UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS COMPUTACIONALES

LICENCIATURA EN INGENIERÍA DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN

INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

Tarea n 1

Prof. Zoila de Castillo

Integrantes:

Cutire, Fernando 8-972-906

Díaz, Gabriel 20-53-5198

Escobar, Jorge 2-747-1772

Castillo, Keren 4-799-2312

Grupo: 1IF131

16-04-2021

Marco Teórico

3.4-9. La carne con papas es el plato favorito de Ralph Edmund. Por eso decidió hacer una dieta continua de sólo estos dos alimentos (más algunos líquidos y suplementos de vitaminas) en todas sus comidas. Ralph sabe que ésa no es la dieta más sana y quiere asegurarse de que toma las cantidades adecuadas de los dos alimentos para satisfacer los requerimientos nutricionales. Él ha obtenido la información nutricional y de costo que se muestra en el siguiente cuadro. Ralph quiere determinar el número de porciones diarias (pueden ser fraccionales) de res y papas que cumplirían con estos requerimientos a un costo mínimo.

a) Formule un modelo de programación lineal.

	Gramos de ingrediente por porción		
Ingrediente	**Res**	**Papas**	**Requerimiento diario (gramos)**
Carbohidratos	5	15	≥ 50
Proteínas	20	5	≥ 40
Grasa	15	2	≤ 60
Costo por porción	$4	$2	

<u>Variables de Decisión:</u>
X:Res
Y: Papas

<u>Función Objetivo:</u> Minimizar el costo de la dieta.
$4X + 2Y$

<u>Restricciones:</u> Requerimientos mínimos de los nutrientes:
Carbohidratos: $5X + 15Y \geq 50$
Proteínas: $20X + 5Y \geq 40$
Grasas: $15X + 2Y \geq 60$

$X \geq 0$; $Y \geq 0$

3.4-10. Web Mercantile vende muchos productos para el hogar mediante un catálogo en línea. La compañía necesita un gran espacio para almacenar los productos. En la actualidad planea rentar espacio para los siguientes 5 meses. Se sabe cuánto espacio necesitará cada mes, pero como dicha superficie es muy variable, puede ser más económico rentar sólo la cantidad necesaria cada mes con contratos mensuales. Por otro lado, el costo adicional de rentar espacio para meses adicionales es menor que para el primero, y puede ser menos costoso rentar el espacio máximo los 5 meses. Otra opción es el enfoque intermedio de cambiar la cantidad total de espacio rentado (con un nuevo contrato y/o la terminación del anterior) al menos una vez pero no cada mes.
El espacio que se requiere y los costos de los periodos de arrendamiento son los siguientes:

Mes	Espacio requerido (ft^2)
1	30 000
2	20 000
3	40 000
4	10 000
5	50 000

Periodo de arrendamiento (meses)	Costo por ft^2 arrendado
1	$ 65
2	$100
3	$135
4	$160
5	$190

El objetivo es minimizar el costo total de arrendamiento para cumplir con los requerimientos.
a) Formule un modelo de programación lineal para este problema.

- Variables de decisión :

Xi: Periodo de arrendamiento
Xj: espacio requerido

$$x_{ij}$$

$$\begin{array}{ccc} x_{11} & x_{21} & x_{32} \\ x_{12} & x_{22} & x_{33} \\ x_{13} & x_{23} & x_{41} \\ x_{14} & x_{24} & x_{42} \\ x_{15} & x_{31} & x_{51} \end{array}$$

- Función objetivo

$$F.O. MIN\, Z = 65x_{11} + 100x_{12} + 135x_{13} + 160x_{14} + 190x_{15}$$
$$+ 65x_{21} + 65x_{21} + 100x_{21}$$
$$+135x_{23} + 160x_{24} + 65x_{31} + 100x_{32} + 135x_{33} + 65x_{41} + 100x_{42} + x_{51}$$

- Restricciones:

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} \geq 30{,}000\, ft^2$$
$$x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{24} \geq 20{,}000\, ft^2$$
$$x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{21} + x_{23} + x_{24} + x_{31} + x_{32} + x_{33} \geq 40{,}000\, ft^2$$
$$x_{14} + x_{15} + x_{24} + x_{22} + x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{41} + x_{42} \geq 10{,}000\, ft^2$$
$$x_{15} + x_{24} + x_{33} + x_{34} + x_{51} \geq 50{,}000\, ft^2$$

$$x_1 \geq 30{,}000\, ft^2$$
$$x_2 \geq 20{,}000\, ft^2$$
$$x_3 \geq 40{,}000\, ft^2$$
$$x_4 \geq 10{,}000\, ft^2$$
$$x_5 \geq 50{,}000\, ft^2$$

$$x_i \geq 0$$

3.4-11. Larry Edison es el director del centro de cómputo de Buckly College, en donde debe programar las horas de trabajo del personal del centro. Abre desde las 8 a.m. hasta la medianoche. Larry estudió el uso del centro en las diferentes horas del día y determinó los siguientes números de asesores en computación necesarios:

Horarios	Número mínimo de asesores requeridos
8 a.m.-12 p.m.	4
12 p.m.-4 p.m.	8
4 p.m.-8 p.m.	10
8 p.m.-12 a.m.	6

Puede contratar dos tipos de asesores: de tiempo completo y de tiempo parcial. Los primeros trabajan 8 horas consecutivas en cualquiera de los siguientes turnos: matutino (8 a.m.-4 p.m.), vespertino (12 p.m.-8 p.m.) y nocturno (4 p.m.-12 a.m.). Estos asesores ganan $40 por hora. Los asesores de tiempo parcial pueden trabajar cualquiera de los cuatro turnos enumerados en la tabla anterior y ganan $30 por hora. Un requisito adicional es que durante todos los periodos debe haber al menos dos asesores de tiempo completo por cada uno de tiempo parcial. Larry desea determinar cuántos asesores de tiempo completo y cuántos de tiempo parcial debe haber en cada turno para cumplir con los requisitos a un costo mínimo.

a) Formule un modelo de programación lineal para este problema.

- Variables de decision:

x_i	x_j
$x_1 = Turno\ completo\ 1$	$x_4 = Turno\ parcial\ 1$
$x_2 = Turno\ completo\ 2$	$x_5 = Turno\ parcial\ 2$
$x_3 = Turno\ completo\ 3$	$x_6 = Turno\ parcial\ 3$

- Función objetivo:

$$F.O. MIN\ Z = 320(x_1 + x_2 + x_3) + 120(x_4 + x_5 + x_6)$$

- Restricciones:

$$x_1 + x_4 \geq 4$$
$$x_1 + x_2 + x_5 \geq 8$$
$$x_1 + x_3 + x_6 \geq 10$$
$$x_6 + x_4 \geq 6$$
$$x_i + x_j \geq 2x_j$$
$$x_1 + x_2 \geq 2x_2$$
$$x_2 + x_3 \geq 2x_5$$
$$x_3 \geq 2x_6$$

$$x_i , x_j \geq 0;$$

3.4-12.* La Medequip Company produce equipos de precisión de diagnóstico médico en dos fábricas. Se han recibido pedidos de tres centros médicos para la producción de este mes. La tabla presenta el costo unitario de envío desde cada fábrica a cada centro. Además, muestra el número de unidades que se producirán en cada fábrica y el número de unidades ordenadas por cada cliente.

De \ A	Costo unitario de envío			Producción
	Cliente 1	Cliente 2	Cliente 3	
Fábrica 1	\$600	\$800	\$700	400 unidades
Fábrica 2	\$400	\$900	\$600	500 unidades
Tamaño de unidades	300 unidades	200 unidades	400 unidades	

Ahora debe tomar la decisión sobre el plan de cuántas unidades
enviar de cada fábrica a cada cliente.
a) Formule un modelo de programación lineal.

Variables de decisión:

X_{ij} = Unidades transportadas desde la fábrica i (i=1,2), hasta el cliente j (j=1,2,3)

Función objetivo:

Minimizar el costo total de transporte dado por la función:

$$Z = 600X_{11} + 800X_{12} + 700X_{13} + 400X_{21} + 900X_{22} + 600X_{23}$$

Restricciones:

$$X_{11} + X_{12} + X_{13} = 400$$

$$X_{21} + X_{22} + X_{23} = 500$$

$$X_{11} + X_{21} = 300$$

$$X_{12} + X_{22} = 200$$

$$X_{13} + X_{23} = 400$$

$$X_{ij} \geq 0$$

3.4-13.* Al Ferris tiene $60 000 que desea invertir ahora para usarlo que se acumule en la compra de un fondo de retiro en 5 años. Después de consultar a su asesor financiero, le ofrecieron cuatro tipos de inversiones de ingreso fijo, las inversiones A, B, C y D. Las inversiones A y B están disponibles al principio cada uno de los siguientes 5 años (años 1 a 5). Cada dólar invertido en A al iniciar el año reditúa $1.40 (ganancia de $0.40) 2 años después (a tiempo para invertir de inmediato). Cada dólar invertido en B al principio de un año ofrece $1.70 tres años después. Las inversiones C y D estarán disponibles una sola vez en el futuro. Cada dólar invertido en C al principio del año 2 genera $1.90 al final del 5. Cada dólar invertido en D al principio del año 5 produce $1.30 al final de ese año. Desea saber cuál plan de inversión maximiza la cantidad de dinero acumulada al principio del año 6.

Variables de decisión:
Xij : cantidad invertida de tipo "i" (i=A..D) al inicio del año "j" (j=1..5)
Zj : excedente no invertido al inicio del año "j" (j=1..4).

Función objetivo: Maximizar la cantidad de dinero acumulado

$$1.4XA1+1.7XB3+1.9XC2+1.3XD5$$

Restricción:

$XA1+XD1+XB1+Z1=60\ 000$

$XA2+XB2+XC2+Z2=1.3XD1+Z1$

$XA3+XB3+Z3=1.4XA1+Z2$

$XA4+Z4=1.4XA2+1.7XB1+Z3$

$XD5=1.4XA3+1.7XB2+Z4$

No negatividad:

$X,Z\geq 0$

3.4-14. Metalco Company desea hacer una nueva aleación con 40% de aluminio, 35% de zinc y 25% de plomo a partir de varias aleaciones disponibles que tienen las siguientes propiedades:

	Aleación				
Propiedad	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Porcentaje de aluminio	60	25	45	20	50
Porcentaje de zinc	10	15	45	50	40
Porcentaje de plomo	30	60	10	30	10
Costo ($/libra)	77	70	88	84	94

El objetivo es determinar las proporciones de estas aleaciones que deben mezclarse para producir la nueva aleación a un costo mínimo.

a) Formule un modelo de programación lineal.

-Variables de decision:
Xi
X1 = Aleacion1
X2 = Aleacion2
X3 = Aleacion3
X4 = Aleacion4
X5 = Aleacion5

Función objetivo MIN Z = 77X1 +70X2 + 88X3 + 84X4 +94X5

-Restricciones:
0.61X1 + 0.25X2 + 0.45X3 +0.20X4 + 0.5X5 = 0.4
0.1X1 + 0.15X2 + 0.45X3 + 0.5X4 + 0.4X5 = 0.35
0.2X1 + 0.6X2 +0.1X3 + 0.3X4 + 0.1X5 = 0.25
X1 + X2 + X3 + X4 + X5 >= 1

Xi >= 0;

3.4-15.* Un avión de carga tiene tres compartimientos para almacenar: delantero, central y trasero. Estos compartimientos tienen un límite de capacidad tanto de peso como de espacio. Los datos se resumen a continuación:

Compartimiento	Capacidad de peso (ton)	Capacidad de espacio (ft^3)
Delantero	12	7 000
Central	18	9 000
Trasero	10	5 000

Más aún, para mantener el avión balanceado, el peso de la carga en los respectivos compartimientos debe ser proporcional a su capacidad. Se tienen ofertas para transportar cuatro cargamentos en un vuelo próximo ya que se cuenta con espacio:

Carga	Peso (ton)	Volumen (ft^3/ton)	Ganancia ($/ton)
1	20	500	320
2	16	700	400
3	25	600	360
4	13	400	290

Se puede aceptar cualquier fracción de estas cargas. El objetivo es determinar cuál cantidad de cada carga debe aceptarse (si se acepta) y cómo distribuirla en los compartimientos para maximizar la ganancia del vuelo.

a) Formule un modelo de programación lineal.

- Variables de decision:

$$x_1, x_2, x_3, x_4 = \textit{Toneladas en el compartimiento delantero}$$
$$x_5, x_6, x_7, x_8 = \textit{Toneladas en el compartimiento central}$$
$$x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12} = \textit{Toneladas en el compartimiento trasero}$$

- Función objetivo:

$$F.O.MAX\,Z = 320x_1 + 400x_2 + 360x_3 + 290x_4 + 320x_5 + 400x_6 + 360x_7 + 290x_8 + 320x_9 + 400x_{10} + 360x_{11} + 290x_{12}$$

- Restricciones:

$$x_1 + x_5 + x_9 \leq 20$$
$$x_2 + x_6 + x_{10} \leq 16$$
$$x_3 + x_7 + x_{11} \leq 25$$
$$x_4 + x_9 + x_{12} \leq 13$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \leq 12$$
$$x_5 + x_6 + x_7 + x_8 \leq 18$$
$$x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} \leq 10$$

$$500x_1 + 700x_2 + 600x_3 + 400x_4 \leq 7000$$
$$500x_5 + 700x_6 + 600x_7 + 400x_8 \leq 9000$$
$$500x_9 + 700x_{10} + 600x_{11} + 400x_{12} \leq 5000$$

3.4-16. Oxbridge University tiene una computadora grande para uso de académicos, estudiantes de doctorado y ayudantes de investigación. Durante las horas hábiles debe haber un trabajador para operar y dar mantenimiento a la computadora y realizar algunos servicios de programación. Beryl Ingram, director del centro de cómputo, coordina la operación. Al principio del semestre de otoño, Beryl se enfrenta al problema de asignar horas de trabajo distintas a sus operadores. Debido a que éstos son estudiantes de la universidad, están disponibles para el trabajo sólo un número limitado de horas al día, como se muestra en la tabla.

Operadores	Tasa salarial	Máximo de horas disponibles				
		Lun.	Mar.	Mier.	Jue.	Vie.
K. C.	\$10.00/hora	6	0	6	0	6
D. H.	\$10.10/hora	0	6	0	6	0
H. B.	\$ 9.90/hora	4	8	4	0	4
S. C.	\$ 9.80/hora	5	5	5	0	5
K. S.	\$10.80/hora	3	0	3	8	0
N. K.	\$11.30/hora	0	0	0	6	2

Hay seis operadores (cuatro de licenciatura y dos de posgrado). Todos tienen salarios diferentes según su experiencia con computadoras y su aptitud para programar. La tabla muestra estos salarios junto con el número máximo de horas al día que cada uno puede trabajar. Se garantiza a cada operador un número mínimo de horas de trabajo a la semana que lo mantendrán con un conocimiento adecuado de la operación. Este nivel se estableció de modo arbitrario en 8 horas por semana para licenciatura (K. C., D. H., H. B. y S. C.) y 7 horas por semana para posgrado (K. S. y N. K). El centro de cómputo debe abrir de 8 a.m. a 10 p.m. de lunes a viernes con un operador de guardia en este horario. Sábados y domingos, lo operan otras personas. Debido al presupuesto reducido, Beryl tiene que minimizar el costo. Por lo tanto, quiere determinar el número de horas que debe asignar a cada operador cada día.
p

a) Formule un modelo de programación lineal para este problema.

- **Variables de decision:**

Xi , Xj

X1= K.C	X1=Lunes
X2= D.H	X2=Martes
X3= H.B	X3=Miercoles
X4= S.C	X4=Jueves
X5= K.S	X5=Viernes
X6= N.K	

- **Función objetivo:**

F.O. MIN Z = 10(X11+X13+X15) + 10.1(X22+X24) + 9.9(X31++X32+X33+X35)
+ 9.8(X41+X42+X43+X45) + 10.8(X51+X53+X54) + 11.3(X64+X65)

- **Restricciones:**

X11 + X13 + X15 >= 8;
X32 + X24 >= 8;
X31 + X32 + X33 + X35 >= 8;
X41 + X42 + X43 + X45 >= 8;
X51 + X53 + X54 >= 7;
X64 + X65 >= 7;

Xij >= 0;

3.4-17. Joyce y Marvin tienen una guardería. Intentan decidir qué dar a los niños de almuerzo. Desean mantener sus bajos costos, pero también deben cumplir con los requerimientos nutritivos de los niños. Ya decidieron darles sándwiches de mantequilla de maní y mermelada y alguna combinación de galletas, leche y jugo de naranja. El contenido nutritivo de cada alimento y su costo se presenta en la siguiente tabla.

Ingredientes	Calorías de grasa	Calorías totales	Vitamina C (mg)	Proteína (g)	Costo (¢)
Pan (l rebanada)	10	70	0	3	5
Mantequilla de maní (1 cuch.)	75	100	0	4	4
Mermelada de fresa (1 cuch.)	0	50	3	0	7
Galleta (1 pieza)	20	60	0	1	8
Leche (1 taza)	70	150	2	8	15
Jugo (1 taza)	0	100	120	1	35

Los requerimientos nutritivos son los siguientes. Cada niño debe recibir de 400 a 600 calorías. No más de 30% de las calorías totales deben provenir de grasas. Cada niño debe consumir al menos 60 mg de vitamina C y 12 g de proteína. Todavía más, por razones prácticas, cada niño necesita 2 rebanadas de pan (para un sándwich), al menos el doble de mantequilla de maní que de mermelada y al menos una taza de líquido (leche y/o jugo de naranja).
Joyce y Marvin desean seleccionar las opciones de alimento para cada niño que minimice el costo mientras cumple con los requerimientos establecidos.
a) Formule un modelo de programación lineal para este problema.

Variables de decisión:
X1=Pan
X2=Mantequilla
X3=Mermelada
X4=Galleta
X5=Leche
X6=Jugo

Función objetiva:

Minimizar costos

$5X1+4X2+7X3+8X4+15X5+35X6$

Restricciones:

$70X1+100X2+50X3+60X4+150X5+100X6\geq400$

$70X1+100X2+50X3+60X4+150X5+100X6\leq600$

$10X1+75X2+20X4+70X5\leq0.3(70X1+100X2+50X3+60X4+150X5+100X6)$

$3X3+2X5+120X6\geq60$

$3X1+4X2+X4+8X5+X6\geq12$

$X1=2$

$X2\geq2X3$

$X5+X6\geq1$

$X1\geq0,X2\geq0,X3\geq0,X4\geq0,X5\geq0,X6\geq0$