



INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES PROYECTO

CONDICIONES PARA ENTREGAR EL PROYECTO

- Equipos de dos o tres integrantes.
- Fecha: Martes 19 de Abril a las **23:55** por canvas.
- Entregar todo lo siguiente en un archivo zip. (**Un archivo por equipo**)
 1. La documentación en PDF de preferencia escrita en \LaTeX con:
 - Nombres y claves únicas de los integrantes del equipo.
 - Los cálculos de dichos ejercicios los podrá hacer a mano con o sin tableta, escaneando y adjuntando también el .pdf. Pero el reporte de resultados finales de los ejercicios propuestos será escrito en \LaTeX .
 2. Programas y *scripts* en *MatLab*, o en *AMPL* o *Python* que permitan reproducir los resultados reportados en su documento.

Nota: En el sentido de *paired programming*, les recomiendo que a lo más dos personas trabajen en un archivo. Eso debe ayudarles terminar el proyecto más rápido. Así, 1 o 2 personas pueden dedicarse a algo, mientras el resto del equipo avanza en otra parte. Eso es común en equipos de “*agile development*”.

1. Cortes de Gomory

Resuelva los siguientes problemas de programación entera a mano por medio del algoritmo de Cortes de Gomory visto en clase. Use la computadora para hacer un script en Matlab o AMPL y también resolver estos problemas. Compare sus resultados obtenidos con los de la computadora.

a)

$$\begin{aligned} \max \quad & Z = 5x_1 + 7x_2 \\ \text{sujeto a} \quad & -2x_1 + 3x_2 \leq 12 \\ & 6x_1 + x_2 \leq 24 \\ & x_1, x_2 \geq 0, \quad x_1, x_2 \in \mathbb{Z}. \end{aligned}$$

b)

$$\begin{aligned} \max \quad & Z = 5x_1 + 4x_2 + 4x_3 + 2x_4 \\ \text{sujeto a} \quad & x_1 + 3x_2 + 2x_3 + x_4 \leq 10 \\ & 5x_1 + x_2 + 3x_3 + 2x_4 \leq 15 \\ & x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \leq 6 \\ & x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0, \quad x_1, x_2, x_3, x_4 \in \mathbb{Z}. \end{aligned}$$

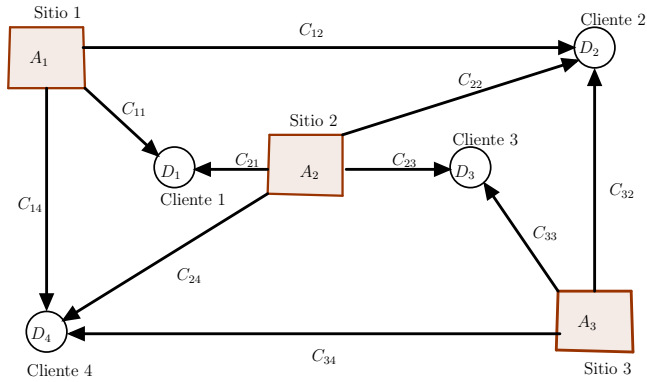
2. Programación Entera:

- Una empresa de bienes raíces, Peterson & Johnson, analiza cinco proyectos de desarrollo posibles. La siguiente tabla muestra las ganancias a largo plazo estimadas (valor presente neto) que generaría cada proyecto y la inversión que se requiere para emprenderlo, en millones de dólares.

	Proyecto de desarrollo				
	1	2	3	4	5
<i>Ganancia Estimada</i>	1	1.8	1.6	0.8	1.4
<i>Capital Requerido</i>	6	12	10	4	8

Los propietarios de la empresa, Dave Peterson y Ron Johnson, reunieron \$20 millones de capital de inversión para estos proyectos. Ellos quieren elegir la combinación de proyectos que maximice la ganancia total estimada a largo plazo (valor presente neto) sin invertir más de \$20 millones.

- Formule un modelo de Programación Entera Binaria para este problema.
 - Muestre el modelo en una hoja de cálculo de Excel.
 - Use la computadora para resolver este modelo.
- Una empresa minorista planea expandir sus actividades en un área mediante la apertura de dos nuevos almacenes. Se están considerando tres posibles sitios, como se muestra en la siguiente figura.



Hay que abastecer a cuatro clientes cuyas demandas son D_1 , D_2 , D_3 y D_4 . Suponga que dos sitios cualquiera pueden satisfacer todas las demandas, pero el sitio 1 solo puede satisfacer a los clientes 1, 2 y 4; el sitio 3 puede abastecer a los clientes 2, 3 y 4; mientras que el sitio 2 puede abastecer a todos los clientes. El costo unitario de transporte del sitio i al cliente j es C_{ij} . Para cada sitio de almacén tenemos los siguientes datos:

Sitio	Inversión		Costo
	Capacidad	de Capital Inicial \$	unitario de operación \$
1	A_1	K_1	P_1
2	A_2	K_2	P_2
3	A_3	K_3	P_3

El problema de optimización es elegir los sitios adecuados para los dos almacenes que minimicen el costo total de inversión, de operación y de transporte.

- Introduzca variables binarias auxiliares para diseñar un modelo de PEB mixta de este problema.
- Una vez planteado su modelo, introduzca los siguientes datos y resuelvalo con MATLAB o AMPL.

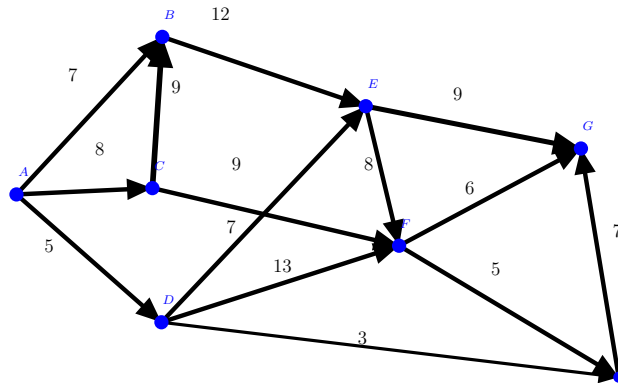
$$D_1 = 824, D_2 = 735, D_3 = 683, D_4 = 575, P_1 = 71.39, P_2 = 100.63, P_3 = 50.63$$

$$A_1 = 2538, A_2 = 3604, A_3 = 2533, K_1 = 187547, K_2 = 471471, K_3 = 167719$$

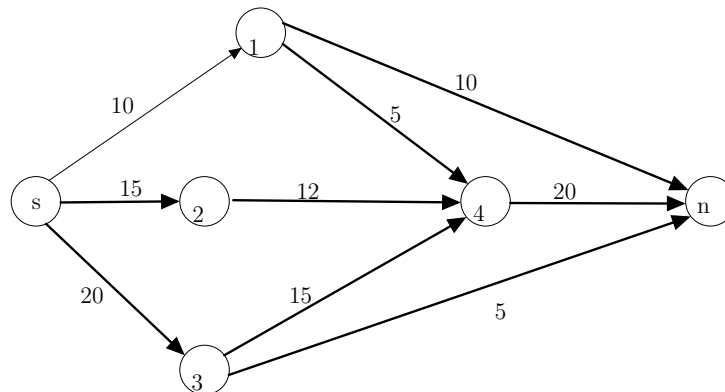
$$C_{12} = C_{34} = 86, C_{14} = C_{32} = 65, C_{24} = C_{22} = 72, C_{21} = 36, C_{23} = 40, C_{11} = 54, C_{33} = 57$$

3. Redes:

- a) Ocupe el algoritmo de Floyd que es más general que el algoritmo de Dijkstra para determinar la distancia más corta entre dos nodos cualesquiera de la siguiente red empezando en el nodo A y terminando en el J .



- b) Considere la siguiente red dirigida donde el nodo fuente es s y el nodo destino es n y los números a través de los arcos denotan las capacidades de los flujos:



- 1) Encuentre el flujo máximo de s a n usando el algoritmo de Ford-Fulkerson. Los calculos hacer a mano.
- 2) Modele este problema como un problema de programación entera binario y use el software AMPL para resolver dicho modelo.
- 3) Programe un algoritmo (puede ser en Python o Matlab) para encontrar el flujo máximo de la red anterior (puede ocupar uno de los algoritmos vistos en la clase 14 o utilizar

otro), y compare su resultado con el obtenido en el inciso 1) o 2). Adjunte el script de su programa a la carpeta que entregará y guardelo como

`AlgoritmoFlujoMaximo.m`

o

`AlgoritmoFlujoMaximo.py`

- 4) Determine el mínimo corte que corta el flujo de s a n y verifique que se cumple el teorema de mínimo corte y máximo flujo.