```
Orden de la matriz a invertir ?4

        Elemento  a11 : ?2
        Elemento  a12 : ?0
        Elemento  a13 : ?1
        Elemento  a14 : ?3
        Elemento  a21 : ?2
        Elemento  a22 : ?-1
        Elemento  a23 : ?0
        Elemento  a24 : ?5
        Elemento  a31 : ?2
        Elemento  a32 : ?6
        Elemento  a33 : ?1
        Elemento  a34 : ?1
        Elemento  a41 : ?0
        Elemento  a42 : ?2
        Elemento  a43 : ?1
        Elemento  a44 : ?3

        Un momento por favor ...


La matriz original es :

        2       0       1       3
        2      -1       0       5
        2       6       1       1
        0       2       1       3

 La Adjunta de la matriz es :

        18      4      10     -28
        -14     4      10      4
        58     -44    -14      20
        -10    12     -2       12


El determinante es : |A| = 64

 La matriz inversa es :

        .2812    .0625    .1562   -.4375
       -.2188    .0625    .1562    .0625
        .9062   -.6875   -.2188    .3125
       -.1563    .1875   -.0313    .1875


     Tienes otra matriz a invertir? NO
```

APÉNDICE III

PROBLEMAS PROPUESTOS

Los problemas de la siguiente lista fueron extraídos o inspirados de los ejercicios propuestos por los autores de la mayoría de los libros que se listan en la bibliografía. Estos problemas pueden ser resueltos utilizando los diferentes métodos estudiados en el presente instructivo; El lector podrá usar su ingenio para practicar el tema de análisis de sensibilidad.

Con dos recursos escasos "R1" y "R2" (por ejemplo, capital y trabajo), se pueden elaborar dos productos distintos : "P1" y "P2". Para producir una unidad de "P1" necesitamos 8 unidades de "R1" y 2 unidades de "R2"; para producir una unidad de "P2" necesitamos 6 unidades de "R1" y 4 de "R2". Se cuenta con 20 unidades de "R1" y 10 unidades de "R2"; y se sabe que "P1" produce una utilidad de $18.00 mientras que "P2" produce una utilidad de $20.00.

Suponiendo que los valores dados son fijos para cualquier nivel de producción, se pide encontrar el nivel de producción de cada producto (nivel positivo de actividad), sin sobrepasar las limitaciones de recursos, de modo que se maximice la utilidad.

2) Para fabricar dos productos (A1 y A2), se utilizan tres máquinas : M1, M2 y M3, sin que sea necesario ajustarse a un orden. Los tiempos unitarios están dados en la siguiente tabla:

	M1	M2	M3
A1	11	7	6
A2	9	12	16

Tiempo necesario por unidad (en minutos)

Se supone que las máquinas no tienen tiempos muertos al esperar un producto que se esté procesando en otra máquina, ya que el orden de las operaciones es indiferente. Las horas disponibles para cada máquina, para una actividad de un mes son :

* 165 hrs. para la máquina M1
* 140 " " " " M2
* 160 " " " " M3

La utilidad que producen los artículos A1 y A2 por unidad producida es $ 90.00 y $100.00 respectivamente. En las condiciones señaladas anteriormente ¿Cuántas unidades de A1 y A2 se deben fabricar mensualmente para tener un beneficio total máximo?

MAQUINA / PRODUCTO	M1	M2	M3
A1	11	7	6
A2	9	12	16

Se supone que las maquinas no tienen tiempos muertos al esperar un producto que se este procesando en otra maquina ya que el orden de las operaciones es indiferente. Las horas disponibles para cada maquina, para una actividad de un mes son:

165 Horas para la maquina M1
140 Horas para la maquina M2
160 Horas para la maquina M3

La utilidad que producen los articulos A1 y A2 por unidad producida es $0.90 y $1.00, respectivamente. En las condiciones señaladas anteriormente. Cuantas unidades de A1 y A2 se deben fabricar mensualmente para tener un beneficio total maximo ?

3) Una compañía manufactura aparatos de televisión y radios; tiene 4 departamentos principales: de chasises, gabinetes, de ensamble, y de pruebas finales. las capacidades mensuales son las siguientes:

Departamento	Capacidad para Televisores		Capacidad para Radios
Chasis	1500	ó	4500
Gabinete	1000	ó	8000
Ensamble	2000	ó	4000
Prueba	3000	ó	9000

La contribución de la televisión es de $30.00 Dólares cada una, la contribución del radio es de 15 Dólares cada uno. Suponiendo que la compañía puede vender cualquier cantidad de los 2 productos, determínese la contribución óptima de producción.

4) Un agricultor quiere cultivar maíz y trigo en un terreno de 70 hectáreas, sabe que una hectárea puede rendir 30 toneladas de maíz o 25 toneladas de trigo. Cada hectárea requiere un capital de $3,000.00 si se cultiva con maíz y de $4,000.00 si se cultiva con trigo. El capital total disponible es de $250,000.00. Las necesidades de agua de riego son 900 metros cúbicos por hectárea de maíz y 650 metros cúbicos por hectárea de trigo en octubre, y de 1200 y 850 metros cúbicos por hectárea de maíz y trigo, respectivamente en el mes de noviembre. La disponibilidad de agua en octubre es de 57,900 mts. cúbicos y en noviembre de 115,200 mts. cúbicos.

Si los precios de venta de maíz y trigo son $4,500.00 y $6,000.00 por tonelada respectivamente. Hay que determinar la cantidad de maíz y trigo que debe producirse para obtener el beneficio máximo.

5) Una madre desea que sus niños obtengan ciertas cantidades de elementos nutritivos de sus cereales de desayuno. Los niños pueden escoger entre comer tronados, dorados o una mezcla de ambos. De su desayuno deben obtener, cuando menos, de tiamina, 5 mg de niacina y 400 calorías. Una onza de tronados contiene 0.10 mg de tiamina, 1 mg de niacina y 110 calorías; una onza de dorados contiene 0.25 mg de tiamina, 0.25mg de niacina y 120 calorías. Una onza de tronados cuesta $38.00 y una onza de dorados $42.00. Encontrar el costo mínimo que satisfaga las necesidades.

6) Una panadería empieza el día con una provisión segura de harina, grasa, huevos, azúcar, leche y levadura.
Se especializa en hacer pan, pasteles, panecillos y galletas. Desea determinar cuánto debe hacer de cada producto para maximizar su utilidad. Las recetas están dadas en la tabla siguiente. (No hacemos caso de provisiones abundantes como son la sal, el agua, etc.).

Ingred.	Pan	Pastel	Panec.	Gallet.	Mats. primas Disponibles
Harina	3 tzas	12 tzas	9/2 tza	3/2 tza	15,000 tazas
Grasas	2 cuchs	12 cuchs	3 cuchs	4 cuchs	12,000 cuchs
Huevos	-	3	1	1	3,000 huevos
Azúcar	1/4 tza	3/2 tza	1/8 tza	1 tza	7,500 tazas
Leche	2 tzas	3/4 tza	1 taza	-	8,750 tazas
Levadura	1 paq.	-	1 paq.	-	9,000 paqs.
utilidad	$0.40	$1.10	$0.45	$0.30	

Suponiendo que la panadería puede vender todo lo que produce, determine La cantidad que debe producirse de los productos para reportar la máxima utilidad.

7) Una compañía produce tres artículos A, B y C, de los tres materiales P1, P2, y P3 los tres productos usan unidades de los tres materiales de acuerdo con la siguiente tabla:

Materiales / Productos	P1	P2	P3
A	2	-	3
B	3	2	2
C	-	5	4

Las contribuciones unitarias de los tres productos son:

A	$3.00
B	$5.00
C	$4.00

Y la disponibilidad de los tres materiales son:

Material	Cantidad disponible en unidades
P1	8
P2	10
P3	15

Determínese la mezcla óptima a producir de los productos

8] Una compañía fabrica cinco productos U, V, X, Y, y Z, los cuales fluyen atravez de 5 departamentos, Estampado, Formado, Rectificado, Esmerilado y Ensamble, requiriendo los siguientes tiempos de procesamiento.

	Tiempo requerido (en horas)				
Producto	Estampado	Formado	Rectificado	Esmerilado	Ensamble
U	1	1	2	-	1
V	1	-	.5	1	2
X	2	3	-	.5	1
Y	-	2	2	1	2
Z	.5	1	.5	2	1

La contribución de cada producto es la siguiente:

Producto	Contribucion por unidad (en dolares)
U	$ 8.00
V	$ 9.00
X	$13.00
Y	$15.00
Z	$ 7.00

El tiempo disponible en los diversos departamentos y el costo incremental estimado del tiempo ocioso son:

Departamento	Tiempo disponible (en horas)	Costo del tiempo de ocio por hora (en dólares)
Estampado	115	$12.00
Formado	100	$ 8.00
Rectificado	140	$ 3.50
Esmerilado	90	$30.00
Ensamble	110	$12.00

Determínese la mezcla óptima a producir de los artículos, que nos reporte una utilidad máxima.

9] Una compañía elabora 3 productos A, B y C, empleando 7 materiales. Los requerimientos del material y las contribuciones de cada uno de los 3 productos son las siguientes:

	Requerimientos de material por unidad						
Producto	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
A	3	-	2	-	1	-	1
alternativa A	-	3	-	4	-	-	1
B	-	2	1	-	-	2	-
alternativa B	1		-	2	3	-	-
C	-	-	-	4	-	2	1
alternativa C	-	-	2	-	6	-	-

Producto	Contribución unitaria (en dólares)
A	$6.00
B	$5.00
C	$9.00

Las cantidades disponibles de cada material son:

P1	100	Unidades
P2	115	Unidades
P3	135	Unidades
P4	90	Unidades
P5	85	Unidades
P6	140	Unidades
P7	170	Unidades

Resuélvase el problema con el objetivo de maximizar la contribución.

10] Un granjero cría pavos, gallinas y patos. El costo de la crianza de una gallina, un pato y un pavo es de $150, $100, y $400 respectivamente hasta el momento de su venta. Las gallinas se venden a $300, los patos a $200 y los pavos a $550 c/u. Sabiendo que la granja puede alojar sólo 500 aves y que el granjero no desea tener más de 300 patos alavez, ¿Cuántas aves de cada especie debe criar a fin de maximizar sus utilidades? ¿Qué pasa si los pavos solamente se pueden vender en $500 ?, ¿Debe criar gallinas si los pavos se venden en $600 ?

11] Con base en sólo dos alimentos, papas y carne, se desea obtener una dieta que debe tener los siguientes requerimientos mínimos diarios:

8	Unidades	de	carbohidratos
19	Unidades	de	vitaminas
7	Unidades	de	proteínas

Se sabe que el contenido de elementos dietéticos de las papas y de la carne es el siguiente:

	Unidad	
	Papas (100 gr)	carne (50 gr)
Carbohidratos	3	1
Vitaminas	4	3
Proteínas	1	3

Si los costos unitarios son de $10.00 para la unidad de papa y de $40.00 para la unidad de carne, Obtener la dieta que satisfaga los requerimientos a un mínimo de costo.

12] Cierta corporación tiene 3 plantas sucursales con capacidad de producción en exceso. Las tres plantas tienen los elementos necesarios como para producir determinado producto, y el gerente ha decidido usar parte de la capacidad de producción en exceso con tal fin.

Este producto puede hacerse en tres tamaños (grande, mediano y pequeño), que dan como resultado una utilidad unitaria neta de $140, $120 y $100 respectivamente. Las plantas 1, 2 y 3 tienen la capacidad de mano de obra y equipo en exceso como para producir 750, 900, y 450 unidades por día, de este producto respectivamente, sin importar el tamaño o la combinación de tamaños que se apliquen.

Sin embargo, el espacio de almacenamiento disponible para productos en proceso, también impone una limitación en las tazas de produccion. Las plantas 1, 2, y 3 tienen 13,000, 12,000, y 5,000 pies cúbicos de espacio de almacenamiento disponible para productos en proceso, para un día de producción de este artículo.

Cada unidad de los tamaños grande, mediano y pequeño producida por día requiere de 20, 15 y 12 pies cúbicos respectivamente.

Los pronósticos de ventas indican que pueden venderse al día 900, 1,200 y 750 unidades de los tamaños grande, medio y pequeño respectivamente.

Con el fin de mantener una carga uniforme de trabajo entre las plantas, y conservar cierta flexibilidad, el gerente ha decidido que la producción adicional asignada a cada planta debe usar el mismo porcentaje de la capacidad de mano de obra y equipo en exceso.

El gerente desea saber cuánto debe producirse de cada uno de los tamaños en cada planta para maximizar las utilidades.

13] Supóngase que el departamento de policía ha pronosticado la demanda de carros-patrulla en la ciudad de México para el período que empieza a las 12 del medio día del 31 de Dic. y termina a las 12 del medio día del 1 de enero.

Las 24 horas han sido divididas en períodos de 4 horas, y la demanda tanto de carros-patrulla como de personal motorizado (2 personas por patrulla) están dados a continuación:

Horas del día	Carros-patrulla	Personal motorizado
12 a 16	300	600
16 a 20	400	800
20 a 24	500	1000
24 a 4	600	1200
4 a 8	400	800
8 a 12	200	400

El personal motorizado puede trabajar 8 hrs. consecutivas y se cuenta con un total de 4,000 individos.

Formule un programa lineal que encuentre el número mínimo requerido para satisfacer la demanda en cada período de 4 hr.

14] Una compañía de artículos electrónicos produce 3 líneas de productos para venderlos al gobierno: Transistores, micromódulos y circuitos armados.

Cuenta con 4 áreas de proceso: Producción de transistores armaduría de circuito; control de transistores y módulos, y prueba de circuitos y embalaje.

La producción de un transistor requiere:

0.1 horas de trabajo en producción de transistores
0.5 horas de trabajo en control de transistores y módulos
$10.7 en costo directo

La producción de un micromódulo requiere:

0.4 horas de trabajo en el área de armaduría de circuito
0.5 horas en el área de control de transistores y modulos
3 transistores
$10.5 en costo directo

La producción de un circuito armado requiere:

0.1 horas de trabajo en el área de armado de cincuitos
0.5 horas en el área de prueba de circuitos y embalaje
1 transistor
3 micromódulos
$20.0 en costo directo

Cualquiera de los 3 productos se puede vender en cantidades ilimitadas con los precios de $20.00, $80.00 y $250.00 respectivamente.

Si hay 200 horas de producción en cada una de las 4 áreas en el mes próximo, ¿Cuál deberá ser el programa de producción a fin de obtener una ganancia máxima ?

15] Supóngase que el instituto nacional de desayunos escolares debe de satisfaser una demanda diaria de 500,000 desayunos para alumnos de escuelas primarias públicas en la ciudad de México.

Los desayunos consisten en huevos, leche, pan, chocolate fruta fresca (generalmente un plátano). La siguiente tabla da una descripción de las calorías, proteínas, carbohidratos, grasas, minerales y vitaminas de cada uno de los alimentos, así como los requerimientos promedios mínimos diarios para niños en edad escolar.

	Alimentos				
	1 Huevo	1 Vaso de leche	1 Pan bolillo	1 Barra chocolate	1 Plátano
Peso (grs.)	100.0	984.0	23.0	56.0	150.0
Calorías	150.0	660.0	60.0	290.0	85.0
Proteínas	12.0	32.0	2.0	2.0	1.0
Carbohidratos	--	48.0	12.0	44.0	23.0
Grasas (grs.)	12.0	40.0	1.0	6.0	--
Minerales:					
Hierro (mg)	2.3	0.4	0.4	0.6	0.7
Calcio (mg)	54.0	1140.0	16.0	72.0	8.0
Fósforo (mg)	205.0	930.0	25.0	115.0	44.0
Potasio (mg)	129.0	210.0	50.0	192.0	390.0
Sodio (mg)	122.0	75.0	125.0	47.0	1.0
Vitaminas:					
A (mg)	1180.0	1560.0	--	100.0	190.0
B1 (mg)	--	0.32	--	--	--
B2 (mg)	0.3	1.7	--	--	--
Niacina (mg)	--	0.8	0.3	--	0.7
C (mg)	--	6.0	--	--	10.0

Requerimientos promedios mínimos diarios para niños en una edad escolar (6 a 15 años) es:

Calorías	2000	unidades
Proteínas	50	grs.
Calcio	800	mg.
Hierro	10	mg.
Vitamina A	2500	unidades
Vitamina B1	.6	mg.
Vitamina B2	1.0	mg.
Niacina	11.0	mg.
Vitamina C	50.0	mg.

Se recomienda asímismo que las grasas no excedan los 100 gramos diarios, para evitar el colesterol. Los costos unitarios asociados con cada uno de los productos que forman los desayunos escolares son:

1 Pan bolillo	$ 3.00
1 Vaso de leche	$12.00
1 Barra de chocolate	$ 7.00
1 Plátano	$ 1.50
1 Huevo	$ 9.50

Formule un programa lineal que le permita al Instituto nacional de desayunos escolares determinar el número de huevos, panes-bolillos, vasos de leche, barras de chocolate y el número de plátanos que deben constituir un desayuno escolar primario diario tal que satisfaga la demanda diaria de desayunos.
Que los requerimientos mínimos promedios diarios de calorías, proteínas, minerales y vitaminas, no excedan los límites tolerables de grasas y se minimicen los costos.
El presupuesto diario del instituto es de $25'000,000.00.

16] Supóngase que una empresa de investigación de mercado desea obtener información acerca de las cuotas dadas en la primera columna de la siguiente tabla:

Tipo de unidad Familiar	Cuota	Probabilidad de respuesta en las visitas: Mañana	Tarde	Noche
Unipersonal	50	0.1	0.1	0.5
Matrimonios sin hijos	100	0.5	0.4	0.7
Matrimonios con hijos	150	0.75	0.6	0.9

¿Cómo se deben distribuir las visitas entre los 3 tipos de unidad familiar y las distintas partes del día, a fin de que se cumplan las cuotas señaladas con un mínimo de visitas, cuando los contratos con los agentes enumerados imponen las siguientes condiciones:

a).- El número de visitas de la mañana no debe de ser superior al de la tarde.
b).- El número de visitas de la noche no debe ser superior a la mitad de la tarde.?

17] Supóngase que una planta en San Luis Potosí (planta 1) fabrica un producto 1, que sirve como componente insumo para la fabricación de un producto final 2, en Monterrey y otro producto final 3, en Monclova.
Así mismo, el producto 3 requiere como insumo adicional al producto 2.
La capacidad mensual de producción de cada planta es:

Fábrica	Capacidad de producción
San Luis Potosí	200,000 unidades de producto 1
Monterrey	120,000 unidades de producto 2
Monclova	100,000 unidades de producto 3