

Práctico de Solver

1) Problema de distribución

Para simplificar el modelo vamos a suponer que contamos con dos plantas (Paysandú y Montevideo) y tres centros de almacenamiento (Maldonado, Melo y Tacuarembó). En el cuadro mostramos los costos de envío (en dólares americanos) por unidad desde las plantas a los almacenes.

Plantas	Almacenes		
	Maldonado	Melo	Tacuarembó
Paysandú	2.5	1.7	1.8
Montevideo	2.5	1.8	1.4

Decisiones:

Cantidad de productos a transportar de un origen a un destino

$x_{\text{Paysandú, Maldonado}}$

$x_{\text{Paysandú, Melo}}$

$x_{\text{Paysandú, Tacuarembó}}$

$x_{\text{Montevideo, Maldonado}}$

$x_{\text{Montevideo, Melo}}$

$x_{\text{Montevideo, Tacuarembó}}$

Objetivo:

$$\min \sum_{i \in \{\text{Paysandú, Montevideo}\}} \sum_{j \in \{\text{Maldonado, Melo, Tacuarembó}\}} \text{transporte}[i, j] \times x[i, j]$$

Restricciones:

- Para cada planta, la cantidad de productos distribuidos debe ser menor o igual a la cantidad producida.

$$x_{\text{Paysandú, Maldonado}} + x_{\text{Paysandú, Melo}} + x_{\text{Paysandú, Tacuarembó}} \leq 500$$

$$x_{\text{Montevideo, Maldonado}} + x_{\text{Montevideo, Melo}} + x_{\text{Montevideo, Tacuarembó}} \leq 750$$

- Debemos satisfacer la demanda de los almacenes.

$$x_{\text{Paysandú, Maldonado}} + x_{\text{Montevideo, Maldonado}} \geq 300$$

$$x_{\text{Paysandú, Melo}} + x_{\text{Montevideo, Melo}} \geq 300$$

$$x_{\text{Paysandú, Tacuarembó}} + x_{\text{Montevideo, Tacuarembó}} \geq 300$$

- No negatividad de las variables de decisión:

$$x_{\text{Paysandú, Maldonado}} \geq 0, x_{\text{Paysandú, Melo}} \geq 0, x_{\text{Paysandú, Tacuarembó}} \geq 0, x_{\text{Montevideo, Maldonado}} \geq 0, x_{\text{Montevideo, Melo}} \geq 0, x_{\text{Montevideo, Tacuarembó}} \geq 0$$

Modelar y resolver este problema en Solver de las planillas electrónicas.

Ejercicio 2.

Resolver los siguientes problemas de programación lineal utilizando Solver de las planillas electrónicas:

- a) Extraído de Investigación de operaciones, Hamdy A. Taha, 9na. edición. Ejemplo 2.1-1 (cap. 2, pag. 13-15):

$$\text{Maximizar } z = 5x_1 + 4x_2$$

$$6x_1 + 4x_2 \leq 24$$

$$x_1 + 2x_2 \leq 6$$

$$-x_1 + x_2 \leq 1$$

$$x_2 \leq 2$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

- b) Extraído de Linear Programming, Foundations and Extensions, 3ra. edición (cap. 2, pag. 12-16)

$$\text{maximize } 5x_1 + 4x_2 + 3x_3$$

$$\text{subject to } 2x_1 + 3x_2 + x_3 \leq 5$$

$$4x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 11$$

$$3x_1 + 4x_2 + 2x_3 \leq 8$$

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0$$

- c) Extraído de Introducción A La Investigación De Operaciones, Hillier y Lieberman, 9na. edición (cap. 3, pag. 22-27)

$$\text{Maximizar } Z = 3x_1 + 5x_2$$

$$x_1 \leq 4$$

$$2x_2 \leq 12$$

$$3x_1 + 2x_2 \leq 18$$

$$x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0.$$

Ejercicio 3. (Extraído de Linear Programming, Foundations and Extensions, 3ra. edición)

Plantear matemáticamente los siguientes ejercicios de PL y resolverlos utilizando Solver de las planillas electrónicas:

- a) Una empresa siderúrgica debe decidir cómo asignar el tiempo de la próxima semana a un laminador, que es una máquina que toma laminas de acero sin terminar como insumo y puede producir bandas y bobinas. Los dos productos de la fábrica salen de la línea de laminación a diferentes velocidades:
- Bandas: 200 toneladas/hora
 - Bobinas: 140 toneladas/hora.

También producen beneficios diferentes:

- Bandas: \$ 25/toneladas
- Bobinas: \$ 30/toneladas.

Sobre la base de las órdenes de fabricación actualmente reservadas, se tienen los siguientes límites de cantidades de cada producto a producir:

- Bandas: 6000 toneladas
- Bobinas: de 4000 toneladas.

Dado que hay 40 horas de tiempo de producción disponibles esta semana, el problema es decidir cuántas toneladas de bandas y cuántas toneladas de bobinas deben producirse para obtener el mayor beneficio.

- b) Una pequeña aerolínea, vuela entre tres ciudades: Montevideo, Rosario y Bs. As. Ofrecen varios vuelos, uno de ellos, en la tarde del viernes que sale de Montevideo, tiene escala en Rosario, y continúa a Bs. As. Hay tres tipos de pasajeros:
- Los que viajan desde Montevideo a Rosario.
 - Los que viajan de Rosario a Bs. As.
 - Los que viajan desde Montevideo a Bs. As.

Se cuenta con un pequeño avión que tiene capacidad para 30 pasajeros. La aerolínea ofrece tres clases de tarifas:

- Clase Y: reembolsable.
- Clase B: no reembolsable.
- Clase M: no reembolsable, compra anticipada de 3 semanas.

Los precios de los boletos, que en gran medida están determinados por influencias externas (es decir, los competidores), se han establecido y anunciado de la siguiente manera:

Clase	Montevideo a Rosario	Rosario a Bs. As.	Montevideo a Bs. As.
Y	300	160	360
B	220	130	280
M	100	80	140

Basado en la experiencia anterior, los pronosticadores de la aerolínea han determinado los

siguientes límites superiores en el número de clientes potenciales en cada una de las 9 posibles combinaciones origen-destino/clase de tarifa:

Clase	Montevideo a Rosario	Rosario a Bs. As.	Montevideo a Bs. As.
Y	4	8	3
B	8	13	10
M	22	20	18

El objetivo es decidir cuántos boletos de cada una de las 9 combinaciones de origen-destino/clase de tarifa para vender. Las restricciones son que el avión no puede ser overbooking (sobrevendido) en cualquiera de las dos partes del vuelo y que el número de boletos disponibles no puede exceder la demanda máxima prevista. El objetivo es maximizar los ingresos.