 + 400X_3 + 600X_4 + 600X_5 + 600X_6 + 50X_7 + 50X_8 + 50X_9$$

Sujeto a:

$$X_1 \leq 27$$

$$X_2 \leq 27$$

$$X_3 \leq 27$$

$$X_7 = 20 + 0,8(X_1 + X_4) - 30$$

$$X_8 = 0,9X_7 + 0,8(X_2 + X_5) - 20$$

$$X_9 = 0,9X_8 + 0,8(X_3 + X_6) - 40$$

$$X_i \geq 0$$

- 12)  $X_1 =$  Número de copias del cantante Secada.  
 $X_2 =$  " " Michael  
 $X_3 =$  " " Madonna  
 $X_4 =$  " " Whitney  
 $X_5 =$  " " Secada y Madonna.  
 $X_6 =$  " " Secada y Whitney  
 $X_7 =$  " " Michael y Madonna.  
 $X_8 =$  " " Michael y Whitney.

$$F.O. \text{ Max } Z = 200000 X_1 + 160000 X_2 + 200000 X_3 + 160000 X_4 + 840000 X_5 + 800000 X_6 + 840000 X_7 + 800000 X_8$$

Sujeto a:

$$10000 X_1 + 7000 X_2 + 8000 X_3 + 5000 X_4 + \overset{\nearrow 18000}{18000 X_5} + \overset{\nearrow 12000}{15000 X_6} + \overset{\nearrow 18000}{15000 X_7} +$$

$$12000 X_8 \leq 225000$$

$$X_1 + X_2 = 10$$

$$X_3 + X_4 = 10$$

$$X_5 + X_6 + X_7 + X_8 = 10$$

$$X_i \geq 0$$

15)  $X_1$  = Número de juegos tipo A para niños

$X_2$  = " " B " "

$X_3$  = " " C " "

$X_4$  = " " C para adultos

$X_5$  = " " D " "

$X_6$  = " " E " "

384.400

674.000

$$\text{F.O. Max } z = 50000 X_1 + 75000 X_2 + 384000 X_3 + 538000 X_4 + 604000 X_5 + 240000 X_6$$

Sujeto a:

$$1600 X_1 + 1800 X_2 + 1920 X_3 \leq 10000$$

$$2400 X_1 + 2700 X_2 + 2880 X_3 \leq 15000$$

$$2880 X_3 \leq 2000$$

$$1920 X_4 \leq 1000$$

$$2880 X_4 + 3600 X_5 + 2160 X_6 \leq 20000$$

$$2880 X_4 + 3600 X_5 + 2160 X_6 \leq 40000$$

$$100 X_1 + 150 X_2 + 300(X_3 + X_4) + 320 X_5 + 350 X_6 \leq 1000$$

$$30 X_1 + 30 X_2 + 80(X_3 + X_4) + 60 X_5 + 70 X_6 \leq 220$$

$$150000 X_1 + 150000 X_2 + 230000(X_3 + X_4) + 240000 X_5 + 300000 X_6 \leq 800000$$

$$X_i \geq 0$$

Cálculos:

F.O.

$$A = 20 \text{ vueltas/hora} \times 20 \text{ niños/vuelta} \times \$50/\text{vuelta} \times 10 \text{ hrs.}$$

$$A = 200000X_1 - 100000X_1 - 50000X_1 = 50000X_1$$

$$B = 15 \times 30 \times 50 \times 10 = 225000X_2 - 100000X_2 - 50000X_2 = 75000X_2$$

$$C = 40 \times 12 \times 80 \times 16 = 614400 - 150000 - 80000 = 384400X_3$$

$$C_A = 40 \times 12 \times 100 \times 16 = 768000 - 150000 - 80000 = 538000X_4$$

$$D = 12 \times 50 \times 110 \times 12 = 844000 - 150000 - 90000 = 604000X_5$$

$$E = 12 \times 30 \times 125 \times 12 = 540000 - 200000 - 100000 = 240000X_6$$

Restricciones

niños mañana  $20 \times 20 \times 4X_1 + 30 \times 15 \times 4X_2 + 42 \times 4 \times 40X_3 \leq 10000$

niños tarde  $20 \times 20 \times 6X_1 + 30 \times 15 \times 6X_2 + 12 \times 6 \times 40X_3 \leq 15000$

niños noche  $2800X_3 \leq 20000$

adultos mañana  $1920X_4 \leq 10000$

adultos tarde  $12 \times 6 \times 40X_4 + 12 \times 50 \times 6X_5 + 12 \times 30 \times 6X_6 \leq 20000$

adultos noche



19)  $X_{11}$  = Número de barcos de Pozo 1 hacia A.

$X_{12}$  = " " " B

$X_{13}$  = " " " C

$X_{21}$  = " Pozo 2 hacia A

$X_{22}$  = " " B

$X_{23}$  = " " C

$X_{31}$  = " Pozo 3 hacia A

$X_{32}$  = " " B

$X_{33}$  = " " C

$$F.O. \text{ Min } Z = X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{31} + X_{32} + X_{33}$$

Sujeto a:

$$X_{11} + X_{12} + X_{13} \geq 22$$

$$X_{21} + X_{22} + X_{23} \geq 30$$

$$X_{31} + X_{32} + X_{33} \geq 17$$

$$X_{11} + X_{21} + X_{31} \geq 22$$

$$X_{12} + X_{22} + X_{32} \geq 17$$

$$X_{13} + X_{23} + X_{33} \geq 24$$

$$X_i \geq 0$$

20)  $X_1$  = Unidades de A para la venta.

$X_2$  = " B "

$X_3$  = " C "

$X_4$  = " A para el ensamble.

$X_5$  = " B "

$X_6$  = Unidades del ensamble que se producen y venden.

$$F.O. \text{ MAX } Z = 120X_1 + 80X_2 + 30X_3 + 0X_4 + 0X_5 + 500X_6$$

Sujeto a :

$$4X_1 + 3X_2 + 2X_3 + 4X_4 + 3X_5 + 4X_6 \leq 900$$

$$8X_1 + 5X_2 + X_3 + 8X_4 + 5X_5 + 4X_6 \leq 1400$$

$$X_4 = 2X_6$$

$$X_5 = X_6$$

$$X_i \geq 0$$

21)  $x_i$  = Número de lechugas cultivadas de papa por Geografía tipo A.

$x_2 =$	"	"	lechuga	"	A
$x_3 =$	"	"	tomate	"	A
$x_4 =$	"	"	papa	"	B
$x_5 =$	"	"	lechuga	"	B
$x_6 =$	"	"	tomate	"	B
$x_7 =$	"	"	papa	"	C
$x_8 =$	"	"	lechuga	"	C
$x_9 =$	"	"	tomate	"	C

FO Max  $Z = 400x_1 + 300x_2 + 100x_3 + 400x_4 + 300x_5 + 100x_6 + 400x_7 + 300x_8 + 100x_9$

Sujeto a:

$x_1 + x_2 + x_3 \leq 400$

$x_4 + x_5 + x_6 \leq 600$

$x_7 + x_8 + x_9 \leq 300$

$x_1 + x_4 + x_7 \leq 600$

$x_2 + x_5 + x_8 \leq 500$

$x_3 + x_6 + x_9 \leq 375$

$3x_1 + 2x_2 + x_3 \leq 600$

$3x_4 + 2x_5 + x_6 \leq 800$

$3x_7 + 2x_8 + x_9 \leq 375$

$$\frac{x_1}{x_1 + x_2 + x_3} = \frac{x_4}{x_4 + x_5 + x_6} = \frac{x_7}{x_7 + x_8 + x_9}$$

$$\frac{x_2}{x_1 + x_2 + x_3} = \frac{x_5}{x_4 + x_5 + x_6} + \frac{x_8}{x_7 + x_8 + x_9}$$

$$\frac{x_3}{x_1 + x_2 + x_3} = \frac{x_6}{x_4 + x_5 + x_6} + \frac{x_9}{x_7 + x_8 + x_9}$$

$x_i \geq 0$

25)  $X_1 =$  Número de briques que salen de las minas de Patencia a cualquier planta.

$X_2 =$  " " " Mitogera "

$X_3 =$  " " " Jofene "

$$F.O \text{ Min } Z = X_1 + X_2 + X_3$$

Sujeta a:

$$X_1 \geq 126$$

$$X_2 \geq 132$$

$$X_3 \geq 132$$

$$X_i \geq 0$$

26)  $X_1 =$  Cantidad de cajas de 1000grs Tipo A

$X_2 =$  Cantidad de cajas de 1000grs Tipo B

$$F.O. \text{ Max } Z = 120X_1 + 90X_2.$$

Sujeto a:

$$300X_1 + 400X_2 \leq 100000$$

$$500X_1 + 200X_2 \leq 120000$$

$$200X_1 + 400X_2 \leq 100000$$

$$X_i \geq 0.$$

27)  $X_1 =$  Unidades de THW en Km.

$X_2 =$  " ALT "

$X_3 =$  " SPT "

$$\text{F.O. Max } Z = 10X_1 + 12X_2 + 19X_3$$

$$\sigma \quad \text{Min } Z = 10,11X_1 + 11,27X_2 + 12,68X_3$$

Sujeto a:

$$2,35X_1 + 3,53X_2 + 2,94X_3 \leq 1500 \div 0,85.$$

$$4,0X_1 + 1,33X_2 + 2,0X_3 \leq 1450 \div 0,75.$$

$$1,54X_1 + 3,08X_2 + 3,85X_3 \leq 1600 \div 0,65.$$

$$2,22X_1 + 3,33X_2 + 3,89X_3 \leq 1200 \div 0,90.$$

$$X_i \geq 0$$

30)  $X_1$  = Número de viajes al buque con capacidad de 40000 Tm a la mina 1 por mes  
 $X_2$  = " " " " " a la mina 2 " "  
 $X_3$  = " " " " " a la mina 3 " "  
 $X_4$  = " " " " " 20000 Tm a la mina 1 por mes  
 $X_5$  = " " " " " " a la mina 2 " "  
 $X_6$  = " " " " " " a la mina 3 " "

$$FC \text{ Max } Z = 2960000000 X_1 + 2640000000 X_2 + 3080000000 X_3 + 1480000000 X_4 + 1320000000 X_5 + 1540000000 X_6$$

Sujeto a:

$$6X_1 + 4X_2 + 4X_3 \leq 24$$

$$6X_3 + 4X_5 + 4X_6 \leq 24$$

$$30000 X_1 + 28000 X_2 + 36000 X_3 + 16000 X_4 + 14000 X_5 + 18000 X_6 \leq 300000$$

$$12000 X_1 + 16000 X_3 + 6000 X_4 + 8000 X_6 = 16000 X_2 + 20000 X_3 + 8000 X_5 + 10000 X_6$$

$$X_i \geq 0$$

31)  $X_1$  = Número de árboles de 2.5 mts cultivados por hectárea.

$X_2$  = " " 2.0 mts " "

$X_3$  = " " 1.5 mts " "

$X_4$  = " " 2.5 mts comprados

$X_5$  = " " 2.0 mts " "

$X_6$  = " " 1.5 mts " "

$$FO \text{ Max } Z = 1365X_1 + 1200X_2 + 875X_3 + 1500X_4 + 1000X_5 + 800X_6 - 5100500$$

Sujeto a:

$$X_1 + X_4 \geq 20000$$

$$X_1 + X_4 \leq 30000$$

$$X_2 + X_5 \geq 40000$$

$$X_2 + X_5 \leq 50000$$

$$X_3 + X_6 \geq 30000$$

$$X_3 + X_6 \leq 40000$$

$$X_1 \leq 25502$$

$$X_2 \leq 15301$$

$$X_3 \leq 10201$$

$$X_1 \geq X_4$$

$$X_2 \geq X_5$$

$$X_3 \geq X_6$$

$$1500X_4 + 1000X_5 + 800X_6 \geq 1365X_1 + 1200X_2 + 875X_3 - 5100500$$

$$X_i \geq 0$$

Ganancia de árboles de 2,5 mts cultivados.

$$\frac{3500 \times 1}{2} - \frac{3500(0,22) \times 1}{2} - 20402(5) - 40804(12)(5)$$

$$1750 \times 1 - 385 \times 1 - 102010 - 2448240$$

$$1365 \times 1 - 2550250$$

Ganancia de árboles de 20 mts cultivados.

$$\frac{3000 \times 2}{2} - \frac{3000 \times 2(0,2)}{2} - 20402(3) - 40804(12)(3)$$

$$1500 \times 2 - 300 \times 2 - 61206 - 1468944$$

$$1200 \times 2 - 1530150$$

Ganancia de árboles de 1,5 mts cultivados.

$$\frac{2500 \times 3}{2} - \frac{2500(0,3) \times 3}{2} - 20402(2) - 40804(12)(2)$$

$$1250 \times 3 - 375 \times 3 - 40804 - 979296$$

$$875 \times 3 - 1020100$$

32)  $X_1$  = Número de semanas del tractor D-4 en el terreno plano.

$X_2 =$  " " " " D-6 " "

$X_3 =$  " " " " D-8 " "

$X_4 =$  " " " " D-4 en el terreno quebrado.

$X_5 =$  " " " " D-6 " "

$X_6 =$  " " " " D-8 " "

$$F.O. \text{ Max } Z = 420000X_1 + 380000X_2 + 340000X_3 + 420000X_4 + 380000X_5 + 340000X_6.$$

Sujeto a:

$$800X_1 + 3200X_2 + 8000X_3 = 40000$$

$$800X_4 + 3200X_5 + 8000X_6 = 48000$$

$$420000X_1 + 420000X_4 \leq 124000X_3 + 124000X_6$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 \leq 10$$

$$X_i \geq 0.$$

33)  $X_1$  = Número de conjuntos residenciales unifamiliares a construir.

$X_2$  = " " " para 2 familias " "

$X_3$  = " " " para 3 " "

$X_4$  = Número de parques a establecer de una hectárea cada uno.

$X_5$  = Número de lotes de una hectárea para la venta a municipalidad u otros servicios.

$$FO \text{ MAX } Z = 1800000X_1 + 2760000X_2 + 3720000X_3 + 0X_4 + 240000X_5.$$

Sujeto a:

$$X_1 \geq 0,6 (X_1 + X_2 + X_3)$$

$$0,5X_1 + X_2 + 2X_3 + X_4 + X_5 \leq 0,8 (12000)$$

$$X_4 \geq \frac{X_1 + 2X_2 + 3X_3}{100}$$

100

$$X_5 \geq \frac{X_1 + X_2 + X_3}{100}$$

100

$$200000X_1 + 240000X_2 + 280000X_3 + 160000X_4 \leq 200000000$$

$$20(X_1 + 2X_2 + 3X_3) \leq 100000.$$

$$X_i \geq 0.$$

36)  $X_1 =$  número de sweier tipo otoño XSO

$X_2 =$  " " invierno XSI

$X_3 =$  " " primavera XSP

$$\text{F.O. MAX } Z = 25X_1 + 8X_2 + 22X_3$$

Supeto a:

$$X_1 \geq 300$$

$$X_2 \geq 300$$

$$X_3 \geq 300$$

$$X_2 + X_3 \leq X_1$$

$$(0,1333 \times 135) X_1 + (0,6667 \times 18) X_2 + (0,1111 \times 90) X_3 \leq 80 \times 50$$

$$(0,3333 \times 135) X_1 + (0,2222 \times 18) X_2 + (0,1111 \times 90) X_3 \leq 24 \times 9$$

$$(0,5334 \times 135) X_1 + (0,1111 \times 18) X_2 + (0,7778 \times 90) X_3 \leq 200 \times 3$$

$$18X_1 + 12X_2 + 10X_3 \leq 4000$$

$$45X_1 + 4X_2 + 10X_3 \leq 216$$

$$72X_1 + 2X_2 + 70X_3 \leq 6000$$

$$X_i \geq 0$$



38)  $X_1 =$  Capital invertido durante los años 1 y 2 con opción A,

$X_2 =$  " " " 3 y 4 " A,

$X_3 =$  " " " 1, 2 y 3 " B,

$X_4 =$  " " " 2 " C,

$X_5 =$  " " " 3 " C,

$X_6 =$  " " " 4 " C.

$$\text{E.O. Max } Z = 1,4X_1 + 1,4X_2 + 1,8X_3 + 1,2X_4 + 1,2X_5 + 1,2X_6$$

Suplo a:

$$X_1 + X_3 \leq 10000 \text{ €}$$

$$X_1 + X_3 + X_4 \leq 10000 \text{ €}$$

$$X_2 + X_3 + X_5 \leq 10000 \text{ €} + 0,4X_1 + 0,2X_4$$

$$X_2 + X_6 \leq 10000 \text{ €} + 0,4X_1 + 0,2X_4 + 0,8X_3 + 0,2X_5$$

$$X_1 + X_2 \leq X_3$$

$$X_i \geq 0$$

43)  $X_1 =$  Mwh generados con planta de carbón mineral.  
 $X_2 =$  " " " gas natural  
 $X_3 =$  " " " geotérmica  
 $X_4 =$  " " " hidráulica  
 $X_5 =$  " " " diesel.

$$FO \text{ Min } Z = 6X_1 + 9,5X_2 + 5X_3 + 4,5X_4 + 8X_5.$$

Sujeto a:

$$X_1 \leq 45000$$

$$X_2 \leq 15000$$

$$X_3 \leq 45000$$

$$X_4 \leq 96000$$

$$X_5 \leq 48000$$

$$X_5 \leq 0,20(X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5)$$

$$X_4 \geq 0,80(X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5)$$

$$X_2 \geq 0,30X_5$$

$$1,2X_1 + 0,5X_2 + 0,1X_3 + 0,8X_5 \leq 1,5X_1 + 0,2X_2 + 0,5X_3 + 0,4X_5$$

$$1,5X_1 + 0,2X_2 + 0,5X_3 + 0,4X_5 \leq 75000$$

$$1,2X_1 + 0,5X_2 + 0,1X_3 + 0,8X_5 \leq 60000$$

$$0,7X_1 + 0,2X_3 + 0,5X_5 \leq 30000$$

$$0,4X_1 + 0,7X_3 + 0,1X_5 \leq 25000$$

$$X_i \geq 0$$

44)  $X_i =$  Cantidad en colones a invertir en el fondo  $i$

$$X_2 = \begin{matrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 2 \end{matrix}$$

$$X_3 = \begin{matrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 3 \end{matrix}$$

$$X_4 = \begin{matrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 4 \end{matrix}$$

$$X_5 = \begin{matrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 5 \end{matrix}$$

$$X_6 = \begin{matrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 6 \end{matrix}$$

$$F.O. \text{ MAX } Z = 0,30X_1 + 0,20X_2 + 0,15X_3 + 0,12X_4 + 0,22X_5 + 0,23X_6$$

$$\text{Sujeto a: } X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 \leq 1000000$$

$$X_1 + X_2 + X_3 \leq 0,75(X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6)$$

$$X_1 + X_2 + X_3 \geq 0,50(X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6)$$

$$X_4 \leq 0,30(X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6)$$

$$X_4 \geq 0,20(X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6)$$

$$X_6 \geq 0,05(X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6)$$

$$\frac{2X_1}{X_1 + X_2 + X_3} = \frac{X_2}{X_1 + X_2 + X_3} \qquad \frac{3X_1}{X_1 + X_2 + X_3} = \frac{X_3}{X_1 + X_2 + X_3}$$

$$\frac{2X_4}{X_4 + X_5} = \frac{X_5}{X_4 + X_5}$$

$$\frac{X_1}{45} + \frac{X_4}{17} + \frac{X_5}{23} + \frac{X_6}{22} > \frac{X_2}{76} + \frac{X_3}{110}$$

$$0,12X_4 + 0,23X_5 + 0,22X_6 > 0,30X_1 + 0,20X_2 + 0,15X_3$$

$$X_i \geq 0$$

45)  $X_1$  = Número de técnicos capacitados durante el mes de enero

$X_2$  = " " " " Febrero.

$X_3$  = " " " " marzo.

$X_4$  = " " " " abril.

$X_5$  = " " " " mayo.

$X_6$  = Número de técnicos experimentados al principio del mes de enero.

$X_7$  = " " " " Febrero.

$X_8$  = " " " " marzo.

$X_9$  = " " " " abril.

$X_{10}$  = " " " " mayo.

$$F.O. \text{ Min } Z = 1228X_1 + 1228X_2 + 1228X_3 + 1228X_4 + 1228X_5 + \\ 2000X_6 + 2000X_7 + 2000X_8 + 2000X_9 + 2000X_{10}$$

Sujeto a:

$$160X_6 - 50X_1 \geq 6000$$

$$160X_7 - 50X_2 \geq 7000$$

$$160X_8 - 50X_3 \geq 8000$$

$$160X_9 - 50X_4 \geq 9500$$

$$160X_{10} - 50X_5 \geq 11000$$

$$X_6 = 50$$

$$X_7 = 0,95X_6 + X_1$$

$$X_8 = 0,95X_7 + X_2$$

$$X_9 = 0,95X_8 + X_3$$

$$X_{10} = 0,95X_9 + X_4$$

$$X_i \geq 0$$

48)  $X_1$  = Pavos tipo A. que se compraron.

$X_2$  = " B " " "

$X_3$  = Libras de carne oscura para la croqueta 1.

$X_4$  = " blanca " 1.

$X_5$  = " oscura " 2.

$X_6$  = " blanca " 2.

$$\text{Max } Z = 4(X_3 + X_4) + 3(X_5 + X_6) - 10X_1 - 8X_2.$$

Sujeto a:

$$X_3 + X_4 \leq 50$$

$$X_5 + X_6 \leq 30$$

$$X_4 + X_5 \leq 5X_1 + 3X_2$$

$$X_3 + X_5 \leq 2X_1 + 3X_2$$

$$\frac{X_4}{(X_4 + X_3)} \geq 0,7$$

$$\frac{X_6}{(X_6 + X_5)} \geq 0,6$$

$$X_i \geq 0$$

52)  $X_1$  = Dólares gastados en la publicidad para la gasolina 1

$X_2$  = " " " " 2

$X_3$  = " " " " 3

$X_4$  = Barriles de petróleo crudo que se usan diariamente para la gasolina 1.

$X_5$  = " " " " 2.

$X_6$  = " " " " 3.

$X_7$  = " " " " 1.

$X_8$  = " " " " 2

$X_9$  = " " " " 3

$X_{10}$  = " " " " 1

$X_{11}$  = " " " " 2

$X_{12}$  = " " " " 3.

$$EO. \text{ Max } Z = 21X_4 + 11X_5 + X_6 + 31X_7 + 21X_8 + 11X_9 + 41X_{10} + 31X_9 + 21X_{10} - X_1 - X_2 - X_3$$

Sujeto a:

$$X_4 + X_7 + X_{10} = 3000 + 10X_1$$

$$X_5 + X_8 + X_{11} = 2000 + 10X_2$$

$$X_6 + X_9 + X_{12} = 3000 + 10X_3$$

$$X_4 + X_5 + X_6 \leq 5000$$

$$X_7 + X_8 + X_9 \leq 5000$$

$$X_{10} + X_{11} + X_{12} \leq 5000$$

$$X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} \leq 14000.$$

$$12X_4 + 6X_7 + 8X_{10} \geq 10 \quad 12X_5 + 6X_8 + 8X_{11} \geq 8 \quad 12X_6 + 6X_9 + 8X_{12} \geq 6$$

$$X_4 + X_7 + X_{10}$$

$$X_5 + X_8 + X_{11}$$

$$X_6 + X_9 + X_{12}$$

$$0.025X_4 + 0.02X_7 + 0.03X_{10} \leq 0.01$$

$$0.025X_5 + 0.02X_8 + 0.03X_{11} \leq 0.02$$

$$X_4 + X_7 + X_{10}$$

$$X_5 + X_8 + X_{11}$$

$$0.005X_5 + 0.02X_9 + 0.03X_{12} \leq 0.01$$

$$X_i \geq 0$$

$$X_6 + X_9 + X_{12}$$



57)	$X_1 =$	Unidades fabricadas del producto nuevo en el tamaño grande en la planta 1		
	$X_2 =$	"	medio	1
	$X_3 =$	"	pequeño	1
	$X_4 =$	"	grande	2
	$X_5 =$	"	medio	2
	$X_6 =$	"	pequeño	2
	$X_7 =$	"	grande	3
	$X_8 =$	"	medio	3
	$X_9 =$	"	pequeño	3

$$F.O \text{ Max } Z = 420X_1 + 360X_2 + 300X_3 + 420X_4 + 360X_5 + 300X_6 + 420X_7 + 360X_8 + 300X_9$$

Sujeto a:

$$X_1 + X_2 + X_3 \leq 750$$

$$X_4 + X_5 + X_6 \leq 900$$

$$X_7 + X_8 + X_9 \leq 450$$

$$15X_1 + 11,25X_2 + 9X_3 \leq 13000$$

$$15X_4 + 11,25X_5 + 9X_6 \leq 12000$$

$$15X_7 + 11,25X_8 + 9X_9 \leq 5000$$

$$20X_1 + 15X_2 + 12X_3 + 20X_4 + 15X_5 + 12X_6 + 20X_7 + 15X_8 + 12X_9 \leq 40000$$

$$X_1 + X_4 + X_7 \leq 900$$

$$X_2 + X_5 + X_8 \leq 1200$$

$$X_3 + X_6 + X_9 \leq 750$$

$$\begin{matrix} X_1 + X_2 + X_3 & = & X_4 + X_5 + X_6 & = & X_7 + X_8 + X_9 \\ 750 & & 900 & & 450 \end{matrix}$$

$$X_1 \geq 0$$

59)  $X_i$  = Número de libras del componente  $i$  usado en la mezcla  $i$ .

$X_2 =$  " " 2 " 1.

$X_3 =$  " " 3 " 1.

$X_4 =$  " " 4 " 1.

$X_5 =$  " " 1 " 2.

$X_6 =$  " " 2 " 2.

$X_7 =$  " " 3 " 2.

$X_8 =$  " " 4 " 2.

$X_9 =$  " " 1 " 3.

$X_{10} =$  " " 2 " 3.

$X_{11} =$  " " 3 " 3.

$X_{12} =$  " " 4 " 3.

$$F.O. Min Z = 0,70X_1 + 0,55X_2 + 0,65X_3 + 0,90X_4 + 0,85X_5 + 0,70X_6 + 0,80X_7 + 0,60X_8 + 1,25X_9 + 1,10X_{10} + 1,20X_{11} + 1,00X_{12}.$$

Sa:

$$X_1 + X_5 + X_9 \leq 30000$$

$$X_2 + X_6 + X_{10} \leq 40000$$

$$X_3 + X_7 + X_{11} \leq 25000$$

$$X_4 + X_8 + X_{12} \leq 20000$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 \geq 40000$$

$$X_2 \geq 0,3(X_1 + X_2 + X_3 + X_4)$$

$$X_{10} \leq 0,2(X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12})$$

$$X_{11} = 0,2(X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12})$$

$$X_{12} \geq 0,4(X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12})$$

$$X_4 \leq 0,15(X_1 + X_2 + X_3 + X_4)$$

$$X_i \geq 0$$

60)  $X_1$  = Dinero invertido al principio del mes 1 por un periodo de 1 mes

$X_2 =$  " " " " 2 meses

$X_3 =$  " " " " 3 meses

$X_4 =$  " " " " 4 meses

$X_5 =$  " " 2 " " 1 mes

$X_6 =$  " " 2 " " 2 meses

$X_7 =$  " " 2 " " 3 meses

$X_8 =$  " " 3 " " 1 mes

$X_9 =$  " " 3 " " 2 meses

$X_{10} =$  " " 4 " " 1 mes

$$F.O \text{ Max } Z = 1,0015 X_1 + 1,0055 X_2 + 1,015 X_3 + 1,025 X_4 + 1,0015 X_5 + 1,0055 X_6 + 1,015 X_7 + 1,0015 X_8 + 1,0055 X_9 + 1,0015 X_{10}$$

Suplto a:

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + 6000000 = 8000000$$

$$X_5 + X_6 + X_7 + 5000000 = 1,0015 X_5 + 8000000$$

$$X_8 + X_9 + 5000000 = 1,0055 X_2 + 1,0015 X_5 + 3000000$$

$$X_{10} + 2000000 = 1,015 X_3 + 1,0055 X_6 + 1,0015 X_8 + 3000000$$

$$X_i \geq 0$$

(62)  $X_1$  = Atún Blanco que se compra.

$X_2$  = Atún Azul que se compra.

$X_3$  = Libras de limón blanco para galleta premier

$X_4$  = Libras de limón blanco para galleta de clase media

$X_5$  = Libras de limón azul para galleta premier

$X_6$  = Libras de limón azul para galleta de clase media.

$$F.O. \text{ Max } Z = 240(X_3 + X_5) + 160(X_4 + X_6) - 3200X_1 - 2100X_2$$

Sujeto a:

$$X_3 + X_5 \leq 1500$$

$$X_4 + X_6 \leq 2500$$

$$X_3 + X_4 \leq 30X_1$$

$$X_5 + X_6 \leq 27X_2$$

$$X_3 = 0,75$$

$$X_3 + X_5$$

$$X_4 = 0,50$$

$$X_4 + X_6$$

$$X_1 \geq 0$$

(64)  $X_1 =$  Número de camiones Tipo 1

$X_2 =$  " " " 2

$X_3 =$  " " " 3

$$\text{F.O. Max } Z = 850X_1 + 650X_2 + 500X_3$$

Sujeto a:

$$50000X_1 + 40000X_2 + 25000X_3 \leq 500000$$

$$120000X_1 + 75000X_2 + 60000X_3 \geq 800000$$

$$X_1 + X_2 + X_3 \leq 10$$

$$X_3 \geq 3$$

$$X_1 \leq X_2 + X_3$$

$$X_i \geq 0$$

66)  $X_1$  = Número de tornillos producidos en la planta y empaquetados en la planta

$X_2$  = " tuercas " " "

$X_3$  = " arandelas " " "

$X_4$  = " tarrajes " " "

$X_5$  = Número de tornillos producidos en la planta y empaquetados afuera

$X_6$  = " tuercas " " "

$X_7$  = " arandelas " " "

$X_8$  = " tarrajes " " "

$$EO. \text{Max } Z = 4,5X_1 + 2,9X_2 + 3,6X_3 + 5,2X_4 + 3,625X_5 + 2,2X_6 + 2,975X_7 + 4,675X_8$$

Sujeto a:

$$9X_1 + 45X_2 + 6X_3 + 6X_4 + 9X_5 + 45X_6 + 6X_7 + 6X_8 \leq 5184000$$

$$30X_1 + 18X_2 + 24X_3 + 21X_4 + 30X_5 + 18X_6 + 24X_7 + 21X_8 \leq 5184000$$

$$30X_1 + 24X_2 + 24X_3 + 21X_4 + 0X_5 + 0X_6 + 0X_7 + 0X_8 \leq 2592000$$

$$X_1 + X_5 \geq 1000$$

$$X_2 + X_6 \geq 1200$$

$$X_3 + X_7 \geq 1000$$

$$X_4 + X_8 \geq 1100$$

$$X_1 = X_3$$

$$X_5 = X_7$$

$$X_i \geq 0$$

68) Función Objetivo: Grabadora =  $100 - 50 - 30 = \$20$

Radio =  $80 - 30 - 40 = \$10$

Equipo de sonido =  $150 - 70 - 50 = \$30$

Restricción #1, producción de grabadoras:

$$X_1 \leq 100$$

Restricción #2, producción de radios:

$$X_2 \leq 150$$

Restricción #3, producción de equipos de sonido:

$$X_3 \leq 75$$

Restricción #4, saldo en caja:

$$20000 + 40000 - 1500 - 1700 - 50X_1 - 30X_2 - 70X_3$$

$$20800 - 50X_1 - 30X_2 - 70X_3 \geq 8000$$

$$50X_1 + 30X_2 + 70X_3 \leq 12800$$

Restricción #5, razón activo/pasivo igual a 2.

Situación de la caja al 1<sup>er</sup> de enero =  $20800 - 50X_1 - 30X_2 - 70X_3$

Cuentas por cobrar al 1<sup>er</sup> de enero =  $6000 + 100X_1 + 80X_2 + 150X_3 - 4000$   
 $= 2000 + 100X_1 + 80X_2 + 150X_3$

Valor del inventario al 1<sup>er</sup> de enero =  $16500 - (30X_1 + 40X_2 + 50X_3) + 4000$   
 $= 20500 - 30X_1 - 40X_2 - 50X_3$

Activo al 1<sup>er</sup> de enero:

$$= (20800 - 50X_1 - 30X_2 - 70X_3) + (2000 + 100X_1 + 80X_2 + 150X_3) + (20500 - 30X_1 - 40X_2 - 50X_3)$$

$$= 43300 + 20X_1 + 10X_2 + 30X_3$$

Pasivo al 1<sup>er</sup> de enero:

$$21250 - 1500 + 4000 = \$23750$$

$$\frac{\$}{\$} \quad 43300 + 20X_1 + 10X_2 + 30X_3 \geq 2 \cdot 23750$$

$X_1$  = Número de grabadores producidas en el mes de diciembre.

$X_2$  = Número de radios  $u_1$   $u_1$

$X_3$  = Número de equipos de sonido  $u_2$   $u_2$

$$\text{F.O. Max } z = 20X_1 + 10X_2 + 30X_3$$

Sujeto a:

$$X_1 \leq 100$$

$$X_2 \leq 150$$

$$X_3 \leq 75$$

$$50X_1 + 30X_2 + 70X_3 \leq 12800$$

$$20X_1 + 10X_2 + 30X_3 \geq 4200$$

$$X_i \geq 0$$

70)  $X_1 =$  Número de anuncios por radio diurna hasta llegar a los 10 primeros

$X_2 =$  Número de anuncios por radio diurna después de los 10 primeros.

$X_3 =$  Número de anuncios por Televisión Vespertina hasta los 10 primeros.

$X_4 =$  Número de anuncios por Televisión Vespertina después de los 10 primeros.

$X_5 =$  Número de anuncios en periódicos hasta los 10 primeros.

$X_6 =$  Número de anuncios en periódicos después de los 10 primeros.

$$F.O. \text{ Max } Z = 60X_1 + 40X_2 + 80X_3 + 55X_4 + 70X_5 + 35X_6$$

Sujeto a :

$$17000(X_1 + X_2) + 28000(X_3 + X_4) + 12000(X_5 + X_6) \leq 720000$$

$$X_1 + X_2 \leq 25$$

$$X_3 + X_4 \leq 25$$

$$X_5 + X_6 \leq 25$$

$$30000(X_1 + X_2) + 60000(X_3 + X_4) + 45000(X_5 + X_6) \geq 1800000$$

$$X_3 + X_4 \geq 0,25$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6$$

$$X_i \geq 0$$

71)  $X_1$  = Toneladas de roca fina a extraer del pozo 1 por mes.

$X_2$  = " gruesa " " 1 "

$X_3$  = " fina " " 2 "

$X_4$  = " gruesa " " 2 "

$X_5$  = " fina " " 3 "

$X_6$  = " gruesa " " 3 "

$$FO, \text{Max } Z = 0,8 \left[ 25(0,95X_1 + 0,90X_2) + 20(0,95X_3 + 0,90X_4) + 15(0,95X_5 + 0,96X_6) \right] - 1,12(X_1 + X_2 + X_5) - 0,85(X_2 + X_4 + X_6) - 6(X_1 + X_2) - 5(X_3 + X_4) - 4(X_5 + X_6)$$

Sujeto a:

$$X_1 + X_2 \leq 85000$$

$$X_3 + X_4 \leq 90000$$

$$X_5 + X_6 \leq 95000$$

$$\frac{X_1}{210000} + \frac{X_2}{250000} + \frac{X_3}{210000} + \frac{X_4}{250000} + \frac{X_5}{210000} + \frac{X_6}{250000} \leq 1$$

$$25(X_1 + X_2) + 20(X_3 + X_4) + 15(X_5 + X_6) \leq 20$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6$$

$$X_i \geq 0$$

72)	$X_1$ = Horas por semana que trabaja el proceso	1	0
	$X_2$ = " " " "	2	29,33
	$X_3$ = " " " "	3	58,67
	$X_4$ = Barriles de Carolina 2 que se venden por semana		0
	$X_5$ = Barriles de petróleo A que se compran por semana		58,67
	$X_6$ = Barriles de petróleo B que se compran por semana		110,67

$$EO. Min z = 2925(4X_1) + 3250X_4 + 7800(4X_3) - 1625X_1 - 1300X_2 - 325X_3 - 650X_5 - 975X_6 = 1.910.933,33$$

Sujeto a:

$$X_5 = 4X_1 + 2X_2$$

$$X_6 = 6X_1 + 6X_2 + 4X_3$$

$$X_4 + 3X_3 = 2X_1 + 6X_2$$

$$X_5 \leq 400$$

$$X_6 \leq 600$$

$$X_1 + X_2 + X_3 \leq 88$$

$$X_i \geq 0$$

$$P1 - 1A, 4A, y 6B \leq 292$$

$$P2 - 1A, 2A, y 6B - 602$$

$$P3 - 1A, 4B, y 3B_2 - 4B_3$$