

## PRACTICA N°1

Eic. Valdez

Diego Magne

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMON

FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS

CARRERA: ADMINISTRACION

## PRIMER PARCIAL DE INVESTIGACION DE OPERACIONES

Nombres y Apellidos: ..... Grupo .....

1.- Una empresa fabrica dos tipos de tarjetas gráficas, de 16Mb y 32Mb de memoria, respectivamente. Se utilizan dos máquinas que emplean 2 min. en fabricar las de 16Mb y 3 min. en fabricar las de 32Mb. La cadena de montaje sólo puede funcionar, como máximo, 300 minutos diarios.

Además cada máquina tiene una capacidad máxima de fabricación diaria de 125 unidades, entre las cuales no puede haber más de 90 tarjetas de 16Mb ni más de 80 tarjetas de 32Mb, siendo el beneficio neto de las primeras de 45\$ y el de las segundas de 60\$.  
 ¿Cuántas tarjetas de 16Mb y 32Mb deben fabricar diariamente cada máquina para que el beneficio sea máximo?

2.- Un distribuidor de ferretería planea vender paquetes de tuercas y tornillos mezclados. Cada paquete pesa por lo menos 2 libras. Tres tamaños de tuercas y tornillos componen el paquete y se compran en lotes de 200 libras. Los tamaños 1, 2 y 3 cuestan respectivamente Bs. 20, Bs. 8 y Bs. 12. Además:

- a) El peso combinado de los tamaños 1 y 3 debe ser al menos la mitad del peso total del paquete.  
 b) El peso de los tamaños 1 y 2 no debe ser mayor que 1,6 libras  
 c) Cualquier tamaño de tornillo debe ser al menos el 10% del paquete total.

Cuál será la composición del paquete que ocasionara un coste mínimo? NO RESUELVA

3.- Dado el siguiente problema de programación lineal

$$\text{Min } Z = 2X_1 + 9X_2 + 6X_3 + 8X_4$$

$$\text{S.A} \quad X_1 + X_2 + X_3 - X_4 = 1$$

$$X_1 + 2X_2 - X_3 + 2X_4 = 0$$

$$X_j \geq 0 ; j = 1, 2, 3, 4$$

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMON

FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS

CARRERA: ADMINISTRACION

PRIMER PARCIAL DE INVESTIGACION DE OPERACIONES

Nombres y Apellidos: ..... Grupo .....

1.- Un frutero necesita 16 cajas de naranjas, 5 de plátanos y 20 de manzanas. Dos mayoristas pueden suministrarle para satisfacer sus necesidades, pero sólo venden la fruta en contenedores completos. El mayorista A envía en cada contenedor 8 cajas de naranjas, 1 de plátanos y 2 de manzanas. El mayorista B envía en cada contenedor 2 cajas de naranjas, una de plátanos y 7 de manzanas. Sabiendo que el mayorista A se encuentra a 150 km de distancia y el mayorista B a 300 km, calcular cuántos contenedores habrá de comprar a cada mayorista, con objeto de ahorrar tiempo y dinero, reduciendo al mínimo la distancia de lo solicitado. (25 puntos)

2.- Una compañía de auditores se especializa en preparar liquidaciones y auditorías de empresas pequeñas. Tienen interés en saber cuántas auditorías y liquidaciones pueden realizar mensualmente para maximizar sus ingresos. Se dispone de 800 horas de trabajo directo y 320 horas para revisión. Una auditoría en promedio requiere de 40 horas de trabajo directo y 10 horas de revisión, además aporta un ingreso de 300 dls. Una liquidación de impuesto requiere de 8 horas de trabajo directo y de 5 horas de revisión, produce un ingreso de 100 dls. El máximo de liquidaciones mensuales disponibles es de 60. (Solo plantearlo no resolverlo) (25 puntos)

3.- Dado el siguiente problema de programación lineal

$$\text{Max } Z = 6X_1 + 4X_2 + 2X_3$$

$$\text{s.a., } 6X_1 + 2X_2 + 6X_3 \geq 6$$

$$6X_1 + 4X_2 = 12$$

$$2X_1 - 2X_2 \leq 2$$

$$X_1, X_2 \geq 0$$

(40 puntos)

PRIMER PARCIAL DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

Nombres y Apellidos: JUAN PABLO VILLENA

- 1.- Dado el siguiente problema de programación lineal:

$$\begin{array}{ll} \text{Maximice } Z = 2X_1 + X_2 \\ \text{s.a.} & 2X_1 + X_2 \leq 16 \\ & X_1 - X_2 \leq 6 \\ & X_1 + 2X_2 \leq 28 \\ & X_1 + 4X_2 \leq 48 \\ & X_1, X_2 \geq 0 \end{array}$$

Encuentre el área de solución factible graficamente y algebraicamente.

- 2.- Dado el siguiente problema de programación lineal:

$$\begin{array}{ll} \text{Minimizar } Z = 6X_1 + 4X_2 + 2X_3 \\ \text{s.a.} & 6X_1 + 2X_2 + 6X_3 \geq 6 \\ & 6X_1 + 4X_2 + 5X_3 = 12 \\ & 2X_1 - 2X_2 + X_3 \leq 2 \\ & X_1, X_2, X_3 \geq 0 \end{array}$$

Use el método más conveniente para encontrar la solución.

- 3.- Una fábrica produce dos tipos de productos; la unidad del tipo A se vende a Bs. 108 y la del tipo B a Bs. 146. Para el presente mes la empresa cuenta con 2000 minutos de mano de obra en el departamento de ensamble, 1800 en el departamento de revisión y con 1000 en el departamento de empaque. El número de minutos requeridos en cada departamento para la fabricación de una unidad de cada uno de los artículos se da en la siguiente tabla:

Tipo de Producto	Operaciones		
	Ensamble	Revisión	Empaque
Tipo A	3	2	1
Tipo B	2	3	2

El pago por minuto es de Bs. 12 a los trabajadores de ensamble, Bs. 10 al de revisión y de Bs. 22 a los de empaque. El administrador de la empresa debe determinar cuál es el programa de producción que maximice la utilidad total mes. SOLO PLANTEARLO NO RESOLVERLO.

Por el inicio de los cursos se va a lanzar una oferta de material escolar. Unos almacenes quieren ofrecer 600 cuadernos, 500 carpetas y 400 bolígrafos para su venta, empaquetándolo de dos formas distintas; en el primer bloque pondrán 2 cuadernos, 1 carpeta y 2 bolígrafos; en el segundo, pondrán 3 cuadernos, 1 carpeta y 1 bolígrafo. Los precios de cada paquete serán 6,50 y 7 Bs. Respectivamente. ¿Cuántos paquetes le convienen poner de cada tipo para obtener el máximo beneficio? Solo plantearlo no resuelva.

2.- Dado el siguiente problema de programación lineal

$$\begin{array}{l} \text{Maximizar } Z = 5X_1 - 2X_2 + 3X_3 \\ \text{s.a.} \quad \begin{aligned} 2X_1 + 2X_2 - X_3 &\geq 2 \\ 3X_1 - 4X_2 &\leq 3 \\ X_2 + 3X_3 &\leq 5 \\ X_1, X_2 &\geq 0 \end{aligned} \end{array}$$

Use el método más conveniente para encontrar la solución.

3.- Considere el siguiente problema de programación lineal

$$\begin{array}{l} \text{Minimice } Z = 5X_1 + 2X_2 \\ \text{s.a.} \quad \begin{aligned} 3X_1 + 6X_2 &\geq 18 \\ 5X_1 + 4X_2 &\geq 20 \\ 8X_1 + 2X_2 &\geq 16 \\ 7X_1 + 6X_2 &\leq 42 \\ X_1, X_2 &\geq 0 \end{aligned} \end{array}$$

- a) Use el método grafico y algebraico para encontrar la solución optima de Z
- b) ¿Cuáles son los valores de holgura o excedente de cada restricción?
- c) ¿Cuántos puntos extremos tiene la región factible?

	Cuaderno	Bolígrafo
X <sub>1</sub>	2	1
X <sub>2</sub>	3	1

	Primer bloque tiene	Segundo bloque
cuadernos	(✓)	3 cuadernos
1 carpeta	(✓)	1 bolígrafo
bolígrafos		1 carpeta

- 4) X<sub>1</sub>: Cantidad de paquete 1 que se debe poner a la venta  
 X<sub>2</sub>: cantidad de paquete 2 que se debe poner a la venta

F.O.

$$\text{Max. } Z = 6,5X_1 + 7X_2$$

≤ menor

≥ mayor

Restricciones:

$$\text{s.a. } 2X_1 + 3X_2 \leq 600$$

$$1X_1 + 1X_2 \leq 500$$

$$2X_1 + 1X_2 \leq 400$$

$$X_1 \geq 0$$

1.- Considere el siguiente problema de programación lineal

$$\text{Maximizar } Z = 3X_1 + 4X_2$$

$$\text{s.a.} \quad -2X_1 + 4X_2 \leq 16$$

$$2X_1 + 4X_2 \leq 24$$

$$-6X_1 - 3X_2 \geq -48$$

$$X_1, X_2 \geq 0$$

- a) Use el método grafico y algebraico para encontrar la solución optima y el valor de la función objetivo Z
- b) Encuentre los valores de holgura o excedente de cada restricción
- c) ¿Cuántos puntos extremos tiene la región factible?

2.- Dado el siguiente problema de programación lineal

$$\text{Minimizar } Z = 6X_1 + 4X_2 + 2X_3$$

$$\text{s.a.} \quad 6X_1 + 2X_2 + 6X_3 \geq 6$$

$$6X_1 + 4X_2 = 12$$

$$2X_1 - 2X_2 \leq 2$$

$$X_1, X_2 \geq 0$$

Use el método más conveniente para encontrar la solución.

3.- Unos grandes almacenes desean liquidar 200 camisas y 100 pantalones de la temporada anterior. Para ello lanzan, dos ofertas: A y B. La oferta A consiste en un lote de una camisa y un pantalón, que se venden a 30 Bs.; la oferta B consiste en un lote de tres camisas y un pantalón, que se vende a 50 Bs. No se desea ofrecer menos de 20 lotes de la oferta A, ni menos de 10 de la B. ¿Cuántos lotes ha de vender de cada tipo para maximizar la ganancia? Solo plantearlo no lo resuelva

	Camisa	Pantalón	Total
Oferta A	1	1	2
Oferta B	3	1	4

Welte Mutual acaba de obtener \$ 100.000 al convertir bono industriales en efectivo y ahora está buscando otras oportunidades de inversión para estos fondos. Con base en las inversiones actuales de Welte, el analista financiero ejecutivo de la firma recomienda que todas las inversiones nuevas se hagan en la industria petrolera, la industria siderurgia o en bono gubernamentales. Específicamente, el analista identificó cinco oportunidades de inversión y proyecto sus tasas de rendimiento anuales. Las inversiones y tasas de rendimiento se muestran en la siguiente tabla:

#### Oportunidades de inversión para Welte Mutual

Inversión	Tasa de interés proyectada %
X <sub>1</sub> Atlantic Oil	7.3
X <sub>2</sub> Pacific Oil	10.3
X <sub>3</sub> Midwest Steel	6.4
X <sub>4</sub> Huber Steel	7.5
V Bonos gubernamentales	4.5

La administración de Welte impuso los siguientes lineamientos de inversión.

- 1.- Ninguna industria (petrolera o siderurgia) deberá recibir más de \$ 50.000
  - 2.- Los bonos gubernamentales deberán ser al menos 25% de las inversiones en la industria siderúrgica
  - 3.- La inversión en Pacific Oil, la inversión con interés alto pero riesgo alto, no puede ser más de 60% de la inversión total en la industria petrolera.
- Que recomendaciones de portafolios, inversiones y cantidades deberían hacerse para los \$ 100.000 disponibles. (SOLO PLANTÉRLO)

- 2.- Dado el siguiente problema de programación lineal resolver por el método simplex

$$\text{Min } Z = 10X_1 + 6X_2 + 14X_3 + 9X_4$$

s.a	$X_1$	$X_3$	$= 100$
	$X_2 +$	$X_4 = 150$	
	$4X_1 + 3X_2$		$\leq 600$
	$6X_1 + 8X_2$		$= 1080$
	$X_1, X_2, X_3, X_4 \geq 0$		

- 3.1.- Diga en sus propias palabras que es:

Función Objetivo      Formulación del problema      Variable de decisión  
 3.2.- Encierre en un círculo si la proposición es falsa o verdadera

• La programación lineal es un enfoque de solución de problemas determinísticos      F      V

• En una programación lineal es necesaria solo la proposición de aditividad      F      V

• Todos los problemas de programación lineal tienen una primera y segunda propiedad      F      V

1.- Se usan cuatro barcos cargueros para transportar bienes de un puerto a otros cuatro puertos (numerados 1, 2, 3, 4). Se puede usar cualquier barco para hacer cualquiera de los cuatro viajes. Sin embargo, dadas algunas diferencias entre los barcos y las carreteras, el costo total de cargar, transporte y descargue de bienes para las distintas combinaciones de barcos y puerto varía mucho. Estos costos se muestran en la siguiente tabla:

		P U E R T O			
		1	2	3	4
1	1	5	4	6	7
	2	6	6	7	5
	3	7	5	7	6
	4	5	4	6	6

- a) Obtenga el modelo de programación lineal de asignación.  
 b) Empleando el método Húngaro obtenga la solución óptima y factible

2.- La empresa XAB cuenta con \$ 30.000 para realizar publicidad al producto Q durante el próximo semestre. Los medios de publicidad considerados son: TV, radio, diarios y revistas. El objetivo es maximizar la exposición publicitaria del producto Q durante el semestre (es decir, el nº de veces que una persona promedio en el mercado estaría expuesta al mensaje publicitario).

Se cuenta con estimaciones de la exposición media por cada mil desembolsado en publicidad en cada medio y se ha decidido respecto a las cantidades máximas a desembolsar en cada medio

Medio Publicitario	Exposición por cada mil	Desembolso Máximo
TV	9	\$ 18.000
Radios	5	5.000
Diarios	6	9.000
Revistas	4	10.000

Además, se ha especificado que el desembolso en publicidad televisiva no debe ser superior al desembolso conjunto en los restantes medios

- a) Prepare solo el modelo de programación lineal. (No lo resuelva).

3.-

$$\begin{aligned} \text{Minimizar } Z &= 6X_1 + 4X_2 + 2X_3 \\ \text{s.a. } &6X_1 + 2X_2 + 6X_3 \geq 6 \\ &6X_1 + 4X_2 = 12 \\ &2X_1 - 2X_2 \leq 2 \\ &X_1, X_2 \geq 0 \end{aligned}$$

- a) Aplicando El método simplex obtenga La solución final

POR FAVOR ESCOJA SOLO DOS PREGUNTAS

1.1.- Encierre en un círculo si la proposición es falsa o verdadera

Todos los problemas de programación lineal tienen una segunda propiedad  V

La programación lineal es un enfoque de solución de actividades  V

Las tres proposiciones necesarias son proporcionalidad, aditividad, y divisibilidad  V

1.2.- Diga en sus propias palabras que es:

Modelo matemático

Forma estándar

Programación lineal

2.- Market Survey (MSI) se especializa en evaluar la reacción del consumidor a productos, servicio y campañas publicitarios nuevos. Un cliente solicito la asistencia de MSI para determinar la reacción del consumidor a un producto doméstico recién comercializado. Durante las reuniones con el cliente, MSI acordó efectuar entrevistas personales de puerta en puerta para obtener respuestas en hogares con niños y hogares sin niños. Además, MSI aceptó hacer entrevistas por la mañana y por la tarde. Específicamente, el contrato del cliente que MSI realizara mil entrevistas bajo los siguientes lineamientos de cuotas:

- 1- Entrevistar al menos 400 hogares con niños 2- Entrevistar al menos 400 hogares sin niños
- 3- La cantidad total de hogares entrevistados durante la tarde debe ser al menos igual a la cantidad de hogares entrevistados durante la mañana
- 4- Al menos 40% de las entrevistas para hogares con niños deben realizarse durante la tarde
- 5- Al menos 60% de las entrevistas para hogares sin niños deben realizarse durante las tardes.

Debido a que las entrevistas para hogares con niños requiere tiempo adicional del entrevistador y a que a los entrevistadores vespertinos se les paga más que a los matutinos, el costo varía con el tipo de entrevista. Con base en estudios de investigación previos, las estimaciones de los costos de las entrevistas son los siguientes:

Hogar	Costo de la entrevista	
	Mañana	Tarde
Con niños	\$ 20	\$ 25
Sin niños	\$ 18	\$ 20

Cual es el plan de entrevistas por tipo de hogar y hora del día que satisfará los requerimientos del contrato con un costo total de entrevistas mínimo. (SOLO PLANTEARLO)

3.- Resuelva por el método simplex el siguiente problema de programación lineal:

$$\text{Max } Z = 90 X_1 + 84 X_2 + 70 X_3 + 60 X_4$$

$$\text{s.a. } 10X_1 + 8X_2 + 9X_3 + 14X_4 \leq 5000$$

$$2X_1 + 3X_2 + 3X_3 \leq 1800$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 = 600$$

$$X_3 \geq 150$$

$$X_1, X_2, X_3, X_4 \geq 0$$

ResoluciónPROGRAMACION LINEAL1º Examen

$$1^{\circ} \quad \text{Max } Z = 45x_1 + 60x_2$$

$$\text{s.e. } 2x_1 + 3x_2 \leq 300$$

$$x_1 + x_2 \leq 125$$

$$x_1 \leq 90$$

$$x_2 \leq 80$$

$$x \geq 0$$

2º Examen

Mayonesa A	Mayonesa B
------------	------------

$$2^{\circ} \quad \text{Min } Z = 150x_1 + 300x_2$$

$$\text{s.e. } 8x_1 + 2x_2 \geq 16 \text{ eisereu}$$

$$1x_1 + 1x_2 \geq 5 \text{ platen}$$

$$2x_1 + 7x_2 \geq 20 \text{ menzenz}$$

$$x \geq 0$$

2º

Liquidación	Auditaria
-------------	-----------

$$\text{Max } Z = 100x_1 + 300x_2$$

$$8x_1 + 40x_2 \leq 800 \text{ hrs trab. directa}$$

$$5x_1 + 10x_2 \leq 320 \text{ hrs revision}$$

$$1x_1 \leq 60$$

$$x \geq 0$$

3<sup>er</sup> Examen

Ensemble Revision Imagen

1º  $\text{Max } Z = 12x_1 + 10x_2 + 22x_3$

s.o.  $3x_1 + 2x_2 + 5x_3 \leq 108$  tipo A

$2x_1 + 3x_2 + 2x_3 \leq 146$  tipo B

$x_1 \leq 20$  MOD

$x_2 \leq 1800$  MOD

$x_3 \leq 1000$  MOD

$\forall x \geq 0$

4<sup>to</sup> Examen

1º Bloque 2º Bloque

1º  $\text{Max } Z = 6,50x_1 + 7x_2$

$2x_1 + 3x_2 \leq 600$  cuadernos

$5x_1 + 5x_2 \leq 500$  carpetas

$2x_1 + 5x_2 \leq 400$  bolígrafos

$\forall x \geq 0$

5<sup>to</sup> Examen

Oferta A Oferta B

1º  $\text{Max } Z = 30x_1 + 50x_2$

$5x_1 + 3x_2 \leq 200$  camisas

$5x_1 + 5x_2 \leq 100$  pantalones

$x_1 \geq 20$

$x_2 \geq 10$

$\forall x \geq 0$

# PROGRAMACIÓN LINEAL

## Ejercicio N°1

- Una persona dispone de 100.000.000 de unidades monetarias y sabe de la existencia de tres acciones para invertir: la primera le dará una utilidad de un 4% sobre lo invertido; la segunda un 5% y la tercera un 5,5%; sin embargo, ninguna puede invertir más de un 40% del capital total y al menos 25.000.000 unidades monetarias en la segunda. ¿Cómo invertir esa cantidad inicial para maximizar la ganancia sobre la inversión?

## Ejercicio N°2

La Apex Tu. debe decidir el número de televisores de 27" y 20"; producidos en una de sus fábricas, la investigación de mercado indica ventas de hasta 40 tu de 27" y 10 tu de 20" cada mes. El número máximo de horas-hombre disponible es de 500 por mes, una tu requiere 20 hrs. hombre y una de 20" requiere 10 hrs-hombre; cada tu de 27" produce una ganancia de \$120 y cada uno de 20" da una ganancia de \$80. Un distribuidor se acuerda en comprar las tu siempre y cuando no excede el máximo indicado.

### Ejercicio N° 3

Usted es estudiante del curso de Investigación Operativa y se ha planteado la necesidad de maximizar la satisfacción diaria que le produce la realización de una serie de actividades, las cuales se presentan en la siguiente lista:

<u>ACTIVIDADES</u>	<u>UNIDADES DE SATISFACCIÓN (US)</u>
1. Tomar cerveza (una lata)	4
2. Fumar un cigarrillo	2
3. Jugar un partido de fútbol	7
4. Dar un paseo por el prado	3
5. Leer un libro importante	2
6. Dormir (una hora)	4

Aunque usted quisiera realizar todas las actividades, cuenta con algunas limitaciones. Como es lógico, solo dispone de 24 hrs. al día y las actividades consumen tiempo: actividad 1, 15 minutos; actividad 2, 10 minutos; actividad 3, 2 horas; actividad 4, 1 hora; actividad 5, 5 horas.

Además, por la estrechez económica en que se vive no le es posible tomar más de cinco cervezas diarias, no puede fumar más de cinco cigarrillos al día por cuestiones de salud, no puede jugar más de dos partidos de fútbol por cansancio, no puede dar más de dos paseos diarios por aburrimiento y no puede leer más de dos libros al día por

ansiedad visual.

En cuanto al sueño, usted sabe que no puede dormir más de 10 hrs al día ni menos de 7. ¿Cuáles son las actividades diarias y a qué nivel deben realizarse para lograr su objetivo, maximizar su satisfacción por día, sin violar las limitaciones existentes?

#### Ejercicio N°4

Una compañía tiene dos minas: la mina "A" produce diariamente 1 tonelada de carbón de antracita de alta calidad, 2 toneladas de carbón de calidad media y 4 toneladas de carbón de baja calidad; la mina "B" produce 2 toneladas de cada una de las tres clases. La compañía necesita 70 toneladas de carbón de alta calidad, 130 de calidad media y 150 de baja calidad. Los gastos diarios de la mina "A" ascienden a \$150 y los de la mina "B" a \$ 200. ¿Cuántos días deberán trabajar en cada mina para que la función de coste sea mínima?

#### Ejercicio N°5

En la elaboración de un producto "A" se necesita una sustancia B. La cantidad de A obtenida es menor o igual que el doble de B utilizada, y la diferencia entre las cantidades del producto B y A no supera los 2 g, mientras que la suma no debe sobre pasar los 5 g.

Además se utiliza por lo menos  $1g$  de B y se requiere  $1g$  de A  
La sustancia A se vende a 5 millones y la B cuesta 4 millones el gra-  
mo. Calcular la cantidad de sustancia B necesaria para que el beneficio  
sea máximo.

### Ejercicio N°5

Un banco asigna un máximo de \$ 20.000 en préstamos personales  
y automóviles. El monto de los préstamos para automóviles debe ser  
cuando menos 2 veces mayor que el de los préstamos personales. La  
experiencia pasada a demostrado que los adeudos no cubiertos cons-  
tituye el 1% de los préstamos personales. Cómo deben asignarse  
los fondos para maximizar la utilidad del banco, si los intereses  
anuales para préstamos personales son de 14% y del 12% para el  
préstamo de automóviles.

# IO. DIEGO MANGA

Investigación Operativa

Ing. Jorge Valdez Escobar

## PRACTICA N° 2

1. Una compañía fabrica y venden dos modelos de lámpara  $L_1$  y  $L_2$ . Para su fabricación se necesita un trabajo manual de 20 minutos para el modelo  $L_1$  y de 30 minutos para el  $L_2$ ; y un trabajo de máquina para  $L_1$  y de 10 minutos para  $L_2$ . Se dispone para el trabajo manual de 100 horas al mes y para la máquina 80 horas al mes. Sabiendo que el beneficio por unidad es de 15 y 10 Bolivianos para  $L_1$  y  $L_2$ , respectivamente, planificar la producción para obtener el máximo beneficio.
2. Con el comienzo del curso se va a lanzar unas ofertas de material escolar. Unos almacenes quieren ofrecer 600 cuadernos, 500 carpetas y 400 bolígrafos para la oferta, empaquetándolo de dos formas distintas; en el primer bloque pondrá 2 cuadernos, 1 carpeta y 2 bolígrafos; en el segundo, pondrán 3 cuadernos, 1 carpeta y 1 bolígrafo. Los precios de cada paquete serán 6.5 y 7 Bs, respectivamente. ¿Cuántos paquetes le conviene poner de cada tipo para obtener el máximo beneficio?
3. En una granja de pollos se da una dieta, para engordar, con una composición mínima de 15 unidades de una sustancia A y otras 15 de una sustancia B. En el mercado sólo se encuentra dos clases de compuestos: el tipo X con una composición de una unidad de A y 5 de B, y el otro tipo, Y, con una composición de cinco unidades de A y una de B. El precio del tipo X es de 10 euros y del tipo Y es de 30 Bs. ¿Qué cantidades se han de comprar de cada tipo para cubrir las necesidades con un coste mínimo?
4. Se dispone de 600 g de un determinado fármaco para elaborar pastillas grandes y pequeñas. Las grandes pesan 40 g y las pequeñas 30 g. Se necesitan al menos tres pastillas grandes, y al menos el doble de pequeñas que de las grandes. Cada pastilla grande proporciona un beneficio de 2 Bs y la pequeña de 1 Bs. ¿Cuántas pastillas se han de elaborar de cada clase para que el beneficio sea máximo?
5. Unos grandes almacenes desean liquidar 200 camisas y 100 pantalones de la temporada anterior. Para ello lanzan, dos ofertas, A y B. La oferta A consiste en un lote de una camisa y un pantalón, que se venden a 30 Bs; la oferta B consiste en un lote de tres camisas y un pantalón, que se vende a 50 Bs. No se desea ofrecer menos de 20 lotes de la oferta A ni menos de 10 de la B. ¿Cuántos lotes ha de vender de cada tipo para maximizar la ganancia?
6. Una empresa de transportes tiene dos tipos de camiones, los del tipo A con un espacio refrigerado de  $20 \text{ m}^3$  y un espacio no refrigerado de  $40 \text{ m}^3$ . Los del tipo B, con igual cubicaje total, al 50% de refrigerado y no refrigerado. La contratan para el transporte de  $3\,000 \text{ m}^3$  de producto que necesita refrigeración y  $4\,000 \text{ m}^3$  de otro que no la necesita. El coste por kilómetro de un camión del tipo A es de 30 Bs y el B de 40 Bs. ¿Cuántos

camiones de cada tipo ha de utilizar para que el coste total sea mínimo?

7. Una escuela prepara una excursión para 400 alumnos. La empresa de transporte tiene 8 autobuses de 40 plazas y 10 de 50 plazas, pero sólo dispone de 9 conductores. El alquiler de un autocar grande cuesta 800 Bs y el de uno pequeño 600 Bs. Calcular cuántos autobuses de cada tipo hay que utilizar para que la excursión resulte lo más económica posible para la escuela.
8. Determinar una dieta de manera eficiente, a partir de un conjunto dado de alimentos, de modo de satisfacer requerimientos nutricionales. La cantidad de alimentos a considerar, sus características nutricionales y los costos de éstos, permiten obtener diferentes variantes de este tipo de modelos. Por ejemplo:

	Leche (lt)	Legumbre (1 porción)	Naranjas (unidad)	Requerimientos Nutricionales
Niacina	3,2	4,9	0,8	13
Tiamina	1,12	1,3	0,19	15
Vitamina C	32	0	93	45
Costo	2	0,2	0,25	

9. Un herrero con 80 kgs. de acero y 120 kgs. de aluminio quiere hacer bicicletas de paseo y de montaña que quiere vender, respectivamente a 20.000 y 15.000 Bolívares cada una para sacar el máximo beneficio. Para la de paseo empleará 1 kg. De acero y 3 kgs de aluminio, y para la de montaña 2 kgs. de ambos metales. ¿Cuántas bicicletas de paseo y de montaña venderá?
10. Un autobús Santa Cruz-La Paz ofrece plazas para fumadores al precio de 10.000 Bolivianos y a no fumadores al precio de 6.000 Bolivianos. Al no fumador se le deja llevar 50 kgs. de peso y al fumador 20 kgs. Si el autobús tiene 90 plazas y admite un equipaje de hasta 3.000 kg. ¿Cuál ha de ser la oferta de plazas de la compañía para cada tipo de pasajeros, con la finalidad de optimizar el beneficio?
11. A una persona le tocan 10 millones de bolivianos en una lotería y le aconsejan que las invierta en dos tipos de acciones, A y B. Las de tipo A tienen más riesgo pero producen un beneficio del 10 %. Las de tipo B son más seguras, pero producen sólo el 7% anual. Después de varias deliberaciones decide invertir como máximo 6 millones en la compra de acciones A y por lo menos, 2 millones en la compra de acciones B. Además, decide que lo invertido en A sea, por lo menos, igual a lo invertido en B. ¿Cómo deberá invertir 10 millones para que el beneficio anual sea máximo?
12. Un comerciante acude al mercado popular a comprar naranjas con 50000 Bs. Le ofrecen dos tipos de naranjas: las de tipo A a 50 Bs el kg. y las de tipo B a 80 Bs. el kg. Sabiendo que sólo dispone de su camioneta con espacio para transportar 700 kg. de naranjas como máximo y que piensa vender el kg. de naranjas tipo A a 58 Bs. y el kg. de tipo B a 90 Bs., contestar justificando las respuestas:
  - a. ¿Cuántos kg. de naranjas de cada tipo deberá comprar para obtener máximo beneficio?
  - b. ¿Cuál será ese beneficio máximo?

$$J:$$

$\text{Max } Z = 15x_1 + 10x_2$	$x_1$	$x_2$
$\text{Trab. manual}$	$20x_1 + 30x_2 \leq 100$	
$\text{Trab. maquina}$	$10x_1 + 10x_2 \leq 80$	

$\forall x \geq 0$

$x_1 = \text{nº de lámpara } L_1 \text{ a fabricar}$

$x_2 = \text{nº de lámpara } L_2 \text{ a fabricar}$

$$Z:$$

$\text{jº Bloque}$	$\text{2º Bloque}$
$\text{Max } Z = 12x_1 + 7x_2$	

S.E.	$2x_1 + 3x_2 \leq 600$	Cuadernos
	$1x_1 + 1x_2 \leq 500$	Carpetas
	$2x_1 + 1x_2 \leq 400$	Boligrafos

$\forall x \geq 0$

$x_1 = \text{el q de pegates tipo A q deben vender}$

$x_2 = \text{el q de pegates tipo B q mas deben vender}$

$$3:$$

Tipo X	Tipo Y
$\text{Min } Z = 10x_1 + 30x_2$	

S.E.	$1x_1 + 5x_2 \geq 15$	sustancia A
	$5x_1 + 1x_2 \geq 15$	sustancia B

$\forall x \geq 0$

$x_1 = \text{q unidades del producto tipo A q compone}$

$x_2 = \text{q de unidades del producto tipo B q compone}$

$$4:$$

Grande	Paginas
--------	---------

$$\text{Max } Z = 2x_1 + 1x_2$$

$$40x_1 + 30x_2 \leq 600 \text{ formato}$$

$$1x_1 \geq 3$$

$$2x_2 \geq x_1$$

$\forall x \geq 0$

$x_1 = \text{nº de portadas grandes q deban vender}$

$x_2 = \text{nº de portadas paginas q deban vender}$

$$5:$$

A	B
---	---

$$\text{Max } Z = 30x_1 + 50x_2$$

$$1x_1 + 3x_2 \leq 200 \text{ cempes}$$

$$1x_1 + 1x_2 \leq 100 \text{ peniques}$$

$$x_1 \geq 20$$

$$x_2 \geq 10$$

$\forall x \geq 0$

$x_1 = \text{el nro d Client A q deberan ser vendidos}$

$x_2 = \text{el nro d Client B q deberan ser vendidos}$

Type A      Type B

$$H_m Z = 20x_1 + 40x_2$$

$$20x_1 + 30x_2$$

$$40x_1 + 30x_2$$

$\leq 3.000$  refug meantes

$\leq 4.000$  no meantes

$\forall x \geq 0$

Grande      Peque

$$100x_1 + 60x_2$$

$$50x_1 + 40x_2 \leq 400$$

$$x_2 \leq 8$$

$$x_1 \leq 10$$

$$x_1 + x_2 \leq 9$$

$\forall x \geq 0$

A      T      V

$$H_m Z = 2x_1 + y_2 x_2 + y_4 x_3$$

$$\frac{1}{5}x_1 + \frac{28}{25}x_2 + \frac{32}{5}x_3 \geq 15 \text{ ledas}$$

$$\frac{49}{10}x_1 + \frac{13}{10}x_2 \geq 15 \text{ lepinie}$$

$$\frac{7}{5}x_1 + \frac{19}{10}x_2 + \frac{93}{5}x_3 \geq 45 \text{ Norvegias}$$

$\forall x \geq 0$

Passe      Montante

$$H_m Z = 20000x_1 + 15000x_2$$

$$1x_1 + 2x_2 \leq 80 \text{ zeros}$$

$$3x_2 + 2x_2 \leq 120 \text{ aluminiu}$$

$\forall x \geq 0$

Diametro      Nefunster

$$-20000x_1 + 6000x_2$$

$$20x_1 + 50x_2 \leq 90$$

$$x_1 + x_2 \leq 3000$$

PRACTICA N°3

Investigación Operativa  
DIEGO MAGNE L.

METODO SIMPLEX

$$\text{Max } Z = 3x_1 + 2x_2$$

$$\text{s.a. } 2x_1 + x_2 \leq 18$$

$$2x_1 + 3x_2 \leq 42$$

$$3x_1 + x_2 \leq 24$$

$$\forall x \geq 0$$

- Estandarización

$$\text{Max } Z = 3x_1 + 2x_2 + 0x_3 + 0x_4 + 0x_5$$

$$\begin{array}{lcl} \text{s.a. } 2x_1 + x_2 + x_3 & = 18 \\ 2x_1 + 3x_2 + x_4 & = 42 \\ 3x_1 + x_2 + x_5 & = 24 \end{array}$$

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	
$Z$	-3	-2	0	0	0	0
$x_3$	2	1	1	0	0	18
$x_4$	2	3	0	1	0	42
$x_5$	3	1	0	0	1	24
	0	1-1	0	0	1	24
$x_3$	0	1/3	1	0	-2/3	2
$x_4$	0	7/3	0	1	-2/3	26
$x_1$	1	1/3	0	0	1/3	8
	0	0	3	0	1-1	30
$x_2$	0	1	3	0	-2	6
$x_4$	0	0	-7	1	4	12
$x_1$	1	0	-1	0	1	6
	0	0	5/4	1/4	0	33
$x_2$	0	1	-1/2	1/2	0	12
$x_5$	0	0	-7/4	1/4	1	3
$x_1$	1	0	3/4	-1/4	0	3
						1 Solución
						$Z = 33$
						$x_2 = 12$
						$x_5 = 3$
						$x_1 = 3$

Ejercicio N°2.

$$\text{Max } Z = 6x_1 + 10x_2$$

$$\text{s.a. } 6x_1 + 2x_2 \leq 36$$

$$x_1 \leq 8$$

$$x_2 \leq 12$$

$$x \geq 0$$

- Estandarización

$$\text{Max } Z = 6x_1 + 10x_2 + 0x_3 + 0x_4 + 0x_5$$

$$\text{s.a. } 6x_1 + 2x_2 + x_3 = 36$$

$$x_1 + x_4 = 8$$

$$x_2 + x_5 = 12$$

$$x_1 \quad x_2 \quad x_3 \quad x_4 \quad x_5$$

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$Z$
$x_3$	-6	-10	0	0	0	0
$x_4$	6	2	1	0	0	36
$x_5$	1	0	0	1	0	8
	0	1	0	0	1	12
	$Z$	-6	0	0	10	120
$x_3$	6	0	1	0	-2	12
$x_4$	1	0	0	1	0	8
$x_2$	10	1	0	0	1	12
	$Z$	0	0	1	8	132
$x_1$	1	0	-1/6	0	-1/3	2
$x_4$	0	0	-1/6	1	1/3	6
$x_2$	0	1	0	0	1	12

Verificación

$$\text{Max } Z = 6x_1 + 10x_2$$

$$132 = 6(2) + 10(12)$$

$$132 = 132 //$$

Solución

$$\begin{cases} Z = 132 \\ x_1 = 2 \\ x_4 = 6 \\ x_2 = 12 \end{cases} //$$

Ejercicio N°3

$$\text{Max } Z = 6x_1 + 5x_2 + 4x_3$$

$$\text{s.o. } 2x_1 + 2x_2 + x_3 \leq 90$$

$$x_1 + 3x_2 + 2x_3 \leq 150$$

$$2x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 120$$

$$\forall x \geq 0$$

Estendenzación:

$$\text{Max } Z = 6x_1 + 5x_2 + 4x_3 + 0x_4 + 0x_5 + 0x_6$$

$$\text{s.o. } 2x_1 + 2x_2 + x_3 + x_4 = 90$$

$$x_1 + 3x_2 + 2x_3 + x_5 = 150$$

$$2x_1 + x_2 + 2x_3 + x_6 = 120$$

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	
$Z$	-6	-5	-4	0	0	0	0
$x_4$	2	2	1	1	0	0	90
$x_5$	1	3	2	0	1	0	150
$x_6$	2	1	2	0	0	1	120
$Z$	0	1	1-1	3	0	0	270
+6;-1;-2	$x_1$	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	0	45
	$x_5$	0	2	$\frac{3}{2}$	$-\frac{1}{2}$	1	105
	$x_6$	0	-1	1	-1	0	30
	$Z$	0	0	2	0	1	300
+1; $-\frac{1}{2}$ ; $-\frac{3}{2}$	$x_1$	1	$\frac{3}{2}$	0	1	0	30
	$x_5$	0	$\frac{7}{2}$	0	1	1	60
	$x_3$	0	-1	1	-1	0	30

Ventilación

$$\text{Max } Z = 6x_1 + 5x_2 + 4x_3$$

$$300 = 6(30) + 5(0) + 4(30)$$

$$300 = 300 //$$

Solución

$$Z = 300$$

$$x_1 = 30$$

$$x_5 = 60$$

$$x_3 = 30 //$$

## Ejercicio 4

$$\text{Max } Z = 60x_1 + 40x_2 + 30x_3$$

$$\text{s.a. } 6x_1 + 4x_2 + 2x_3 \leq 58$$

$$4x_1 + 2x_2 + \frac{3}{2}x_3 \leq 30$$

$$2x_1 + \frac{3}{2}x_2 + \frac{1}{2}x_3 \leq 18$$

$$\forall x \geq 0$$

- Estandarización:

$$\text{Max } Z = 60x_1 + 40x_2 + 30x_3 + 0x_4 + 0x_5 + 0x_6$$

$$\text{s.a. } 6x_1 + 4x_2 + 2x_3 + x_4 = 58$$

$$4x_1 + 2x_2 + \frac{3}{2}x_3 + x_5 = 30$$

$$2x_1 + \frac{3}{2}x_2 + \frac{1}{2}x_3 + x_6 = 18$$

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	
$Z$	-60	-40	-30	0	0	0	0
$x_4$	1	6	4	2	1	0	58
$x_5$	4	1	2	$\frac{3}{2}$	0	1	30
$x_6$	2	1	$\frac{3}{2}$	$\frac{1}{2}$	0	1	18
	0	1	-10	$\frac{1}{2}$	0	15	450
	0	1	1	$\frac{1}{4}$	1	$-\frac{3}{2}$	13
	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	0	$\frac{1}{4}$	$\frac{15}{2}$
	0	1	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{4}$	0	$-\frac{1}{2}$	3
	0	0	1	$-\frac{25}{2}$	0	5	510
	0	0	1	$\frac{1}{4}$	1	$-\frac{1}{2}$	7
	1	0	1	$\frac{5}{8}$	0	$\frac{3}{4}$	$\frac{9}{2}$
	0	1	1	$-\frac{1}{2}$	0	-1	6
	20	0	0	0	20	0	600
	$-\frac{3}{5}$	0	0	1	$-\frac{4}{5}$	$-\frac{8}{5}$	$\frac{26}{5}$
	$\frac{8}{5}$	0	1	0	$\frac{6}{5}$	$-\frac{8}{5}$	$\frac{36}{5}$
	$\frac{4}{5}$	1	0	0	$-\frac{2}{5}$	$\frac{6}{5}$	$\frac{48}{5}$

### Verificación

$$\text{Max } Z = 60x_1 + 40x_2 + 30x_3$$

$$600 = 60(0) + 40(\frac{48}{5}) + 30(\frac{36}{5})$$

$$600 = 600 \quad //$$

### Solución

$$\begin{cases} Z = 600 \\ x_4 = \frac{26}{5} \end{cases}$$

$$\begin{cases} x_3 = \frac{36}{5} \\ x_2 = \frac{48}{5} \end{cases}$$

$$\begin{cases} x_1 = 0 \\ x_5 = 0 \end{cases}$$

## Ejercicio N°5

$$\text{Max } Z = 5000 x_1 + 14000 x_2 + 7500 x_3$$

$$\begin{array}{lll} \text{s.a.} & \frac{5}{4} x_1 + \frac{7}{4} x_2 + x_3 \leq 500 \\ & 5 x_1 + \frac{15}{2} x_2 + 10 x_3 \leq 1200 \\ & \frac{5}{2} x_1 + 10 x_2 + \frac{15}{2} x_3 \leq 1200 \\ & \frac{5}{2} x_1 + \frac{15}{2} x_2 + 5 x_3 \leq 900 \\ & \frac{1}{4} x_1 + \frac{2}{5} x_2 + \frac{7}{20} x_3 \leq 10\frac{5}{2} \end{array}$$

$$\forall x \geq 0$$

Estandarización:

$$\text{Max } Z = 5000 x_1 + 14000 x_2 + 7500 x_3 + 0x_4 + 0x_5 + 0x_6 + 0x_7 + 0x_8$$

$$\begin{array}{lll} \text{s.a.} & \frac{5}{4} x_1 + \frac{7}{4} x_2 + x_3 + x_4 & = 500 \\ & 5 x_1 + \frac{15}{2} x_2 + 10 x_3 + x_5 & = 1200 \\ & \frac{5}{2} x_1 + 10 x_2 + \frac{15}{2} x_3 + x_6 & = 1200 \\ & \frac{5}{2} x_1 + \frac{15}{2} x_2 + 5 x_3 + x_7 & = 900 \\ & \frac{1}{4} x_1 + \frac{2}{5} x_2 + \frac{7}{20} x_3 + x_8 & = 10\frac{5}{2} \end{array}$$

$$\begin{array}{ccccccccc} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 & x_5 & x_6 & x_7 & x_8 \\ \hline Z & -5000 & -14000 & -7500 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array}$$

$x_4$	$\frac{5}{4}$	$\frac{7}{4}$	$1$	$1$	$0$	$0$	$0$	$0$
$x_5$	$5$	$\frac{15}{2}$	$1$	$10$	$0$	$0$	$0$	$0$
$x_6$	$\frac{5}{2}$	$10$	$1$	$\frac{15}{2}$	$0$	$1$	$0$	$0$
$x_7$	$\frac{5}{2}$	$\frac{15}{2}$	$1$	$5$	$0$	$0$	$1$	$0$
$x_8$	$\frac{1}{4}$	$\frac{2}{5}$	$1$	$\frac{7}{20}$	$0$	$0$	$0$	$1$
$Z$	-1500	0	3000	0	0	1400	0	0
$x_4$	$\frac{13}{16}$	0	$-\frac{5}{16}$	$1$	0	$-\frac{7}{40}$	0	0
$x_5$	$\frac{25}{8}$	0	$\frac{35}{8}$	0	$1$	$-\frac{3}{4}$	0	0
$x_2$	$\frac{1}{4}$	$1$	$\frac{3}{4}$	0	0	$\frac{1}{10}$	0	0
$x_7$	$\frac{5}{8}$	0	$-\frac{5}{8}$	0	0	$-\frac{3}{4}$	1	0
$x_8$	$\frac{1}{320}$	0	$\frac{1}{20}$	0	0	$-\frac{1}{25}$	0	$1$
$Z$	0	0	1500	0	0	$-\frac{1}{400}$	2400	0
$x_4$	0	0	$\frac{1}{2}$	$1$	0	$1\frac{4}{5}$	$-1\frac{3}{10}$	0
$x_5$	0	0	$\frac{15}{2}$	0	$1$	$3$	-5	0
$x_2$	0	$1$	$1$	0	0	$1\frac{3}{5}$	$-\frac{3}{5}$	0
$x_1$	$1$	0	$-\frac{1}{2}$	0	0	$1\frac{4}{5}$	$\frac{8}{5}$	0
$x_8$	0	0	$\frac{1}{5}$	0	0	$1\frac{7}{50}$	$-\frac{6}{25}$	$1$
$Z$	0	0	$14500\frac{1}{7}$	0	0	$12000\frac{1}{7}$	$20000\frac{1}{7}$	$1\frac{9}{2}$
$x_4$	0	0	$-\frac{9}{14}$	$1$	0	0	$\frac{1}{14}$	$-40\frac{1}{7}$
$x_5$	0	0	$\frac{45}{14}$	0	$1$	0	$\frac{1}{7}$	$-150\frac{1}{7}$
$x_2$	0	$1$	$\frac{3}{7}$	0	0	0	$2\frac{1}{7}$	$-20\frac{1}{7}$
$x_1$	$1$	0	$\frac{5}{7}$	0	0	0	$-16\frac{35}{35}$	$60\frac{1}{7}$
$x_6$	0	0	$10\frac{1}{7}$	0	0	$1$	$-12\frac{1}{7}$	$50\frac{1}{7}$

Variación

$$\text{Max } Z = 5000 x_1 + 14000 x_2 + 7500 x_3$$

$$1'962'857,143 = 5000(270\frac{1}{7}) + 14000(750\frac{1}{7}) + 7500(0)$$

$$1'962'857,143 = 1'962'857,143 //$$

Solución

$$\begin{cases} Z = 1'962'857,143 \\ x_4 = 1850\frac{1}{7} \\ x_2 = 750\frac{1}{7} \\ x_5 = 1425\frac{1}{7} \\ x_1 = 270\frac{1}{7} \\ x_6 = 225\frac{1}{7} \end{cases} //$$

Ejercicio N°6

$$\text{Min } Z = 15x_1 - 15x_2 / (-1)$$

$$\text{s.a. } 6x_1 + 4x_2 \leq 432$$

$$5x_1 + 5x_2 \leq 2064/5$$

$$4x_1 + 6x_2 \leq 2112/5$$

$$x_i \geq 0$$

$$\text{Max } -Z = -15x_1 + 15x_2$$

$$\text{s.a. } 6x_1 + 4x_2 \leq 432$$

$$5x_1 + 5x_2 \leq 2064/5$$

$$4x_1 + 6x_2 \leq 2112/5$$

$$x_i \geq 0$$

- Estandarización:

$$\text{Max } -Z = -15x_1 + 15x_2 + 0x_3 + 0x_4 + 0x_5$$

$$\text{s.a. } 6x_1 + 4x_2 + x_3 = 432$$

$$5x_1 + 5x_2 + x_4 = 2064/5$$

$$4x_1 + 6x_2 + x_5 = 2112/5$$

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	
$-Z$	15	1-15	0	0	0	0
$x_3$	6	4	1	0	0	432
$x_4$	5	5	0	1	0	2064/5
$x_5$	4	6	0	0	1	2112/5
$+15; -4; -5$						
$-Z$	25	0	0	0	$5/2$	1056
$x_3$	$10/3$	0	1	0	$-2/3$	$752/5$
$x_4$	$5/3$	0	0	1	$-5/6$	$304/5$
$x_2$	$2/3$	1	0	0	$1/6$	$352/5$

Verificación

$$\text{Max } -Z = -15x_1 + 15x_2$$

$$1056 = -15(0) + 15(352/5)$$

$$1056 = 1.056 \cancel{4}$$

Solución

$$-Z = 1056 / (-1) \Rightarrow Z = -1056$$

$$x_3 = 752/5 \quad | \quad x_3 = 752/5$$

$$x_4 = 304/5 \quad | \quad x_4 = 304/5$$

$$x_2 = 352/5 \quad | \quad x_2 = 352/5$$

Verificación

$$\text{Min } Z = 15x_1 - 15x_2$$

$$-1.056 = 15(0) - 15(352/5)$$

$$-1056 = -1056 \cancel{4}$$

- Para Resolver:

1)  $\text{Max } Z = 300x_1 + 100x_2$

s.a.  $40x_1 + 8x_2 \leq 800$

$10x_1 + 5x_2 \leq 320$

$x_2 \leq 60$

$\forall x \geq 0$

2)  $\text{Max } Z = \frac{1}{2}x_1 + \frac{1}{4}x_2 + 3x_3$

s.a.  $\frac{4}{5}x_1 + \frac{1}{5}x_2 \leq 3$

$x_1 + \frac{3}{2}x_2 + 3x_3 \leq 6$

$\frac{1}{10}x_1 + \frac{3}{5}x_2 + 2x_3 \leq 4$

$x_1 + x_2 + x_3 \leq 6$

$\forall x \geq 0$

3)  $\text{Max } Z = 4000x_1 + 1000x_2$

s.a.  $4x_1 + 6x_2 \leq 72$

$6x_1 + 12x_2 \leq 120$

$\forall x \geq 0$

4)  $\text{Max } Z = 250x_1 + 400x_2$

s.a.  $x_1 + x_2 \leq 50$

$\frac{1}{4}x_1 + \frac{1}{2}x_2 \leq 50$

$x_1 \leq 125$

$x_2 \leq 125$

$\forall x \geq 0$

5)  $\text{Min } Z = -30x_1 + 40x_2$

s.a.  $20x_1 + 30x_2 \leq 3000$

$40x_1 + 30x_2 \leq 4000$

$\forall x \geq 0$

PRACTICA 4  
GRAFICA

$$\text{J: } \text{Max } Z = 10x_1 + 12x_2$$

$$\text{s.s. } x_1 + x_2 \leq 60 \quad (1)$$

$$x_1 - 2x_2 \geq 0 \quad (2)$$

$$\forall x \geq 0$$

- Para (1)

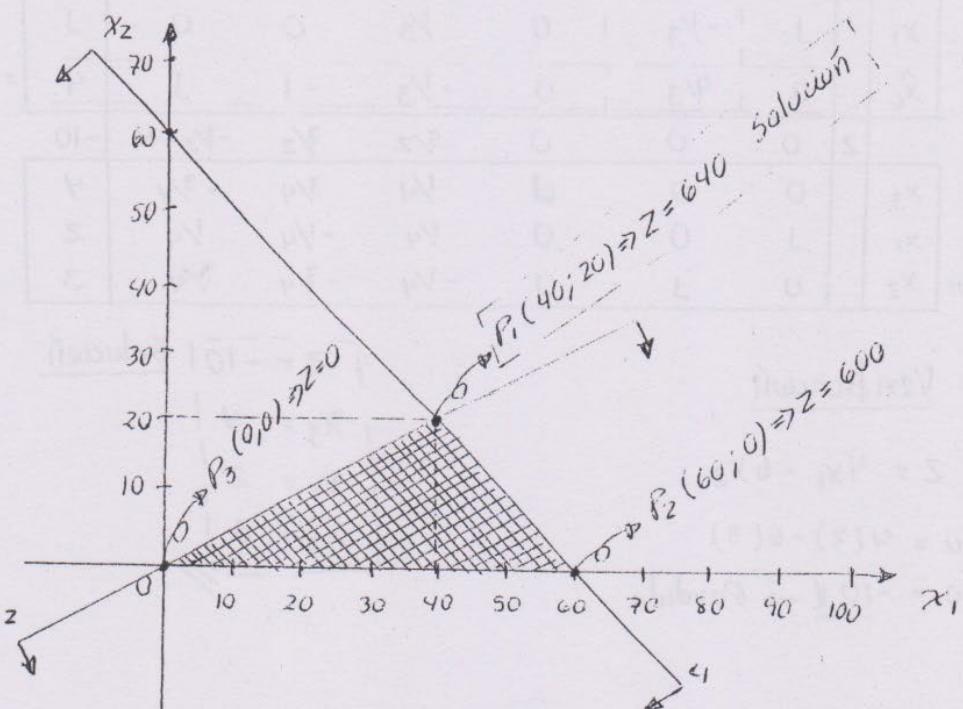
$$x_1 + x_2 = 60$$

$x_1$	$x_2$
0	60
60	0

- Para (2)

$$x_1 - 2x_2 = 0$$

$x_1$	$x_2$
0	0
40	20



- Para  $C_1$  y  $C_2$

$$x_1 + x_2 = 60 \quad (z)$$

$$x_1 - 2x_2 = 0$$

$$\underline{2x_1 + 2x_2 = 120}$$

$$\underline{x_1 - 2x_2 = 0}$$

$$\underline{3x_1 = 120}$$

$$\underline{x_1 = 40} \quad \underline{x_2 = 20}$$

Solución

$$\underline{\underline{Z = 640}}$$

$$\underline{\underline{x_1 = 40}}$$

$$\underline{\underline{x_2 = 20}}$$

Problema 2

Ejemplos

$$\text{Max } Z = 4x_1 - 6x_2 + 0x_3 + 0x_4 + 0x_5 - M\hat{x}_6$$

$$s.o \quad x_2 + x_3 = 7$$

$$3x_1 - x_2 + x_4 = 3$$

$$x_1 + x_2 - x_5 + x_6 = 5$$

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$\hat{x}_6$	
$Z$	-4	6	0	0	0	M	0
$Z$	$-4-M$	$6-M$	0	0	M	0	$-5M$
$x_3$	0	1	1	1	0	0	7
$x_4$	3	1	-1	0	1	0	3
$\hat{x}_6$	1	1	1	0	0	-1	5
$Z$	0	$14/3 - 4/3M$	0	$4/3 + 1/3M$	M	0	$4 - 4M$
$x_3$	0	1	1	1	0	0	7
$x_1$	1	1	$-1/3$	1	0	$1/3$	1
$\hat{x}_6$	0	$4/3$	1	0	$-1/3$	-1	4
$Z$	0	0	0	$5/2$	$7/2$	$-7/2 + M$	-10
$x_3$	0	0	1	$1/4$	$3/4$	$-3/4$	4
$x_1$	1	0	0	$1/4$	$-1/4$	$1/4$	2
$x_2$	0	1	0	$-1/4$	$-3/4$	$3/4$	3

Ventilación

$$Z = -10 \quad \underline{\text{Solución}}$$

$$\begin{cases} x_3 = 4 \\ x_1 = 2 \\ x_2 = 3 \end{cases}$$

$$\text{Max } Z = 4x_1 - 6x_2$$

$$-10 = 4(2) - 6(3)$$

$$-10 = -10 \parallel \rightarrow \text{Pardida}$$

$$2. \quad \text{Max } Z = 4x_1 - 6x_2$$

$$\text{s.s.} \quad x_2 \leq 7 \quad (1)$$

$$3x_1 - x_2 \leq 3 \quad (2)$$

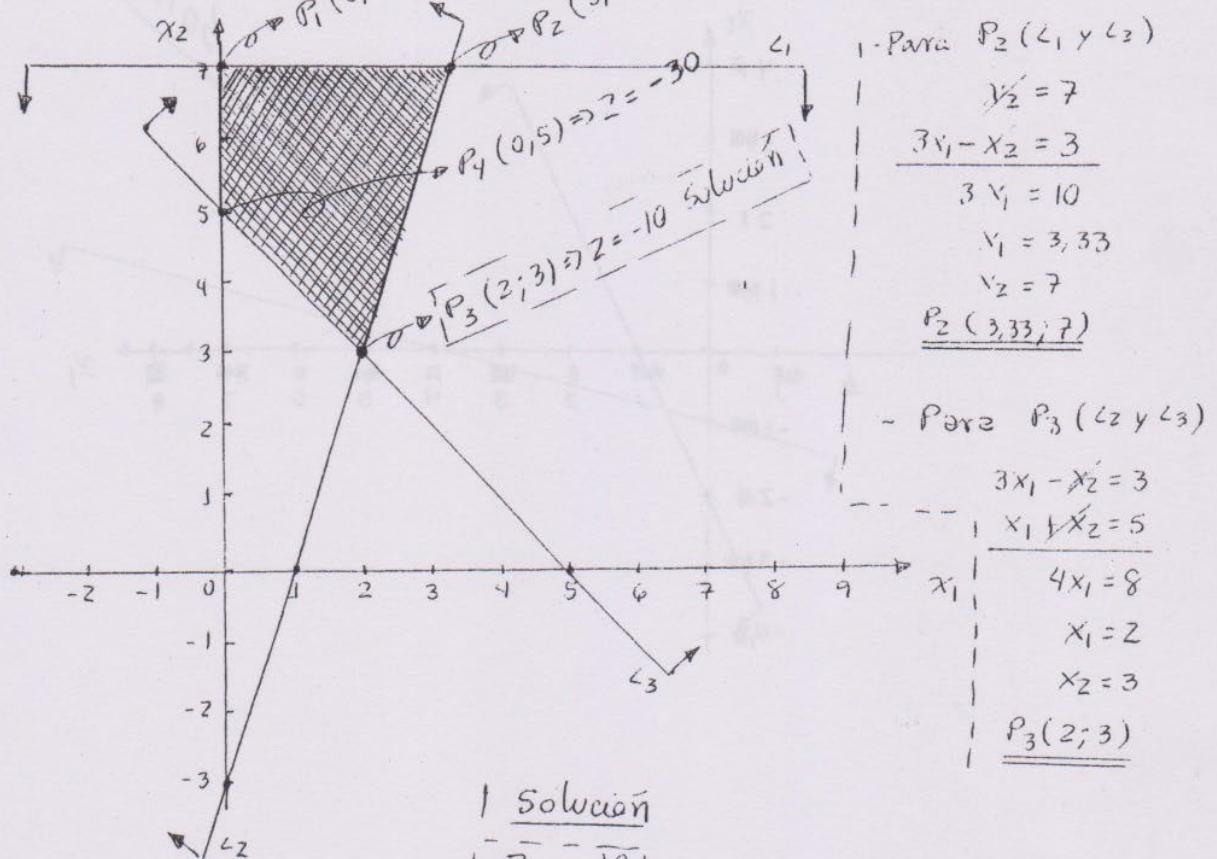
$$x_1 + x_2 \geq 5 \quad (3)$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

- Pera (1) | - Pera (2) | - Pera (3)

$$x_2 = 7 \quad | \quad 3x_1 - x_2 = 3 \quad | \quad x_1 + x_2 = 5$$

$$\begin{array}{c|cc|c|cc|c|cc} & x_1 & x_2 & & x_1 & x_2 & & x_1 & x_2 \\ \hline P & 7 & & & 0 & -3 & & 0 & 5 \\ & 7 & & & 1 & 0 & & 5 & 0 \end{array}$$



- Pera  $P_2(x_1, x_2)$

$$\begin{aligned} x_2 &= 7 \\ 3x_1 - x_2 &= 3 \\ 3x_1 &= 10 \\ x_1 &= 3,33 \\ x_2 &= 7 \\ \underline{P_2(3,33,7)} \end{aligned}$$

- Pera  $P_3(x_2, x_3)$

$$\begin{aligned} 3x_1 - x_2 &= 3 \\ x_1 + x_2 &= 5 \\ 4x_1 &= 8 \\ x_1 &= 2 \\ x_2 &= 3 \\ \underline{P_3(2,3)} \end{aligned}$$

1 Solución

$$Z = -10$$

$$x_1 = 2$$

$$x_2 = 3$$

Nota: Verificación en un problema de penalización  
Loje: Verlo!

3-  $\text{Max } Z = 4x_1 - 10x_2$

s.a.  $x_1 - 4x_2 \geq 4 \quad \dots (1)$

$2x_1 - x_2 \geq 2 \quad \dots (2)$

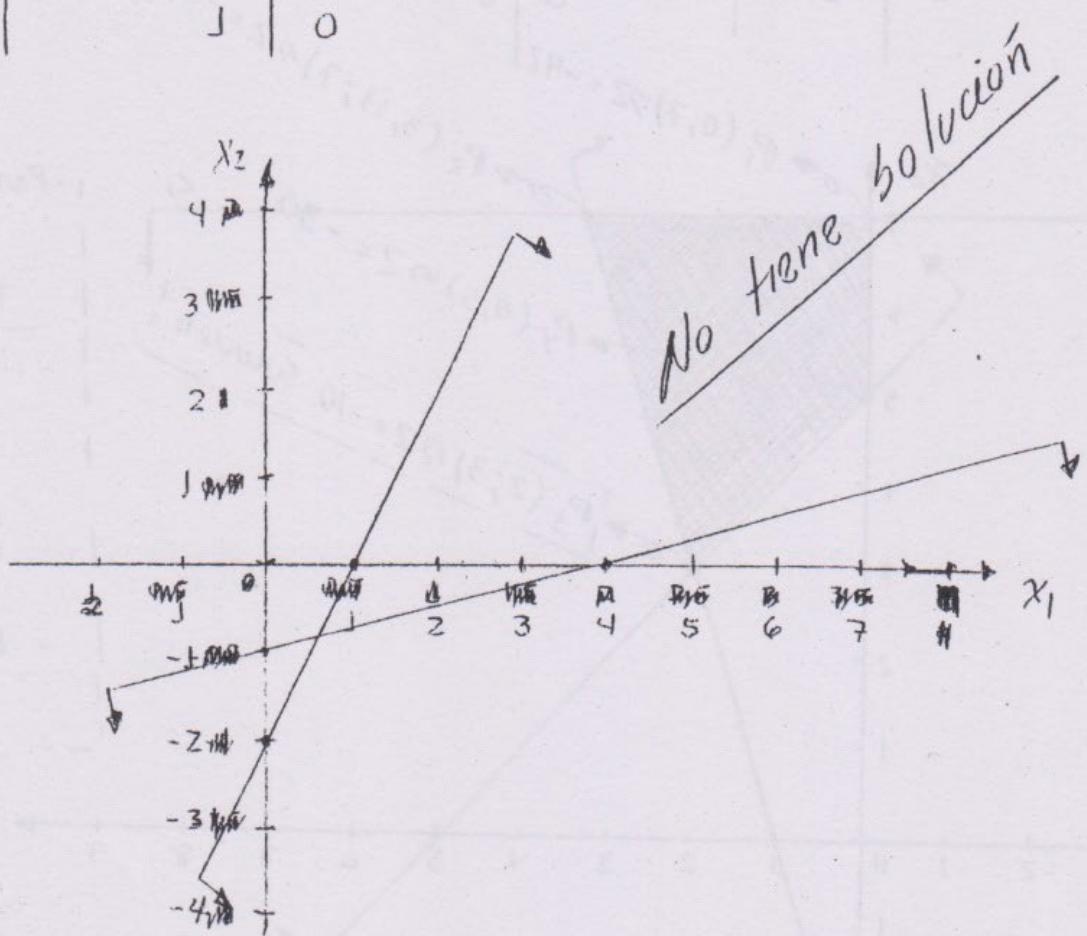
$x_1, x_2 \geq 0$

- Para (1) | - Para (2)

$$x_1 - 4x_2 = 4 \quad | \quad 2x_1 - x_2 = 2$$

$x_1$	$x_2$
0	-1
4	0

$x_1$	$x_2$
0	-2
1	0



$$4- \quad \text{Min } Z = 2x_1 + x_2$$

$$\text{s.s.} \quad 3x_1 + x_2 \geq 3 \quad (1)$$

$$4x_1 + 3x_2 \geq 6 \quad (2)$$

$$x_1 + 2x_2 \geq 2 \quad (3)$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

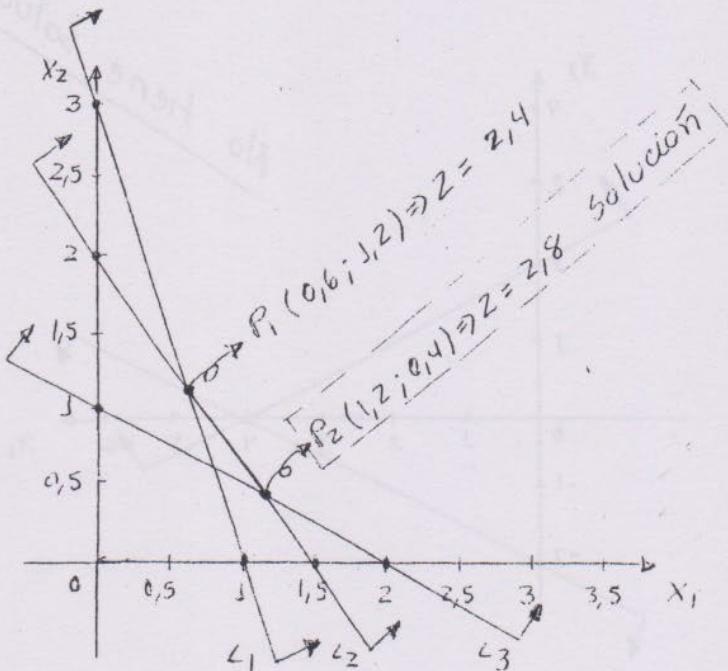
- Para (1) | - Para (2) | - Para (3)

$$3x_1 + x_2 = 3 \quad | \quad 4x_1 + 3x_2 = 6 \quad | \quad x_1 + 2x_2 = 2$$

$x_1$	$x_2$
0	3
1	0

$x_1$	$x_2$
0	2
1,5	0

$x_1$	$x_2$
0	1
2	0



- Para  $P_1 (L_1 \text{ y } L_2)$

$$3x_1 + x_2 = 3 \quad /(-3)$$

$$\underline{4x_1 + 3x_2 = 6}$$

$$-9x_1 - 3x_2 = -9$$

$$\underline{4x_1 + 3x_2 = 6}$$

$$-5x_1 = -3$$

$$x_1 = 0,6$$

$$x_2 = 1,2$$

$$\underline{\underline{P_1(0,6; 1,2)}}$$

- Para  $P_2 (L_2 \text{ y } L_3)$

$$4x_1 + 3x_2 = 6$$

$$\underline{x_1 + 2x_2 = 2 \quad /(-4)}$$

$$4x_1 + 3x_2 = 6$$

$$\underline{-4x_1 - 8x_2 = -8}$$

$$-5x_2 = -2$$

$$x_2 = 0,4$$

$$x_1 = 1,2$$

$$\underline{\underline{P_2(1,2; 0,4)}}$$

Solución

$$\begin{cases} Z = 2,8 \\ \end{cases}$$

$$\begin{cases} x_1 = 1,2 \\ \end{cases}$$

$$\begin{cases} x_2 = 0,4 \\ \end{cases}$$

$$5- \text{ Min } Z = 10x_1 + 2x_2$$

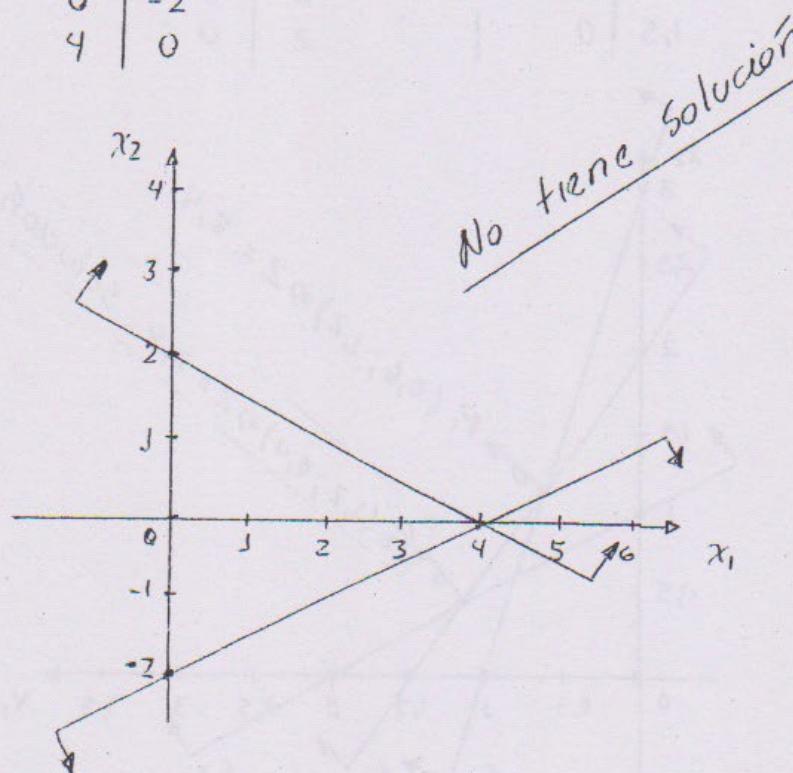
$$\text{s.s. } x_1 + 2x_2 \geq 4 \quad \dots (1)$$

$$x_1 - 2x_2 \geq 4 \quad \dots (2)$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

- Para (1) | - Para (2)

$x_1$	$x_2$		$x_1$	$x_2$
0	2		0	-2
4	0		4	0



$$6: \begin{aligned} \text{Min } Z &= x_1 - x_2 \\ \text{s.a.} \quad x_1 &\geq 3 \\ x_1 + 3x_2 &\geq 6 \\ x_1 - 3x_2 &\geq -6 \\ x_1, x_2 &\geq 0 \end{aligned}$$

$$7: \begin{aligned} \text{Max } Z &= 2x_1 + 3x_2 \\ \text{s.a.} \quad 3x_1 + 2x_2 &\leq 5 \\ -x_1 + x_2 &\leq 0 \\ x_1, x_2 &\geq 0 \end{aligned}$$

$$8: \begin{aligned} \text{Max } Z &= 2x_1 + x_2 \\ \text{s.a.} \quad 2x_1 - x_2 &\leq 16 \\ x_1 - x_2 &\leq 6 \\ x_1 + 2x_2 &\leq 28 \\ x_1 + 4x_2 &\leq 48 \\ x_1, x_2 &\geq 0 \end{aligned}$$

$$9: \begin{aligned} \text{Max } Z &= 2x_1 + x_2 \\ \text{s.a.} \quad -x_1 + 2x_2 &\leq 4 \\ 2x_1 + x_2 &\leq 6 \\ x_2 &\geq 8 \\ x_1, x_2 &\geq 0 \end{aligned}$$

$$10: \begin{aligned} \text{Min } Z &= x_1 - x_2 \\ \text{s.a.} \quad x_1 + x_2 &\leq 6 \\ x_1 - x_2 &\geq 0 \\ -x_1 + x_2 &\geq 3 \\ x_1, x_2 &\geq 0 \end{aligned}$$

DUALIDAD

a)

- Modelo "Original" o "Primo"

$$\text{Min } Z = 2x_1 - x_2$$

$$\text{s.a. } -3x_1 + 2x_2 \leq 10$$

$$x_1 - x_2 \leq 2$$

$$2x_1 - 3x_2 \geq 3/(-1)$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

$$\text{Min } Z = 2x_1 - x_2$$

$$\text{s.a. } -3x_1 + 2x_2 \leq 10$$

$$x_1 - x_2 \leq 2$$

$$-2x_1 + 3x_2 \leq -3$$

$$x_1, x_2$$

Nota:

Para presentar en la forma canónica, se multiplica la tercera restricción por: (-1)

- Para volverlo "DUAL"

$$w = \text{dual}$$

$$\text{Max } Z = 10w_1 + 2w_2 - 3w_3$$

$$\text{s.a. } -3w_1 + w_2 - 2w_3 \geq 2$$

$$2w_1 - w_2 + 3w_3 \geq -1$$

$$w_1, w_2, w_3 \geq 0$$

b)

- Modelo Original



- Modelo "Dual"

$$\text{Min } Z = x_1 + 7x_2$$

$$\text{s.a. } 2x_1 - x_2 \geq 5$$

$$x_1 + x_2 \geq 1$$

$$x_1, x_2$$

$$\text{Max } Z = 5w_1 + w_2$$

$$\text{s.a. } 2w_1 + w_2 \leq 1$$

$$-w_1 + w_2 \leq 7$$

$$w_1, w_2 \geq 0$$

c)

- Modelo Original



- Modelo "Dual"

$$\text{Min } Z = 8x_1 - 6x_2$$

$$\text{s.a. } x_1 - 2x_2 \leq 4$$

$$2x_1 - x_2 = 1$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

$$\text{Max } Z = 4w_1 + w_2$$

$$\text{s.a. } w_1 + 2w_2 \geq 8$$

$$-2w_1 - w_2 \geq -6$$

$$w_1, w_2 \geq 0$$

## - DUAL SIMPLEX

$$1) \text{Min } Z = 2x_1 + 2x_2$$

$$\text{s.a. } 3x_1 + x_2 \geq 10$$

$$4x_1 + 3x_2 \geq 12$$

$$x_1 + 2x_2 \leq 3$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

$$\text{Max } -Z = -2x_1 - 2x_2$$

$$\text{s.a. } -3x_1 - x_2 \leq -10$$

$$-4x_1 - 3x_2 \leq -12$$

$$x_1 + 2x_2 \leq 3$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

Estandarización:

$$\text{Max } -Z = -2x_1 - 2x_2 + 0x_3 + 0x_4 + 0x_5$$

$$\text{s.a. } -3x_1 - x_2 + x_3 = -10$$

$$-4x_1 - 3x_2 + x_4 = -12$$

$$x_1 + 2x_2 + x_5 = 3$$

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	C.D.
$-Z$	2	2	0	0	0	0
$x_3$	-3	-1	1	0	0	-10
$x_4$	-4	-3	0	1	0	-12
$x_5$	1	2	0	0	1	3
$-Z$	0	$\frac{1}{2}$	0	$\frac{1}{2}$	0	-6
$x_3$	0	$\frac{5}{4}$	1	$-\frac{3}{4}$	0	-1
$x_1$	1	$\frac{3}{4}$	0	$-\frac{1}{4}$	0	3
$x_5$	0	$\frac{5}{4}$	0	$\frac{1}{4}$	1	0
$-Z$	0	$\frac{4}{3}$	$\frac{2}{3}$	0	0	$-\frac{20}{3}$
$\frac{1}{2}; \frac{5}{4}; -\frac{1}{4}$	$x_4$	0	$-\frac{5}{3}$	$-\frac{4}{3}$	1	$\frac{4}{3}$
	$x_1$	1	$\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	0	$\frac{10}{3}$
	$x_5$	0	$\frac{5}{3}$	$\frac{1}{3}$	1	$-\frac{1}{3}$

Sin Solución

b) Min $Z = 2x_1 + x_2$	$\text{Max } -Z = -2x_1 - x_2$
s.a. $3x_1 + x_2 \geq 3$	$-3x_1 - x_2 \leq -3$
$4x_1 + 3x_2 \geq 6$	$-4x_1 - 3x_2 \leq -6$
$x_1 + 2x_2 \geq 3$	$-x_1 - 2x_2 \leq -3$
$x_1, x_2 \geq 0$	$x_1, x_2 \geq 0$

Estandarización:

$$\text{Max } -Z = -2x_1 - x_2 + 0x_3 + 0x_4 + 0x_5$$

$$\begin{array}{lll} \text{s.a.} & -3x_1 - x_2 + x_3 & = -3 \\ & -4x_1 - 3x_2 + x_4 & = -6 \\ & -x_1 - 2x_2 + x_5 & = -3 \end{array}$$

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	C.D.
	-2	2	1	0	0	0
$x_3$	-3	-1	1	0	0	-3
$x_4$	-4	-3	0	1	0	-6
$x_5$	-1	-2	0	0	1	-3
	-2	$\frac{2}{3}$	0	0	$y_3$	-2
$x_3$	$-\frac{5}{3}$	0	1	$-y_3$	0	-1
$x_2$	$\frac{4}{3}$	1	0	$-y_3$	0	2
$x_5$	$\frac{5}{3}$	0	0	$-\frac{2}{3}$	1	1
	-2	0	0	$\frac{2}{5}$	$\frac{1}{5}$	$-\frac{13}{5}$
$x_1 - \frac{4}{3}x_2 - \frac{5}{3}x_3$	$x_1$	1	0	$-\frac{3}{5}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{3}{5}$
	$x_2$	0	1	$\frac{4}{5}$	$-\frac{3}{5}$	$\frac{6}{5}$
	$x_5$	0	0	1	-1	0

	Bolución
	$-Z = -\frac{12}{5} / (-1)$
	$Z = \frac{12}{5}$
	$x_1 = \frac{3}{5}$
	$x_2 = \frac{6}{5}$
	$x_5 = 0$

Verificación

$$\text{Min } Z = 2x_1 + x_2$$

$$\frac{12}{5} = 2\left(\frac{3}{5}\right) + \frac{6}{5}$$

$$\frac{12}{5} = \underline{\frac{12}{5}} //$$

$$c) \quad \text{Max } Z = -2x_1 - 2x_2 - 3x_3 \quad | \quad \text{Max } Z = -2x_1 - 2x_2 - 2x_3$$

$$\begin{aligned} \text{s.e.} \quad & 2x_1 + 4x_2 + 2x_3 \geq 10 \\ & 3x_1 - 3x_2 + 9x_3 = 12 \\ & x_1, x_2, x_3 \geq 0 \end{aligned}$$

$$\text{Max } Z = -2x_1 - 2x_2 - 2x_3$$

$$\begin{aligned} \text{S.E.} \quad & 2x_1 + 4x_2 + 2x_3 \geq 10 \quad /(-1) \\ & 3x_1 - 3x_2 + 9x_3 \geq 12 \quad /(-1) \\ & 3x_1 - 3x_2 + 9x_3 \leq 12 \\ & x_1, x_2, x_3 \geq 0 \end{aligned}$$

$$\text{Max } Z = -2x_1 - 2x_2 - 3x_3$$

$$\begin{aligned} S.0 \quad & -2x_1 - 4x_2 - 2x_3 \leq -10 \\ & -3x_1 + 3x_2 - 9x_3 \leq -12 \\ & 3x_1 - 3x_2 + 9x_3 \leq 12 \\ & x_1, x_2, x_3 \geq 0 \end{aligned}$$

## Estendenzación

$$\text{Max } Z = -2x_1 - 2x_2 - 3x_3 + 0x_4 + 0x_5 + 0x_6$$

$$\begin{array}{rcl} S.2. & -2x_1 - 4x_2 - 2x_3 + x_4 & = -10 \\ & -3x_1 + 3x_2 - 9x_3 + x_5 & = -12 \\ & 3x_1 - 3x_2 + 9x_3 + x_6 & = 12 \end{array}$$

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	L.D.
$x_4$	2	2	1 3	0	0	0	0
$x_5$	-2	-4	-2	1	0	0	-10
$x_6$	-3	3	-9	0	1	0	-12
	3	-3	9	0	0	1	12
$x_4$	1	3	0	0	$\frac{1}{3}$	0	-4
$x_5$	$-\frac{4}{3}$	$-\frac{14}{3}$	0	1	$-\frac{3}{9}$	0	$-\frac{22}{3}$
$x_6$	$\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	1	0	$-\frac{1}{9}$	0	$\frac{4}{3}$
	0	0	0	0	1	1	0
$x_2$	$\frac{1}{7}$	0	0	$\frac{9}{14}$	$\frac{4}{21}$	0	$-\frac{6}{7}$
$x_3$	$\frac{3}{7}$	1	0	$-\frac{3}{14}$	$\frac{1}{21}$	0	$\frac{1}{7}$
$x_6$	0	0	0	0	1	1	0

## Solución

$$\begin{array}{l} Z = -6/7 \\ X_2 = 11/7 \end{array}$$

## Ventilación

$$\begin{aligned} \text{Max } Z &= -2x_1 - 2x_2 - 3x_3 \\ -6V_7 &= -2(0) - 2(1)V_7 - 3(1)V_7 \end{aligned}$$

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

Dado el siguiente problema de programación lineal:

Vector "c"

$$\text{Max } Z = \overbrace{3x_1 + 4x_2}^{\text{S.o.}}$$

Coeficientes Tecnológicos

$$\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 \leq 1.200 \\ 2x_1 + x_2 \leq 1.000 \\ 4x_2 \leq 800 \end{cases}$$

- Vector "b"  
- Recursos Disponibles

$x_1, x_2 \geq 0$

Estandarización:

$$\begin{aligned} \text{Max } Z &= 3x_1 + 4x_2 + 0x_3 + 0x_4 + 0x_5 \\ \text{s.o.} \quad 2x_1 + 3x_2 + x_3 &= 1.200 \\ 2x_1 + x_2 + x_4 &= 1.000 \\ 4x_2 + x_5 &= 800 \end{aligned}$$

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	L.D.
$Z$	-3	-4	0	0	0	0
$x_3$	2	3	1	0	0	1.200
$x_4$	2	1	0	1	0	1.000
$x_5$	0	4	0	0	1	800

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	
$Z$	-3	0	0	0	1	800
$x_3$	1/2	0	1	0	-3/4	600
$x_4$	2	0	0	1	-1/4	800
$x_2$	0	1	0	0	1/4	200

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	
$Z$	0	0	3/2	0	1 - 1/8	1.700
$x_1$	1	0	1/2	0	1 - 3/8	300
$x_4$	0	0	-1	1	1/2	200
$x_2$	0	1	0	0	1/4	200

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	
$Z$	0	0	[5/4]	1/4	0	1750
$x_1$	1	0	[-1/4]	3/4	0	450
$x_5$	0	0	[-2]	2	1	400
$x_2$	0	1	[1/2]	-1/2	0	100

→ Matriz Inversa  $[B^{-1}]$

→ Precio Sombra  $[C_b - X_b]$

Solución

$$Z = 1750$$

$$x_1 = 450$$

$$x_5 = 400$$

$$x_2 = 100$$

a) Por motivos técnicos la fábrica desea cambiar los recursos disponibles

a)  $b = \begin{bmatrix} 500 \\ 420 \\ 200 \end{bmatrix}$ . Encuentra los nuevos valores.

$$X_b = \begin{bmatrix} -\frac{1}{4} & \frac{3}{4} & 0 \\ -2 & 2 & 1 \\ \frac{1}{2} & -\frac{1}{2} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 500 \\ 420 \\ 200 \end{bmatrix} = \begin{matrix} x_1 \\ x_5 \\ x_2 \end{matrix} \begin{bmatrix} 190 \\ 40 \\ 40 \end{bmatrix}$$

$$Z = [c_1 \ c_5 \ c_2] \begin{bmatrix} x_1 \\ x_5 \\ x_2 \end{bmatrix} \Rightarrow Z = [3 \ 0 \ 4] \begin{bmatrix} 190 \\ 40 \\ 40 \end{bmatrix} = 730 //$$

b) Se ha decidido hacer cambios en el vector "b" cambiando a  $b = \begin{bmatrix} 600 \\ 500 \\ 150 \end{bmatrix}$

Encuentre la nueva tabla óptima.

$$X_b = \begin{bmatrix} -\frac{1}{4} & \frac{3}{4} & 0 \\ -2 & 2 & 1 \\ \frac{1}{2} & -\frac{1}{2} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 600 \\ 500 \\ 150 \end{bmatrix} = \begin{matrix} x_1 \\ x_5 \\ x_2 \end{matrix} \begin{bmatrix} 225 \\ -50 \\ 50 \end{bmatrix}$$

$$Z = [3 \ 0 \ 4] \begin{bmatrix} 225 \\ -50 \\ 50 \end{bmatrix}$$

$$Z = 875 //$$

- Para encontrar la nueva tabla óptima, hacer por el método "Dual simplex"

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	
$Z$	0	0	$\frac{5}{4}$	$\frac{1}{4}$	0	875
$x_1$	1	0	$-\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	0	225
$x_5$	0	0	-2	2	1	-50
$x_2$	0	1	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	0	50
$Z$	0	0	0	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3375}{4}$
$x_1$	1	0	0	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{8}$	$\frac{925}{4}$
$x_3$	0	0	1	-1	$-\frac{1}{2}$	25
$x_2$	0	1	0	0	$\frac{1}{4}$	$\frac{75}{2}$

### Verificación

$$\text{Max } Z = 3x_1 + 4x_2$$

$$\frac{3375}{4} = 3\left(\frac{925}{4}\right) + 4\left(\frac{75}{2}\right)$$

$$\frac{3375}{4} = \underline{\frac{3375}{4}} //$$

### Solución

$$Z = \frac{3375}{4}$$

$$x_1 = \frac{925}{4}$$

$$x_3 = 25$$

$$x_2 = \frac{75}{2}$$

c) La fábrica hace el vector "C" = (1 2). Cuál es la nueva solución

Para "Z<sub>1</sub>"; C<sub>1</sub> = 1

$$z_1 = \begin{bmatrix} 5/4 & 1/4 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 \\ 2 \\ 0 \end{bmatrix} - 1 = 2 \cancel{1}$$

Para "Z<sub>2</sub>"; C<sub>2</sub> = 2

$$z_2 = \begin{bmatrix} 5/4 & 1/4 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3 \\ 1 \\ 4 \end{bmatrix} - 2 = 2 \cancel{1}$$

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	L.D.
$Z$	$z$	$2$	$5/4$	$1/4$	$0$	1750
$x_1$	1	0	$-1/4$	$3/4$	0	450
$x_5$	0	0	-2	2	1	400
$x_2$	0	1	$1/2$	$-1/2$	0	100
	0	0	$3/4$	$-1/4$	0	450
$x_1$	1	0	$-1/4$	$3/4$	0	450
$x_5$	0	0	-2	2	1	400
$x_2$	0	1	$1/2$	$-1/2$	0	100
	0	0	$1/2$	0	$1/8$	700
$x_1$	1	0	$1/2$	0	$-3/8$	300
$x_4$	0	0	-1	1	$1/2$	200
$x_2$	0	1	0	0	$1/4$	200

### Verificación

$$\text{Max } Z = x_1 + 2x_2$$

$$700 = 300 + 2(200)$$

$$700 = 700 \cancel{1}$$

### Solución

$$\begin{cases} Z = 700 \\ x_1 = 300 \\ x_4 = 200 \\ x_2 = 200 \end{cases}$$

d) La empresa realiza cambios los cuales afectan a los siguientes  
tecnológicos de  $x_2 = \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \\ 2 \end{bmatrix}$

$$Z_2 = \begin{bmatrix} \frac{5}{4} & \frac{1}{4} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \\ 2 \end{bmatrix} - 4 = -\frac{5}{4} //$$

$$X_b = \begin{bmatrix} -\frac{1}{4} & \frac{3}{4} & 0 \\ -2 & 2 & 1 \\ \frac{1}{2} & -\frac{1}{2} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \\ 2 \end{bmatrix} = X_1 \begin{bmatrix} \frac{1}{4} \\ 0 \\ \frac{1}{2} \end{bmatrix} //$$

	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	
$Z$	0	$-\frac{5}{4}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{1}{4}$	0	1750
$X_1$	1	$\frac{1}{4}$	$-\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	0	450
$X_5$	0	0	-2	2	1	400
$X_2$	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	0	100
$Z$	0	0	$\frac{5}{2}$	$-\frac{1}{2}$	0	2000
$X_1$	1	0	$-\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	0	400
$X_5$	0	0	-2	2	1	400
$X_2$	0	1	1	$-\frac{1}{2}$	0	200
$Z$	0	0	$\frac{3}{2}$	0	$\frac{1}{2}$	2200
$X_1$	1	0	$\frac{1}{2}$	0	$-\frac{1}{2}$	200
$X_4$	0	0	-1	1	$\frac{1}{2}$	200
$X_2$	0	1	0	0	$\frac{1}{2}$	400

### Verificación

$$\text{Max } Z = 3x_1 + 4x_2$$

$$2200 = 3(200) + 4(400)$$

$$2200 = 2200 //$$

### Solución

$$Z = 2200 //$$

$$X_1 = 200 //$$

$$X_4 = 200 //$$

$$X_2 = 400 //$$

e) Se efectúan cambios en los coeficientes tecnológicos  $x_1 = \begin{bmatrix} 3 \\ 1 \end{bmatrix}$

$$Z_1 = \left[ \frac{5}{4} \quad \frac{1}{4} \quad 0 \right] \begin{bmatrix} 3 \\ 3 \\ 1 \end{bmatrix} - 3 = \frac{3}{2} //$$

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	L.D.
$Z$	-3	1/4	0	0	0	0
$x_3$	3	1/3	1	0	0	1200
$x_4$	3	1/1	0	1	0	1000
$x_5$	1	1/4	0	0	1	800
$Z$	1/2	0	0	0	1	800
$x_3$	3/4	0	1	0	-3/4	600
$x_4$	11/4	0	0	1	-1/4	800
$x_2$	1/4	1	0	0	1/4	200
$Z$	0	0	8/9	0	1/3	4000/3
$x_1$	1	0	4/9	0	-1/3	800/3
$x_4$	0	0	-1/9	1	2/3	200/3
$x_2$	0	1	-1/9	0	1/3	400/3

### Ventilación

$$\text{Max } Z = 3x_1 + 4x_2$$

$$4000/3 = 3(800/3) + 4(400/3)$$

$$4000/3 = 4000/3 //$$

### Solución

$$Z = 4000/3$$

$$x_1 = 800/3$$

$$x_4 = 200/3$$

$$x_2 = 400/3$$

f) La empresa desea producir un nuevo producto, el cual tiene los siguientes datos:  $C_6 = 6$ ;  $A_6 = \begin{bmatrix} 2 \\ 4 \\ 1 \end{bmatrix}$

$$Z_6 = \begin{bmatrix} \frac{5}{4} & \frac{1}{4} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 \\ 4 \\ 1 \end{bmatrix} - 6 = -\frac{5}{2} //$$

$$X_6 = \begin{bmatrix} -\frac{1}{4} & \frac{3}{4} & 0 \\ -2 & 2 & 1 \\ \frac{1}{2} & -\frac{1}{2} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 \\ 4 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{matrix} X_1 \begin{bmatrix} \frac{5}{2} \\ 5 \\ -1 \end{bmatrix} \\ X_5 \begin{bmatrix} 5 \\ -1 \end{bmatrix} \\ X_2 // \end{matrix}$$

	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	
$Z$	0	0	$\frac{5}{4}$	$\frac{1}{4}$	0	$1 - \frac{5}{2}$	1750
$X_1$	1	0	$-\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	0	$\frac{5}{2}$	450
$X_5$	0	0	-2	2	1	5	400
$X_2$	0	1	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	0	-1	100
$Z$	0	0	$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{1}{2}$	0	1950
$X_1$	1	0	$\frac{3}{4}$	$-\frac{1}{4}$	$-\frac{1}{2}$	0	250
$X_6$	0	0	$-\frac{2}{5}$	$\frac{2}{5}$	$\frac{1}{5}$	1	80
$X_2$	0	1	$\frac{1}{10}$	$-\frac{1}{10}$	$\frac{1}{5}$	0	180

### Ventilación

$$\text{Max } Z = 3x_1 + 4x_2 + 6x_6$$

$$1950 = 3(250) + 4(180) + 6(80)$$

$$1950 = 1950 //$$

### Solución

$$\boxed{Z = 1950}$$

$$\boxed{x_1 = 250}$$

$$\boxed{x_6 = 80}$$

$$\boxed{x_2 = 180} //$$

3) Se desea aumentar una nueva restricción:  $3x_1 + 2x_2 \leq 1600 \dots (4)$

$$\text{Max } Z = 3x_1 + 4x_2$$

$$\text{s.o. } 2x_1 + 3x_2 \leq 1200$$

$$2x_1 + x_2 \leq 1000$$

$$4x_2 \leq 800$$

$$3x_1 + 2x_2 \leq 900$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

Estanderización:

$$\text{Max } Z = 3x_1 + 4x_2 + 0x_3 + 0x_4 + 0x_5 + 0x_6$$

$$\begin{array}{lll} \text{s.o. } & 2x_1 + 3x_2 + x_3 & = 1200 \\ & 2x_1 + x_2 + x_4 & = 1000 \\ & 4x_2 + x_5 & = 800 \\ & 3x_1 + 2x_2 + x_6 & = 1600 \end{array}$$

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	L.D.
$Z$	0	0	$\frac{5}{4}$	$\frac{1}{4}$	0	0	1750
$x_1$	1	0	$-\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	0	0	450
$x_5$	0	0	-2	2	1	0	400
$x_2$	0	1	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	0	0	100
$x_6$	3	2	0	0	0	1	1000
$Z$	0	0	$\frac{5}{4}$	$\frac{1}{4}$	0	0	1750
$x_1$	1	0	$-\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	0	0	450
$x_5$	0	0	-2	2	1	0	400
$x_2$	0	1	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	0	0	100
$x_4$	0	0	$-\frac{1}{4}$	$-\frac{5}{4}$	0	1	50

Verificación

$$\text{Max } Z = 3x_1 + 4x_2$$

$$1750 = 3(450) + 4(100)$$

$$1750 = 1750 //$$

Solución

$$\boxed{Z = 1750}$$

$$\boxed{x_1 = 450}$$

$$\boxed{x_5 = 400}$$

$$\boxed{x_2 = 100}$$

$$\boxed{x_4 = 50}$$

PRACTICA N°6IC

$$\begin{array}{ll} \text{Max } Z = & -x_1 + 3x_2 - 2x_3 \\ \text{s.s.} & 3x_1 - x_2 + 2x_3 \leq 7 \\ & -2x_1 + 4x_2 \leq 12 \\ & -4x_1 + 3x_2 + 8x_3 \leq 10 \\ & x_1, x_2, x_3 \geq 0 \end{array}$$

Estandarización

$$\begin{array}{ll} \text{Max } Z: & -x_1 + 3x_2 - 2x_3 + 0x_4 + 0x_5 + 0x_6 \\ & 3x_1 - x_2 + 2x_3 + x_4 = 7 \\ & -2x_1 + 4x_2 + x_5 = 12 \\ & -4x_1 + 3x_2 + 8x_3 + x_6 = 10 \end{array}$$

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	
$Z$	1	-3	2	0	0	0	0
$x_1$	3	-1	2	1	0	0	7
$x_5$	-2	1	0	0	1	0	12
$x_6$	-4	3	8	0	0	1	10
$Z$	1- $\sqrt{2}$	0	2	0	$\frac{3}{4}$	0	9
$x_4$	$\frac{5}{2}$	0	2	1	$\frac{1}{4}$	0	10
$x_2$	$\frac{1}{2}$	1	0	0	$\frac{1}{4}$	0	3
$x_6$	$\frac{5}{2}$	0	8	0	$-\frac{3}{4}$	1	1
$Z$	0	0	$\frac{12}{5}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{4}{5}$	0	11
$x_1$	1	0	$\frac{4}{5}$	$\left[ \frac{3}{5} \quad \frac{1}{10} \quad 0 \right]$	$\frac{4}{5}$	0	4
$x_2$	0	1	$\frac{2}{5}$	$\left[ \frac{1}{5} \quad \frac{3}{10} \quad 0 \right]$	$\frac{3}{10}$	0	5
$x_6$	0	0	10	$\left[ 1 \quad -\frac{1}{2} \quad 1 \right]$	$-\frac{1}{2}$	1	11

Solución

$$\text{Max } Z = -x_1 + 3x_2 - 2x_3$$

$$11 = 11 \underline{11}$$

Solución

$$\begin{cases} Z = 11 \\ x_1 = 4 \\ x_2 = 5 \\ x_6 = 11 \end{cases}$$

b) Supóngase que el vector de disponibilidad se debe cambiar

$$B = \begin{bmatrix} 10 \\ 6 \\ 20 \end{bmatrix}$$

$$X_B = \begin{bmatrix} 2/5 & 1/10 & 0 \\ 1/5 & 3/10 & 0 \\ 1 & -1/2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 10 \\ 6 \\ 20 \end{bmatrix} = \begin{matrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{matrix} = \begin{bmatrix} 23/5 \\ 19/5 \\ 27 \end{bmatrix}$$

$$Z_B = [C_1 \ C_2 \ C_3] \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix} \Rightarrow [-1 \ 3 \ 0] \begin{bmatrix} 23/5 \\ 19/5 \\ 27 \end{bmatrix} = \frac{34/5}{11}$$

Interpretación: La empresa cambiando su vector de disponibilidad llegará a una utilidad de Bs. 6,8. Por lo tanto no combina hacer estos cambios porque la empresa disminuirá el beneficio.

c) El vector de precios se cambia  $C = 2, 2, 1$

Para " $C_1 = 2$ "

$$Z_1 = [1/5 \ 4/5 \ 0] \begin{bmatrix} 3 \\ -2 \\ -4 \end{bmatrix} - 2 = -3 \quad ||$$

- Para " $C_3 = 1$ "

$$Z_3 = [1/5 \ 4/5 \ 0] \begin{bmatrix} 2 \\ 0 \\ 8 \end{bmatrix} - 1 = -\frac{3}{5} \quad ||$$

Para " $C_2 = 2$ "

$$Z_2 = [1/5 \ 4/5 \ 0] \begin{bmatrix} -1 \\ 4 \\ 3 \end{bmatrix} - 2 = 1 \quad ||$$

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	
$z$	-3	1	$-3/5$	$1/5$	$4/5$	0	11
$x_1$	1	0	$4/5$	$2/5$	$1/10$	0	4
$x_2$	0	1	$2/5$	$1/5$	$3/10$	0	5
$x_6$	0	0	10	1	$-1/2$	1	11
$z$	0	0	$7/5$	$6/5$	$4/5$	0	18
$x_1$	1	0	$4/5$	$2/5$	$1/10$	0	4
$x_2$	0	1	$2/5$	$1/5$	$3/10$	0	5
$x_6$	0	0	10	1	$-1/2$	1	11

Verificación

$$Max Z = 2x_1 + 2x_2 + x_3$$

$$18 = 18 \boxed{1}$$

Solución

$$\begin{array}{l} z = 18 \\ | x_1 = 4 \\ | x_2 = 5 \\ | x_6 = 11 \end{array} \boxed{1}$$

Interpretación: Si la empresa desea hacer cambios en el vector  $\mathbf{e}^*$  llegará a una utilidad de Bs. 18. Por lo cual es favorable para la empresa porque aumenta su beneficio.

- d) El vector de coeficientes tecnológicos corresponde a la actividad  $x_3$  se cambia  $x_3 = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$

$$Z_3 = [1/5 \quad 4/5 \quad 0] \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} - (-2) = 11/5 \boxed{1}$$

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	
$z$	1	-3	2	0	0	0	0
$x_4$	3	-1	1	1	0	0	7
$x_5$	-2	4	0	0	1	0	12
$x_6$	-4	3	1	0	0	1	10
$z$	-1/2	0	2	0	3/4	0	9
$x_4$	5/2	0	1	1	1/4	0	10
$x_5$	-1/2	1	0	0	1/4	0	3
$x_6$	-5/2	0	1	0	-3/4	1	1
$z$	0	0	1/5	1/5	4/5	0	11
$x_1$	1	0	2/5	2/5	1/10	0	4
$x_2$	0	1	1/5	1/5	3/10	0	5
$x_6$	0	0	2	1	1/2	1	11

Verificación

$$\text{Max } z = -x_1 + 3x_2 - 2x_3$$

$$11 = 11 \text{ y}$$

Solución

$$\begin{cases} z = 11 \\ x_1 = 4 \\ x_2 = 5 \\ x_6 = 11 \end{cases}$$

Interpretación: Si la empresa hace cambios en sus coeficientes tecnológicos llegará a la misma utilidad bs. 11. Por lo tanto la empresa no pierde ni gana.

- e) Se desea introducir las actividades  $x_7$  y  $x_8$  a precios de bs. 10 y bs. 20 respectivamente. Los coeficientes tecnológicos asociados a cada actividad son  $A_7 = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$ ;  $A_8 = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 2 \end{bmatrix}$

$$C_7 = 10, \quad A_7 \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}; \quad C_8 = 20, \quad A_8 \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 2 \end{bmatrix}$$

- Para "C<sub>7</sub>" y "A<sub>7</sub>"

$$Z_7 = [1/5 \quad 4/5 \quad 0] \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - 10 = -9 // \quad Z_8 = [1/5 \quad 4/5 \quad 0] \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 2 \end{bmatrix} - 20 = -46$$

$$\chi_7 = \begin{bmatrix} 1/5 & 4/5 & 0 \\ 4/5 & 3/10 & 0 \\ 1 & -1/2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} = \chi_1 \begin{bmatrix} 1/2 \\ 1/10 \\ 3/2 \end{bmatrix}, \quad \chi_8 = \begin{bmatrix} 1/5 & 4/5 & 0 \\ 1/5 & 3/10 & 0 \\ 1 & -1/2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 2 \end{bmatrix} = \chi_1 \begin{bmatrix} 1/10 \\ 3/10 \\ 3/2 \end{bmatrix} //$$

	$\chi_1$	$\chi_2$	$\chi_3$	$\chi_4$	$\chi_5$	$\chi_6$	$\chi_7$	$\chi_8$	
$Z$	0	0	12/5	1/5	4/5	0	-9	1-9/5	11
$\chi_1$	1	0	4/5	2/5	1/10	0	1/2	1/10	4 = 40
$\chi_2$	0	1	2/5	1/5	3/10	0	1/10	3/10	5 = 16,67
$\chi_4$	0	0	10	1	-1/2	1	3/2	13/2	11 = 7,33
$Z$	0	0	65/5	13	1-28/5	64/5	5/5	0	759/5
$\chi_1$	1	0	2/15	1/30	2/15	-1/15	2/5	0	49/15 = 24,5
$\chi_2$	0	1	-8/5	0	2/5	-1/5	4/5	0	14/5 = 7
$\chi_8$	0	0	20/3	2/3	-1/3	2/3	1	1	22/3
$Z$	0	14	108	13	0	10	107/5	0	191
$\chi_1$	1	-1/3	2/3	1/30	0	0	2/3	0	7/3
$\chi_5$	0	5/2	-4	0	1	-1/2	2	0	7
$\chi_8$	0	5/6	16/3	2/3	0	1/2	5/3	1	29/3

Ventas

$$M_2 \times Z = -\chi_1 + 3\chi_2 - 2\chi_3 + 10\chi_7 + 20\chi_8$$

$$191 = 191 //$$

Solución

$$Z = 191$$

$$\chi_1 = 7/3$$

$$\chi_5 = 7$$

Interpretación:

La empresa aumentando las

nuevas variables de decisión  $\chi_1$  y  $\chi_5$

generá a una utilidad de 191.

# TRANSPORTE

- Método "Costo Mínimo"

	1	2	3	
A <sub>1</sub>	1 3	1 2	1 1	100 50°
B <sub>2</sub>	1 4	1 5	1 6	50°
C <sub>3</sub>	1 6	1 3	1 7	50°
	0	50		↓
	50°	100°	50°	⇒ 200 → Costo total
	/°	/°	/°	

$$\Rightarrow (m+n)-1 = (3+3)-1 = 5 \parallel$$

$$Z = 50(2) + 50(1) + 50(4) + 0(6) + 50(3)$$

$Z = 500 \Rightarrow$  Costo Inicial

- Método "Esquina Noreste"

	1	2	3	
A <sub>1</sub>	1 3	1 2	1 1	100 50°
B <sub>2</sub>	1 4	1 5	1 6	50°
C <sub>3</sub>	1 6	1 3	1 7	50°
	0	50		↓
	50°	100°	50°	⇒ 200 → Costo total
	/°	/°	/°	

$$\Rightarrow (m+n)-1 = (3+3)-1 = 5 \parallel$$

$$Z = 50(3) + 50(2) + 50(5) + 0(6) + 50(7)$$

$Z = 850 \Rightarrow$  Costo Inicial

## - Método "Vogel"

	1	2	3	
A <sub>1</sub>	1 3	1 2	1 1	100,500
	0	50	50	
B <sub>2</sub>	1 4	1 5	1 6	50 0
	50			
C <sub>3</sub>	1 6	1 3	1 7	50 0
		50		↓
	50 0	100 50 0	50 0	200 → Costo total

$$4-3=1 \quad 3-2=1 \quad 6-1=\underline{\underline{5}}$$

$$4-3=1 \quad 5-2=3 \\ 4-3=1 \quad 5-2=\underline{\underline{3}}$$

$$\Rightarrow (m+n)-1 = (3+3)-1 = 5 \underline{\underline{1}}$$

$$Z = 0(3) + 50(2) + 50(1) + 50(4) + 50(3)$$

$$Z = 500 \quad \underline{\text{Costo Inicial}}$$

# OPTIMIZACION

- Cruce de Arroyo = (Esquina Noreste)

	1	2	3		V. No. Basic
A <sub>1</sub>	3	2	1	100	$X_{11} = 3 - 6 + 3 - 2 = -2$
B <sub>2</sub>	0	50	50	50	$X_{22} = 5 - 3 + 6 - 4 = 4$
C <sub>3</sub>	4	5	6		$X_{23} = 6 - 4 + 6 - 3 + 2 - 1 = 6$
	50			50	$X_{33} = 7 - 3 + 2 - 1 = 5$
	50	100	50		V. No. Basic
	50				$X_{22} = 5 - 4 + 3 - 2 = 2$
					$X_{23} = 6 - 4 + 3 - 1 = 4$
					$X_{31} = 6 - 3 + 2 - 3 = 2$
					$X_{33} = 7 - 3 + 2 - 1 = 5$

$$Z = 0(3) + 50(2) + 50(1) + 50(4) + 50(3) \\ Z = 500 \rightarrow \underline{\text{Costo final}}$$

## Resultado

$$CT = 200$$

la fábrica "A" produce 100 unid

la fábrica "B" produce 50 unid

la fábrica "C" produce 50 unid

de la fábrica "A" envía 50 unid a II

de la fábrica "A" envía 50 unid a III

de la fábrica "B" envía 50 unid a I

de la fábrica "C" envía 50 unid a II

## - MODI (Corte Mínimo)

	1	2	3	
A1	3	2	1	100
B2	0	50	50	
C3	4	5	6	50
	50	100	50	

①  $\rightarrow$   $\boxed{0=0}$

V. No Basic.

$$X_{11} = u_1 + v_1 - C_{ij} \Rightarrow 0 + 5 - 3 = 2$$

$$X_{22} = u_2 + v_2 - C_{ij} \Rightarrow -1 + 2 - 5 = -4$$

$$X_{23} = u_2 + v_3 - C_{ij} \Rightarrow -1 + 1 - 6 = -6$$

$$X_{33} = u_3 + v_3 - C_{ij} \Rightarrow 1 + 1 - 7 = -5$$

②  $\rightarrow$

V. No Basic

$$X_{22} = u_2 + v_2 - C_{ij} = 1 + 2 - 5 = -2$$

$$X_{23} = u_2 + v_3 - C_{ij} = 1 + 1 - 6 = -4$$

$$X_{31} = u_3 + v_1 - C_{ij} = 1 + 3 - 6 = -2$$

$$X_{33} = u_3 + v_3 - C_{ij} = 1 + 1 - 7 = -5$$

①  $\rightarrow$   
V. Basic

$$X_{12} = u_1 + v_2 = 2 \Rightarrow 0 + v_2 = 2 \Rightarrow v_2 = 2$$

$$X_{13} = u_1 + v_3 = 1 \Rightarrow 0 + v_3 = 1 \Rightarrow v_3 = 1$$

$$X_{21} = u_2 + v_1 = 4 \Rightarrow u_2 + 5 = 4 \Rightarrow u_2 = -1$$

$$X_{31} = u_3 + v_1 = 6 \Rightarrow 1 + v_1 = 6 \Rightarrow v_1 = 5$$

$$X_{32} = u_3 + v_2 = 3 \Rightarrow u_3 + 2 = 3 \Rightarrow u_3 = 1$$

②  $\rightarrow$   
V. Basic

$$X_{11} = u_1 + v_1 = 3 \Rightarrow 0 + v_1 = 3 \Rightarrow v_1 = 3$$

$$X_{12} = u_1 + v_2 = 2 \Rightarrow 0 + v_2 = 2 \Rightarrow v_2 = 2$$

$$X_{13} = u_1 + v_3 = 1 \Rightarrow 0 + v_3 = 1 \Rightarrow v_3 = 1$$

$$X_{21} = u_2 + v_1 = 4 \Rightarrow u_2 + 3 = 4 \Rightarrow u_2 = 1$$

$$X_{32} = u_3 + v_2 = 3 \Rightarrow u_3 + 2 = 3 \Rightarrow u_3 = 1$$

$$Z = 0(3) + 50(2) + 50(1) + 50(4) + 50(1)$$

$$Z = 500 \quad \text{Costo final}$$

## RESULTADO

$$CT = 200$$

La fábrica "A" produce 100 unid

La fábrica "B" produce 50 unid

La fábrica "C" produce 50 unid

de la fábrica "A" envía 50 unid a II

de la fábrica "A" envía 50 unid a III

de la fábrica "B" envía 50 unid a I

de la fábrica "C" envía 50 unid a II