

- 1) Considerar el siguiente problema de programación lineal y resolverlo por el método gráfico:

$$Z = x_1 + 2 x_2$$

$$\begin{aligned} \text{Sujeto a:} \quad & 2 x_1 + 2 x_2 \geq 8 \\ & 4 x_1 + 4 x_2 \leq 40 \\ & 3 x_1 + 2 x_2 \leq 24 \\ & 1 x_1 + 0.5 x_2 \leq 12 \\ & x_1, x_2 \geq 0 \end{aligned}$$

- Encontrar la zona de soluciones posibles.
  - ¿Cuántos puntos extremos existen? ¿Cuáles son los valores de  $x_1$  y  $x_2$  en cada punto extremo?
  - Identificar las posibles soluciones.
  - Encontrar en forma gráfica la solución óptima si el objetivo es maximizar las utilidades.
  - ¿qué rectas de restricción se combinan para formar el punto extremo solución? Resolver las ecuaciones lineales para mostrar los valores exactos del punto.
  - ¿Tiene este problema una restricción redundante? Si es así, ¿Cuál es? ¿Cambia la solución si se elimina del problema la restricción redundante? Explicar.
  - Determinar la cantidad de holgura y excedente para cada restricción.
  - Suponiendo que cambia la función objetivo a  $5x_1+5x_2$ , encontrar la nueva solución óptima. Explicar.
  - Encontrar en forma gráfica la solución óptima si los coeficientes de la función objetivo original indican costos.
- 2) La Cía Indugolf SA., es un pequeño fabricante de equipo y accesorios para golf cuyos administradores han decidido incursionar en el mercado de las bolsas para bastones de golf hechas de piel, a precios mediano y alto. El distribuidor de Indugolf SA. está muy entusiasmado con la nueva línea de productos y ha aceptado comprar todas las bolsas de golf que fabrique Indugolf SA. en los tres meses siguientes. Después de una investigación cuidadosa de las etapas necesarias para fabricar una bolsa, los administradores determinan que cada bolsa que se fabrique requerirá de las siguientes operaciones:
- Cortar y teñir material
  - Coser
  - Terminar (insertar la porta sombrilla, los separadores de los palos, etc.)
  - Inspeccionar y embalar
- El director de manufactura ha analizado cada una de las operaciones y llegado a la conclusión de que si la compañía fábrica un modelo estándar de precio medio, se requerirá 7/10 de hora en el departamento de corte y teñido, 1/2 hora en el departamento de costura, 1 hora en el departamento de terminado, y 1/10 de hora en el departamento de inspección y embalaje. El modelo de lujo más costoso requerirá de 1 hora para corte y teñido, 5/6 (0,8333) de hora para costura, 2/3 (0,6667) de hora para el terminado y 1/4 de hora para inspección y embalaje.
- El departamento de costos ha analizado estas cifras de producción, ha asignado todos los costos pertinentes y llegado a la conclusión de que se obtendría una contribución a las utilidades de \$10 para cada bolsa estándar, y de \$9 para cada bolsa de lujo que se fabrique.
- Además, después de estudiar las proyecciones de las cargas de trabajo en los departamentos, el director de manufactura estima que, para la producción de la bolsa de golf en los 3 meses siguientes, habrá disponibles 630 horas de tiempo de corte y teñido, 600 horas de costura, 708 horas de acabado y 135 horas de inspección y embalaje.
- Resolver con QM en forma gráfica y responda:
    - El problema de Indugolf SA. es determinar cuántas bolsas estándares y cuántas bolsas de lujo deben fabricar con objeto de maximizar la contribución de las utilidades. Si estuviera a cargo

- del programa de producción para la compañía Indugolf SA., ¿qué decisión tomaría?; es decir, ¿cuántas bolsas estándares o cuántas bolsas de lujo fabricaría en los 3 meses siguientes?
- ii. Suponiendo que se reduce la contribución de las utilidades de las bolsas estándares de Indugolf SA., de \$10 a \$5 por bolsa, al mismo tiempo que la contribución a las utilidades de las bolsas de lujo y todas las restricciones permanecen constantes.
    - 1) ¿Cómo afecta este cambio a la solución óptima?
    - 2) ¿qué se observa respecto de la ubicación de las soluciones óptimas?
  - iii. Además de la solución óptima del inciso a), es probable que los administradores de la Cía Indugolf SA., deseen obtener información respecto a los requisitos de tiempo de producción para cada una de las operaciones. ¿qué información se reportaría?
  - iv. Suponiendo que la utilidad proveniente de la bolsa estándar ha disminuido a \$ 6.30. ¿Cuál es la nueva solución óptima? Interpretar su significado.
  - v. Si los administradores han especificado que se deben fabricar cuando menos 500 bolsas estándares y cuando menos 360 de lujo. ¿Qué se puede decir acerca de la solución óptima? ¿Cómo debe interpretarse la no factibilidad en términos de éste último problema?
  - vi. ¿Qué rectas de restricción se combinan para formar el punto extremo  $X_1 = 300$  y  $X_2 = 420$ ?
- b) Corroborar los resultados anteriores en forma analítica con QM y obtener e interpretar los intervalos de optimalidad y factibilidad.
- 3) La firma M&N; elabora 2 variedades de cereales dietéticos. Según los niveles de demanda actual y el pronóstico para el mes siguiente, la producción total entre ambas variedades debe ser como mínimo 700 kg. Se debe a una cadena de supermercados un pedido de 250 kg. de la variedad A. La variedad A requiere de 4 horas de tiempo de procesamiento por kg., en tanto que la B requiere de 2 horas de procesamiento por kg., y existen disponibles 2400 horas de tiempo de procesamiento para el siguiente mes.
- El objetivo de la empresa es satisfacer los requisitos anteriores incurriendo en un costo de producción mínimo. Los costos de producción son de 4 \$/kg de A y de 6 \$/kg de B. Mediante la aplicación del software QM se pide:
- a) Encontrar el programa de producción de costos mínimos.
  - b) ¿Excede la elaboración del productor su nivel mínimo? ¿En cuánto?
  - c) Analizar qué sucedería si se aumenta a \$6 el costo por kg. de A.
  - d) Analizar el efecto que tendría una solicitud de los administradores de que la producción total de los dos cereales fuera de 1000 kg. Enumera dos o tres acciones que la empresa pudiera considerar para corregir la situación que se enfrenta.
- 4) La High Company fabrica discos sólidos (SSD) de calidad y discos rígidos (WD). Cada uno de estos productos requiere de una cierta cantidad de mano de obra calificada de la cual existe una oferta semanal limitada. La empresa recaba la siguiente información. Mediante la aplicación del software QM se pide:

Productos	SSD	WD	Disponibilidad
Horas de tiempo ensamblado [h/p]	2	4	80
Horas de tiempo embalaje [h/p]	3	1	60
Utilidad [\$ /p]	50	120	-

- a) ¿Cuál debe ser el plan de producción de la empresa para maximizar sus beneficios?
- b) Un avance técnico eleva la utilidad de cada WD de \$120 a \$150. ¿Aún es óptima la solución?
- c) Las horas disponibles de tiempo de ensamblado se incrementan a 100 ¿Se produce algún cambio en la solución? Explicar.
- d) ¿Cuál es el precio sombra para la restricción de embalaje? Interpretar.

- e) Si la empresa tuviera oportunidad de aumentar las horas de trabajo, ¿qué recurso sería el más valioso? ¿cuánto debería estar la empresa dispuesta a pagar por ese recurso?
- 5) En un taller metalúrgico se producen dos tipos de piezas: A y B, que deben seguir tres procesos que se detallan en la tabla. La operación de estampado consiste en preparar partes idénticas que luego serán soldadas formando la pieza. Los tiempos para la realización de cada una de las operaciones están expresados en segundos por pieza.

Pieza	A	B	Tiempo Disponible
Estampado de c/ parte [seg./p]	3	8	48000 (seg./semana)
Soldado [seg./p]	12	6	42000 (seg./semana)
Pintado [seg./p]	9	9	36000 (seg./semana)

La utilidad unitaria es de \$40 para la pieza A y de \$30 para la pieza B.

Plantear el modelo matemático y resuelva aplicando QM:

- Indicar el programa semanal de producción que maximiza la utilidad del taller con respecto a las piezas consideradas.
  - Interpretar las variables de holgura.
  - Determinar cuánto pueden variar las utilidades de A y B sin que se modifique la solución óptima
  - Determinar cómo se pueden modificar los recursos de este problema sin que la solución se modifique.
  - Si el segundo de estampado costara \$0,05; el segundo de soldado \$0,10 y el segundo de pintado \$0,15 ¿cuánto se estaría dispuesto a pagar por cada segundo adicional de los tres recursos como máximo?
  - Si por cada recurso adicional en la etapa de soldado se cobrara \$0,20 ¿qué sucede con la utilidad?
- 6) Una empresa fabrica 4 tipos de procesadores para PC que tienen gran demanda en el mercado. El proceso de fabricación está dividido en 3 etapas automatizadas. En la tabla se muestran las horas en cada sección necesarias para fabricar cada tipo de procesador, la disponibilidad total y la contribución unitaria de cada uno.

Producto	A	B	C	D	Disponibilidad [h]
Etapla I [h/p]	3	4	8	6	22000
Etapla II [h/p]	8	2	4	2	28000
Etapla III [h/p]	4	6	2	4	8000
Contribución [\$ /p]	40	60	30	10	-

$x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$  y  $x_4$  indican las unidades de procesadores A, B C y D respectivamente.

Se muestra el informe de solución con QM. Analice la salida y responda las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es la solución y cuál el valor de la función objetivo? Determinar los intervalos de optimalidad y factibilidad e interpretar.
- Si la contribución del procesador C aumenta en \$20, ¿cambia la solución óptima?, ¿cómo?, ¿qué sucede con la contribución total?
- Si la contribución del procesador D aumenta en \$25, ¿cambia la solución óptima?, ¿cómo?, ¿qué sucede con la contribución total?
- Suponiendo que se pueden conseguir 1000 horas extras para la etapa I, pagando un precio adicional de 5 \$/hora. ¿Conviene contratarlas? ¿Por qué?
- ¿Cuál es el valor de una hora adicional en la etapa II? Justificar.
- Si en la etapa III, como consecuencia de la rotura de una máquina, disminuyen en 1000 las horas disponibles, ¿cómo afecta esto a la solución óptima y al valor de Z?

- g) Un cliente importante solicita 10 procesadores tipo D. ¿Cuál será el nuevo valor de la función objetivo? ¿Por qué? ¿De qué tipo será la nueva solución?
- h) Al fabricante le interesa producir un nuevo modelo de procesador que se puede vender a \$100. Para su fabricación necesitará 4 horas en la etapa I, 5 horas en la etapa II y 5 horas en la etapa III. Quiere saber si le conviene producirlo. Si resulta conveniente, sugerir un precio de venta.

### INFORMES SOLUCIÓN CON QM

#### Solución

Variable	Status	Value
X1	NONBasic	0
X2	Basic	500
X3	Basic	2500
X4	NONBasic	0
slack 1	NONBasic	0
slack 2	Basic	17000
slack 3	NONBasic	0
Optimal Value (Z)		105000

#### Análisis de sensibilidad

Variable	Value	Reduced Cost	Original Val	Lower Bound	Upper Bound
X1	0	,5	40	-Infinity	40,5
X2	500	0	60	59,2308	90
X3	2500	0	30	20	120
X4	0	35	10	-Infinity	45
Constraint	Dual Value	Slack/Surplus	Original Val	Lower Bound	Upper Bound
Constraint 1	1,5	0	22000	5333,334	32000
Constraint 2	0	17000	28000	11000	Infinity
Constraint 3	9	0	8000	5500	33000

#### Iteraciones

Cj	Basic Variables	Quantity	40 X1	60 X2	30 X3	10 X4	0 slack 1	0 slack 2	0 slack 3
Iteration 1									
0	slack 1	22.000	3	4	8	6	1	0	0
0	slack 2	28.000	8	2	4	2	0	1	0
0	slack 3	8.000	4	6	2	4	0	0	1
	zj	0	0	0	0	0	0	0	0
	cj-zj		40	60	30	10	0	0	0
Iteration 2									
0	slack 1		0,3333	0	6,6667	3,3333	1	0	-0,6667
0	slack 2		6,6667	0	3,3333	0,6667	0	1	-0,3333
60	X2	1.333,3333	0,6667	1	0,3333	0,6667	0	0	0,1667
	zj	80.000	40	60	20	40	0	0	10
	cj-zj		0	0	10,0	-30,0	0	0	-10
Iteration 3									
30	X3	2.500	0,05	0	1	0,5	0,15	0	-0,1
0	slack 2		6,5	0	0	-1,0	-0,5	1	0
60	X2	500,0	0,65	1	0	0,5	-0,05	0	0,2
	zj	105.000	40,5	60	30	45	1,5	0	9
	cj-zj		-0,5	0	0	-35	-1,5	0	-9