

- (c) Supongamos que los fondos disponibles para hacer préstamos se incrementan a 20 millones de dólares y que el límite mínimo para los préstamos agrícolas y comerciales se incrementa a 9 millones. ¿La nueva solución óptima seguiría incluyendo únicamente los préstamos para vivienda y para automóvil?
2. Considere el modelo de Uso de Suelo del ejemplo 2.6-2. Supongamos que Bird-eyes puede comprar 100 acres adicionales de terreno virgen a un precio de 450 000 dólares. Utilice los resultados del modelo en la figura 2-11 para proporcionarle a la compañía una decisión concerniente a esta compra.
3. Considere la Programación de Autobuses del ejemplo 2.6-3.
- (a) Utilice los resultados de la salida en la figura 2-13 para determinar el número total óptimo de autobuses, suponiendo que el número mínimo de autobuses para los seis periodos sucesivos se da como (i) (4, 12, 10, 7, 12, 4) y (ii) (4, 8, 7, 7, 12, 4).
- (b) Supongamos que los requerimientos mínimos se cambian a (6, 9, 12, 7, 15, 6). Utilice el análisis de sensibilidad para determinar si la solución actual sigue siendo factible. Si es factible, determine los nuevos valores de las variables.
4. Considere el modelo de desperdicio en el corte del ejemplo 2.6-4 y su solución en la figura 2-15.
- (a) Si cortamos 20 rollos utilizando la posición 1 y 100 rollos utilizando la posición 3, calcule el área de desperdicio asociada en el corte.
- (b) Supongamos que el único rollo estándar disponible es de 15 pies de ancho. Genere todas las posiciones posibles de las cuchillas para producir rollos de 5-, 7- y 9-pies y calcule el desperdicio en el recorte asociado por cada pie de largo.
- (c) En el modelo original, si la demanda de rollos de 7-pies de ancho disminuye en 80, ¿cuál es el número total de rollos estándar de 20 pies que se necesitará para satisfacer la demanda de los tres tipos de rollos?
- (d) En el modelo original, si la demanda de rollos de 9-pies se cambia a 400, ¿cuántos rollos estándar adicionales de 20 pies se necesitarán para satisfacer la nueva demanda?
5. Shale Oil, ubicada en la isla de Aruba, tiene una capacidad de 600 000 barriles de petróleo crudo al día. Los productos finales de la refinería incluyen dos tipos de gasolina sin plomo: regular y premium. El proceso de refinado abarca tres etapas: (1) una torre de destilado que produce una base concentrada, (2) una unidad de alambiques desintegradores, que produce un concentrado de gasolina utilizando una porción de la base concentrada producida en la torre de destilado y (3) una unidad mezcladora que mezcla el concentrado de gasolina de la unidad desintegradora y la base concentrada de la torre de destilado. Tanto la gasolina regular como la premium se pueden producir ya sea con la base concentrada o con el concentrado de gasolina durante el proceso de mezclado, aun cuando a costos diferentes. La compañía calcula que la utilidad neta por barril de gasolina regular es de 7.70 y 5.20 dólares, dependiendo de si se mezcla de la base concentrada o de la gasolina concentrada. Los valores correspondientes de la utilidad para el grado premium son 12.30 y 10.40 dólares.

Según las especificaciones del diseño, se necesitan cinco barriles de petróleo crudo para producir un barril de base concentrada. Las unidades de alambiques desintegradores no pueden utilizar más de 40 000 barriles de base concentrada al día. Toda la base concentrada restante se utiliza directamente en la unidad mezcladora para producir el producto final, la gasolina. Los límites de la demanda para la gasolina regular y premium son de 80 000 y 50 000 barriles al día.

(a) Desarrolle un modelo para determinar el programa de producción óptimo para la refinería.

(b) Supongamos que la capacidad de la torre de destilado se puede incrementar a 650 000 barriles de petróleo crudo al día, a un costo inicial de 3 500 000 dólares y a un costo diario de mantenimiento de 15 000 dólares. ¿Recomendaría usted la expansión? Exponga cualesquiera hipótesis sean necesarias para llegar a una decisión.

6. Hawaii Sugar Company produce azúcar morena, azúcar procesada (blanca), azúcar pulverizada y melazas con el jarabe de la caña de azúcar. La compañía compra 4 000 toneladas de jarabe a la semana y tiene un contrato para entregar un mínimo de 25 toneladas semanales de cada tipo de azúcar. El proceso de producción se inicia fabricando azúcar morena y melazas con el jarabe. Una tonelada de jarabe produce 3 toneladas de azúcar morena y 1 tonelada de melazas. Después, el azúcar blanca se elabora procesando el azúcar morena. Se requiere 1 tonelada de azúcar morena para producir .8 de tonelada de azúcar blanca. Finalmente, el azúcar pulverizada se fabrica de la azúcar blanca por medio de un proceso de molido especial, que tiene 95% de eficiencia de conversión (1 tonelada de azúcar blanca produce .95 de tonelada de azúcar pulverizada). Las utilidades por tonelada de azúcar morena, azúcar blanca, azúcar pulverizada y melazas son de 150, 200, 230 y 35 dólares, respectivamente.

(a) Formule el problema como un programa lineal y determine el programa de producción semanal.

(b) Investigue la factibilidad económica de ampliar la capacidad de procesamiento de la compañía a más de 4 000 toneladas de jarabe a la semana.

7. Fox Enterprises está considerando seis proyectos para su posible construcción, a lo largo de los próximos cuatro años. A continuación se proporcionan las utilidades esperadas (valor actual) y los desembolsos de efectivo para los proyectos. Fox está autorizada para emprender cualquiera de los proyectos parcial o totalmente. Un compromiso parcial de un proyecto prorrateará tanto la utilidad como los desembolsos de efectivo en forma proporcional.

Proyecto	Desembolso de efectivo (en miles de dólares)				Utilidad (en miles de dólares)
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	
1	10.5	14.4	2.2	2.4	32.40
2	8.3	12.6	9.5	3.1	35.80
3	10.2	14.2	5.6	4.2	17.75
4	7.2	10.5	7.5	5.0	14.80
5	12.3	10.1	8.3	6.3	18.20
6	9.2	7.8	6.9	5.1	12.35
Fondos disponibles (en miles de dólares)	60.0	70.0	35.0	20.0	

- (a)** Formule el problema como un programa lineal y determine la mezcla óptima de proyectos que maximice las utilidades totales.
- (b)** Supongamos que no es posible emprender ninguna parte del proyecto 2 a menos de que se emprenda por lo menos una porción del proyecto 6.
- (c)** ¿Vale la pena pedir dinero prestado el cuarto año?
- (d)** En el modelo original, supongamos que cualesquiera fondos que quedan al final del primer año se emplean el año siguiente inmediato. Encuentre la nueva solución óptima y determine cuánto le "pide prestado" cada año al año anterior.
- (e)** Supongamos que los fondos anuales disponibles para los tres primeros años se pueden exceder si es necesario, pidiendo dinero prestado de otras actividades financieras dentro de la compañía. Formule de nuevo el modelo y encuentre la solución óptima. ¿La nueva solución requeriría pedir prestado en cualquier año? De ser así, ¿cuál es la proporción de utilidades sobre el dinero prestado?
8. Acme Manufacturing Company ha obtenido un contrato para entregar ventanetas para viviendas durante los próximos seis meses. Las demandas sucesivas para los seis periodos son 100, 250, 190, 140, 220 y 110, respectivamente. El costo de producción por ventaneta varía de un mes a otro, dependiendo de los costos de la mano de obra, el material y las utilidades. Acme calcula que el costo de producción por ventaneta durante los próximos seis meses será de 50, 45, 55, 48, 52 y 50 dólares, respectivamente. Para aprovechar las fluctuaciones en el costo de fabricación, Acme puede elegir producir más de lo que se necesita para satisfacer la demanda de un mes determinado y tener en existencia el exceso de unidades, para entregarlas en los meses posteriores. Sin embargo, esto hará que incurra en costos de almacenamiento en una proporción de 8 dólares mensuales por ventaneta, evaluados en el inventario al final del mes.
- (a)** Desarrollar un programa lineal para determinar un programa de producción óptima para Acme.
- (b)** Resolver el problema suponiendo que Acme tiene un inventario inicial de 25 ventanetas a principios del primer mes.
- (c)** Los precios duales en los periodos 1, 2, 4 y 5 son exactamente iguales a los costos de fabricación por unidad para los mismos periodos, mientras que el del periodo 3 difiere. Explique por qué.
- (d)** Si el costo de almacenamiento por ventaneta por mes se incrementa a 9 dólares ¿la solución óptima en (a) se mantendrá inalterada?
9. El inversionista Doe tiene cuatro oportunidades potenciales para invertir un total de 100 000 dólares. La siguiente tabla proporciona el flujo de efectivo para las cuatro inversiones.

Proyecto	Flujo de efectivo (en miles de dólares) al principiar el				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
1	-1.00	0.50	0.30	1.80	1.20
2	-1.00	0.60	0.20	1.50	1.30
3	0.00	-1.00	0.80	1.90	0.80
4	-1.00	0.40	0.60	1.80	0.95

un programa lineal y determine la mezcla óptima de las utilidades totales.
b) ¿Es posible emprender ninguna parte del proyecto 2 a por lo menos una porción del proyecto 6, estando el cuarto año?

gamos que cualesquiera fondos que quedan al final año siguiente inmediato. Encuentre la nueva solución le "pide prestado" cada año al año anterior.

anuales disponibles para los tres primeros años se
o, pidiendo dinero prestado de otras actividades
pañía. Formule de nuevo el modelo y encuentre la
solución requerida: pedir prestado en cualquier
proporción de utilidades sobre el dinero prestado?
ha obtenido un contrato para entregar ventanas
os seis meses. Las demandas sucesivas para los seis
0 y 110, respectivamente. El costo de producción
y, dependiendo de los costos de la mano de obra, el
cula que el costo de producción por ventana du-
de 50, 45, 55, 48, 52 y 50 dólares, respectivamente.
en el costo de fabricación, Acme puede elegir pro-
a satisfacer la demanda de un mes determinado y
idades, para entregarlas en los meses posteriores.
en costos de almacenamiento en una proporción
a, evaluados en el inventario al final del mes.
al para determinar un programa de producción

endo que Acme tiene un inventario inicial de 25
er mes.

dos 1, 2, 4 y 5 son exactamente iguales a los costos
los mismos periodos, mientras que el del periodo
por ventana por mes se incrementa a 9 dólares
mantendrá inalterada?

oportunidades potenciales para invertir un total
la proporciona el flujo de efectivo para las cua-

	Año 3	Año 4	Año 5
0.30	1.80	1.20	
0.20	1.50	1.30	
0.80	1.90	0.80	
0.60	1.80	0.95	

La información en la tabla se interpreta como sigue: para el proyecto 1, 1.00 dólar invertido a principios del primer año producirá .50 al principio del segundo año, .30 al principio del tercer año, 1.80 al principio del cuarto año y 1.20 al principio del quinto año. Las entradas restantes se interpretan de manera similar. Una entrada de 0.00 significa que no hay un flujo de efectivo de entrada ni de salida. Doe también tiene la opción adicional de invertir en una cuenta bancaria que produce 6.5% anual. Los fondos acumulados de un año se pueden reinvertir en los años siguientes.

- Formule el problema como un programa lineal, para determinar la asignación óptima de fondos a las oportunidades de inversión.
- Utilice los precios duales para determinar la utilidad total sobre la inversión.
- Si usted desea gastar 1 000 dólares en diversiones al final del primer año, ¿cómo afectaría este gasto la cantidad acumulada al principio del quinto año?
- Si sus gastos en diversiones son de 1 000 dólares al final de cada uno de los cuatro primeros años, determine los fondos acumulados al final del quinto año.

10. Toolco ha firmado un contrato con AutoMate para proporcionarles a sus tiendas automotrices de descuento cinceles y llaves de tuercas. La demanda semanal de AutoMate es de 1 500 llaves de tuercas y 1 200 cinceles. La capacidad actual de Toolco no es lo bastante grande para producir las unidades requeridas y debe trabajar horas extra y posiblemente subcontratar a otros talleres de herramientas. El resultado es un incremento en el costo de producción por unidad, como se muestra en la siguiente tabla. El mercado restringe las llaves de tuercas a una proporción de por lo menos 2:1 con los cinceles.

Herramienta	Tipo de producción	Rango de producción semanal (unidades)	Costo por unidad(\$)
Llaves de tuercas	Regular	0-550	2.00
	Horas extra	551-800	2.80
Cinceles	Subcontratación	801-∞	3.00
	Regular	0-620	2.10
	Horas extra	621-900	3.20
	Subcontratación	901-∞	4.20

- (a) Formular el problema como un programa lineal y determinar el programa de producción óptimo para cada herramienta.
 - (b) Relacionar el hecho de que la función del costo de producción ha incrementado los costos por unidad con la validez del modelo.
 - (c) Relacionar los precios duales del modelo con los costos de producción por unidad que se muestran en la tabla.
 - (d) ¿Cuál es el efecto de incrementar las capacidades de producción regular y de horas extra en una unidad, sobre el costo de producción total por semana?
11. Cuatro productos se procesan en secuencia en dos máquinas. La siguiente tabla proporciona los datos pertinentes al problema.

Tiempo de fabricación por unidad (hora)

Máquina	Costo por hora (\$)	Producto 1	Producto 2	Producto 3	Producto 4	Capacidad (hora)
1	10	2	3	4	2	500
2	5	3	2	1	2	380
Precio de venta por unidad (\$)		65	70	55	45	

- (a) Formular el problema como un modelo de PL y encontrar la solución óptima.
- (b) Supongamos que cualquier capacidad adicional de las máquinas 1 y 2 sólo se puede adquirir trabajando horas extra. ¿Cuál es el costo máximo por hora en el cual la compañía debe estar dispuesta a incurrir para cualquiera de las máquinas?
- (c) ¿En cuánto debe reducirse el costo del trabajo en la máquina, por unidad del producto 3, para que sólo sea rentable?
- (d) En el modelo original, supongamos que los precios de venta para los productos 1, 3 y 4 se cambian a 80, 65 y 60 dólares, respectivamente. Determine los límites sobre el precio de venta del producto 2 que dejarán inalterados los valores actuales de las variables.
- (e) En el modelo original, si la capacidad de la máquina 1 se incrementa a 550 horas, determine el rango sobre la capacidad de la máquina 2 que hará que la solución actual siga siendo factible.

12. Un fabricante produce tres modelos I, II y III de cierto producto utilizando materias primas *A* y *B*. La siguiente tabla proporciona los datos para el problema.

Materia prima	Requerimientos por unidad				Disponibilidad
	I	II	III		
<i>A</i>	2	3	5		4 000
<i>B</i>	4	2	7		6 000
Demanda mínima	200	200	150		
Utilidad por unidad (\$)	30	20	50		

El tiempo de mano de obra por unidad del modelo I es el doble del II y el triple del III. Todos los trabajadores de la fábrica pueden producir el equivalente de 1 500 unidades del modelo I. Los requerimientos del mercado especifican las proporciones de 3:2:5 para la producción de los tres modelos respectivos.

- (a) Formule el problema como un programa lineal y encuentre la solución óptima.
- (b) Supongamos que el fabricante puede comprar unidades adicionales de la materia prima *A* a 12 dólares por unidad. ¿Sería aconsejable hacerlo?
- (c) ¿Recomendaría usted que el fabricante comprara unidades adicionales de la materia prima *B* a 5 dólares por unidad?

Producto 3	Producto 4	Capacidad (hora)
4	2	500
1	2	380 final
55	45	

le PL y encontrar la solución óptima. ¿Cuál es el costo máximo por hora esta a incurrir para cualquiera de las

abajo en la máquina, por unidad del precios de venta para los productos respectivamente. Determine los límites que dejarán inalterados los valores ac- máquina 1 se incrementa a 550 horas, a máquina 2 que hará que la solución de cierto producto utilizando mate- ona los datos para el problema.

III	Disponibilidad
5	4 000
7	6 000
150	
50	

delo I es el doble del II y el triple del en producir el equivalente de 1 500 el mercado especifican las propor- nodelos respectivos. neal y encuentre la solución óptima. prar unidades adicionales de la ma- ría aconsejable hacerlo?

omprara unidades adicionales de la

(d) ¿Cree usted que sería ventajoso para el fabricante incrementar la proporción de las unidades producidas del modelo I con las del modelo II más arriba de la proporción actual de 3:2?

13. HiRise Construction puede licitar en dos proyectos de un año. El flujo de efectivo trimestral (en millones de dólares) se proporciona en la siguiente tabla, para los dos proyectos.

Flujo de efectivo (en millones de dólares) en					
Proyecto	1/1/99	1/4/99	1/7/99	1/10/99	31/12/99
I	-1.0	-3.1	-1.5	1.8	5.0
II	-3.0	-2.5	1.5	1.8	2.8

HiRise tiene fondos en efectivo de 1 millón al principio de cada trimestre y puede pedir prestada una cantidad igual, a 10% de la tasa de interés nominal anual. Esto significa que si la cantidad que pide prestada en el trimestre i es B_i , entonces $0 \leq B_i \leq 1$, para $i = 1, 2, 3, 4$. Cualquier dinero prestado debe pagarse al final del trimestre. El efectivo excedente puede ganar un interés trimestral a una tasa nominal de 8% anual. Todo el dinero acumulado al final de un trimestre se invierte en el siguiente trimestre.

(a) Supongamos que le permiten a HiRise una participación parcial o total en los dos proyectos. Determine el nivel de participación que maximizará el efectivo neto acumulado al 31/12/99.

(b) ¿Es posible en cualquier trimestre pedir dinero prestado y simultáneamente terminar con fondos en efectivo? Explique.

(c) Proporcione una interpretación económica de los precios duales resultantes del modelo.

(d) Muestre la forma en la cual los precios duales asociados con el límite superior del dinero que se pidió prestado al principio del tercer trimestre se pueden derivar de los precios duales asociados con el balance de las ecuaciones que representan el flujo de entrada-salida en las cinco fechas designadas del año.

14. Al anticipar el considerable gasto universitario de su hijo, una pareja ha iniciado un programa de inversión anual el día que el niño cumplió ocho años, que continuará hasta que cumpla 18. La pareja calcula que podrá invertir las siguientes cantidades a principios de cada año:

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cantidad (\$)	2 000	2 000	2 500	2 500	3 000	3 500	3 500	4 000	4 000	5 000

Para evitar sorpresas desagradables, la pareja opta por invertir el dinero en una forma segura, en las siguientes opciones: (1) ahorros asegurados con 7.5% de

rendimiento anual; bonos del gobierno a seis años, que rinden 7.9% y tienen un precio de mercado actual igual 98% de su valor nominal, y (3) bonos municipales a nueve años, que rinden 8.5%, con un precio de mercado actual de 1.02 de su valor nominal.

(a) ¿Cómo debe la pareja invertir su dinero?

(b) Determine la tasa de utilidad asociada con cada año.

15. Un ejecutivo de negocios tiene la opción de invertir más dinero en dos planes: el plan A garantiza que cada dólar invertido ganará .70 de aquí a un año y el plan B garantiza que cada dólar invertido ganará 2 dólares después de 2 años. En el plan A, las inversiones se pueden hacer anualmente y en el plan B, las inversiones se permiten únicamente en los periodos que son múltiplos de dos.

(a) ¿Cómo debe invertir el ejecutivo 100 000 dólares para maximizar las ganancias al final de 3 años?

(b) ¿Vale la pena que el ejecutivo invierta más dinero en los planes?

16. Considere el problema de asignar tres tipos de aviones a cuatro rutas, conforme a los siguientes datos:

Tipo De avión	Capacidad (pasajeros)	Número de aviones	Número de viajes diarios en la ruta			
			1	2	3	4
1	50	5	3	2	2	1
2	30	8	4	3	3	2
3	20	10	5	5	4	2
Número diario de clientes			1 000	2 000	900	1 200

Los costos asociados, incluyendo los castigos por perder clientes debido a que no hay espacio disponible, son

Tipo de avión	Costo de operación (\$) por viaje en la ruta			
	1	2	3	4
1	1 000	1 100	1 200	1 500
2	800	900	1 000	1 000
3	600	800	800	900
Castigo (\$) por cliente perdido	40	50	45	70

(a) Determine la asignación óptima del avión a las rutas y determine el número asociado de viajes.

(b) ¿Resulta ventajoso incrementar el número de cualquiera de los tres tipos de aviones?

(c) Interprete los precios duales asociados con las restricciones que representan los límites en el número de aviones a rutas.