UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

Q S B

QUANTITATIVE SYSTEM FOR BUSSINESS

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO ADMINISTRADOR DE SISTEMAS

PRESENTA

PATRICIA MARTINEZ GARCIA

CATEDRATICO: ING. ARNULFO TREVIÑO CUBERO

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L. ABRIL DE 1996

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

Q S B

QUANTITATIVE SYSTEM FOR BUSSINESS

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO ADMINISTRADOR DE SISTEMAS

PRESENTA
PATRICIA MARTINEZ GARCIA

CATEDRATICO: ING. ARNULFO TREVIÑO CUBERO

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L. ABRIL DE 1996

INDICE

La mayoría de los ejecutivos tratan de lograr el máximo rendimiento de los recursos de la compañía, tales como: tiempo, dinero, materia prima, mano de obra, instalaciones, etc. La técnica de investigación de operaciones llamada programación lineal puede decir con precisión al gerente, cuál es la combinación a manufacturar que deja mayores utilidades. Por lo tanto, se puede definir a la programación lineal como una técnica matemática útil para determinar la asignación óptima de los recursos limitados de una empresa.

La programación lineal es un método determinista de análisis para elegir la mejor de entre muchas alternativas. Con frecuencia, seleccionar una alternativa incluye satisfacer varios criterios(tiempo,dinero,etc.) al mismo tiempo, estos criterios pueden dividirse en dos categorías: restricciones y objetivos. Las restricciones son las condiciones que debe satisfacer una solución que está bajo consideración. Si más de una alternativa satisfacen todas las restricciones, el objetivo se usa para seleccionar entre todas las alternativas factibles.

Existen muchos problemas administrativos que se ajustan a este molde de tratar de minimizar o maximizar un objetivo que está sujeto a una lista de restricciones. Un corredor de inversiones, por ejemplo, trata de maximizar el rendimiento sobre los fondos invertidos pero las posibles inversiones están restringidas por las leyes y las políticas bancarias.

Para poder hacer uso de esta técnica de investigación de operaciones es necesario establecer cinco requisitos básicos. Estos son:

1. Función objetivo lineal bien definida. Este objetivo puede servir para maximizar la contribución utilizando los recursos disponibles, o puede producir el mínimo costo posible usando una cantidad limitada de factores productivos, o bien, puede determinar la mejor distribución de los factores productivos dentro de un cierto período.

2. Caminos alternativos de acción. Debe procurarse tener un camino alternativo de manera que se logre satisfacer la función objetivo.

3. Así como la función objetivo lineal debe expresarse por medio de una ecuación, de la misma manera deben expresarse las restricciones lineales matemáticamente, por medio de ecuaciones o desigualdades.

Este requisito exige que el objetivo de la empresa y sus restricciones sean expresadas matemáticamente como ecuaciones o desigualdades lineales.

4. Debe ser posible formular relaciones matemáticas entre las variables que describen el problema.

5. Los recursos deben ser finitos. Debe haber un suministro limitado de recursos.

Método gráfico de programación lineal

Este tema de programación lineal se centra en la intersección de líneas para un enfoque bidimensional. Debe tenerse muy en cuenta que el método gráfico puede usarse solamente donde intervienen no más de tres variables, debido a que no pueden trazarse en más de tres dimensiones.

Los pasos a seguir para trabajar con el método gráfico son los siguientes:

- PASO 1. Este paso consiste en expresar la información obtenida en forma matemática. La función objetivo (Z) muestra la relación de un producto o contribución. Las siguientes relaciones denotadas con signos de desigualdad simbolizan las restricciones existentes en la empresa en cuanto a tiempo, capacidad, dinero,etc.

- PASO 2. Se representan gráficamente las desigualdades de restricción. Para lograr trazar la representación gráfica de una desigualdad se deben encontrar los puntos terminales de ésta.Los puntos terminales se localizan de la siguiente manera: Hay que dar valor de cero a cada una de las variables que forman la desigualdad, para así, poder despejar la variable restante y encontrar su valor. Una vez que se ha encontrado el valor de cada variable, se traza una línea recta uniendo los dos puntos (puntos terminales) y definiendo el área para esa restricción, Cuando se hallan graficado todas las restricciones, se podrá sombrear el área de solución factible formada por las mismas. Esta área contiene todas las combinaciones posibles de productos que satisfacen a las desigualdades originales.

- PASO 3. CONSISTE EN TRAZAR LA FUNCIÓN OBJETIVO. ESTO PUEDE HACERSE IGUALANDO PRIMERO LA CONTRIBUCIÓN TOTAL A ALGUNA CANTIDAD MÍNIMA; PARA PODER TRAZAR ESTA ECUACIÓN TIENEN QUE LOCALIZARSE DOS PUNTOS TERMINALES Y UNIRSE POR UNA RECTA. SE TRAZAN UNA O MÁS LÍNEAS PARALELAS PARTIENDO DE LA ORIGINAL DE LA FUNCIÓN OBJETIVO HASTA EL PUNTO MAS ALEJADO QUE ESTE FUERA DEL ÁREA DE SOLUCIONES FACTIBLES. ESE PUNTO DE LA LÍNEA MÁXIMA DE LA FUNCIÓN OBJETIVO QUE SE ENCUENTRE AÚN DENTRO DEL ÁREA DE SOLUCIONES FACTIBLES REPRESENTA LA COMBINACIÓN DE PRODUCTOS QUE DEJA MAYOR UTILIDAD.

- PASO 4. OBTENER UNA RESPUESTA PRECISA POR MEDIO DEL MÉTODO GRÁFICO ES MUY DIFÍCIL, SOBRE TODO AL TOMAR LOS VALORES BUSCADOS DENTRÓ DE LA GRÁFICA. POR ESTA RAZÓN LAS CANTIDADES A FABRICAR SE DETERMINAN RESOLVIENDO SIMULTÁNEAMENTE LAS ECUACIONES DE LAS DOS LÍNEAS PARA EL PUNTO MÁS ALEJADO (O LOS PUNTOS MÁS ALEJADOS) DETERMINADOS EN EL PASO ANTERIOR. TAMBIÉN SE LLEVAN ESTAS CANTIDADES RESULTANTES POR FABRICAR, A LA ECUACIÓN DE CONTRIBUCIÓN PARA DETERMINAR LA CONTRIBUCIÓN TOTAL.

MÉTODO ALGEBRAICO DE PROGRAMACIÓN LINEAL

A FIN DE UTILIZAR EL MÉTODO ALGEBRAICO, ES NECESARIO CONVERTIR PRIMERO LAS DESIGUALDADES EN ECUACIONES, LO QUE PUEDE HACERSE AÑADIENDO UNA VARIABLE DE HOLGURA A CADA UNA CON EL FIN DE QUE ABSORBA LA CANTIDAD QUE SOBRA EN LA ECUACIÓN.

LAS VARIABLES DE HOLGURA NO TIENEN VALOR PORQUE NO HAY GANANCIAS O PÉRDIDAS QUE SE APLIQUE A ELLAS,POR LO TANTO, LA FUNCIÓN OBJETIVO PUEDE ESCRIBIRSE DE MODO QUE INCLUYA LAS VARIABLES DE SOBRANTES CON CONTRIBUCIONES DE CERO GANANCIAS.

DESPUÉS DE CONVERTIR LAS DESIGUALDADES EN ECUACIONES PARA EL PASO INICIAL, A FIN DE OBTENER UNA PRIMERA SOLUCIÓN, EL SEGUNDO PASO CONSISTE EN EXAMINAR LA ECUACIÓN DE CONTRIBUCIÓN PARA VER SI ES POSIBLE OBTENER ALGÚN MEJORAMIENTO ADICIONAL DE LAS GANANCIAS. LA BASE DE INICIACIÓN MAS LÓGICA CONSISTE EN FABRICAR EL PRODUCTO QUE DÉ LA MAYOR GANANCIA POR UNIDAD.

EN MUCHOS CASOS PUEDE HABER TIEMPO NO USADO EN UN PROBLEMA.EL TIEMPO EMPLEADO EN LA PRODUCCIÓN, MÁS EL TIEMPO NO USADO, DEBEN IGUALAR

A LAS RESTRICCIONES ORIGINALES, PORQUE DE LOS CONTRARIO HA HABIDO ALGÚN ERROR.

CUANDO SE COMPARA EL MÉTODO GRÁFICO Y EL ALGEBRAICO SE ENCUENTRA UNA DECIDIDA VENTAJA EN EL ÚLTIMO, PORQUE PERMITE LA SOLUCIÓN DE UN PROBLEMA CUANDO HAY MÁS DE TRES PRODUCTOS POSIBLES. EL MÉTODO GRÁFICO SE LIMITA A TRES PRODUCTOS (DIMENSIONES). SIN EMBARGO, CUANDO SE COMPARA EL MÉTODO ALGEBRAICO CON EL SIMPLEX, HABRÁ DE PREFERIR ESTE ÚLTIMO, PORQUE SE PRESTA MEJOR PARA UTILIZARSE EN LAS COMPUTADORAS DIGITALES.

MÉTODO SIMPLEX DE PROGRAMACIÓN LINEAL

EN 1947 GERGE DANTZING, QUIEN EN ESE TIEMPO ESTABA COMISIONADO EN LA FUERZA AÉREA DE LOS ESTADOS UNIDOS, DESARROLLO EL "MÉTODO SIMPLEX". DEMOSTRÓ QUE PODÍA USARSE UNA ECUACIÓN CRITERIO (LA FUNCIÓN OBJETIVO) PARA SELECCIONAR DE MANERA MÁS SISTEMÁTICA UNA SOLUCIÓN "ÓPTIMA" DE ENTRE MUCHAS SOLUCIONES POSIBLES. ADEMÁS, ÉSTE ERA UN MÉTODO GENERAL QUE SE PODÍA APLICAR A PROBLEMAS DE CUALQUIER TAMAÑO. LAS ÚNICAS LIMITACIONES SON LAS DE TIEMPO, COSTO, Y DISPONIBILIDAD DE UNA COMPUTADORA.

ESTE MÉTODO UTILIZA UN PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO QUE FUNCIONA COMO UN PROCESO ITERATIVO, O SEA QUE SE USA SUCESIVAMENTE LA MISMA RUTINA BÁSICA DE CÁLCULO, LO QUE DA POR RESULTADO UNA SERIE DE SOLUCIONES SUCESIVAS HASTA QUE SE ENCUENTRA LA MEJOR.UNA CARACTERÍSTICA BÁSICA DEL MÉTODO SIMPLEX ES QUE LA ÚLTIMA SOLUCIÓN PRODUCE UNA CONTRIBUCIÓN TAN GRANDE O MAYOR QUE LA SOLUCIÓN PREVIA EN UN PROBLEMA DE MAXIMIZACIÓN, LO QUE DA LA SEGURIDAD DE LLEGAR FINALMENTE A LA RESPUESTA ÓPTIMA.

MAXIMIZACIÓN.

COMO EN EL MÉTODO ALGEBRAICO, ES NECESARIO CONVERTIR LAS DESIGUALDADES EN ECUACIONES, AÑADIENDO VARIABLES DE HOLGURA. ADEMÁS EL MÉTODO SIMPLEX REQUIERE QUE CUALQUIER INCÓGNITA QUE APAREZCA EN UNA ECUACIÓN, APAREZCA EN TODAS. SIN EMBARGO, LAS INCÓGNITAS QUE NO AFECTAN A UNA ECUACIÓN SE ESCRIBEN CON UN COEFICIENTE CERO. A FIN DE SIMPLIFICAR EL MANEJO DE LAS ECUACIONES DEL PROBLEMA SE PUEDEN ESCRIBIR EN FORMA TABULAR.

En el primer cuadro (formado con las ecuaciones), la primera columna contiene la contribución por unidad para las variables de holgura. El cero indica que la contribución por unidad es cero. La segunda columna, mezcla de productos, contiene las variables de la solución que se usan para determinar la contribución total. En la solución inicial no se fabrican productos, por lo tanto las variables de holgura deben contener todo el tiempo no usado del problema, lo que se encuentra en la tercera columna.

La matriz identidad del primer cuadro Simplex, representa los coeficientes de las variables de holgura que se han añadido a las desigualdades originales para convertirlas en ecuaciones.

La matriz de cuerpo consiste de los coeficientes de las variables del producto real en el primer cuadro. En realidad, estos coeficientes representan la tasa de substitución.

El último renglón del cuadro inicial es la contribución neta (C_J-Z_J) que resulta de añadir una unidad de una variable (producto) a la producción. Un valor positivo indica que la empresa puede tener una contribución mayor. Un valor negativo indicaría la cantidad en que se reduciría la contribución si se llevará a la solución una unidad de la variable de esa columna. La mayor cantidad positiva del último renglón se escoge como columna óptima en nuestro procedimiento de cálculo. Cuando ya no quedan valores positivos en el renglón C_J-Z_J en un problema de aumento al máximo, la contribución total llega a su valor más alto.

Una vez que se ha construido el cuadro inicial Simplex y que se ha escogido(primer paso), la variable(columna óptima), que contribuya con la mayor cantidad por unidad, el segundo paso consiste en determinar cuál variable debe reemplazarse. Para determinar cuál será la variable que se reemplace, divídase el número de la columna de cantidad entre el coeficiente correspondiente de la columna óptima. Escójase el renglón que tenga la cantidad positiva más pequeña como el que se reemplazará.

En el tercer paso, el primer renglón que hay que determinar en el segundo cuadro es el nuevo renglón(renglón reemplazante) para el renglón reemplazado.El renglón reemplazante se calcula dividiendo cada valor del renglón reemplazado entre el elemento de intersección del renglón reemplazado. Esto constituye los valores del primer renglón del siguiente cuadro.

El cuarto paso y final en nuestro procedimiento de cálculo consiste en calcular todos los nuevos valores para los renglones restantes. La fórmula para calcular esos nuevos renglones es:

$$\left\{ \begin{matrix}\text{Elementos en el}\\ \text{renglón antiguo}\end{matrix} - \left(\begin{matrix}\text{Elementos de}\\ \text{intersección}\\ \text{del renglón}\\ \text{antiguo}\end{matrix} \times \begin{matrix}\text{Elementos co-}\\ \text{rrespondientes}\\ \text{en el renglón}\\ \text{reemplazante}\end{matrix} \right) \right\} = \begin{matrix}\text{Nuevo}\\ \text{renglón}\end{matrix}$$

Al término de estos cálculos, verificamos en el último renglón si es que existe un valor positivo. En el caso de que exista un valor positivo, quiere decir que la empresa tiene a su disposición una mejor contribución general y por lo tanto es necesario calcular el cuadro siguiente. La manera de saber que ya hemos llegado a la mayor contribución, es que en el último renglón no haya ningún valor positivo.

<u>Minimización.</u>

El procedimiento de cálculo del método Simplex se aplica fácilmente a un problema de minimización, cuyo objetivo principal consiste en minimizar los costos. Así como necesitamos un punto de partida en los problemas de maximización, esto se aplica también a un problema de minimización.

En los problemas de minización se utiliza, además de las variables de holgura, una variable artificial que representará un nuevo producto con un costo muy alto M. Como tiene un valor muy alto es seguro que no estará presente en la solución final.Esta variable es sólo un instrumento de cálculo, y se usa para un tipo de igualdad, así como para el tipo mayor que o igual a.

A fin de insertar los valores apropiados en el primer cuadro, es necesario expresar la función de costo y las ecuaciones de restricciones. Para la función de costo, debemos mostrar un costo cero para las variables de holgura y el costo M para las variables artificiales.

Para las ecuaciones de restricción, se recordará que cualquier incógnita en una ecuación de restricción debe aparecer en todas las demás. Hay que insertar las variables apropiadas con coeficientes de cero.

Como nuestra solución óptima se ocupa de minimizar los costos, la columna óptima se encuentra escogiendo la que tiene el mayor valor negativo en el renglón Cj-Zj . Se escoge la columna más negativa, porque ese valor reducirá más los costos. Los procedimientos de cálculo para encontrar el renglón reemplazado, el reemplazante y todos los demás, son idénticos a los que se usan en los problemas de maximización.

Sabremos que hemos llegado a la solución óptima cuando en el renglón Cj-Zj ya no queden valores negativos.Además, la solución del costo total ya no contiene ninguna variable artificial (M).

EJEMPLO 1

CIERTA COMPAÑÍA, FABRICANTE DE EQUIPO DE PRUEBAS, TIENE 3 DEPARTAMENTOS PRINCIPALES PARA LA MANUFACTURA DE SUS MODELOS A Y B. LAS CAPACIDADES MENSUALES SON LAS SIGUIENTES:

	REQUERIMIENTOS UNITARIOS DE TIEMPO (HORAS)		
	MODELO		HORAS DISPONIBLES DEL PRESENTE MES
	A	B	
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURA PRINC.	4	2	1600
DEPARTAMENTO DE ALAMBRADO ELECTR.	2.5	1.0	1200
DEPARTAMENTO DE ENSAMBLE	4.5	1.5	1600

LA CONTRIBUCIÓN DEL MODELO A ES DE 40 DLLS. POR UNIDAD Y LA DEL MODELO B ES DE 10 DLLS. POR UNIDAD. SUPONIENDO QUE LA COMPAÑÍA PUEDA VENDER CUALQUIER CANTIDAD DE CADA UNO DE ESOS PRODUCTOS, DEBIDO A CONDICIONES FAVORABLES DE MERCADO, DETERMÍNESE CUANTAS UNIDADES HAY QUE PRODUCIR PARA CADA MODELO Y LA CONTRIBUCIÓN MÁS ALTA POSIBLE.

$$Z(\text{MAX}) = 40A + 10B$$

RESTRICCIONES:

$$4A + 2B \le 1600$$
$$2.5A + 1.0B \le 1200$$
$$4.5A + 1.5B \le 1600$$

SOLUCIÓN:

$$A = 355.55$$
$$B = 0$$
$$S1 = 177.77$$
$$S2 = 311.11$$
$$Z(\text{MAX}) = 14222.22$$

EJEMPLO 2

LA KENMORE CORPORATION, UN FABRICANTE PROGRESISTA DE MECANISMOS CIVILES Y MILITARES, FABRICA ACTUALMENTE UNA LÍNEA DE ARMAS PARA CIVILES, CON UNA PRODUCCIÓN ACTUAL DIARIA DE 30 UNIDADES DEL MODELO Z-1200 Y DE 120 UNIDADES DEL MODELO Z-1500. EL VICEPRESIDENTE DE MANUFACTURA QUIERE SABER SI PODRÍAN AUMENTARSE LAS GANANCIAS CAMBIANDO LA MEZCLA DE PRODUCTOS ENTRE LOS DOS MODELOS. SE COMPILÓ LA SIGUIENTE INFORMACIÓN SOBRE LAS HORAS REQUERIDAS PARA LA FABRICACIÓN DE CADA MODELO Y LAS CAPACIDADES DE LOS DEPARTAMENTOS DE LA FÁBRICA.

	HORAS-HOMBRE REQUERIDAS		CAPAC. POR DEPTO. (HORAS DIARIAS)
	MODELO Z-1200	Z-1500	
DEPTO. 1	2	0	300
DEPTO. 2	0	3	540
DEPTO. 3	2	2	440
DEPTO. 4	1 1/5	1 1/2	300
CONTRIBUCIÓN POR UNIDAD (DLLS.)	50	40	

MODELO: Z-1200 = X
Z-1500 = Y

A) DETERMÍNESE LA MEZCLA ÓPTIMA DE PRODUCTOS SUPONIENDO QUE PUEDEN VENDERSE LAS CANTIDADES.
B) SUPÓNGASE QUE EL PRECIO DEL MODELO Z-1200 SE REDUZCA EN 10 DLLS. CUÁL SERÁ LA MEZCLA ÓPTIMA DE PRODUCTOS?

$$Z(\text{MAX}) = 50X + 40Y$$

RESTRICCIONES:

$$2X + 0Y <= 300$$
$$0X + 3Y <= 540$$
$$2X + 2Y <= 440$$
$$1.2X + 1.5Y <= 300$$

SOLUCIÓN: A)

x = 150
y = 70
s2= 330
s4= 14.99
z(max)= 10300

B)

z(max)=40x+40y
x = 150
y = 70
s2= 330
s4= 14.99
z(max)= 8800
SOLUCIÓN MÚLTIPLE

EJEMPLO 3

SUPÓNGASE QUE SE ACABA DE RECIBIR UNA HERENCIA DE $10 000 DE UN TÍO LEJANO Y QUE SE QUIERE INVERTIR ESTE DINERO PARA MAXIMIZAR EL RENDIMIENTO SOBRE LA INVERSIÓN. SE DECIDE INVERTIR TANTO EN ACCIONES COMO EN BONOS. PARA ESTAR SEGUROS, SE PIENSA QUE LAS ACCIONES DEBEN SER NO MÁS DEL 25% DEL TOTAL Y DEBE SER, POR LO MENOS, EL 10%. EXISTE UN BONO QUE RESULTA EN PARTICULAR INTERESANTE Y SE QUIERE INVERTIR EN ÉL POR LO MENOS $4 000. SE ESTIMA QUE LA TASA ANUAL DE RENDIMIENTO EN BONOS ES EL 8% Y EN ACCIONES EL 10%. CUÁNTO DEBE INVERTIRSE EN ACCIONES Y CUÁNTO EN BONOS?

Z(max) = 10A + 8B

RESTRICCIONES:

A + B <= 10000
.75A - .25 B <= 0 [A<=.25(A+B)]
.9A - .1B >=0 [A>=.1(A+B)]
B >= 4000
A>=0 , B>=0

SOLUCIÓN:

A= 2500
B= 7500
z(max)=85000

EJEMPLO 4

La Cincinati Company debe producir 10,000 libros de una mezcla especial para un cliente. La mezcla se compone de los ingredientes x1, x2, x3. X1 cuesta \$8 la libra, x2 \$10 la libra y x3 \$11 la libra.

No pueden usarse más de 3000 libras de x1 y por lo menos deberán usarse 1500 libras de x2. Además se requiere por lo menos 2000 libras de x3.

A) Calcúlese el número de libras de cada ingrediente que habrá de emplear a fin de reducir al mínimo el costo total de las 10,000 lb.

B) Calcúlese el costo total más bajo.

Z(min)= 8x1+ 10x2 + 11x3

Restricciones:

x1+x2+x3=10000
x1<=3000
x2>=1500
x3>=2000

Solución:

x1=3500
x2=5000
x3=2000
s2=3500
z(min)=96000

UN PROBLEMA DE PROGRAMACIÓN EN ENTEROS ES IGUAL A UN PROBLEMA DE PROGRAMACIÓN LINEAL, A EXCEPCIÓN DE QUE LAS VARIABLES QUE APAREZCAN EN LA SOLUCIÓN FINAL DEBEN SER NÚMEROS ENTEROS Y POSITIVOS (0,1,2,..). LA UTILIDAD DE LA TÉCNICA DE PROGRAMACIÓN EN ENTEROS DEBE SER EVIDENTE, PORQUE HAY MUCHOS RECURSOS INDIVISIBLES, TALES COMO MAQUINARIA, CAMIONES, Y LA ASIGNACIÓN DE TRABAJADORES A LAS TAREAS.ES MUY COMÚN REDONDEAR LAS SOLUCIONES NO ENTERAS EN LOS PROBLEMAS QUE COMPRENDEN RECURSOS INDIVISIBLES, ESPECIALMENTE SI EL REDONDEAMIENTO ES PEQUEÑO CON RESPECTO A LOS VALORES DE LAS VARIABLES DE QUE SE TRATE. SIN EMBARGO, ESE REDONDEAMIENTO PUEDE DAR POR RESULTADO SOLUCIONES MUY ALEJADAS DE LA SOLUCIÓN ÓPTIMA EN ENTEROS.

EN UN PROBLEMA DE PROGRAMACIÓN EN ENTEROS, EL PRIMER PASO CONSISTE EN "INTEGRAR" LAS RESTRICCIONES ORIGINALES DE LA PROGRAMACIÓN LINEAL, LO QUE REQUIERE LA TRANSFORMACIÓN DE LAS MISMAS, DE MODO QUE TODOS LOS COEFICIENTES SEAN NÚMEROS ENTEROS.LAS DESIGUALDADES PUEDEN CONVERTIRSE EN IGUALDADES AÑADIENDO UNA VARIABLE DE HOLGURA.

EL PASO SIGUIENTE CONSISTE EN RESOLVER EL PROBLEMA EMPLEANDO EL MÉTODO SIMPLEX DE PROGRAMACIÓN LINEAL. COMO YA HEMOS ENCONTRADO LA SOLUCIÓN ÓPTIMA EN EL SEGUNDO PASO, EL TERCERO CONSISTE EN ESCOGER LA ECUACIÓN DEL CUADRO FINAL CORRESPONDIENTE A LA VARIABLE QUE TENGA LA MAYOR PARTE FRACCIONARIA. EL CUARTO PASO CONSISTE EN SUMAR LA NUEVA RESTRICCIÓN COMO RENGLÓN EN EL CUADRO MODIFICADO Y AGREGAR UNA NUEVA COLUMNA PARA LA VARIABLE DE HOLGURA.

HABREMOS LLEGADO A LA SOLUCIÓN ÓPTIMA CUANDO TODAS LA VARIABLES SON ENTERAS, Y CUANDO EN EL RENGLÓN CJ-ZJ NO HAYA VARIABLES FUERA DE LA SOLUCIÓN QUE PUEDAN MEJORARLO.

EJEMPLO 1

Encuéntrese la solución entera óptima del siguiente problema:

$$z(max)= 5x+7y$$

Restricciones:

$$3x+8y <= 24$$
$$6x+6y <= 38$$

Solución:

(NO entera)

$x= 5.333$

$y= 33.333$

EJEMPLO 2

La Handcraft Furniture fabrica sofás especiales de dos tipos: contemporáneo y americano clásico. La compañía dispone de 150 horas de mano de obra para el próximo período, para hacer estructuras y de 200 horas para tapizar, únicas operaciones. Los materiales no son una restricción y tampoco la demanda. Un sofá contemporáneo lleva cinco horas para la estructura y tres horas de tapicería y contribuye con $400 a la ganancia. Uno tipo americano clásico lleva tres horas para la estructura y siete para la tapicería y contribuye con $500. Encuentre la solución entera que maximiza la contribución.

$$Z(max)=400c+500a$$

Restricciones:

$$5c+3a<=150$$
$$3c+7a<=200$$

Solución:

$c = 17$

$a = 21$

$z(max) = 17300$

La manera más fácil de reconocer un problema de transporte es por su naturaleza o estructura " de-hacia": de un origen hacia un destino, de una fuente hacia un usuario, del presente hacia el futuro, de aquí hacia allá.Al enfrentar este tipo de problemas, la intuición dice que debe haber una manera de obtener una solución. Se conocen las fuentes y los destinos, las capacidades y las demandas y los costos de cada trayectoria. Debe haber una combinación óptima que minimice el costo (o maximize la ganancia). La dificultad estriba en el gran número de combinaciones posibles.

Los modelos de transporte comprenden muchos sitios de embarque y muchos puntos de destino. Dentro de un período dado, cada fuente de embarques(fábrica), tiene cierta capacidad, y cada punto de destino (bodega), tiene ciertos requerimientos con un costo dado de embarques del punto de origen al de destino. La función objetivo consiste en reducir al mínimo el costo de transporte y satisfacer los requerimientos de la bodega dentro de las limitaciones de la capacidad de las fábricas. Dentro de la estructura del problema de transporte, se han resuelto otros problemas tales como la colocación óptima de pedidos de máquinas.

Se han desarrollado varios métodos para resolver el problema de transporte: el método de distribución modificada (MODI), el método del cruce del arroyo que utiliza la regla de la Esquina Noroeste y la inspección y el método mutuamente preferido.

Método mutuamente preferido.

Es necesario aclarar que este método no da la mejor solución, por lo que tan sólo puede ser útil para obtener una solución inicial.

Con el método mutuamente preferido, todas las rutas que tienen el costo más bajo, tanto en los renglones como en las columnas, se emplean en las solución inicial y se les llama mutuamente preferidas.

En este método, el paso siguiente consiste en preparar una nueva tabla en la que remuevan esas rutas preferidas, lo que se hace eliminando los renglones o columnas que tengan las cantidades limitativas.Cuando hay dos o más costos iguales, será lógico escoger el que permita la

ELIMINACIÓN DE UN RENGLÓN O COLUMNA. EL PASO FINAL CONSISTE EN TOTALIZAR EL COSTO DE LAS RUTAS MUTUAMENTE PREFERIDAS.

MÉTODO DEL CRUCE DEL ARROYO (QUE EMPLEA LA REGLA DE LA ESQUINA NOROESTE Y LA INSPECCIÓN).

EN SU SOLUCIÓN INICIAL, EL MÉTODO DEL CRUCE DEL ARROYO PUEDE APROVECHAR LA REGLA DE LA ESQUINA NOROESTE Y LA INSPECCIÓN, A FIN DE OBTENER EL FACTOR DEL COSTO MÁS BAJO DE TRANSPORTE, BASADO EN CIERTAS RUTAS DE EMBARQUE.

LA REGLA DE LA ESQUINA NOROESTE EXIGE QUE LAS CANTIDADES EMBARCADAS DE LAS FÁBRICAS A LAS BODEGAS DEBEN COMENZAR EN LA ESQUINA SUPERIOR IZQUIERDA. ESA RUTA SE UTILIZA POR COMPLETO, O SEA QUE LA CAPACIDAD DE LAS FÁBRICAS O LOS REQUERIMIENTOS(VENTAS) DE LAS BODEGAS SE UTILIZA POR COMPLETO, DEPENDIENDO DE QUE NÚMERO SEA MÁS BAJO. LA HOLGURA, YA SEA DE LA CAPACIDAD DE LAS FÁBRICAS O DE LOS REQUERIMIENTOS DE LAS BODEGAS, SE ASIGNA DESPUÉS A LA(S) NUEVA(S) COLUMNA(S) O RENGLÓN(ES), HASTA QUE SE UTILIZA POR COMPLETO. CON ESTE PROCEDIMIENTO LA TABLA SE LLENA DESDE LA CELDA SUPERIOR IZQUIERDA HASTA LA CELDA INFERIOR DE LA DERECHA, UTILIZANDO POR COMPLETO LOS REQUERIMIENTOS DE LA BODEGA, LUEGO LA CAPACIDAD DE LAS FÁBRICAS, ETC. SI LA CAPACIDAD DE LAS FÁBRICAS ES MAYOR QUE LOS REQUERIMIENTOS ESA CONDICIÓN SE CONOCE COMO HOLGURA DE LAS FÁBRICAS. NO SE ASIGNA NINGÚN COSTO A LA HOLGURA, PORQUE NO CAUSA NINGÚN COSTO DE TRANSPORTE. PUEDE SER UN EXCESO DE CAPACIDAD DE LAS FÁBRICAS, O EXCESO DE INVENTARIOS EN UNA FÁBRICA.

EL PUNTO DE PARTIDA DE UNA FÁBRICA QUE QUIERA APLICAR EL MÉTODO DEL CRUCE DEL ARROYO CONSISTE EN EMPLEAR LA INSPECCIÓN JUNTAMENTE CON LA REGLA DE LA ESQUINA NOROESTE. EL MÉTODO DE INSPECCIÓN SIGNIFICA QUE LAS CANTIDADES QUE VAYAN A EMBARCARSE SE COLOCAN EN CELDAS DE ACUERDO CON LA REGLA DE LA ESQUINA NOROESTE, A FIN DE QUE MUCHOS DE LOS COSTOS DE TRANSPORTE MÁS BAJOS SE ASOCIEN CON LAS CELDAS LLENAS(CANTIDADES QUE SE EMBARCARÁN). EL EMPLEO DE LA INSPECCIÓN EN LA TABLA INICIAL DEL MÉTODO DEL CRUCE DEL ARROYO, DISMINUYE EL NÚMERO DE TABLAS REQUERIDAS PARA EL PROGRAMA DE TRANSPORTE DE COSTO MÁS BAJO.

UNA VEZ QUE SE HA FORMADO LA TABLA INICIAL, EMPLEANDO LA REGLA DE LA ESQUINA NOROESTE Y LA INSPECCIÓN, EL PASO SIGUIENTE CONSISTE EN AVERIGUAR SI LA SOLUCIÓN ES DEGENERADA. LA DEGENERACIÓN ES UNA CONDICIÓN EN LA QUE ES IMPOSIBLE EVALUAR TODAS LAS CELDAS VACÍAS(NO USADAS), DEBIDO AL EMPLEO

DE UNA CANTIDAD MENOR DE CELDAS QUE LOS REQUERIMIENTOS MARGINALES MENOS UNO (RENGLONES Y COLUMNAS). LA FÓRMULA DE LA DEGENERACIÓN ES M+N-1, DONDE M REPRESENTA LOS RENGLONES Y N LAS COLUMNAS.

EL PROCEDIMIENTO SIGUIENTE CONSISTE EN DETERMINAR UN MEJOR PROGRAMA DE EMBARQUE, Y PARA LOGRARLO ES NECESARIO EVALUAR LAS CELDAS QUE NO ESTÁN LLENAS, O LAS QUE NO TIENEN EMBARQUES PROGRAMADOS. HABRÁ QUE EVALUAR CADA CELDA QUE NO SE USA, Y ESE MÉTODO DE EVALUACIÓN MUESTRA EL EFECTO CAUSADO EN EL COSTO TOTAL NETO POR LA ADICIÓN DE UNA UNIDAD A LA RUTA DE LA CELDA. SÓLO PUEDEN USARSE LAS CELDAS O PIEDRAS PARA EL CRUCE DEL ARROYO LLENAS PARA LA EVALUACIÓN DE UNA CELDA VACÍA.

LA EVALUACIÓN DE LOS VALORES DE COSTO (UN SIGNO MÁS DENOTA UN CASTIGO DE COSTOS O COSTOS DE TRANSPORTE MÁS ALTOS, MIENTRAS QUE UN SIGNO NEGATIVO DENOTA AHORROS ADICIONALES DE COSTOS O COSTOS DE TRANSPORTE MÁS BAJOS), EL SIGUIENTE PASO CONSISTE EN ESCOGER LA CIFRA NEGATIVA MÁS ALTA, LO QUE PERMITIRÁ QUE LOS EMBARQUES DE LA EMPRESA SE HAGAN A UN COSTO MÁS BAJO.SE LLEGARÁ A LA SOLUCIÓN FINAL CUANDO NO HAYA SIGNOS MENOS QUE DENOTEN AHORROS ADICIONALES DE COSTOS.

MÉTODO DE DISTRIBUCIÓN MODIFICADA (MODI)

ESTE MÉTODO SE APLICA PRINCIPALMENTE EN AQUÉLLOS EJERCICIOS QUE FUERON ASIGNADOS POR EL MÉTODO DE ESQUINA NOROESTE.

SE MANEJA DÁNDOLE UN NOMBRE A CADA RENGLÓN Y A CADA COLUMNA, TALES COMO R1,R2,...,RN PARA LOS RENGLONES Y K1,K2,...,KN PARA LAS COLUMNAS. ARBITRARIAMENTE SE LE DARÁ UN VALOR DE CERO AL PRIMER RENGLÓN, ES DECIR R1=0. DESPUÉS DE QUE SE HA SIGNADO NOMBRE A CADA CASILLA, A CADA UNA DE ELLAS SE LE APLICARÁ LA SIGUIENTE FÓRMULA:

RN+KN+COSTO DE CASILLA ASIGNADA=0

EL PROPÓSITO DE ÉSTA FÓRMULA ES ENCONTRAR LOS VALORES DE TODOS LOS RENGLONES Y DE TODAS LAS COLUMNAS ASIGNADAS.

DESPUÉS DE QUE SE HAN ENCONTRADO LOS VALORES DE LOS RENGLONES Y LAS COLUMNAS ASIGNADAS, SE TIENEN QUE ENCONTRAR LOS RECORRIDOS PARA LAS CASILLAS VACÍAS APLICANDO LA SIGUIENTE FÓRMULA:

RN+KN+COSTO DE CASILLA VACÍA=?

Si algunos de los valores obtenidos de la fórmula anterior son negativos, se tomará la casilla que haya tenido el valor más negativo y se le asignará una cantidad según sus limitaciones. Después de haber hecho éste cambio, se tendrán que reasignar las cantidades de la tabla de la misma manera.

Una vez reasignada la tabla se volverán a aplicar las fórmulas anteriores, para calcular el valor de las casillas asignadas y de las casillas vacías. Esto se repite hasta que ningún valor de las casillas vacías sea negativo.

EJEMPLO 1

La Able Company tiene tres plantas cada una de las cuales puede fabricar los tres productos de la compañía. Los precios de venta son independientes de la planta de origen, pero los costos variables difieren debido a las distintas edades de la maquinaria y a que los costos de la mano de obra también difieren. La Able Company quiere saber qué cantidad de cada producto debe fabricar en cada planta. Las capacidades semanales y las demandas de venta se dan en seguida:

Planta	Capacidad	Producto	Demanda
No. 1	500	Estándar	1500
No. 2	3000	De lujo	2000
No. 3	3500	De super lujo	2500

La contribución neta (precio-costo variable) para cada planta y la combinación de productos es (en $/ unidad):

	Producto		
Planta	Estándar	De lujo	De super lujo
No. 1	4	7	5
No. 2	6	8	7
No. 3	5	4	4

A) Con el método de transporte encuéntrese el plan que maximice la contribución.
B) Cuál es la contribución total por semana?

Solución:

P1 - lujo
P2- lujo
P2- slujo
P3- est
P3- slujo
P3- dummy

Contribución Máxima=37500
Solución Múltiple

EJEMPLO 2

La compañía Mobile Home Moving está tratando de programar sus vehículos de arrastre para la próxima semana. La compañía tiene 16 vehículos de arrastre dispersos en tres ciudades del estado : dos en Clearwater, cinco en New Smyrna y nueve en Orlando. Para la próxima semana deben recoger 14 casas móviles y trasladarlas desde otras tres ciudades : dos en Ft. Myers, cuatro de Monticello y ocho de Miami. Los costos estimados para mandar un vehículo a cada una de estas ciudades se dan a continuación:

	A		
De	Ft. Myers	Monticello	Miami
Clearwater	80	10	30
New Smyrna	60	30	60
Orlando	40	70	40

Cómo se deben asignar los tractores para minimizar el costo?

Solución:

Clearwater - Monticello	1
Clearwater - Miami	1
New Smyrna- Monticello	3
New smyrna- Dummy	2
Orlando - Ft. Myers	2
Orlando - Miami	7

Costo Mínimo = 490
Solución Múltiple

EJEMPLO 3

EN WAKULLA COUNTRY, LOS CAMIONES QUE RECOGEN LA BASURA DESCARGAN EN SIETE BASUREROS MUNICIPALES. TRES DE ESTOS BASUREROS SON ESTACIONES MAESTRAS QUE TIENEN SUS PROPIAS PLANTAS CON MOLINOS DE BASURA. ESTO REDUCE LA CANTIDAD DE TERRENO QUE SE NECESITA PARA DEPOSITAR LA BASURA. LAS OTRAS CUATRO ESTACIONES SON DE TRANSFERENCIA QUE COMPRIMEN LA BASURA QUE RECIBEN Y DESPUÉS LA MANDAN A UNA DE LAS CUATRO ESTACIONES MAESTRAS PARA SER MOLIDA.

LA CAPACIDAD DE CADA ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA EN MILES DE TONELADAS POR MES ES DE 10, 20, 40 Y 10 (RESPECTIVAMENTE, PARA LAS ESTACIONES 1 A 4). DESPUÉS DE TOMAR EN CUENTA LA RECEPCIÓN DIRECTA, LAS TRES ESTACIONES MAESTRAS PUEDEN ACEPTAR 10, 25 Y 45 TONELADAS POR MES (RESPECTIVAMENTE, PARA LAS ESTACIONES DE 5 A 7) DESDE LAS ESTACIONES DE TRANSFERENCIA. LAS DISTANCIAS ENTRE LAS ESTACIONES DE TRANSFERENCIA Y LAS MAESTRAS SE MUESTRAN EN LA TABLA, EN MILLAS:

	A		
DE	MAESTRA 5	MAESTRA 6	MAESTRA 7
TRANSFERENCIA 1	30	24	18
TRANSFERENCIA 2	9	15	27
TRANSFERENCIA 3	15	24	18
TRANSFERENCIA 4	35	20	16

CON EL MÉTODO DE TRANSPORTE ENCUÉNTRESE EL TONELAJE QUE DEBE MANDARSE DESDE CADA ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA A CADA ESTACIÓN MAESTRA PARA MINIMIZAR LAS TONELADAS-MILLA.

SOLUCIÓN:

T1 - M7	10
T2 - M6	20
T3 - M5	10
T3 - M7	30
T4 - M6	5
T4 - M7	5

TONELADAS/MILLA MÍNIMAS = 1350

SOLUCIÓN MÚLTIPLE

EJEMPLO 4

La cadena Burnt Burger tiene tres restaurantes en el país, los cuales usan vasos desechables estándares. Se ha invitado a tres proveedores para competir por la concesión de surtir estos vasos. Sus propuestas son :

Proveedor	Precio(por cada 1000)	Capacidad anual
A	$0.90	30000
B	$1.00	75000
C	$1.10	135000

El costo de transporte (en dólares/1000 vasos) varía desde cada proveedor a cada Burnt Burger.

	Burnt Burger		
De	No. 1	No. 2	No. 3
A	$0.80	$0.10	$0.30
B	$0.50	$0.20	$0.50
C	$0.20	$0.40	$0.20

Las necesidades anuales de vasos para las tres Burnt Burgers son 30 000, 60 000 y 120 000, respectivamente. Cuántos vasos deben comprarse de cada proveedor para cada restaurante?

Solución :

A - 2	15 000	Costo Mínimo = 42000
A - 3	15 000	Solución Múltiple
B - 2	45 000	
B - Dummy	30 000	
C - 1	30 000	
C - 3	105 000	

MÉTODO VOGUEL.

PARA RESOLVER PROBLEMAS POR MEDIO DE ESTE MÉTODO ES NECESARIO QUE TANTO EL VALOR TOTAL DE LA OFERTA COMO EL DE LA DEMANDA SEAN IGUALES. EN CASO DE NO CUMPLIRSE ESTA CONDICIÓN, ES NECESARIO AGREGAR EMPRESAS FICTICIAS (COLUMNAS O RENGLONES) QUE TENDRÁN LA CANTIDAD NECESARIA PARA SATISFACER LO ANTERIOR.

EL PROCESO DE MÉTODO VOGUEL CONSISTE EN QUE PARA COLUMNA Y CADA RENGLÓN SE VAN A TOMAR, DE TODAS LAS CASILLAS QUE LO FORMAN, LAS DOS QUE TENGAN EL COSTO DE TRANSPORTE POR UNIDAD MÁS BAJO. TENIENDO LOS COSTO MÁS BAJOS, SE CALCULARÁ LA DIFERENCIA ENTRE LOS DOS Y LA CANTIDAD QUE RESULTE VA A SER LA CANTIDAD REPRESENTATIVA DE ESE RENGLÓN O DE ESA COLUMNA.

UNA VEZ QUE SE HAYAN CALCULADO YA TODAS LAS CANTIDADES REPRESENTATIVAS DE LOS RENGLONES Y DE LAS COLUMNAS, SE VA A TOMAR LA QUE TENGA LA CANTIDAD REPRESENTATIVA MÁS GRANDE. EN EL CASO DE QUE HAYA SIDO UNA COLUMNA, SE VA A TRATAR DE SATISFACER TODA SU DEMANDA ACOMODÁNDOLA EN LA CASILLA QUE TENGA EL MENOR COSTO, EN CASO DE QUE CON ESA ASIGNACIÓN NO SE SATISFAGA, SE LE ASIGNARÁ A LA DE MENOR COSTO SIGUIENTE, Y ASÍ HASTA QUE QUEDE SATISFECHA LA DEMANDA. CUANDO YA HAYA QUEDADO TOTALMENTE ASIGNADO TODO EL RENGLÓN O LA COLUMNA, SEGÚN SEA EL CASO, SE VUELVE A CALCULAR DE NUEVO EL VALOR REPRESENTATIVO A LOS RENGLONES Y COLUMNAS RESTANTES Y SE VUELVE A INICIAR EL PROCESO TOMANDO LA QUE TENGA EL MAYOR VALOR Y TRATANDO DE SATISFACER YA SEA SU DEMANDA O SU OFERTA.

MÉTODO DEL COSTO MENOR

EN ESTE MÉTODO, COMO EN EL ANTERIOR, SE TIENE LA RESTRICCIÓN DE QUE TANTO LA OFERTA COMO LA DEMANDA COINCIDAN EXACTAMENTE Y, EN CASO DE NO CUMPLIRSE, AGREGAR UNA EMPRESA FICTICIA.

EL PROCESO DE ÉSTE MÉTODO CONSISTE EN TOMAR CADA UNA DE LAS EMPRESAS(COLUMNAS), QUE TIENEN SUS RESPECTIVAS DEMANDAS, EN EL ORDEN EN QUE SE ENCUENTRAN.

Tomando la primera empresa de la izquierda, vamos a satisfacer toda su demanda asignándosela a la casilla que tenga el menor costo de transporte por unidad. En caso de que la cantidad que nos ofrece dicho renglón no satisfaga totalmente la demanda de la empresa, se le eliminará y la cantidad faltante será asignada a la casilla (renglón) siguiente que tenga el costo de transporte por unidad más bajo. Este proceso se repite hasta que se hayan eliminado todas las columnas y renglones. El costo total de transporte se obtiene acumulando la multiplicación de la cantidad que se haya asignado en cada casilla por el costo de transporte por unidad de dicha casilla.

MÉTODO DE LA ESQUINA NOROESTE

Al usar este método se debe observar que se cumpla la misma condición que en los métodos anteriores, y al igual que ellos, en caso de no cumplirse, agregar empresas ficticias.

La manera como se realiza este proceso es comenzando a asignar la cantidad necesaria en la casilla superior izquierda. Si con esa asignación se satisface alguna demanda u oferta, se elimina el renglón o la columna, según sea el caso. Al eliminar ese renglón o columna, nuestra área de casillas disponibles se reduce y tenemos que volver a asignar en la esquina superior izquierda, de nuestra nueva área de casillas . En cada ciclo se irán eliminando ya sea columnas o renglones. Este proceso se repetirá hasta que todas las columnas y renglones hayan quedado eliminados. El costo total de transportes se obtiene de igual manera que en el método anterior.

MÉTODO HÚNGARO

Los pasos para realizar un problema de asignación utilizando el método húngaro son los siguientes:

- PASO 1. Hay que verificar que la tabla contenga igual número de compañías y de proyectos, de no ser así, agregaremos proyectos o compañías con un costo de cero.

- PASO 2. Restaremos la cantidad más pequeña de cada renglón y luego de cada columna o viceversa.

- PASO 3. SE VAN CHECANDO LOS RENGLONES DE ARRIBA A ABAJO QUE TENGAN UN CERO Y SE HACE LA ASIGNACIÓN DE ESA CASILLA CON ESE CERO AL MISMO TIEMPO; SE ELIMINARÁN (TACHARÁN) LOS CEROS DE LA COLUMNA Y DE EL RENGLÓN. DESPUÉS CHECAMOS LOS RENGLONES QUE TENGAN DOS CEROS, TRES CEROS, ETC.

- PASO 4. EL PASO ANTERIOR SE REALIZARÁ HASTA QUE TODAS LAS CASILLAS CON CERO APAREZCAN ASIGNADAS O ELIMINADAS. CON ESTO PUEDE SUCEDER:

  A. QUE TODAS LA COMPAÑÍAS YA APAREZCAN ASIGNADAS, ENTONCES YA TENEMOS LA SOLUCIÓN A NUESTRO EJERCICIO. EL COSTO DE LA ASIGNACIÓN SE OBTIENE DE LA PRIMERA TABLA.

  B. AL ASIGNAR Y ELIMINAR LOS CEROS PUEDE SUCEDER QUE NO TODAS LAS COMPAÑÍAS ESTÉN ASIGNADAS PARA LO CUÁL SE APLICARÁ EL SIGUIENTE MÉTODO:

     I. SE MARCARÁ (CON UN ASTERISCO) LA COMPAÑÍA O COMPAÑÍAS QUE NO HAYAN QUEDADO ASIGNADAS.

     II. SE BUSCA SOBRE EL RENGLÓN DE ESA COMPAÑÍA LOS CEROS QUE APAREZCAN TACHADOS Y SE MARCA LA COLUMNA EN LA QUE SE ENCUENTRAN.

     III. SE BUSCA POR LAS COLUMNAS DE LOS CEROS TACHADOS LOS CEROS ASIGNADOS Y SE MARCA EL RENGLÓN EN DONDE SE ENCUENTRE.

     IV. REPETIMOS ESTE PROCEDIMIENTO HASTA QUE SEA TRUNCADO, ES DECIR, NO APAREZCAN CEROS TACHADOS O ASIGNADOS EN EL RECORRIDO.

     V. SE MARCAN LOS RENGLONES NO MARCADOS Y LAS COLUMNAS SI MARCADAS CON LÍNEAS, EN BASE A LO CUAL HAREMOS UNA NUEVA TABLA. LA FORMACIÓN DE DICHA TABLA ES DE LA SIGUIENTE MANERA:

        (A) SE CHECAN TODAS LAS CASILLAS QUE NO ESTÉN MARCADAS POR UNA LÍNEA Y OBSERVAREMOS QUE CANTIDAD ES LA MÁS PEQUEÑA DE ELLAS, Y LA RESTAREMOS DE ENTRE ESAS CASILLAS.

        (B) TODAS LAS CASILLAS POR LAS QUE PASE UNA SOLA LÍNEA PASAN IGUAL.

        (C) A LAS CASILLAS QUE ESTÉN CRUZADAS (POR DOS LÍNEAS), SE LES SUMARÁ LA CANTIDAD QUE SE RESTO ANTERIORMENTE.

        (D) SE REPITE EL PROCESO HASTA EL TERCER PASO Y ASÍ HASTA QUE TODAS LAS COMPAÑÍAS TENGAN PROYECTO.

EJEMPLO I

El despachador de un servicio de ambulancias tiene cuatro ambulancias disponibles en diferentes puntos y cuatro llamados de servicio. En la tabla se muestra el tiempo de traslado de cada ambulancia hasta cada paciente. El despachador quiere asignar las ambulancias de manera que minimice el tiempo total de traslado.

	Paciente			
Ambulancia	1	2	3	4
A	7	9	8	13
B	16	16	15	11
C	16	19	10	15
D	16	17	14	16

Solución:

A - 1
B - 4
C - 3
D - 2

Tiempo Mínimo = 45

EJEMPLO 2

Cuatro personas acaban de terminar el curso de ventas de la compañía y se les va asignar a cuatro distritos diferentes. Basándose en su experiencia, actuación en el curso, conocimiento del producto y los clientes potenciales, la administración ha hecho estimaciones del éxito esperado de cada uno en cada distrito. Las estimaciones en la escala del 1 (bajo) al 10 (máximo) son:

	DISTRITO			
PERSONA	NORTE	ESTE	SUR	OESTE
A	7	9	10	9
B	8	7	9	~~9~~
C	7	10	9	8
D	6	8	8	7

Si el objetivo es maximizar las estimaciones totales, quién debe asignarse a qué distrito?

Solución:

A - SUR
B - NORTE
C - ESTE
D - OESTE

Estimación Máxima = 35

EJEMPLO 3

El vicepresidente de administración de productos tiene que asignar cuatro nuevos productos a los gerentes de producto. Para mantener la carga de trabajo balanceada se asigna cada producto a una persona distinta. Se dispone de cinco gerentes de producto. El vicepresidente ha estimado, en términos de porcentajes, la medida en que cada producto se compara con los otros productos y la experiencia de los gerentes de productos. En seguida se muestran estas estimaciones:

	Gerente de producto				
Producto	R	S	T	U	V
1	70	50	90	60	70
2	10	40	80	80	90
3	80	60	90	80	50
4	60	90	70	80	80

Cómo se debe hacer la asignación?

Solución:

1 - T
2 - U
3 - R
4 - S
Dummy- V

Estimación Máxima = 340

EJEMPLO 4

EL DECANO DEL COLEGIO DE ADMINISTRACIÓN HA ENCONTRADO UNA MANERA SENCILLA DE DETERMINAR QUÉ PERSONAL ACADÉMICO DEBE ENSEÑAR LOS CURSOS QUE OFRECE EL COLEGIO. ASIGNA CINCO PROFESORES PARA CADA UNO DE LOS CINCO DIFERENTES CURSOS POR UN PERÍODO DE UN AÑO. LOS ESTUDIANTES EVALÚAN CADA CLASE. ENTONCES ASIGNAN PROFESORES A CURSOS DE MANERA QUE SE MAXIMICE EL BENEPLÁCITO DE LOS ESTUDIANTES. LAS EVALUACIONES RECIBIDAS DURANTE EL AÑO DE ROTACIÓN (BASADAS EN EL PROMEDIO COMPUESTO DE OCHO PREGUNTAS) FUERON:

	CURSO				
PROFESOR	A	B	C	D	E
JONES	4.2	3.6	3.8	4.5	3.5
DOE	2.8	3.2	2.6	3.5	2.5
SMITH	3.8	2.5	4.6	3.5	3.0
THOMAS	3.5	4.2	4.3	3.8	4.3
RICHARDS	4.3	4.2	4.0	4.2	4.3

CON EL MÉTODO DE ASIGNACIÓN ASÍGNENSE PROFESORES A CURSOS DE MANERA QUE SE MAXIMICE EL BENEPLÁCITO DE LOS ESTUDIANTES.

SOLUCIÓN:

JONES - D
DOE - B
SMITH - C
THOMAS - E
RICHARDS - A

El análisis de Markov es una forma de analizar el movimiento actual de alguna variable, a fin de pronosticar el movimiento futuro de la misma. Ese método ha comenzado a usarse en los últimos años como instrumento de investigadores de mercadotecnia, para examinar y pronosticar el comportamiento de los clientes desde el punto de vista de su lealtad a una marca y de sus formas de cambio a otras marcas.

Antes de tratar la "componente de cambio" estudiaremos la "componente permanente", o el grupo que no ha cambiado de marca. Es necesario calcular las probabilidades de transición para todas las marcas. Las probabilidades de transición se definen como la probabilidad de que determinada marca conserve sus clientes. Para determinar el factor de probabilidad, los clientes retenidos en el período que se examina, se dividen entre el número de clientes que había al principio del período.

Para aquellos clientes que cambian de marca, es necesario mostrar las pérdidas y ganancias entre las marcas, a fin de completar la matriz de probabilidades de transición. Los datos de ésta índole requieren una información estadística exacta, y no solo es posible observar la ganancia o pérdida neta de cualquier marca, sino las interrelaciones entre las pérdidas y ganancias de clientes para cada marca.

De acuerdo con los datos desarrollados, el paso siguiente consiste en convertir el cambio de marcas de los clientes, de modo que todas las pérdidas y ganancias tomen la forma de probabilidades de transición. Una forma muy conveniente para facilitar los cálculos matemáticos es a través del empleo de una matriz de probabilidad de transición, con las probabilidades calculadas a tres cifras decimales. Los renglones de la matriz representan la retención de clientes y la ganancia de los mismos, mientras que las columnas muestran la retención de clientes y su pérdida.

La administración de mercadotecnia puede obtener varias ventajas si utiliza los datos que componen la matriz de la que hablamos, puede ayudarla a analizar sus esfuerzos de promoción en términos del efecto que tenga en las pérdidas o ganancias de su participación en el mercado. Esos datos pueden pronosticar la proporción en que una marca aumentará o disminuirá su futura participación en el mercado, y puede mostrar la posibilidad de que en el futuro ocurra algún equilibrio en el mercado.

El proceso de Marcov tiene varios órdenes, y el primero depende de los resultados del último acontecimiento y no de cualquier comportamiento previo de compras para la probabilidad del acontecimiento siguiente. Un análisis de Markov de segundo orden supone que las selecciones de marcas específicas para el próximo período dependerán de las selecciones de marcas hechas por los clientes durante los dos períodos anteriores. De modo semejante, un proceso de Markov de tercer orden, estudia las preferencias de los clientes durante los tres últimos períodos, a fin de pronosticar su comportamiento durante el período siguiente hacia determinadas marcas.

Participación de marcas en el mercado para periodos futuros (primer orden)

La administración se beneficiaría si supiera cuales serán las participaciones de mercado en un período futuro. El cálculo de las probables participaciones de mercado durante el segundo período es cuestión de multiplicar la matriz de probabilidades de transición por las participaciones de mercado del primer período. Después de obtener la solución para el segundo período, lo que requiere que se tengan en cuenta las participaciones iniciales del mercado y las probabilidades de transición.

La determinación del tercer período puede hacerse de dos modos. El primer método es una continuación del enfoque que ya hemos expresado, o sea, la multiplicación de la matriz original de probabilidades de transición por las participaciones de las marcas en el segundo período, lo que da los resultados del tercer período. Este método tiene la ventaja de que pueden observarse los cambios que ocurren de un período a otro. Sin embargo, la administración puede necesitar las participaciones de mercado de su propia marca para ciertos períodos específicos en el futuro y en este caso será preferible el segundo método. Básicamente éste método eleva la matriz de probabilidades de transición a una potencia que representa el número de períodos futuros.

EJEMPLO 1

EL DEPARTAMENTO DE COMERCIALIZACIÓN DE LA MARCA X HIZO UNA INVESTIGACIÓN Y ENCONTRÓ QUE, SI UN CLIENTE COMPRA SU MARCA, EXISTE UNA 70% DE POSIBILIDADES DE QUE LA COMPRE DE NUEVO LA PRÓXIMA VEZ. POR ORO LADO, SI LA ÚLTIMA COMPRA FUE DE OTRA MARCA, ENTONCES SE ESCOGE LA MARCA X SOLO EL 20% DEL TIEMPO. CUÁL ES EL PORCENTAJE DE MERCADO QUE PUEDE PRONOSTICARSE A LA LARGA PARA LA MARCA X?

	X	Y
X	0.7	0.3
Y	0.2	0.8

SOLUCIÓN:

X = 0.4
Y = 0.6

EJEMPLO 2

LA ALPHA CORP., AL CONSIDERAR SUS ESTRATEGIAS DE MERCADO, OBSERVA QUE SUS PROPIOS CLIENTES SON BASTANTE LEALES: 85% COMPRAN DE NUEVO SU PRODUCTO. SIN EMBARGO, SÓLO 10% DE LOS CLIENTES DE LA COMPETENCIA SE AVENTURA A TRATAR CON ALPHA. EL DEPARTAMENTO DE PUBLICIDAD PIENSA QUE LA LEALTAD DE LOS CLIENTES PUEDE ELEVARSE AL 90% CON UNA CAMPAÑA ESPECIAL DIRIGIDA A LOS CLIENTES DE LA FIRMA. DE OTRA MANERA, PODRÍAN ESTRUCTURARSE LOS ANUNCIOS PARA COMPARAR ALPHA CON SUS COMPETIDORES. CON ESTO PUEDE ESPERARSE ELEVAR EL CAMBIO DE MARCA DEL 10% AL 20%.

A) ANTES DE CUALQUIER CAMPAÑA PUBLICITARIA, CUÁL ES EL PORCENTAJE DE MERCADO A FAVOR DE LA ALPHA CORPORATION?.
B) CUÁL ES LA ESTRATEGIA DE PUBLICIDAD QUE DARÍA EL MAYOR AUMENTO EN EL PORCENTAJE DE MERCADO?.

SOLUCIÓN:

A) ALPHA =0.4
COMP.=0.6

B) ESTRATEGIA NO.2

1. ALPHA=0.5
COMP.=0.5

2. ALPHA=0.5714
COMP.=0.4286

QSB

Quantitative Systems for Business
Version 3.0

by

Yih-Long Chang and
Robert S. Sullivan

Press any key to continue.

ACCESO A QSB

La forma de entrar a QSB es la siguiente:

1. Entrar al subdirectorio de QSB tecleando:
   c/> cd qsb <enter>
2. Estando dentro del subdirectorio de QSB, teclear:
   c>/QSB/ QSB <enter>

Al entrar a QSB se observa una pantalla principal con el nombre de QSB (Quantitative systems of Business), al presionar cualquier tecla aparece en pantalla una aclaración sobre la licencia del sistema, al volver a presionar cualquier tecla (como lo indica el paquete) aparece en pantalla el menú principal de QSB.

Welcome to QSB (Quantitative Systems for Business)! You may choose from following management science decision support systems:	
Code No. Program	Code No. Program
=>1 -- Linear programming	9 -- Inventory theory
2 -- Integer linear programming	A -- Queuing theory
3 -- Transshipment problem	B -- Queuing system simulation
4 -- Assignment problem	C -- Decision/probability theory
5 -- Network modeling	D -- Markov process
6 -- Project scheduling -- CPM	E -- Time series forecasting
7 -- Project scheduling -- PERT	F -- Specify printer/display adapter
8 -- Dynamic programming	G -- Exit from QSB

** QSB(I): Programs 1 to 5, QSB(II): Programs 6 to E **

Press the up or down key to locate the desired option. Then press ENTER.

EN LA PARTE DE ARRIBA DE LA PÁGINA APARECE EL MENÚ PRINCIPAL DE QSB, EL CUÁL ESTÁ COMPUESTO POR DIFERENTES OPCIONES ENTRE LOS CUALES SE ENCUENTRAN LA DE CONFIGURAR IMPRESORAS(F) Y LA OPCIÓN DE SALIDA DEL PAQUETE(G).

NUESTRO INTERÉS SE CENTRA EN CINCO DE LOS PROGRAMAS CONTENIDOS EN EL MENÚ PRINCIPAL. PARA ACCESAR A CADA PROGRAMA ES NECESARIO TECLEAR LA OPCIÓN CORRESPONDIENTE A ESE PROGRAMA, ES DECIR:

OPCIÓN	PROGRAMA
1	PROGRAMACIÓN LINEAL.
2	PROGRAMACIÓN LINEAL ENTERA.
3	PROBLEMAS DE TRANSPORTE.
4	PROBLEMAS DE ASIGNACIÓN.
D	CADENAS DE MARKOV.

```
Welcome to your Linear Programming (LP) Decision Support System!
          The options available for LP are as follows.
 If you are a first-time user, you might benefit from option 1.
─────────────────────────────────────────────────────────────────
     Option                   Function

     ==>1   ----   Overview of LP Decision Support System
        2   ----   Enter new problem
        3   ----   Read existing problem from disk(ette)
        4   ----   Show input data
        5   ----   Solve problem
        6   ----   Save problem on disk(ette)
        7   ----   Modify problem
        8   ----   Show final solution
        9   ----   Return to the program menu
        0   ----   Exit from QSB

Press the up or down key to locate the desired option. Then press ENTER.
```

PROGRAMACIÓN LINEAL

AL TECLEAR LA OPCIÓN 1 DEL MENÚ PRINCIPAL PASAREMOS AL MENÚ DE PROGRAMACIÓN LINEAL (PANTALLA DE ARRIBA), EN EL CUAL SE NOS PRESENTAN DIFERENTES OPCIONES QUE NOS SERÁN DE UTILIDAD PARA RESOLVER NUESTRO PROBLEMA SATISFACTORIAMENTE. SON LAS SIGUIENTES:

OPCIÓN	FUNCIÓN
1	NOS OFRECE UNA BREVE EXPLICACIÓN SOBRE LA PROGRAMACIÓN LINEAL.
2	NOS PERMITE DAR ENTRADA A UN NUEVO PROBLEMA.
3	PERMITE LEER PROBLEMAS ALMACENADOS EN DISCO.
4	MUESTRA LOS DATOS DE ENTRADA.
5	MUESTRA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA.
6	PERMITE GUARDAR UN PROBLEMA EN DISCO.
7	PERMITE MODIFICAR LOS DATOS DEL PROBLEMA
8	MUESTRA LA SOLUCIÓN FINAL DEL PROBLEMA.
9	PERMITE REGRESAR AL MENÚ PRINCIPAL.
0	SALIR DEL QSB.

LP Model Entry for EJEM_1

```
Please observe the following conventions when entering a problem:

 (1) 100, 100.0, +100, +100.0, 1E2, and 1.0E+2 are the same.
 (2) -123, -1.23E2, and -1.23E+2 are the same.
 (3) >=, >, =>, and ≥ are the same; <=, <, =<, and ≤ are the same.
 (4) After you enter your data, press the ENTER key.
 (5) On the same screen page, you may correct errors by pressing
     the BACKSPACE key to move the cursor to the correct position.
 (6) When you are satisfied with the data on a page, press the SPACE BAR.
 (7) When entering the problem, press the Esc key to go to a previous
     page; press the / key to go to the next page.

Do you want to maximize (1) or minimize (2) criterion? (Enter 1 or 2)      <1  >

How many variables are there in your problem? (Enter number ≤ 500 )        <2  >

How many constraints are there in your problem? (Enter number ≤ 500 )      <3  >

How many '≥' constraints are there in your problem? (Enter number ≤ 500 )<0  >

Do you want to use the default variable names (X1,X2,...,Xn) (Y/N)?        <N  >
       Press the SPACE BAR to continue if your entries are correct.
```

Al dar entrada a un nuevo problema (opción 2), el paquete solicita el nombre de ese problema, pudiendo ser de hasta 20 caracteres como máximo. Una vez dado el nombre nos aparece una nueva pantalla (arriba), en la cual se especifica el ambiente bajo el que se encuentra nuestro problema.

Se nos pregunta si queremos maximizar o minimizar, para lo cual daremos un 1 ó un 2 respectivamente. Cada vez que respondamos a una pregunta pulsaremos la tecla <ENTER>, para corregir algún dato regresaremos con la tecla <BACKSPACE> hasta llegar a la posición deseada. En la segunda pregunta debemos dar el número de variables que existen en el problema, acepta hasta 500 variables.

En la tercera, nos pregunta cuantas restricciones tiene nuestro problema.(Acepta hasta 500 restricciones).

En la siguiente nos pregunta cuantas restricciones >=

```
                 Enter the Coefficients of the LP Model     Page  1

ax  40______A    10______B
ubject to
1)  4_______A    2_______B    <=1600____
2)  2.5_____A    1.0_____B    ≤ 1200____
3)  4.5_____A    1.5_____B    ≤ 1600____




                 Esc -- Previous page,  /  -- Next page.
```

EXISTEN EN EL PROBLEMA (ACEPTA HASTA 500). ESTAS RESTRICCIONES PUEDEN CAMBIARSE MÁS ADELANTE.

POR ÚLTIMO, NOS PREGUNTA SI QUEREMOS QUE EL SISTEMA ASIGNE LOS NOMBRES A LAS VARIABLES(X1,X2,..XN), O SI DESEAMOS ASIGNARLOS NOSOTROS MISMOS. UNA VEZ QUE SE HAN DADO TODOS LOS DATOS, DEBEMOS PRESIONAR LA BARRA ESPACIADORA PARA PASAR A LA SIGUIENTE PANTALLA.

EN ÉSTA PANTALLA SE DA ENTRADA A LOS DATOS QUE FORMAN PARTE DEL PROBLEMA. COMO SE MUESTRA EN LA PANTALLA DE ARRIBA, ES NECESARIO DAR LOS DATOS DE LA FUNCIÓN OBJETIVO, Y LOS DATOS QUE FORMAN LAS RESTRICCIONES. PARA PASAR DE CAMPO EN CAMPO, ES NECESARIO PRESIONAR LA TECLA <ENTER>, Y PARA REGRESAR A CORREGIR ALGÚN DATO LO HAREMOS CON LA TECLA <BACKSPACE>. EN ÉSTA PARTE DEL PROBLEMA ES POSIBLE CAMBIAR LOS SIGNOS DE LAS RESTRICCIONES, YA SEA DE >= A <=, O VICEVERSA.

Summarized Results for EJEM_1 Page : 1								
Variables No.	Names	Solution	Opportunity Cost	Variables No.	Names	Solution	Opportunity Cost
1	A	+355.55554	0	4	S2	+311.11111	0
2	B	0	+3.3333333	5	S3	0	+8.8888893
3	S1	+177.77777	0				
Maximum value of the OBJ = 14222.22 Iters. = 1							

Press any key to continue.

Una vez que todos los datos son correctos, deberemos presionar la barra espaciadora, y después cualquier tecla, como lo indica el sistema. Hecho esto, regresaremos al menú de programación lineal, desde donde resolveremos nuestro problema haciendo uso de la opción 5 (Solve the Problem), como ya se había mencionado.

Al entrar a la opción 5 se presentan en pantalla otras opciones como: resolver y desplegar la tabla inicial, desplegar la tabla final, desplegar la tabla inicial y la final, desplegar todas las tablas, resolver por el método gráfico(cuando se usan sólo dos variables) y resolver sin desplegar ninguna tabla. Si tomamos esta última nos pasa a otras opciones como: mandar la solución final a un archivo ASCII, imprimir la solución o desplegarla en pantalla.

Al desplegar la solución en pantalla (tabla de arriba) se muestran las variables que forman la solución óptima y el valor de la función objetivo.Al presionar cualquier tecla, regresaremos al menú de PL.

```
Welcome to your Integer Linear Programming (ILP) Decision Support System!
              The options available for ILP are as follows.
     If you are a first-time user, you might benefit from option 1.

        Option                      Function

        ==>1   ----   Overview of ILP Decision Support System
           2   ----   Enter new problem
           3   ----   Read existing problem from disk(ette)
           4   ----   Show input data
           5   ----   Solve problem
           6   ----   Save problem on disk(ette)
           7   ----   Modify problem
           8   ----   Show final solution
           9   ----   Return to the program menu
           0   ----   Exit from QSB
```

```
Press the up or down key to locate the desired option. Then press ENTER.
```

PROGRAMACIÓN LINEAL ENTERA

PARA HACER USO DE LA PROGRAMACIÓN LINEAL ENTERA(PLE), ES NECESARIO ESCOGER LA OPCIÓN 2 DEL MENÚ PRINCIPAL, AL HACER USO DE ÉSTA, APARECERÁN EN PANTALLA LAS OPCIONES QUE OFRECE LA PLE (PANTALLA DE ARRIBA) .LAS OPCIONES SON:

OPCIÓN	FUNCIÓN
1	NOS OFRECE UNA BREVE EXPLICACIÓN SOBRE LA PROGRAMACIÓN LINEAL ENTERA.
2	NOS PERMITE DAR ENTRADA A UN NUEVO PROBLEMA.
3	PERMITE LEER PROBLEMAS ALMACENADOS EN DISCO.
4	MUESTRA LOS DATOS DE ENTRADA.
5	MUESTRA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA.
6	PERMITE GUARDAR UN PROBLEMA EN DISCO.
7	PERMITE MODIFICAR LOS DATOS DEL PROBLEMA
8	MUESTRA LA SOLUCIÓN FINAL DEL PROBLEMA.
9	PERMITE REGRESAR AL MENÚ PRINCIPAL.
0	SALIR DEL QSB.

ILP Model Entry for EJEM_2

```
Please observe the following conventions when entering a problem:

(1) 100, 100.0, +100, +100.0, 1E2, and 1.0E+2 are the same.
(2) -123, -1.23E2, and -1.23E+2 are the same.
(3) >=, >, =>, and ≥ are the same; <=, <, =<, and ≤ are the same.
(4) After you enter your data, press the ENTER key.
(5) On the same screen page, you may correct errors by pressing
    the BACKSPACE key to move the cursor to the correct position.
(6) When you are satisfied with the data on a page, press the SPACE BAR.
(7) When entering the problem, press the Esc key to go to a previous
    page; press the / key to go to the next page.

Do you want to maximize (1) or minimize (2) criterion? (Enter 1 or 2)     <1  >

How many variables are there in your problem? (Enter number ≤ 500 )       <2  >

How many constraints are there in your problem? (Enter number ≤ 500 )     <2  >

How many '≥' constraints are there in your problem? (Enter number ≤ 500 )<0  >

Do you want to use the default variable names (X1,X2,...,Xn) (Y/N)?       <N  >
      Press the SPACE BAR to continue if your entries are correct.
```

AL ESCOGER LA OPCIÓN 2 DEL MENÚ DE PROGRAMACIÓN LINEAL ENTERA, ESTAREMOS DANDO ENTRADA A UN NUEVO PROBLEMA. LO PRIMERO QUE SOLICITA EL PAQUETE ES EL NOMBRE DEL PROBLEMA, EL CUAL PUEDE SER DE HASTA 20 CARACTERES. ENSEGUIDA APARECE UNA PANTALLA EN LA QUE DEFINIREMOS EL AMBIENTE DEL PROBLEMA (ARRIBA):

1. NOS PREGUNTA SI DESEAMOS MAXIMIZAR O MINIMIZAR, PARA LO CUAL USAREMOS UN 1 Ó UN 2 RESPECTIVAMENTE.
2. CUANTAS VARIABLES UTILIZA NUESTRO PROBLEMA. PUEDEN SER HASTA 500 VARIABLES.
3. CUANTAS RESTRICCIONES TIENE NUESTRO PROBLEMA. PUEDEN SER HASTA 500 RESTRICCIONES.
4. CUANTAS RESTRICCIONES CON '>=' SE UTILIZAN. ACEPTA HASTA 500.
5. PREGUNTA SI DESEAS QUE EL PAQUETE ASIGNE LOS NOMBRES A LAS VARIABLES (X1,X2,...,XN) O SI QUIERES HACERLO TÚ MISMO.

Enter the Coefficients of ILP Model   Page 1

ax 400_____C   500_____A
ubject to
.) 5_____C   3_____A   ≤ 150_____
!) 3_____C   7_____A   ≤ 200_____

Esc -- Previous page, / -- Next page.

Una vez que se han dado todos los datos referentes al ambiente del sistema, pulsamos la barra espaciadora para pasar a la siguiente pantalla (arriba), donde se alimentan los coeficientes de la función objetivo y de las restricciones. Para alimentar un coeficiente es necesario posicionarnos en el campo , dar el valor correspondiente y pulsar la tecla <Enter>.Para corregir algún dato es necesario regresar con la tecla <Backspace> hasta la posición deseada.

En este paso, podemos cambiar los signos de >= a <= o viceversa,en caso de necesitarlo.Para continuar debemos presionar la barra espaciadora.

En la siguiente pantalla, nos pregunta si todas las variables son enteras. En caso de responder SI, nos preguntará si los valores son O ó I y si se desea definir los limites de restricción (Pueden ser de O a 32,000).

Enter Integrality and Bounds of Variables PG 1
(Default values are continuous with lower bound 0 and no upper bound)

Var. no.	Var.	Integrality (I/C)	Lower bound	Upper bound
1	C	<I>	<0 >	<32000 >
2	A	<I>	<0 >	<32000 >

Esc -- Previous page, / -- Next page.

SI LA RESPUESTA FUERA NO, APARECERÁ UNA PANTALLA EN LA QUE SE DEFINEN LAS VARIABLES QUE SON ENTERAS CON LA LETRA (I) Y LAS QUE SON CONTINUAS O QUE PUEDEN SER FRACCIONES CON LA LETRA (C), TAMBIÉN SE PUEDEN DEFINIR EL LÍMITE INFERIOR <LOWER BOUND> Y EL LÍMITE SUPERIOR <UPPER BOUND> EN CASO DE QUE SE REQUIERA.

PARA CONTINUAR, ES NECESARIO PRESIONAR LA BARRA ESPACIADORA Y LUEGO CUALQUIER TECLA.

Summary of Results for EJEM_2 Page : 1					
Variables No. Names	Solution	Obj. Fnctn. Coefficient	Variables No. Names	Solution	Obj. Fnctn. Coefficient
1 C	+17.000000	+400.00000	2 A	+21.000000	+500.00000
Maximum value of the OBJ = 17300 Total iterations = 5					

Press any key to continue.

Una vez que se han especificado las variables, el paquete nos manda de regreso al menú de PLE desde donde resolveremos el problema escogiendo la opción 5 (Solve the Problem). Hecho esto, aparecerá una pantalla en la cual se nos darán las mismas opciones que en Programación Lineal: Resolver y desplegar la primera tabla, resolver y desplegar cada tabla, resolver sin desplegar tablas, etc.Escogemos la opción 3 y aparecen más opciones como: desplegar la solución final, imprimir la solución final, mandar a un archivo ASCII.

Al desplegar la solución en pantalla aparece una tabla (arriba) en la cual se muestra las variables con el valor óptimo, lo cual es la solución del problema.

Al presionar cualquier tecla regresaremos al menú de Programación Lineal Entera.

```
Welcome to your Transshipment Problem (TRP) Decision Support System!
          The options available for TRP are as follows.
   If you are a first-time user, you might benefit from option 1.

       Option                      Function

       ==>1   ----   Overview of TRP Decision Support System
          2   ----   Enter new problem
          3   ----   Read existing problem from disk(ette)
          4   ----   Show input data
          5   ----   Solve problem
          6   ----   Save problem on disk(ette)
          7   ----   Modify problem
          8   ----   Show final solution
          9   ----   Return to the program menu
          0   ----   Exit from QSB
```

Press the up or down key to locate the desired option. Then press ENTER.

PROBLEMAS DE TRANSPORTE

AL ESCOGER LA OPCIÓN 3 DEL MENÚ PRINCIPAL, ENTRAREMOS A LA PANTALLA DE PROBLEMAS DE TRANSPORTE, DONDE SE NOS OFRECEN LAS MISMAS OPCIONES QUE EN LOS TEMAS ANTERIORES:

OPCIÓN	FUNCIÓN
1	NOS OFRECE UNA BREVE EXPLICACIÓN SOBRE LOS PROBLEMAS DE TRANSPORTE.
2	NOS PERMITE DAR ENTRADA A UN NUEVO PROBLEMA.
3	PERMITE LEER PROBLEMAS ALMACENADOS EN DISCO.
4	MUESTRA LOS DATOS DE ENTRADA.
5	MUESTRA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA.
6	PERMITE ALMACENAR UN PROBLEMA EN DISCO.
7	PERMITE MODIFICAR LOS DATOS DEL PROBLEMA
8	MUESTRA LA SOLUCIÓN FINAL DEL PROBLEMA.
9	PERMITE REGRESAR AL MENÚ PRINCIPAL.
0	SALIR DEL QSB.

```
                    TRP Model Entry for EJEM_1

Please observe the following conventions when entering a problem:

 Respond to the questions which define the general format about the problem.
 Then enter the names of each node unless using defaults.
 Then enter the capacities and/or demands of each point.  For a transship-
 ment point, enter a positive/negative number for a net supply/demand.
 Then enter the transportation costs or profits between nodes.  A very
 large positive/negative number or +M/-M could be entered to represent no
 direct linkage (flow) between two nodes when the fixed format is used.
 The BACKSPACE BAR can be used to move the cursor back to the position you
 want to correct data; the Esc key can be pressed to go to the previous
 page; and the / key to go to the next page when the fixed format is used.

Do you want to maximize (1) or minimize (2) criterion? (Enter 1 or 2)  <1  >

How many sources are there in your problem? (Enter number ≤ 500 )     <3  >

How many destinations are there in your problem? (Enter number ≤ 500 ) <3  >

How many transshipment points are there in your problem? (≤ 500 )     <0  >

Do you want to use the default names (S1...Sn,D1...Dn,T1...Tn)(Y/N)?   <N  >
     Press the SPACE BAR to continue if your entries are correct.
```

De la misma forma, para resolver un nuevo problema debemos hacer uso de la opción 2 del menú de Problemas de transporte. Al hacer esto, el paquete nos solicita el nombre del problema, el cual puede ser de hasta 20 caracteres. Enseguida es necesario definir el ambiente del problema(pantalla de arriba), respondiendo a las siguientes preguntas:

1. Deseas maximizar o minimizar. Responder (1) ó (2), respectivamente.
2. Cuantas ofertas (empresas) hay en el problema. Pueden ser hasta 500.
3. Cuantas demandas (sucursales) hay en el problema. Pueden ser hasta 500.
4. Cuantos puntos de transbordo hay en el problema. Acepta hasta 500.
5. Desea usar los nombres preestablecidos por el paquete (Y/N).

Enter the Cost/Profit Coefficients of the TRP Model Page 1

To
EST: 4_____ LUJO: 7_____ SLUJO: 5_____
EST: 6_____ LUJO: 8_____ SLUJO: 7_____
EST: 5_____ LUJO: 4_____ SLUJO: 4_____

Input data complete, Press any key to continue.

UNA VEZ ESTABLECIDO EL AMBIENTE DEL SISTEMA, PASAMOS A OTRA PANTALLA DONDE SE DAN LOS VALORES DE LA OFERTA O CAPACIDADES DE LAS EMPRESAS PRESIONANDO LA BARRA ESPACIADORA AL TERMINAR. DE IGUAL MANERA, APARECE OTRA PANTALLA DONDE ES NECESARIO ALIMENTAR LOS VALORES DE LA DEMANDA DE CADA UNA DE LAS SUCURSALES O BODEGAS, DESPUÉS DE ESTO PRESIONAR LA BARRA ESPACIADORA. ES NECESARIO RECORDAR QUE, PARA CORREGIR ALGÚN DATO SE DEBERÁ REGRESAR CON LA TECLA <BACKSPACE> HASTA LA POSICIÓN DESEADA.

DESPUÉS DE ALIMENTAR ÉSTOS DATOS, NOS PREGUNTARÁ SI DESEAMOS UTILIZAR EL FORMATO LIBRE, LA RESPUESTA PREFERIBLE ES "N" PARA ASÍ, USAR EL PREESTABLECIDO POR EL PAQUETE.

ENSEGUIDA APARECERÁ UNA TABLA (ARRIBA) DONDE ALIMENTAREMOS LOS COSTOS(O UTILIDAD) DE TRANSPORTE POR UNIDAD DE CADA EMPRESA A CADA SUCURSAL O BODEGA.LA MANERA DE LLENAR ÉSTA TABLA ES COLOCARSE EN CADA CAMPO Y DAR EL VALOR CORRESPONDIENTE,PULSANDO <ENTER> PARA PASAR DE

Summary of Results for EJEM_1					Page : 1				
From	To	Shipment	@ prft.	Opp.Ct.	From	To	Shipment	@ prft.	Opp.Ct.
P1	EST	0	+4.0000	-3.0000	P2	SLUJO	+1500.0	+7.0000	0
P1	LUJO	+500.00	+7.0000	0	P2	Dummy	0	0	-3.0000
P1	SLUJO	0	+5.0000	-1.0000	P3	EST	+1500.0	+5.0000	0
P1	Dummy	0	0	-2.0000	P3	LUJO	0	+4.0000	-1.0000
P2	EST	0	+6.0000	-2.0000	P3	SLUJO	+1000.0	+4.0000	0
P2	LUJO	+1500.0	+8.0000	0	P3	Dummy	+1000.0	0	0
Maximum value of OBJ = 37500 (multiple sols.) Iterations = 0									

Press any key to continue.

Un campo a otro y <BACKSPACE> para regresar. Hecho esto, y pulsando cualquier tecla regresaremos al menú de los problemas de transporte.

Para obtener la solución de nuestro problema, es necesario escoger la opción 5(SOLVE THE PROBLEM), la cual nos ofrece resolverlo y: desplegar la tabla inicial,desplegar cada tabla, desplegar la tabla final,sin desplegar tablas, etc. Esta última, nos dirá que la solución óptima ha sido encontrada y nos mandará a otra pantalla donde escogeremos la opción de mostrar la solución final.

La tabla de arriba muestra la solución final de un problema de transporte. Nos muestra la cantidades que una empresa debe mandar a alguna sucursal, así como los costos totales de transporte, que resultan ser los óptimos.

```
Welcome to your Assignment Problem (ASMP) Decision Support System!
         The options available for ASMP are as follows.
   If you are a first-time user, you might benefit from option 1.

      Option                       Function

      ==>1  ----  Overview of ASMP Decision Support System
         2  ----  Enter new problem
         3  ----  Read existing problem from disk(ette)
         4  ----  Show input data
         5  ----  Solve problem
         6  ----  Save problem on disk(ette)
         7  ----  Modify problem
         8  ----  Show final solution
         9  ----  Return to the program menu
         0  ----  Exit from QSB
```

Press the up or down key to locate the desired option. Then press ENTER.

PROBLEMAS DE ASIGNACIÓN

AL HACER USO DE LA OPCIÓN 4 DEL MENÚ PRINCIPAL,ENTRAMOS A MODELOS DE ASIGNACIÓN, EL CUÁL NOS PERMITE:

OPCIÓN	FUNCIÓN
1	NOS OFRECE UNA BREVE EXPLICACIÓN SOBRE LOS MODELOS DE ASIGNACIÓN.
2	NOS PERMITE DAR ENTRADA A UN NUEVO PROBLEMA.
3	PERMITE LEER PROBLEMAS ALMACENADOS EN DISCO.
4	MUESTRA LOS DATOS DE ENTRADA.
5	MUESTRA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA.
6	PERMITE GUARDAR UN PROBLEMA EN DISCO.
7	PERMITE MODIFICAR LOS DATOS DEL PROBLEMA
8	MUESTRA LA SOLUCIÓN FINAL DEL PROBLEMA.
9	PERMITE REGRESAR AL MENÚ PRINCIPAL.
0	SALIR DEL QSB.

ASMP Entry for EJEM_2

ease observe the following conventions when entering a problem:

1) Respond to the questions which seek general information about the problem.
2) Then enter object and task names if you don't use default names.
3) Then enter cost/profit coefficients for each potential assignment. A very large +/- value or +M/-M could be entered for an impossible assignment.
4) After you enter your data, press the ENTER key.
5) On the same screen page, you may correct errors by pressing the BACKSPACE key to move the cursor to the correct position when fixed format is used.
6) When you are satisfied with the data on a page, press the SPACE BAR.
7) When entering the problem, press the Esc key to go to a previous page; press the / key to go to the next page.

o you want to maximize (1) or minimize (2) criterion? (Enter 1 or 2)<1 >

w many objects are there in your problem? (Enter number ≤ 500) <4 >

ow many tasks are there in your problem? (Enter number ≤ 500) <4 >

o you want to use the default names (O1,...,On; T1,...,Tn)(Y/N)? <N >

Press the SPACE BAR to continue if your entries are correct.

De igual manera, para alimentar un nuevo problema deberemos escoger la opción 2 y, también debemos dar el nombre del problema (hasta 20 caracteres). Hecho esto, pasaremos a la pantalla donde se define el ambiente del problema(arriba), respondiendo a las siguientes preguntas:

1. Deseas maximizar o minimizar? Responder con (1) ó (2) respectivamente.
2. Cuantos objetos(compañías) hay en el problema?. Acepta hasta 500.
3. Cuantos trabajos (proyectos)hay en el problema?Acepta hasta 500.
4. Deseas usar los nombres preestablecidos por el paquete?(Y/N).

Una vez que se ha respondido a las preguntas es necesario presionar la barra espaciadora; enseguida, nos pregunta si deseamos utilizar el formato libre para alimentar los costos/utilidades a lo que respondemos "N", ya que es más fácil y rápido de está forma.

Enter the Cost/Profit Coefficients Page 1

jects	Tasks							
	NORTE:	7_____	ESTE:	9_____	SUR:	10____	OESTE:	9_____
	NORTE:	8_____	ESTE:	7_____	SUR:	9_____	OESTE:	9_____
	NORTE:	7_____	ESTE:	10____	SUR:	9_____	OESTE:	8_____
	NORTE:	6_____	ESTE:	8_____	SUR:	8_____	OESTE:	7_____

Esc -- Previous page, / -- Next page.

La siguiente pantalla (arriba), contiene una tabla en la cual se alimentarán los costos/utilidades por realizar cada proyecto en cada una de las compañías. La manera de llenar esta tabla es colocarse en cada campo dar su valor correspondiente y presionar la tecla <ENTER> para pasar de un campo a otro, y la tecla <BACKSPACE> par regresar.

Cuando se ha terminado de alimentar todos los datos, es necesario presionar la barra espaciadora y después cualquier tecla para así, regresar al menú de Modelos de Asignación

De igual manera que en los temas anteriores, para obtener la solución de un problema es necesario hacer uso de la opción 5 (SOLVE THE PROBLEM). Esta opción nos ofrece resolver el problema y desplegar

Summary of Assignments for EJEM_2			Page : 1		
Object	Task	Cost/Prof.	Object	Task	Cost/Prof.
A	SUR	10.00	C	ESTE	10.00
B	NORTE	8.000	D	OESTE	7.000
Maximum value of OBJ = 35	Total iterations = 1				

Press any key to continue.

LA TABLA INICIAL,LA TABLA FINAL, CADA TABLA, SIN NINGUNA TABLA,ETC. AL RESOLVERLO SIN DESPLEGAR NINGUNA TABLA, NOS PERMITE DECIDIR SI QUEREMOS QUE LA SOLUCIÓN SE DESPLIEGUE EN PANTALLA,IMPRIMIRLA O MANDARLA A UN ARCHIVO EN CÓDIGO ASCII.

AL DESPLEGAR EN PANTALLA LA SOLUCIÓN FINAL, APARECE UNA TABLA COMO LA DE ARRIBA, Y EN ELLA SE OBSERVAN LOS COMPAÑÍAS Y PROYECTOS ASIGNADOS CON EL COSTO QUE CAUSA DICHA ASIGNACIÓN. ESTA ASIGNACIÓN ES LA ÓPTIMA.

```
Welcome to your Markov Process (MKV) Decision Support System!
        The options available for MKV are as follows.
If you are a first-time user, you might benefit from option 1.

     Option                      Function

     ==>1  ----  Overview of MKV Decision Support System
        2  ----  Enter new problem
        3  ----  Read existing problem from disk(ette)
        4  ----  Show input data
        5  ----  Solve problem
        6  ----  Save problem on disk(ette)
        7  ----  Modify problem
        8  ----  Show final solution
        9  ----  Return to the program menu
        0  ----  Exit from QSB
```

Press the up or down key to locate the desired option. Then press ENTER.

CADENAS DE MARKOV

LA LETRA "D" DEL MENÚ PRINCIPAL NOS PERMITE ENTRAR A EL PROGRAMA DE CADENAS DE MARKOV O PRONÓSTICOS, EL CUÁL NOS OFRECE LAS SIGUIENTES OPCIONES:

OPCIÓN	FUNCIÓN
1	NOS OFRECE UNA INTRODUCCIÓN SOBRE EL TEMA DE CADENAS DE MARKOV.
2	NOS PERMITE DAR ENTRADA A UN NUEVO PROBLEMA.
3	PERMITE LEER PROBLEMAS ALMACENADOS EN DISCO.
4	MUESTRA LOS DATOS DE ENTRADA.
5	MUESTRA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA.
6	PERMITE GUARDAR UN PROBLEMA EN DISCO.
7	PERMITE MODIFICAR LOS DATOS DEL PROBLEMA
8	MUESTRA LA SOLUCIÓN FINAL DEL PROBLEMA.
9	PERMITE REGRESAR AL MENÚ PRINCIPAL.
0	SALIR DEL QSB.

MKV Data Entry for EJEM_1

Please observe the following conventions when entering a problem:

(1) Respond to the questions that seek general information about a problem.
(2) Then enter the names of states unless using defaults.
(3) Then enter the initial state probability vector, if known.
(4) Then enter the transition probability matrix.
(5) After you enter each data, press the ENTER key.
(6) On the same screen page, you may correct errors by pressing the BACKSPACE key to move the cursor to the required position.
(7) When you are satisfied with the data on a page, press the SPACE BAR.
(8) When entering a problem, press the Esc key to go to a previous page; press the / key to go to the next page.

How many states are there in your problem? (Enter number ≤ 50) <2 >

Do you know the initial state probability vector (Y/N) ? <N >

Do you want to use the default names of states (S1,...,Sn) (Y/N)? <N >

Press the SPACE BAR to continue if your entries are correct.

Al dar de alta un nuevo problema, también es necesario dar el nombre del problema. Después, pasaremos a una pantalla donde definiremos el ambiente del problema respondiendo a las siguientes preguntas:

1. Cuantas empresas se manejan en el problema?. Acepta hasta 50.
2. Conoces el valor del vector de participación inicial? (Y/N).
3. Deseas usar los nombres preestablecidos por el sistema? (Y/N).

Cuando se han contestado todas las preguntas, se presiona la barra espaciadora para pasar a la siguiente pantalla. Enseguida se nos pregunta el valor del vector de participación inicial, este vector es el porcentaje en decimales que conserva de mercado cada compañía, en caso de no conocerlo el paquete hubiera asignado partes iguales de participación (100%/No. compañías.)

Enter the Transition Probability Matrix for EJEM_1 Pg 1

rom	To			
	X:	0.7___	Y:	0.3___
	X:	0.2___	Y:	0.8___

Esc -- Previous page, / -- Next page.

LA SIGUIENTE PANTALLA MUESTRA LA MATRIZ DE TRANSICIÓN (TABLA DE ARRIBA), EN ELLA SE ALIMENTA EL PORCENTAJE DE CLIENTES QUE RETUVO CADA COMPAÑÍA EN UN PERÍODO TRANSCURRIDO Y, DE LOS QUE PERDIÓ, CUANTO PORCENTAJE SE FUE CON OTRAS COMPAÑÍA.

UNA VEZ QUE SE HAN ALIMENTADO TODOS LOS DATOS DE LA TABLA ANTERIOR, ES NECESARIO PRESIONAR LA BARRA ESPACIADORA Y DESPUÉS CUALQUIER TECLA PARA LLEGAR AL MENÚ DE CADENAS DE MARKOV. HECHO ESTO, ES NECESARIO ESCOGER LA OPCIÓN 5 PARA CONOCER LA SOLUCIÓN DE NUESTRO PROBLEMA.

DE IGUAL MANERA QUE EN LOS TEMAS ANTERIORES TOMAREMOS LA OPCIÓN DE RESOLVER SIN MOSTRAR NINGUNA TABLA.

Final Iteration -- Total Iterations = 17

X: 0.4000 Y: 0.6000

Press any key to continue.

AL MOSTRAR LA SOLUCIÓN EN PANTALLA, APARECE LA PARTICIPACIÓN DE MERCADO QUE TENDRÁN LAS COMPAÑÍAS EN EL PRÓXIMO PERÍODO. ESE NÚMERO SE MULTIPLICA POR 100 PARA OBTENER UN PORCENTAJE.

AL PRESIONAR LA TECLA <ENTER> SE MUESTRA LA RECURRENCIA DE CADA COMPAÑÍA, ES DECIR, EL INVERSO A LA PARTICIPACIÓN EN EL MERCADO.

PARA REGRESAR AL MENÚ DE CADENAS DE MARKOV ES NECESARIO PRESIONAR CUALQUIER TECLA.