

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN
INVESTIGACIONES DE OPERACIONES**

Alejandra López Ocampo – 1088035829

1. Considere el problema del transporte que tiene la siguiente tabla de costos y requerimientos

		Destinos						Oferta
		1	2	3	4	5	6	
Fuentes	1	2	1	3	3	2	5	50
	2	3	2	2	4	3	4	40
	3	3	5	4	2	4	1	60
	4	4	2	2	1	2	2	31
Demanda		30	50	20	40	30	11	181

- a) Formule el problema y resuélvalo con la ayuda de software.

$$\begin{aligned} \min = & 2 \cdot x_{11} + 1 \cdot x_{12} + 3 \cdot x_{13} + 3 \cdot x_{14} + 2 \cdot x_{15} + 5 \cdot x_{16} + \\ & 3 \cdot x_{21} + 2 \cdot x_{22} + 2 \cdot x_{23} + 4 \cdot x_{24} + 3 \cdot x_{25} + 4 \cdot x_{26} + \\ & 3 \cdot x_{31} + 5 \cdot x_{32} + 4 \cdot x_{33} + 2 \cdot x_{34} + 4 \cdot x_{35} + 1 \cdot x_{36} + \\ & 4 \cdot x_{41} + 2 \cdot x_{42} + 2 \cdot x_{43} + 1 \cdot x_{44} + 2 \cdot x_{45} + 2 \cdot x_{46}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} &= 50; \\ x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{26} &= 40; \\ x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} + x_{35} + x_{36} &= 60; \\ x_{41} + x_{42} + x_{43} + x_{44} + x_{45} + x_{46} &= 31; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{41} &= 30; \\ x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42} &= 50; \\ x_{13} + x_{23} + x_{33} + x_{43} &= 20; \\ x_{14} + x_{24} + x_{34} + x_{44} &= 40; \\ x_{15} + x_{25} + x_{35} + x_{45} &= 30; \end{aligned}$$

SOLUCIÓN

$$Z=330$$

$$\begin{aligned} x_{12} &= 30 \\ x_{15} &= 20 \\ x_{22} &= 20 \\ x_{23} &= 20 \\ x_{31} &= 30 \\ x_{34} &= 19 \\ x_{36} &= 11 \\ x_{44} &= 21 \\ x_{45} &= 10 \end{aligned}$$

Global optimal solution found.

Objective value:	330.0000
Infeasibilities:	0.000000
Total solver iterations:	10
Elapsed runtime seconds:	0.07

Model Class:	LP
--------------	----

Total variables:	24
Nonlinear variables:	0
Integer variables:	0

Total constraints:	11
Nonlinear constraints:	0

Total nonzeros:	72
Nonlinear nonzeros:	0

Variable	Value	Reduced Cost
X11	0.000000	0.000000
X12	30.00000	0.000000
X13	0.000000	2.000000
X14	0.000000	2.000000
X15	20.00000	0.000000
X16	0.000000	5.000000
X21	0.000000	0.000000
X22	20.00000	0.000000
X23	20.00000	0.000000
X24	0.000000	2.000000
X25	0.000000	0.000000
X26	0.000000	3.000000
X31	30.00000	0.000000
X32	0.000000	3.000000
X33	0.000000	2.000000
X34	19.00000	0.000000
X35	0.000000	1.000000
X36	11.00000	0.000000
X41	0.000000	2.000000
X42	0.000000	1.000000
X43	0.000000	1.000000
X44	21.00000	0.000000
X45	10.00000	0.000000
X46	0.000000	2.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	330.0000	-1.000000
2	0.000000	-1.000000
3	0.000000	-2.000000
4	0.000000	-2.000000
5	0.000000	-1.000000
6	0.000000	-1.000000
7	0.000000	0.000000
8	0.000000	0.000000
9	0.000000	0.000000
10	0.000000	-1.000000
11	0.000000	1.000000

2. La empresa cauchos del Tolima, necesita realizar 4 proyectos, por falta de personal se va a subcontratar a 4 empresas para que cada una realice un proyecto. Todas las empresas están en condiciones de realizar cualquiera de los proyectos. El gerente general no sabe cómo distribuir los proyectos. Usted, como ayuda idónea del gerente, ¿Qué le aconsejaría?

Empresas	Proyectos				
		1	2	3	4
	1	10	15	22	19
	2	20	18	15	14
	3	16	17	12	20
	4	11	18	16	15

$$\begin{aligned} \min = & 10 \cdot X_{11} + 15 \cdot X_{12} + 22 \cdot X_{13} + 19 \cdot X_{14} + \\ & 20 \cdot X_{21} + 18 \cdot X_{22} + 15 \cdot X_{23} + 14 \cdot X_{24} + \\ & 16 \cdot X_{31} + 17 \cdot X_{32} + 12 \cdot X_{33} + 20 \cdot X_{34} + \\ & 11 \cdot X_{41} + 18 \cdot X_{42} + 16 \cdot X_{43} + 15 \cdot X_{44}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} &= 1; \\ X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} &= 1; \\ X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} &= 1; \\ X_{41} + X_{42} + X_{43} + X_{44} &= 1; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{11} + X_{21} + X_{31} + X_{41} &= 1; \\ X_{12} + X_{22} + X_{32} + X_{42} &= 1; \\ X_{13} + X_{23} + X_{33} + X_{43} &= 1; \\ X_{14} + X_{24} + X_{34} + X_{44} &= 1; \end{aligned}$$

SOLUCIÓN:

Z= 52 MILLONES

Asignarle a la empresa 1 el proyecto 2

Asignarle a la empresa 2 el proyecto 4

Asignarle a la empresa 3 el proyecto 3

Asignarle a la empresa 4 el proyecto 1

Global optimal solution found.
Objective value: 52.00000
Infeasibilities: 0.000000
Total solver iterations: 6
Elapsed runtime seconds: 0.64

Model Class: LP

Total variables: 16
Nonlinear variables: 0
Integer variables: 0

Total constraints: 9
Nonlinear constraints: 0

Total nonzeros: 48
Nonlinear nonzeros: 0

Variable	Value	Reduced Cost
X11	0.000000	0.000000
X12	1.000000	0.000000
X13	0.000000	12.00000
X14	0.000000	8.000000
X21	0.000000	7.000000
X22	0.000000	0.000000
X23	0.000000	2.000000
X24	1.000000	0.000000
X31	0.000000	4.000000
X32	0.000000	0.000000
X33	1.000000	0.000000
X34	0.000000	7.000000
X41	1.000000	0.000000
X42	0.000000	2.000000
X43	0.000000	5.000000
X44	0.000000	3.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	52.00000	-1.000000
2	0.000000	-10.00000
3	0.000000	-13.00000
4	0.000000	-12.00000
5	0.000000	-11.00000
6	0.000000	0.000000
7	0.000000	-5.000000
8	0.000000	0.000000
9	0.000000	-1.000000

4. Un corredor de bienes raíces, planea la venta de 5 lotes de terreno y ha recibido ofertas individuales de cuatro clientes. Debido a la cantidad de capital que se requiere, estas ofertas se han hecho en el entendimiento de que ninguno de los cuatro clientes comprará más de un lote. Las ofertas se muestran en la siguiente tabla:

		Lotes				
		1	2	3	4	5
Comprador	A	16	15	25	19	20
	B	19	17	24	15	25
	C	15	15	18	0	16
	D	19	0	15	1	18

$$\begin{aligned} \max = & 16*XA1+15*XA2+25*XA3+19*XA4+20*XA5+ \\ & 19*XB1+17*XB2+24*XB3+15*XB4+25*XB5+ \\ & 15*XC1+15*XC2+18*XC3+0*XC4+16*XC5+ \\ & 19*XD1+0*XD2+15*XD3+1*XD4+18*XD5+ \\ & 0*XE1+0*XE2+0*XE3+0*XE4+0*XE5; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} XA1+XA2+XA3+XA4+XA5 &= 1; \\ XB1+XB2+XB3+XB4+XB5 &= 1; \\ XC1+XC2+XC3+XC4+XC5 &= 1; \\ XD1+XD2+XD3+XD4+XD5 &= 1; \\ XE1+XE2+XE3+XE4+XE5 &= 1; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} XA1+XB1+XC1+XD1+XE1 &= 1; \\ XA2+XB2+XC2+XD2+XE2 &= 1; \\ XA3+XB3+XC3+XD3+XE3 &= 1; \\ XA4+XB4+XC4+XD4+XE4 &= 1; \\ XA5+XB5+XC5+XD5+XE5 &= 1; \end{aligned}$$

SOLUCIÓN

$$Z = 84$$

NOTA: Como los compradores y los lotes no eran equivalentes se optó por crear un comprador ficticio (E) por lo tanto el lote 4 quedó sin vender.

El lote 3 es vendido al comprador A
 El lote 5 es vendido al comprador B
 El lote 2 es vendido al comprador C
 El lote 1 es vendido al comprador D
 El lote 4 es vendido al comprador ficticio es decir que no se vendió|

Global optimal solution found.

Objective value:	84.000000
Infeasibilities:	0.000000
Total solver iterations:	8
Elapsed runtime seconds:	0.05

Model Class:	LP
--------------	----

Total variables:	25
Nonlinear variables:	0
Integer variables:	0

Total constraints:	11
Nonlinear constraints:	0

Total nonzeros:	68
Nonlinear nonzeros:	0

Variable	Value	Reduced Cost
XA1	0.000000	9.000000
XA2	0.000000	7.000000
XA3	1.000000	0.000000
XA4	0.000000	3.000000
XA5	0.000000	5.000000
XB1	0.000000	6.000000
XB2	0.000000	5.000000
XB3	0.000000	1.000000
XB4	0.000000	7.000000
XB5	1.000000	0.000000
XC1	0.000000	3.000000
XC2	1.000000	0.000000
XC3	0.000000	0.000000
XC4	0.000000	15.000000
XC5	0.000000	2.000000
XD1	1.000000	0.000000
XD2	0.000000	16.000000
XD3	0.000000	4.000000
XD4	0.000000	15.000000
XD5	0.000000	1.000000
XE1	0.000000	3.000000
XE2	0.000000	0.000000
XE3	0.000000	3.000000
XE4	1.000000	0.000000
XE5	0.000000	3.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	84.000000	1.000000
2	0.000000	25.000000
3	0.000000	25.000000
4	0.000000	18.000000
5	0.000000	19.000000
6	0.000000	3.000000
7	0.000000	0.000000
8	0.000000	-3.000000
9	0.000000	0.000000
10	0.000000	-3.000000
11	0.000000	0.000000

5. El entrenador de un equipo de natación debe asignar competidores para la prueba de 200 metros combinados por equipos, para enviarlos a las olimpiadas juveniles. Como muchos de sus nadadores son rápidos en más de un estilo, no le es fácil decidir a qué estilo asignar a cada uno.

		Nadadores			
		Carlos	José	David	Francisco
Tipo de nado	Dorso	37.7	32.9	33.8	37
	Pecho	43.4	33.1	42.2	34.7
	Mariposa	33.3	28.5	38.9	30.4
	Libre	29.2	26.4	29.6	28.5

El entrenador quiere determinar cómo asignar los cuatro nadadores a los cuatro tipos de nado, para minimizar la suma de los mejores tiempos correspondientes.

$$\begin{aligned} \min = & 37.7 \cdot XD1 + 32.9 \cdot XD2 + 33.8 \cdot XD3 + 37 \cdot XD4 + \\ & 43.4 \cdot XP1 + 33.1 \cdot XP2 + 42.2 \cdot XP3 + 37.4 \cdot XP4 + \\ & 33.3 \cdot XM1 + 28.5 \cdot XM2 + 38.9 \cdot XM3 + 30.4 \cdot XM4 + \\ & 29.2 \cdot XL1 + 26.4 \cdot XL2 + 29.6 \cdot XL3 + 28.5 \cdot XL4; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} XD1 + XD2 + XD3 + XD4 &= 1; \\ XP1 + XP2 + XP3 + XP4 &= 1; \\ XM1 + XM2 + XM3 + XM4 &= 1; \\ XL1 + XL2 + XL3 + XL4 &= 1; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} XD1 + XP1 + XM1 + XL1 &= 1; \\ XD2 + XP2 + XM2 + XL2 &= 1; \\ XD3 + XP3 + XM3 + XL3 &= 1; \\ XD4 + XP4 + XM4 + XL4 &= 1; \end{aligned}$$

SOLUCIÓN

Z= 126.5 SEGUNDOS

El estilo de espalda se le asigna a David

El estilo de Pecho se le asigna a Jose

El estilo de Mariposa se le asigna a Francisco

El estilo Libre se le asigna a Carlos

Global optimal solution found.

Objective value:	126.5000
Infeasibilities:	0.000000
Total solver iterations:	7
Elapsed runtime seconds:	0.03

Model Class:	LP
--------------	----

Total variables:	16
Nonlinear variables:	0
Integer variables:	0

Total constraints:	9
Nonlinear constraints:	0

Total nonzeros:	48
Nonlinear nonzeros:	0

Variable	Value	Reduced Cost
XD1	0.000000	0.000000
XD2	0.000000	0.000000
XD3	1.000000	0.000000
XD4	0.000000	2.200000
XP1	0.000000	5.500000
XP2	1.000000	0.000000
XP3	0.000000	8.200000
XP4	0.000000	2.400000
XM1	0.000000	0.000000
XM2	0.000000	0.000000
XM3	0.000000	9.500000
XM4	1.000000	0.000000
XL1	1.000000	0.000000
XL2	0.000000	2.000000
XL3	0.000000	4.300000
XL4	0.000000	2.200000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	126.5000	-1.000000
2	0.000000	-32.900000
3	0.000000	-33.100000
4	0.000000	-28.500000
5	0.000000	-24.400000
6	0.000000	-4.800000
7	0.000000	0.000000
8	0.000000	-0.900000
9	0.000000	-1.900000