

INGENIERÍA INDUSTRIAL
INVESTIGACIÓN OPERATIVA

GUIA DE EJERCICIOS

Prof.: Ing. Romina Miccige
Ayudante: Ing. Matias Patterlini

Revisión: 06
Fecha:

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

Contenido

MODELO DE INVENTARIO	3
Sin Respuestas:	3
Con respuestas:	7
Formulas Modelo Inventario	16
PROGRAMACIÓN LINEAL	17
TRANSPORTE Y ASIGNACIÓN :	25
TEORIA DE COLAS :	30
REDES	34
PERT/CPM	40
MARKOV	47
TEORÍA DE JUEGOS	50

MODELO DE INVENTARIO

Sin Respuestas:

1) La óptica “VEO BIEN” ofrece estuches forrados en su interior con terciopelo a sus clientes, estos artículos presentan las siguientes características:

- Ventas semanales: 250 unidades
- Costo operativo de almacenamiento: despreciable
- Costo de oportunidad del capital: 30% anual
- Costa unitaria de compra: \$5
- Costa de orden: \$40

- a) Cuantas unidades adquirirá Ud. en cada pedido?
- b)Cuál es el precio de venta mínima de cada unidad.
- c)Cuál es el número de lotes al año (considere 52 semanas)?
- d) Si la óptica recibe los estuches cada diez días, ¿cuál deberá ser el nivel de inventarlo al realizar el pedido de forma que al llegar et mismo el stock remanente sea nulo?
- f) El proveedor le comunica que no le será posible entregar la mercadería a los tres días de realizado el pedido, la misma demorará cinco días mas de lo previsto. En estas condiciones: ¿cuántas unidades deberán entregarse antes de realizar el pedido?
- h) Grafique la $Q(t)$

2) Una empresa manufacturera debe entregar 80.000 unidades de un cierto ítem en forma uniforme a lo largo de un año calendarlo. El costo de mantener una unidad almacenada durante dicho lapso es de \$50. Mientras que el costo del producto = \$2 por unidad.

Considerando un costo de orden de \$80 se pide:

- a) Determine el tamaño del lote óptimo.
- b) Indique la cantidad de órdenes a emitir por año.
- c) Calcule el CTI de la operación.
- d) Represente gráficamente el stock en función del tiempo.

3) Westside auto adquiere directamente de su proveedor un componente que se utiliza en la manufactura de generadores para automóviles. La operación de producción de generadores de Westside, que funciona a tasa constante, requerirá de 1000 componente mensuales. Suponga que los costos de pedir es de \$ 25 por pedido, el costo unitario es de \$2,50 por componente, y los costos anuales de posesión son del 20% del valor del inventario. Westside tiene 250 laborables por año y el plazo de entrega es de 5 días. Responda a las siguientes preguntas de política de inventarios.

- a.- Cual es el EOQ de éste componente?
- b.- Cual es el punto de pedido

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

c.- Cual es el tiempo del ciclo?

d.- Cuales son los costos totales anuales de posición y de pedir asociados con su EOQ recomendado?

4) Suponga que R&B Beverage Company tiene un refresco que tiene una tasa de demanda anual constante de 3600 cajas. Una caja de refresco le cuesta a R&B 3 dólares. Los costos de pedir son 20 dólares por pedido y los costos de posesión son de 5% del valor de inventario. R&B tiene 250 días laborables por año y el tiempo de entrega es de 5 días. Identifique los siguientes aspectos de inventarios.

a.- Cantidad económica a pedir

b.- Punto de pedido

c.- Tiempo del ciclo

d.- Costo total anual.

5) “HAL” fabrica dos tipos de computadoras VAX y PC, ambas requieren de Un tipo especial de plaqueta. Esta empresa opera con una política óptima de inventarlo para la administración de stocks . Se dispone de los siguientes datos:

- Se utilizan mensualmente 60 plaquetas para las PC y 40 plaquetas para las VAX
- El precio de cada plaqueta es de \$80
- El costo de cada orden de compra es de \$50
- El costo operativo anual de mantenimiento es de \$40/unidad

¿Cuál sería el lote óptimo si se impone la condición de que al cabo de un año el stock remanente sea nulo? -

6) Un mayorista de camisas tiene una demanda que varia entre 100.000 y 150.000 camisas anuales (365 días). El costo por cada orden es de \$40, cada camisa tiene un costo de \$4,8, y el costo de almacenamiento por unidad es de \$0,06 por día. El gerente de comercialización determina que es muy probable que la demanda anual sea alrededor de 135.000 unidades por año, determine:

a) cantidad de camisas por lote,

b) costo total esperada de la gestión,

7) La empresa PASAC comercializa elevadores para automotores, los cuales se fabrican según requerimientos particulares de los clientes.

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

La demanda anual es de 60 unidades. El capital de la empresa se puede colocar en el banco Nación a una tasa del 35% anual, siendo el costo de compra de todos los materiales componentes del elevador de \$1800. La preparación y redacción de la Orden de compra le lleva al comprador 160 minutos, siendo su jornal de 12\$/hr., también se estiman costos varios de pedido de \$2.

La empresa está considerando la posibilidad de permitir que para este producto ocurran algunos pedidos pendientes de surtir. Se ha estimado el costo anual de dichos pedidos en 200 dólares por unidad.

El lead time es de 12 días.

Determine:

Q^* , S , I_{max} , CIT^* , R , y N^* , Grafique $Q(t)$ y $S(Q)$.

8) Un concesionario de automóviles tiene una venta diaria de 4 unidades. El costo de adquisición en fábrica de cada rodado es de \$15.000. Por cada unidad que se estaciona en un garaje que se alquila se debe pagar \$20 diarios, y por cada una que le solicitan y no entrega incurre en un costo de \$100 por día. El costo de orden asciende a \$300. El lead time es de un día. Determine:

- Cantidad máxima de autos a tener en el garaje que se alquila.
- Cantidad de autos a ordenar en fábrica en cada pedido.
- Numero de autos que no se entregan en forma inmediata.
- Tiempo que transcurre entre dos órdenes de pedido.
- Tiempo durante el cual no se posee stock.
- Costo total mensual esperado (considerar 30 días).
- Punto de pedido.
- Represente gráficamente $S = f(\text{tiempo})$.

9) La sección de compras de una empresa industrial de válvulas de bronce de 1/2 pulgada ha determinado que el consumo mensual es de 40 unidades. Su precio unitario es de \$0,5 por unidad. Se deben pagar además \$0,05 por válvula por día de almacenamiento y \$0,5 por válvula por día de atraso en las entregas. Costo de pedir \$1.20

Determine:

- cantidad de válvulas que se venden sin entrega inmediata,
- costo total esperado de un período.

10) Un proveedor ofrece un producto donde cotiza el siguiente plan de descuentos

Tipo de descuento	Tamaño del pedido	Descuento (%)	Costo Unitario [\$]
1	0 a 999	0	5.00

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

2	1000 a 2499	3	4.85
3	2500 y más	5	4.75

Parece tentador el descuento de 5% para una cantidad de pedido mínima de 2500 unidades. Sin embargo, al darnos cuenta de que pedidos mayores dan como resultado costos superiores de posesión de los inventarios, deberíamos preparar un análisis completo de costos antes de efectuar una recomendación final sobre políticas de pedido y de inventarios.

Suponga que los análisis de datos y de costos muestran una tasa anual de costos de posesión igual al 20%, un costo de pedir de \$49 por pedido y una demanda anual de 5000 unidades; ¿Qué cantidad a pedir deberíamos escoger? ¿Cuál es el costo anual mínimo para dicha cantidad?

11) Determine el costo anual mínimo y la cantidad óptima de compra, si la demanda anual es de 10.000 unidades:

Tipo de descuento	Tamaño del pedido	Descuento (%)
1	0 a 349	0
2	350 a 999	0,5
3	1000 y más	4

El costo unitario de compra es de \$10,00, la tasa de posesión del capital es del 100% y el costo de pedir es de \$9,0.-

¿Cuál es el costo anual mínimo para dichas cantidades y descuentos?

¿Qué ocurre cuando el descuento por más de 1000 u. se lleva al 7%?

Partiendo de los datos originales ¿Qué ocurre cuando el descuento 2 u. se lleva al 2%, y se mantienen el resto de los datos constantes?

12) Determine la cantidad óptima de pedido y el costo CIT si se dispone de los siguientes datos.

Realice los gráficos de $Q(t)$ y $Q(\$)$.

Demanda Anual	D	18000	[u/año]
Costo Unitario de compra	Cc	28	[\$]
Tasa del costo de posesión anual % (tasa de Capital)	I	70%	[%]
Costo por pedido	Cp	90	[\$]
Días por año	Da	300	[días]
Plazo de entrega (días) (Lead Time)	L	5	[días]
Demanda diaria (tasa diaria de consumo)	d	60	[u/día]
Tasa de producción	p	45000	[u/año]

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

13) Un contratista debe suministrar 10000 cojinetes por día a un fabricante de automóviles. El encuentra que cuando empieza el lote de producción , puede producir 25000 cojinetes por día. El costo de mantener un cojinete en inventario por año es de 2 centavos y el costo de alistar cada lote de producción es de \$18. ¿Qué tan frecuente deben producirse los lotes? Suponga que hay 250 días laborables al año.

14) Determinar la cantidad Q^* que minimizan el costo total de dos productos, sin producir faltantes, cumpliendo con un volumen menos a 30 pies³.

Prod.	d_i	C_{Hi}	C_{Pi}	Vol. k [pie ³]	D	Q	CT	Vol. Total
1	2,00	1,50	25	1,5				
2	10,00	2,50	18	3				
	250		Días al año					
	30		Vol. Máx.		FACTIBLE ?			

15) Determine las cantidades óptimas de pedido según los siguientes parámetros para los siguientes artículos:

Artículo	C3 (\$/ord)	D (unid/día)	C1 (\$/día)	Volumen (pies 2)
1	20	22	0,35	1
2	25	34	0,15	0,8
3	30	14	0,28	1,1
4	28	21	0,3	0,5
5	35	26	0,42	1,2
			Disp	25

16) Determine las cantidades óptimas de pedido según los siguientes parámetros para los siguientes artículos:

Artículo	C3 (\$/ord)	D (unid/día)	C1 (\$/día)	Volumen (pies 2)
1	10	2	0,3	1
2	5	4	0,1	1
3	15	4	0,2	1
			Disp	25

Con respuestas:

1) Ud. trabaja en una consultora la cual tiene entre sus principales clientes a un fabricante de cajas de cartón corrugado cuyo

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

producto está sujeto a una demanda anual de 20.000 unidades. Cuenta con los siguientes datos:

- Costo unitario de la materia prima: \$20
- Carga fabril variable: 6 \$/unidad
- Alquiler semestral del depósito de productos terminados: \$50/u.
- Costo de la mano de obra y tiempo muerto necesario para poner en condiciones las máquinas a fin de obtener una corrida de producción: \$100
- Horas-máquina necesarias por caja: 2
- Costo de la hora máquina: \$12
- Costo administrativo de la emisión de la orden de producción: \$50
- Tasa de inmovilización del capital: 20% anual

Ud. deberá informarle a la firma la política de stock que minimice el costo total esperado anual, suministrándole la siguiente información:

- Cantidad de cajas a ordenar en cada corrida de producción.**
- Número de órdenes de producción al año.**
- Días que transcurren entre dos órdenes consecutivas.**
- Costo total esperado de la gestión.**

Resp.: a) 233,5 cajas; b) 85,6 órd.; c) 4,26 días; d) \$1.025.690,46.

2) Una óptica ofrece estuches forrados en su interior con terciopelo a sus clientes, estos artículos presentan las siguientes características:

- Ventas semanales: 250 unidades
- Costo operativo de almacenamiento: despreciable
- Costo de oportunidad del capital: 30% semanal
- Costo unitario de compra: \$5
- Costo de orden: \$40

- ¿Cuántas unidades adquirirá Ud. en cada pedido?**
- ¿Cuál es el precio de venta mínimo de cada unidad?**
- ¿Cuál es el número de lotes al año (considere 52 semanas)?**
- Calcule el costo variable total por semana de la gestión.**
- Calcule el costo fijo total por semana de la gestión.**
- Si el lead time es de tres días, ¿cuál deberá ser el nivel de inventario al realizar el pedido?**
- El proveedor le comunica que no le será posible entregar la mercadería a los tres días de realizado el pedido, la misma demorará cinco días más de lo previsto. En estas condiciones: ¿cuántas unidades deberán entregarse antes de realizar el pedido?**

Resp.: a) 115,5 u.; b) \$5,7; c) 112,6 lotes; d) \$173,20; e) \$1.250; f) 107,14 u.; g) 60,5 u.

3) Un fabricante de accesorios para automóviles recibe un pedido de 16.000 unidades de un componente que debe entregar uniformemente a lo largo de un año. Su costo de fabricación es \$4.000 al año, y mantener una unidad almacenada le cuesta \$5/año. El costo de puesta en marcha es de \$100. Si por razones técnicas el fabricante debe optar entre realizar un 20% por encima o por debajo del lote más conveniente:

- ¿Qué opción sugeriría Ud. y cuál es la diferencia de costo con la óptima?**
- Represente gráficamente la variación del punto a).**
- Si la gerencia admite un incremento del costo total anual de 0,5% respecto del óptimo; ¿la recomendación hecha al fabricante está dentro del intervalo de operación?**

Resp.: a) 960 u., siendo su costo superior al CTE, en \$66,67; c) Sí.

4) Una pastelería vende al por mayor y al menudeo postres para conservar en freezer. Posee una granja de la cual obtiene toda la materia prima necesaria excepto la harina, que le es traída por un proveedor que demora 4 días, cobrándole un costo fijo de \$15 y \$0,80/Kg. La harina se almacena en recipientes con capacidad para 30 kg. cada uno, poseyendo tres recipientes de este tipo. El costo de mantenimiento se calcula en \$0,04/kg. por día.

- Sabiendo que cada postre lleva en promedio 2 kg. de harina y se venden 50 de ellos por mes (30 días). Calcule cuántos deben fabricarse para minimizar el costo total esperado de la gestión.**
- ¿Cuántos kg. de harina deben usarse antes de realizar el próximo pedido?**
- Si por el tiempo que demoran los productos en llegar a la granja se deben fabricar los postres cada 4 días, calcule el nuevo costo total de la harina.**

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

Resp.: a) 25 u.; b) 36,67 kg.; c) \$200,5.

5) Un comerciante compra un producto a \$10 por unidad, debiendo pagar en concepto de almacenamiento \$5 por día. La orden de compra del producto insume un costo de \$30, y la demanda del mismo es de:

- 50 unidades diarias durante los primeros 20 días del mes.
- 20 unidades diarias durante los últimos 10 días.

Sabiendo que no puede haber retraso en las entregas. Se pide:

- a) **Lote a ordenar para cubrir la demanda de un mes.**
- b) **Graficar el stock en función del tiempo.**
- c) **Determinar el costo total esperado mensual.**
- d) **Calcular el costo mensual de almacenamiento.**

Resp.: a) 24,5 u. y 15,5 u.; c) \$15.224; d) \$1.612,50.

6) Un artículo que posee una demanda mensual (30 días) conocida y constante D , se adquiere en lotes óptimos de 5.000 unidades.

- a) **Si el costo de orden aumenta al doble, cuál será el nuevo lote óptimo?**
- b) **Si el costo de orden y el costo operativo de almacenamiento aumentan en la misma proporción, qué ocurre con el lote óptimo?**
- c) **Tabule los efectos ocasionados en el $CVT = f(q)$ por un error en la estimación de la demanda total para las siguientes variaciones: $D' = +\Delta 50\%$, $D' = +\Delta 200\%$, y $D' = -\Delta 20\%$.**
- d) **Si se sabe que se realiza el pedido cuando se han consumido 2.000 unidades, y el mismo se recibirá a los tres días de efectuado: cuál es la demanda de este producto?**

Resp.: a) 7.071 u.; b) 5.000 u.; c) $+\Delta 22\%$, $+\Delta 73\%$, $-\Delta 11\%$; d) 30.000 u.

7) Una empresa manufacturera debe entregar 80.000 unidades de un cierto ítem en forma uniforme a lo largo de un año calendario. El costo de mantener una unidad almacenada durante dicho lapso es de \$50, y el de set-up de un lote se sabe que está comprendido entre \$60 y \$100. Mientras que $b = \$2$ por unidad.

Considerando un costo de orden de \$80 se pide:

- a) **Determine el tamaño del lote óptimo.**
- b) **Indique la cantidad de órdenes a emitir por año.**
- c) **Calcule el CTE de la operación.**
- d) **Represente gráficamente el stock en función del tiempo.**
- a) e) **Represente gráficamente el $CTE = f(q)$ para una variación $q'_o = 1,1 \cdot q_o$ y $q'_o = 0,9 \cdot q_o$.**
- e) **Determine el error que se cometería en el costo variable total si el costo de orden real fuese 1) \$90; 2) el más desfavorable.**

Resp.: a) 506 u.; b) 158 órd.; c) \$185.298,22; f) 1) 6,06%; 2) Si $k_r = \$100$, con un error relativo de 11,8%.

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

8) Un artículo se consume a razón de 50 unidades por día. Cada vez que se hace un pedido se incurre en un costo del 50% del costo total mensual de almacenamiento de una política de stocks óptima. El costo de mantenimiento por unidad es de \$2 por mes. Actualmente la gerencia pide la cantidad suficiente para cubrir la demanda de dos meses.

- Determine el tamaño óptimo del pedido y el costo de ordenamiento.
- Determine la diferencia entre el costo anual de almacenamiento de la política actual y el de la óptima.
- El precio de adquisición unitario es de \$100 y la gerencia ha decidido que no desea inmovilizar más de \$20.000 en promedio. ¿Cuál será el impacto de esta restricción sobre el CVT mensual de la política óptima?

Resp.: a) 750 u. y \$375; b) \$27.000; c) + Δ CTE = 20,42%.

9) Un fabricante de productos medicinales utiliza una materia prima que debe guardar en recipientes especiales ocupando cada uno de ellos 10 cm³, siendo su capacidad disponible de 2.100 cm³. Anualmente utiliza 8.000 recipientes pagando \$10 cada orden y \$8 por unidad. La tasa de inmovilización del capital es del 20% anual. Sabiendo que la política es adquirir por orden todos los recipientes que le permite su espacio disponible, responda:

- ¿Convendría incrementar la capacidad de almacenamiento?
- ¿En cuánto incrementaría dicha capacidad?

Resp.: a) Sí; b) 1.062,3 cm³.

10) Cierta laboratorio produce válvulas mecánicas para el corazón. Anualmente adquiere 5.000 unidades, y los costos asociados con dicho pedido son:

- Flete realizado por el proveedor: \$2/unidad
- Costo unitario: \$4
- Control de calidad: \$0,5/unidad
- Costo administrativo de la orden de compra: \$15
- Costo mensual de refrigeración: \$2/unidad
- Alquiler mensual del depósito: \$1/unidad
- Costo de recepción del lote: \$10

Calcule cómo se vería afectado el CTE si el proveedor ofreciera un descuento al realizar un pedido al mes. ¿Cuál sería el descuento mínimo para aceptar dicha oferta?

Resp.: 24%.

11) "HAL" fabrica dos tipos de computadoras VAX y PC, ambas requieren de un tipo especial de plaqueta. Esta empresa opera con una política óptima de inventario para la administración de stocks. Se dispone de los siguientes datos:

- Se utilizan mensualmente 60 plaquetas para las PC y 40 plaquetas para las VAX
- El precio de cada plaqueta es de \$80
- El costo de cada orden de compra es de \$50
- El costo operativo anual de mantenimiento es de \$40/unidad

¿Cuál sería el lote óptimo si se impone la condición de que al cabo de un año el stock remanente sea nulo?

Resp.: 54,5 u.

12) Un fabricante de camisas tiene una demanda que varía entre 100.000 y 150.000 camisas anuales (365 días). El costo inicial de producción es de \$40, cada camisa tiene un costo de \$4,8, y el costo de almacenamiento por unidad es de \$0,06 por día. El gerente de comercialización determina que es muy probable que la demanda anual sea alrededor de 135.000 unidades por año, determine:

- cantidad de camisas por lote,
- costo total esperado de la gestión,
- el máximo error porcentual en el CVT que se puede cometer como consecuencia de la variación en la estimación de la demanda.

Resp.: a) 702,2 u.; b) \$663.379,20; c) 14%.

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

13) Cierto comerciante, a fin de tener una demanda segura, firma un contrato con un cliente importante para proveerle 500 unidades al año teniendo un costo de adquisición de \$5/unidad, un costo de orden de \$10 y de almacenamiento de \$1/unidad/año. El cliente establece una cláusula por la cual no tolera retrasos en la entrega, penando al comerciante con una fuerte multa en caso de que esto ocurra. Para evitar inconvenientes se decide mantener un stock de seguridad equivalente al 20% del lote óptimo.

- a) *¿Cuál será su costo total anual?*
- b) *¿Cuántas tandas habrá en el año?*
- c) *¿Qué tiempo transcurre entre dos órdenes?*
- d) *Si el lead time es de 10 días, ¿cuál es el punto de pedido?*

Resp.: a) \$2.620; b) 5 órd.; c) 73 días; d) 33,7 u.

14) Una empresa de productos de computación que trabaja actualmente con la política de lote óptimo de compra adquiere una plaqueta a \$96, siendo su costo total anual de \$100.000. El proveedor de la plaqueta estaría dispuesto a hacer una bonificación de 2 \$/unidad si se redujera a la mitad el número de pedidos anuales que se le efectúan. La plaqueta se utiliza a razón de 1.000 unidades por año, siendo de 32 \$/unidad el costo anual de mantenimiento.

¿Conviene aceptar la propuesta del proveedor?

Resp.: Sí.

15) Se disponen de los siguientes datos para la administración de un artículo terminado:

- Costo mensual de seguros: 10 \$/unidad
- Costo mensual de alquiler: 15 \$/m³.
- Costo administrativo de procesamiento de un pedido: \$1.000
- Costo de inspección de un lote: \$3.000
- Volumen ocupado por cada unidad: 2 m³.
- Costo mensual de calefacción: 0,5 \$/m³.
- Costo directo del artículo: 40 \$/unidad
- Demanda anual: 12.000 unidades
- Stock de seguridad: 250 unidades
- Lead time de fabricación: 2 días
- Disponibilidad máxima de almacén: 1.300 m³.
- Tasa de interés: 10% mensual

- a) *Determine el CTE de la operación.*
- b) *De no existir la restricción de espacio, ¿cuál sería el lote a ordenar, el stock máximo almacenado y el CTE?*

Resp.: a) \$843.000, b) 421,64 u.; 671,64 u. y \$842.684.

16) Un concesionario de automóviles tiene una venta diaria de 4 unidades. El costo de adquisición en fábrica de cada rodado es de \$15.000. Por cada unidad que se estaciona en un garage que se alquila se debe pagar \$20 diarios, y por cada una que le solicitan y no entrega incurre en un costo de \$100 por día. El costo de orden asciende a \$300. El lead time es de un día. Determine:

- a) *Cantidad máxima de autos a tener en el garage que se alquila.*
- b) *Cantidad de autos a ordenar en fábrica en cada pedido.*
- c) *Número de autos que no se entregan en forma inmediata.*
- d) *Tiempo que transcurre entre dos órdenes de pedido.*
- e) *Tiempo durante el cual no se posee stock.*
- f) *Costo total mensual esperado.*
- g) *Punto de pedido.*
- h) *Represente gráficamente $S = f(\text{tiempo})$.*

Resp.: a) 10 u.; b) 12 u.; c) 2 u.; d) 3 días; e) 12 hs.; f) \$1.806.000; g) 2 u.

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

17) Para un modelo con agotamiento admitido, represente el stock en función del tiempo para los siguientes casos:

- a) $C_2 \rightarrow \infty$
- b) $C_1 \rightarrow \infty$
- c) $C_1 = C_2$
- d) $C_1 = 3C_2$
- e) $C_1 = \frac{1}{2} C_2$

18) Un mayorista recibe un pedido de un cliente muy importante el cuál será entregado de la siguiente manera durante un año (considere cada mes de treinta días): al finalizar el primer mes se deben haber entregado en forma constante 30 unidades, al finalizar el segundo mes 60 unidades, al finalizar el tercer mes 90 unidades, y así sucesivamente. El costo de mantener inventario por año es igual al costo de adquisición: \$3 por elemento. Por cada lote se incurre en un costo de \$300, y se calcula que por cada unidad no entregada a tiempo se aplica una multa de \$15/unidad.

1) **Determine los costos de las políticas que ha aplicado el comerciante durante los últimos años:**

a) **Fabricar toda la demanda al principio del año, sin admitir agotamiento.**

b) **Fabricar dos lotes al año, sin admitir agotamiento.**

c) **Fabricar doce lotes en el año, sin retrasos en las entregas.**

2) **¿Cuántos lotes le recomendaría Ud. fabricar al año, y cuál sería el CTE de esa política?**

Resp.: 1) a) \$1.920; b) \$1.950; c) \$4.725; 2) 1,2 lotes al año y \$1.814,85.

19) La sección de compras de una empresa industrial de válvulas de bronce de $\frac{1}{2}$ pulgada ha determinado que el consumo mensual es de 40 unidades. Su precio unitario es de \$0,5 por unidad, y entre dos órdenes óptimas de producción hay 60 días. Se deben pagar además \$0,05 por válvula por día de almacenamiento y \$0,5 por válvula por día de atraso en las entregas. Determine:

- a) **costo de orden,**
- b) **cantidad de válvulas que se venden sin entrega inmediata,**
- c) **costo total esperado de un período.**

Resp.: a) \$109,1; b) 7,3 u.; c) \$258,2.

20) Un fabricante realiza un contrato para la provisión constante de 100.000 piezas en el término de 100 días hábiles. La tasa de fabricación diaria es de 1.200 unidades y cada unidad almacenada representa un costo de \$1 cada 25 días. Por cuestiones de orden interno se decide adquirir $\frac{1}{4}$ de las piezas a un proveedor externo, del cual se tienen los siguientes datos:

$$b = \$15/\text{unidad}$$
$$k = \$320/\text{orden}$$

El departamento de costos del fabricante le brinda el siguiente informe interno:

$$b = \$20/\text{unidad}$$
$$k = \$280/\text{orden}$$

- a) **¿Qué cantidad de piezas se deberá pedir al proveedor por vez y cada cuánto se realizará el pedido?**
- b) **Tamaño del lote de producción interna.**
- c) **Costo total de stock para las piezas.**
- d) **Número de órdenes emitidas al proveedor por año.**
- e) **Cantidad de pedidos internos al año.**
- f) **¿Cuál sería el CTE si el fabricante decide producir todo el contrato (100.000 piezas) cuanto antes?**

Resp.: a) 2.000 u. y 8 días; b) 5.291,5 u.; c) \$1.890.937,25; d) 12,5 órd.; e) 14,1 órd.; f) \$2.033.613,34.

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

21) Una fábrica de comida para animales tiene una capacidad de producción de 2.000 unidades por día, siendo la demanda a la que está sujeta durante un mes (30 días) de 30.000 unidades. Los elementos necesarios para fabricar cada lata de alimento tiene un costo de \$5 por unidad, y las mismas son entregadas cada 5 días. El costo de set-up es de \$200, mientras que el costo de oportunidad del capital invertido es del 1,5% mensual.

- a) *¿Cuál es el stock máximo que se tendrá almacenado?*
- b) *¿Qué duración tiene el período de reaprovisionamiento de cada q_0 ?*
- c) *¿Cuál será el stock de reposición?*
- d) *Si el lead time pasa a ser de 12 días, ¿cómo se modifica el punto c)?*
- e) *¿Cuál sería el CTE de la operación si el fabricante decide destinar la producción de dos días fijos cada cuatro días para cumplir el contrato?*

Resp.: a) 8.944,3 u.; b) 9 días; c) 5.000 u.; d) 5.888,5 u.; e) \$151.575.

22) La capacidad de producción de una fábrica de zapatillas es de 10.000 unidades al año (360 días), y vende 8.500 unidades durante dicho período. Su stock máximo es de 450 unidades, e iniciar una corrida de producción cuesta \$75.

- a) *¿Cuál es el costo de almacenamiento por unidad para los 360 días hábiles?*
- b) *Los materiales necesarios para realizar el producto tienen un lead time de 17 días, determine el stock de reorden.*

Resp.: a) 0,944 \$/u./360 días; b) 25,8 u.

23) Un fabricante de golosinas invierte en adquirir cajas de cartón \$50.000 anuales, pagando \$5 por cada caja. El costo administrativo de compra es de \$50 y el costo de oportunidad del capital inmovilizado es del 20% anual. Actualmente se sigue una política de lote óptimo, pero el proveedor de las cajas para disminuir sus costos de entrega decide ofrecerle un descuento del 10% si compra 8 veces al año.

¿Deberá el fabricante aceptar la oferta de su proveedor?

Resp.: Sí.

24) Una empresa que necesita en promedio 800 unidades mensuales de un cierto artículo, ha recibido una oferta con precios distintos según el tamaño de la partida que se ordene:

$$\begin{aligned} q < 1.000 \text{ u} &\Rightarrow b_1 = 4,10 \text{ \$/u.} \\ 1.000 \text{ u.} \leq q < 5.000 \text{ u.} &\Rightarrow b_2 = 3,80 \text{ \$/u.} \\ 5.000 \text{ u.} \leq q &\Rightarrow b_3 = 3,60 \text{ \$/u.} \end{aligned}$$

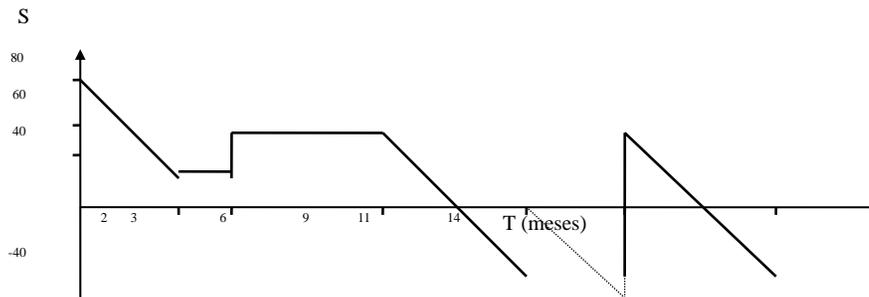
Si el costo de emisión de cada orden es de \$100 y el costo de mantenimiento de los inventarios 2% mensual:

- a) *Representar la ley de variación de precios.*
- b) *Determinar el lote de compra.*
- c) *Calcular el CTE de la operación.*
- d) *Representar el costo total en función del tamaño del lote.*

Resp.: b) 5.000 u.; c) \$3.076.

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

25) Dado el siguiente gráfico:



y estos datos:

$k = \$10$
 $C_1 = 2 \text{ \$/u./mes}$
 $C_2 = 3 \text{ \$/u./mes}$
 $b_1 = 1 \text{ \$/u. si } q < 70 \text{ unidades}$
 $b_2 = 0,80 \text{ \$/u. si } q \geq 70 \text{ unidades}$

- a) Calcule el CTE de la gestión de stock.
 b) Suponiendo que el costo de oportunidad del capital es del 8% mensual y que la demanda es constante, determine la política de stock más conveniente.

Resp.: a) \$1.354; b) $q_{o1} = 15,3 \text{ u.}$, $CTE_o = \$462,27$.

26) Su empresa utiliza anualmente 960 packs de papel continuo para las impresoras. En el mercado recibe las siguientes propuestas:

- Proveedor A : 4,00 \$/u. si compra 150 packs o más.
- Proveedor B : 3,00 \$/u. si compra 250 packs o más.
- Proveedor C : 2,50 \$/u. si compra 600 packs o más

Sabiendo que su costo de orden es de \$20 y la tasa de interés del 20% anual, indique a cual de los proveedores le conviene comprar y la cantidad a pedir por lote.

Resp.: 600 unidades al proveedor C.

27) Una compañía adquiere una determinada sustancia química para usarla en su proceso de producción no permitiéndose faltante alguno. La demanda mensual de sustancia química es de 1.000 libras; el costo de ordenar una compra es de \$800, y el costo de almacenamiento de una libra por mes es el 80% de su costo de adquisición. El costo unitario de adquisición depende de la cantidad adquirida como se detalla a continuación:

<u>Q en libras</u>	<u>Costo en \$/libra</u>
Menos de 250	8,00
250 - 450	7,50
450 - 650	7,00
650 ó más	6,75

- a) Determine el lote óptimo a comprar; el costo total esperado mensual; el número de pedidos por mes, y la frecuencia de los pedidos (días).
 b) Grafique el $CTE = f(q)$.

Resp.: a) 650 u.; \$9.735,77; 1,54 órd.; 19,5 días.

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

28) Indique si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas. En caso de ser incorrectas enúncielas en forma adecuada:

- a) *A medida que el tamaño del lote aumenta, disminuye el costo de almacenamiento total.*
- b) *En el modelo básico sin agotamiento el lote que minimiza el CTE se encuentra en el punto donde el costo total de almacenamiento y el costo total de orden son iguales.*
- c) *En el CTE de un período, el costo de adquisición es fijo en función de q_o , en cambio en el CTE de la gestión (n períodos) el costo de adquisición es variable en función de q_o .*
- d) *Si $C2 \rightarrow \infty$, casi no existe demanda insatisfecha.*
- e) *Si en el modelo básico se incorpora un stock de protección, se modifica el tamaño del lote óptimo.*
- f) *Cuando la tasa de suministro de inventario y la tasa de extracción coinciden no existe stock almacenado.*
- g) *Cuando la tasa de suministro es infinita en relación a la tasa de demanda nos hallamos en un modelo básico con reposición instantánea.*

Resp.: a) Falsa; b) Verdadera; c) Falsa; d) Verdadera; e) Falsa; f) Verdadera; g) Verdadera.

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

Formulas Modelo Inventario

Modelo básico sin agotamiento

$$n = \frac{D}{q} = \frac{T}{t} \quad q_o = \sqrt{\frac{2kD}{TC_1}} \quad t_o = \sqrt{\frac{2kT}{DC_1}} = q_o \frac{T}{D} \quad S_r = Lt.d$$

$$CTE = \frac{kD}{q} + bD + \frac{1}{2}qTC_1 \quad CTE_o = \sqrt{2kDTC_1} + bD$$

Modelo con stock de protección

$$n = \frac{D}{q} = \frac{T}{t} \quad q_o = \sqrt{\frac{2kD}{TC_1}} \quad t_o = \sqrt{\frac{2kT}{DC_1}} = q_o \frac{T}{D} \quad S_r = Lt.d + S_p$$

$$CTE = \frac{kD}{q} + bD + \frac{1}{2}qTC_1 + S_p TC_1 \quad CTE_o = \sqrt{2kDTC_1} + bD + S_p TC_1$$

Modelo con agotamiento

$$n = \frac{D}{q} = \frac{T}{t} \quad q_o = \sqrt{\frac{2kD}{TC_1}} \sqrt{\frac{C_1 + C_2}{C_2}} \quad t_o = \sqrt{\frac{2kT}{DC_1}} \sqrt{\frac{C_1 + C_2}{C_2}} = q_o \frac{T}{D}$$

$$t_1 = \frac{S}{q} t \quad t_2 = \frac{(q-S)}{q} t \quad S_{io} = \sqrt{\frac{2kD}{TC_1}} \sqrt{\frac{C_2}{C_1 + C_2}} = q_o \frac{C_2}{C_1 + C_2} \quad S_r = Lt.d - (q_o - S_o)$$

$$CTE = \frac{kD}{q} + bD + \frac{1}{2} \frac{S^2}{q} TC_1 + \frac{1}{2} \frac{(q-S)^2}{q} TC_2 \quad CTE_o = \sqrt{2kDTC_1} \sqrt{\frac{C_2}{C_1 + C_2}} + bD$$

Modelo de producción con reposición no instantánea

$$n = \frac{D}{q} = \frac{T}{t} \quad q_o = \sqrt{\frac{2kD}{TC_1(1-\frac{d}{p})}} \quad s = q(1-\frac{d}{p}) \quad t_1 = \frac{q}{p}$$

$$S_r = Lt.d \quad \text{si } Lt \leq (t - t_1)$$

$$S_r = (t - Lt)(p - d) \quad \text{si } Lt > (t - t_1)$$

$$CTE = \frac{kD}{q} + bD + \frac{1}{2}qTC_1(1-\frac{d}{p}) \quad CTE_o = \sqrt{2kDTC_1(1-\frac{d}{p})} + bD$$

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

PROGRAMACIÓN LINEAL

Halle gráficamente la solución óptima de cada uno de los siguientes sistemas de inecuaciones (objetivo, variables reales y de holgura):

1)
$$\begin{aligned} 8x_1 + 4x_2 &\leq 160 \\ 2x_1 + 6x_2 &\leq 60 \\ 6x_1 + 5x_2 &\leq 150 \end{aligned} \quad Z = 30x_1 + 40x_2 \text{ (máx)}$$

2)
$$\begin{aligned} 2x_1 - 3x_2 &\leq 6 \\ 2x_2 &\leq 4 \\ x_1 + 4x_2 &\geq 8 \end{aligned} \quad Z = 6x_1 + 4x_2 \text{ (máx - mín)}$$

3)
$$\begin{aligned} x_1 + x_2 &\leq 300 \\ 2x_1 + 4x_2 &\leq 1.000 \\ x_2 &= 200 \\ x_1 &\leq 200 \end{aligned} \quad Z = 6x_1 + 2x_2 \text{ (máx - mín)}$$

4)
$$\begin{aligned} x_1 + x_2 &\leq 8 \\ x_1 + 3x_2 &\leq 12 \\ -x_1 + 2x_2 &\leq 4 \end{aligned} \quad Z = 2x_1 + 6x_2 \text{ (máx)}$$

5)
$$\begin{aligned} -2x_1 + x_2 &\leq 4 \\ 2x_1 - x_2 &\leq 2 \\ 3x_1 - 3x_2 &\leq 3 \end{aligned} \quad Z = 4x_1 + 2x_2 \text{ (máx)}$$

6)
$$\begin{aligned} x_1 + x_2 &\leq 2 \\ 5x_1 + 2x_2 &\leq 10 \\ 3x_1 + 8x_2 &\leq 12 \end{aligned} \quad Z = 5x_1 + 3x_2 \text{ (máx)}$$

7)
$$\begin{aligned} -5x_1 + 3x_2 &\geq 15 \\ x_1 + x_2 &\leq 4 \\ 2x_1 + x_2 &\leq 10 \end{aligned} \quad Z = 2x_1 + x_2 \text{ (máx)}$$

8)
$$\begin{aligned} 4x_1 + 5x_2 &\geq 10 \\ 5x_1 + 2x_2 &\leq 10 \\ 3x_1 + 8x_2 &\leq 12 \end{aligned} \quad Z = 5x_1 + 3x_2 \text{ (máx)}$$

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

- 9)
$$\begin{aligned} -2x_1 + x_2 &\leq 2 \\ x_1 - x_2 &\leq 2 \\ x_1 + x_2 &\leq 5 \end{aligned} \quad Z = 5x_1 + 2x_2 \text{ (máx)}$$
- 10)
$$\begin{aligned} 6x_1 + 5x_2 &\leq 30 \\ x_2 &\geq 1 \\ -2x_1 + 2x_2 &\leq 5 \end{aligned} \quad Z = 5x_1 + 8x_2 \text{ (máx)}$$
- 11)
$$\begin{aligned} 4x_1 + 5x_2 &\geq 10 \\ 5x_1 + 2x_2 &\geq 10 \\ 3x_1 + 8x_2 &\geq 12 \end{aligned} \quad Z = 5x_1 + 8x_2 \text{ (máx-mín)}$$
- 12)
$$\begin{aligned} 4x_1 + 6x_2 &\leq 24 \\ x_2 &\leq 3 \\ 2x_1 + 2x_2 &\geq 0 \\ x_1 &\geq 1 \end{aligned} \quad Z = -2x_1 + 4x_2 \text{ (máx)}$$
- 13)
$$\begin{aligned} x_1 &\geq 2 \\ 2x_1 + x_2 &\leq 10 \\ x_1 + 2x_2 &\leq 8 \\ x_2 &\geq 1 \end{aligned} \quad Z = x_1 - 2x_2 \text{ (mín)}$$
- 14)
$$\begin{aligned} x_1 - x_2 &\leq 0 \\ x_1 &\geq 1 \\ x_2 &\leq 3 \end{aligned} \quad Z = x_1 + x_2 \text{ (máx - mín)}$$
- 15)
$$\begin{aligned} x_1 - 2x_2 &\leq 2 \\ 3x_1 - 2x_2 &\leq 6 \\ x_1 + x_2 &\leq 7 \end{aligned} \quad Z = 3x_1 + 2x_2 \text{ (máx)}$$
- 16)
$$\begin{aligned} x_1 + 3x_2 &\geq 90 \\ 5x_1 + x_2 &\geq 100 \\ 3x_1 + 2x_2 &\geq 120 \end{aligned} \quad Z = 6x_1 + 4x_2 \text{ (máx - mín)}$$
- 17)
$$\begin{aligned} x_1 + 2x_2 &\leq 12 \\ x_1 + x_2 &= 8 \\ -x_1 + 2x_2 &\leq 4 \end{aligned} \quad Z = x_1 + 3x_2 \text{ (máx)}$$

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

18)
$$\begin{aligned}x_1 &\leq 12 \\x_2 &\geq 4 \\x_1 &\geq 4 \\x_2 &\leq 12 \\3x_1 - 2x_2 &= 0\end{aligned}$$
 $Z = 6x_1 - 4x_2$ (máx - mín)

19)
$$\begin{aligned}2x_1 - x_2 &= 0 \\x_1 + x_2 &\geq 1 \\x_2 &\leq 3 \\x_1 &\geq 1\end{aligned}$$

Hallar la solución óptima para cada uno de los siguientes objetivos:

- a) $Z = x_1 + x_2$ (máx - mín)
- b) $Z = x_1 - x_2$ (máx - mín)
- c) $Z = -x_1 + x_2$ (máx - mín)
- d) $Z = -x_1 - x_2$ (máx - mín)
- e) $Z = 2x_1 - x_2$ (máx - mín)

20)
$$\begin{aligned}2x_1 - x_2 &\leq 4 \\x_1 - 2x_2 &\leq 2 \\x_1 + x_2 &\leq 5\end{aligned}$$
 $Z = 2x_1 + x_2$ (máx)

Habiendo hallado la solución óptima:

- a) *Modifique el problema de manera que adopte "solución múltiple".*
- b) *Si el recurso b_3 disminuye, ¿sobre qué recta se desplaza la solución?*
- c) *Si el recurso b_3 disminuye a 2 unidades, ¿cuál es la nueva solución?*

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

21) Un quiosco de prensa vende bolígrafos a 20pts y cuadernos a 30pts. Llevamos 240pts y pretendemos comprar los mismos cuadernos que bolígrafos por lo menos. ¿Cuál será el número máximo de piezas que podemos comprar?

22) Un granjero va a comprar fertilizante que contiene tres nutritivos A, B, C. Las necesidades mínimas son 160 unidades de A, 200 de B, y 80 de C. Existen en el mercado dos marcas populares de fertilizantes. El llamado de crecimiento rápido cuesta \$4 el Kg. y contiene 3 unidades de A, 5 de B y 1 de C. El denominado de crecimiento normal cuesta \$ 3 el Kg. y contiene 2 unidades de cada ingrediente. Si el granjero desea minimizar el costo al tiempo que mantiene el mínimo de los ingredientes nutritivos que se requieren. ¿Cuántos quilos debe comprar de cada marca?

23) Una empresa fabrica dos productos A y B y desea minimizar los costos de fabricación. Ambos productos se fabrican con las mismas materias primas M y N. El producto A necesita 2 Kg. de M y 1 Kg. de N. El producto B necesita 1 Kg. de M y 2 Kg. de N por unidad. Ambas materias primas no se venden por cantidades menores a 6 Kg. El reparto lo realiza un camión que para que sea rentable debe trabajar por lo menos 9 hs. diarias, necesitando 1 hs. para cada unidad de A y 5 hs. Para cada unidad de B. Cual es la combinación de producción que minimiza los costos si, el costo de cada unidad de A es de \$5 y el de cada unidad de B es de \$10.

24) Un campesino quiere dar el uso más rentable a sus 30 ha. De tierra. Dadas las condiciones de la zona se plantean dos opciones: dedicarlas a la cría de ganado o a la plantación de árboles de navidad. Una cabeza de ganado requiere 1/3 de ha. De tierra y 2 horas de trabajo semanal, mientras que cada lote de árboles ocupa 1 ha. y exige 3 horas de trabajo a la semana. Las ganancias que obtendrían son: \$700 por cabeza de ganado y \$2000 por cada lote de árboles. Si dispone de 120 horas de trabajo semanales ¿Cuál será la combinación más idónea para maximizar los beneficios?

25) Un atleta debe tomar por lo menos 4 unidades de vitamina A, 6 unidades de vitamina B y 12 unidades de vitamina C cada día. Hay dos productos en polvo, MX 1 y MX2, que por cada frasco contienen las siguientes unidades de esas vitaminas:

	A	B	C
MX1	4	1	4
MX2	1	6	6

Si el precio de un frasco de MX1 ES DE \$5000 y el de un frasco de MX2 es de \$8000, averigüe como deben mezclarse ambos productos para obtener la vitaminas deseadas con el mínimo precio.

26) Un joyero fabrica dos tipos de anillos: los anillos A1 precisan 1g. de oro y 5g. de plata vendiéndolos a 40\$ cada uno. Para los anillos tipo A2 emplea 1,5g. de oro y 1g. de plata y los

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

vende a 50\$. El joyero dispone en su taller de 750g. de cada metal.

¿Calcular cuántos anillos debe fabricar de cada clase para obtener el máximo beneficio?.

27) Un pastelero dispone de 150 Kg. de harina, 22 Kg. de azúcar y 27.5 Kg. de margarina para hacer dos tipos de galletitas: vainillas y biscuit se necesita 3 Kg. de harina, 1 Kg. de azúcar y 1 Kg. de margarina para fabricar un Kg. de vainillas y 6 Kg. de harina, medio kilo de azúcar y 1 Kg. de margarina para hacer un kilo de biscuit. El beneficio que se obtiene por un kilo de vainillas es de \$2 y por un Kg. de biscuit es de \$3. Hallar el número de galletitas que tiene que fabricar de cada clases de galletitas para que la ganancia sea máxima.

28) En una pastelería se hacen dos tipos de tartas: Vienesa y Real. Cada tarta Vienesa necesita un cuarto de relleno por cada Kg. de bizcocho y produce un beneficio de \$2.5 mientras que una tarta Real necesita medio Kg. de relleno por cada Kg. de bizcocho y produce \$4 de beneficio. En la pastelería se pueden hacer diariamente hasta 150 Kg. de bizcocho y 50 Kg. de relleno, aunque por problemas de maquinaria no pueden hacer mas de 125 tartas de cada tipo. ¿Cuántas tartas Vienesas y cuántas Reales deben vender al día para que sea máximo el beneficio?

29) Una empresa constructora cuenta con 60000 m² disponibles para urbanizar. Decide construir dos tipos de viviendas, una cuyo precio de venta será de 30 mil dólares que albergaran a familias de una media de 5 miembros en parcelas de 200 m², otra en parcelas de 300 m² en donde vivirán familias de una media de 4 miembros y costaran 40 mil dólares. Las autoridades del municipio imponen dos condiciones:

1- El numero de casa no puede superar los 225

2- El número de habitantes esperado no puede superar el millar.

Determinar el número de viviendas de cada tipo que deben construirse para maximizar los ingresos por ventas.

30) Una multinacional farmacéutica desea fabricar un compuesto nutritivo a base de dos productos A y B. El producto A contiene 30% de proteínas, un 1% de grasas y un 10% de azúcares. El producto B contiene un 5% de proteínas, un 7% de grasas y un 10% de azúcares. El compuesto tiene que tener, al menos, 25g. de proteínas, 6g. de grasas y 30g. de azúcares. El coste del producto A es de 0.6 pts/g. y el de B es de 0.2 pts/g.

¿Cuántos gramos de cada producto debe tener el compuesto para que el coste total sea mínimo?

31) En una encuesta realizada por una televisión local se ha detectado que un programa con 20 minutos de variedades y un minuto de publicidad capta 30.000 espectadores, mientras que otro programa con 10 minutos de variedades y 1 minuto de publicidad capta 10.000 espectadores. Para un determinado período, la dirección de la red decide dedicar 80 minutos de variedades y

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

los anunciantes 6 minutos de publicidad. ¿Cuántas veces deberá aparecer cada programa con objeto de captar el máximo número de espectadores?

32) Disponemos de 210.000 euros para invertir en la bolsa. Nos recomiendan dos tipos de acciones. Las del tipo A que rinden el 10% y las del tipo B, que rinden el 8%. Decidimos invertir un máximo de 130.000 euros en las de tipo A y como mínimo 60.000 en las del tipo B. Además queremos que la inversión en las del tipo A sea menor que el doble de la inversión en B ¿Cuál tiene que ser la distribución de la inversión para obtener el máximo interés anual?

33) Un colegio va a realizar un paseo. En total participan 400 personas entre alumnos y profesores. Al llamar a una empresa de transportes obtienen la siguiente información: La empresa dispone de 8 buses con 40 asientos y 40 buses con 50 asientos. Para el día del paseo habrá 9 chóferes disponibles. El costo del alquiler es \$3000 cada bus de 40 asientos y \$4000 por cada bus de 50 asientos. Antes de contratar los buses, el director del colegio decide analizar cuántos buses de cada tipo les conviene alquilar para que el alquiler resulte lo más económico posible.

34) Se va a organizar una planta de un taller de automóviles donde van a trabajar electricistas y mecánicos. Por necesidades de mercado, es necesario que haya mayor o igual número de mecánicos que electricistas y que el número de mecánicos no supere al doble que el de electricistas. En total hay disponibles 30 electricistas y 20 mecánicos. El beneficio de la empresa por jornada es de \$250 por electricistas t \$200 euros por mecánico. ¿Cuántos trabajadores de cada clase deben elegirse para obtener el máximo beneficio y cual es este?

35) Dos mataderos P y Q se encargan de suministrar la carne consumida semanalmente en tres ciudades R, S y T: 20, 22 Y 14 toneladas respectivamente.

El matadero P produce cada semana 26 toneladas de carne, mientras que Q 30 toneladas. Sabiendo que los costos de transporte, por tonelada de carne, desde cada matadero a cada ciudad están expresados en la siguiente tabla:

	R	S	T
P	1	3	1
Q	2	1	1

Determinar cual es la distribución de transporte que implica un costo mínimo.

36) 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,

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

siendo el beneficio neto de las primeras de 45\$ y el de las segundas de 60\$.

¿Cuántas tarjetas de 16Mb y 32Mb debe fabricar diariamente cada máquina para que el beneficio sea máximo?.

37) Una empresa constructora dispone de dos tipos de camiones C1 y C2 y quiere transportar 100T de arena a una obra. Sabiendo que dispone de 6 camiones tipo C1 con capacidad para 15T y con un coste de 4000pts por viaje y de 10 camiones tipo C2 con una capacidad de 5T y con un coste de 3000pts por viaje.

- ¿Cuál es el número posible de camiones que puede usar (gráficamente)?.
- ¿Cuál es el número posible de camiones que debe usar para que el coste sea mínimo?.
- ¿Cuál es el valor de dicho coste?.

38) Una asociación agrícola tiene de dos parcelas: la parcela P1 tiene 400Ha de tierra utilizable y dispone de 500m³ de agua, mientras la parcela P2 tiene 900Ha de tierra utilizable y dispone de 1200m³ de agua. Los cultivos aconsejados son: remolacha y algodón. La remolacha consume 3m³ de agua por Ha y tiene un beneficio de 700\$ por Ha y el algodón consume 2m³ de agua por Ha y tiene un beneficio de 500\$ por Ha. Se ha establecido una cuota máxima por Ha para cada cultivo: 800 para la remolacha y 600 para el algodón, siendo el porcentaje total de terreno cultivado el mismo en cada parcela.

Plantear el problema de programación lineal.

39) Una compañía aérea dispone de dos tipos de aviones A1 y A2 para cubrir un determinado trayecto. El avión A1 debe hacer más veces el trayecto que el avión A2 pero no puede sobrepasar 120 viajes. Entre los dos aviones deben hacer más de 60 vuelos, pero menos de 200. En cada vuelo, A1 consume 900 litros de combustible y A2 700 litros. En cada viaje del avión A1 la empresa gana 30.000\$ y 20.000\$ por cada viaje del avión A2.

- ¿Cuántos viajes debe hacer cada avión para obtener el máximo de ganancias?.
- ¿Cuántos vuelos debe hacer cada avión para que el consumo de combustible sea mínimo?.

40) Una compañía minera tiene abiertas dos minas M1 y M2, desde las cuales transporta carbón a dos grupos G1 y G2 de una central térmica. De la mina M1 salen diariamente para la central 800T de antracita y de la mina M2 300T.

De las 1100T, 500 tienen que ir hasta el grupo G1 y 600T hasta el grupo G2. El coste de cada tonelada transportada de M1 a G1 es de 60\$, el de M1 a G2 de 80\$, el de M2 a G1 de 40\$ y el de M2 a G2 de 50\$.

¿Cuántas toneladas hay que transportar desde cada mina hasta cada grupo para que el coste total sea mínimo?.

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

TRANSPORTE Y ASIGNACIÓN :

1)

Una compañía tiene tres plantas que elaboran un determinado producto que debe embarcarse a cuatro centros de distribución. Las plantas 1, 2 y 3 producen 12, 17 y 11 embarques al mes, respectivamente. Cada centro de distribución necesita recibir 10 embarques al mes. La distancia de cada planta a los centros de distribución respectivos se da a continuación, en millas:

Planta	Centro de distribución			
	1	2	3	4
1	800	1300	400	700
2	1100	1400	600	1000
3	600	1200	800	900

El flete por cada embarque es de \$ 100 mas 50 centavos por milla.

¿Cuánto debe embarcarse de cada planta a cada uno de los centros de distribución a fin de minimizar los costos totales de embarque?

2) Una corporación ha decidido producir tres productos nuevos. En este momento, cinco de sus plantas tienen capacidad de producción en exceso. El costo unitario de fabricación del primer producto sería de \$90, \$82, \$92, \$84 y \$86, en las plantas 1, 2, 3, 4 y 5 respectivamente. El costo unitario de fabricación del segundo producto sería de \$62, \$58, \$64, \$56 y \$58, en las plantas 1, 2, 3, 4 y 5 respectivamente. El costo unitario de fabricación del tercer producto sería de \$76, \$70 y \$80, en las plantas 1, 2 y 3, respectivamente, mientras que las plantas 4 y 5 no tienen la capacidad para elaborar este producto. Los pronósticos de ventas indican que deben producirse al día 5000, 3000 y 4000 unidades de los productos 1, 2 y 3 respectivamente. Las plantas 1, 2, 3, 4 y 5 tiene capacidad para producir 2000, 3000, 2000, 3000 y 5000 unidades cada día, respectivamente sin importar el producto o la combinación de productos de que se trate. Supóngase que cualquier planta que tenga los elementos y la capacidad necesarias puede producir cualquier combinación de los productos en cualquier cantidad.

El gerente desea saber cómo asignar los nuevos productos a las plantas para minimizar el costo total de fabricación.

3) Powerco tiene tres plantas de generación de energía eléctrica que suministran la energía requerida a cuatro ciudades. Cada planta puede suministrar las siguientes cantidades de kilowatt – hora (kwh) de energía eléctrica: la planta 1, 35 millones; la planta 2, 50 millones; la planta 3, 40 millones. Las demandas máximas de energía en estas ciudades, que se presentan al mismo momento (14 Hs.), son las siguientes (en kwh): la ciudad 1, 45 millones; la ciudad 2, 20 millones; la ciudad 3, 30 millones; y la ciudad 4, 30 millones. Los costos para mandar 1 millón de kwh de energía de una planta a una ciudad depende de la distancia que la energía tiene que viajar. Tabla:

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

DESDE	HACIA				OFERTA (en millones de kwh)
	Ciudad 1 (en \$)	Ciudad 2 (en \$)	Ciudad 3 (en \$)	Ciudad 4 (en \$)	
Planta 1	8	6	10	9	35
Planta 2	9	12	13	7	50
Planta 3	14	9	16	5	40
DEMANDA (en millones de kwh)	45	20	30	30	

Halle la solución que minimice el costo para satisfacer la demanda máxima de energía de cada ciudad.

4) Machineco tiene cuatro máquinas y tiene que terminar cuatro trabajos. Hay que asignar cada máquina para que termine un trabajo completo. El tiempo requerido para preparar cada máquina para terminar cada trabajo es el siguiente:

	TIEMPO (Horas)			
	Trabajo 1	Trabajo 2	Trabajo 3	Trabajo 4
Máquina 1	14	5	8	7
Máquina 2	2	12	6	5
Máquina 3	7	8	3	9
Máquina 4	2	4	6	10

Machineco quiere minimizar el tiempo total de preparación que se requiere para terminar los cuatro trabajos.

5) Se cuenta con cinco empleados para realizar cuatro trabajos. En la tabla se indica el tiempo que tarda cada persona en realizar cada trabajo:

	TIEMPO (Horas)			
	Trabajo 1	Trabajo 2	Trabajo 3	Trabajo 4
Persona 1	22	18	30	18
Persona 2	18	-	27	22
Persona 3	26	20	28	28
Persona 4	16	22	-	14
Persona 5	21	-	25	28

Determine la asignación de los empleados a los trabajos que minimiza el tiempo total requerido para realizar los cuatro trabajos.

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

6- Una empresa de plásticos posee dos plantas de producción de bolsas que se transportan a tres fabricas diferentes de envase. Los costes de transporte por bolsa, los datos de la demanda y disponibilidad son los siguientes:

Planta\Fábrica	1	2	3	Oferta
1	25	17	23	173
2	19	12	18	215
Demanda	92	74	86	

- Plantear, mediante un modelo de programación lineal, el problema de encontrar la forma menos costosa de realizar el transporte.
- Después, resolverlo por el método de costos mínimos y verificar si la solución es optima.

7- Considerar el problema de asignación cuya matriz de costos es la siguiente:

Técnico\Trabajo	1	2	3	4
A	9	6	5	6
B	6	8	9	5
C	8	7	6	8
D	7	7	8	5

Encontrar la asignación optima.

8 - . Resolver el problema de asignación cuya matriz de costos es:

$$\begin{pmatrix} 10 & 11 & 10 & 5 & 6 & 4 & 3 & 6 \\ 5 & 26 & 14 & 18 & 15 & 10 & 10 & 16 \\ 6 & 22 & 18 & 17 & 15 & 8 & 8 & 12 \\ 2 & 14 & 16 & 16 & 24 & 25 & 12 & 7 \\ 4 & 15 & 19 & 10 & 8 & 14 & 11 & 8 \\ 10 & 22 & 22 & 15 & 28 & 24 & 12 & 30 \\ 8 & 18 & 21 & 18 & 18 & 18 & 14 & 25 \\ 5 & 14 & 21 & 17 & 26 & 9 & 10 & 31 \end{pmatrix}$$

- Considerar el problema de asignar cuatro operadores a cuatro máquinas. Los costos de asignación en unidades monetarias se dan a continuación. El operador 1 no puede asignarse a la máquina 3. También el operador 3 no puede asignarse a la máquina 4.

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

		Máquina			
		1	2	3	4
Operador	1	5	5	-	2
	2	7	4	2	3
	3	9	3	5	-
	4	7	2	6	7

- a) Encontrar la asignación óptima y dar el costo asociado.
 b) Suponer que se tiene disponible una quinta máquina. Sus costos de asignación respectivos a los cuatro operadores son 2, 1, 2 y 8. La nueva máquina reemplazará a una existente si la sustitución puede justificarse económicamente. Reformular el problema como un modelo de asignación y encontrar la solución óptima indicando el costo asociado. ¿Es económico reemplazar una de las máquinas? Si es así, ¿cuál de ellas?

10- Una empresa va a lanzar tres nuevos productos que van a fabricarse en sus cinco plantas instaladas a lo largo del país. Los costos unitarios de fabricación son

Producto\Planta	1	2	3	4	5	Demanda
1	29	27	31	26	28	1750
2	44	46	40	43	45	2500
3	38	34	-	-	-	1600
Producción	2500	1500	2000	1000	2000	

- a) Se supone que cada planta puede fabricar cualquier combinación de los tres productos, siempre dentro de su capacidad. ¿Cuál es la producción óptima?
 b) Si al revisar la demanda estimada resulta ser ahora de 650, 1000 y 750 unidades, respectivamente, y se decide que cada producto sea asignado a una sola planta y que ninguna planta tenga asignada más de un producto. ¿cuál sería la asignación que minimice el coste total de fabricación?

Problema N° 1 transporte

Rta:

Planta	Centro de distribución	A embarcarse
1	3	2
1	4	10
2	2	9
2	3	8
3	1	10
3	2	1

Costo \$ 20.200.=

Problema N° 3 transporte

Rta: $X_{12}= 10; X_{13}= 25; X_{21}= 45; X_{23}= 5; X_{32}= 10; X_{34}= 30$
 Costo \$ 1020

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

Problema N° 4 transporte

Rta: Máquina 1 → Trabajo 2
Máquina 2 → Trabajo 4
Máquina 3 → Trabajo 3
Máquina 4 → Trabajo 1
Tiempo total de preparación: $5+5+3+2= 15$ horas

Problema N° 5 Transporte

Rta: La persona 1 hace la tarea 2, la persona 2 la tarea 1, la persona 3 la tarea 5, la persona 4 la tarea 4.

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

TEORIA DE COLAS :

1) En un lugar de atención con un único canal de despacho se conoce el arribo de clientes que asciende a quince unidades en promedio por hora, siendo la velocidad media de servicio de veinticinco unidades por hora. Calcular :

- a) *Tiempo promedio entre dos arribos consecutivos.*
- b) *Tiempo promedio de servicio.*
- c) *Factor de tráfico.*
- d) *Tiempo medio de espera en el sistema.*
- e) *Tiempo medio de espera en la cola.*
- f) *Longitud media del sistema.*
- g) *Longitud media de la cola.*
- h) *Porcentaje de tiempo ocioso del canal.*
- i) *Probabilidad de no esperar.*

Resp.: a) 4 m./cl.; b) 2,4 m./cl.; c) 0,6; d) 6 m./cl.; e) 3,6 m./cl.; f) 1,5 cl.; g) 0,9 cl.; h) 40%; i) 0,4.

2) La llegada de personas a una cabina telefónica es de tipo Poisson con un promedio de seis minutos entre dos consecutivas. La duración de una llamada telefónica tiene distribución exponencial con una media de cuatro minutos. Calcular:

- a) *La probabilidad de que una persona espere para realizar una llamada.*
- b) *La probabilidad de hallar más de cuatro personas en la cola.*
- c) *Cantidad de personas en espera de realizar una llamada.*
- d) *La empresa está dispuesta a instalar otra cabina telefónica si se comprueba que el tiempo medio de espera en la cola asciende a 10 minutos, en estas condiciones: ¿convendría la instalación? ¿Cuál deberá ser el flujo de arribos para justificarla?*

Resp. : a) 0,67; b) 0,0878; c) 1,33 cl.; d) No; $\lambda = 10,71$ cl.

3) Frente a la ventanilla de franqueo de una oficina de correos se presentan en promedio 70 personas por día (jornada de 10 horas). Se atiende en promedio a 10 personas por hora. Asumiendo las hipótesis convenientes. Determine:

- a) *Longitud media de la cola frente a la ventanilla.*
- b) *La probabilidad de que exista una fila de más de dos personas.*
- c) *La probabilidad de tener que esperar.*
- d) *Tiempo medio de espera antes de ser atendido.*
- e) *Tiempo medio de permanencia en el local de franqueo.*

Resp. : a) 1,6 cl.; b) 0,2401; c) 0,7; d) 14 m./cl.; e) 20 m./cl.

4) En una fábrica, un mecánico destinado al mantenimiento de las máquinas, atiende todos los desperfectos que en ellas se presentan. Se ha observado que la demanda de servicios sigue la ley Poisson con una media de 2,5 por hora, y que el mecánico atiende los pedidos a una velocidad promedio de 4,6 por hora, siguiendo un riguroso orden de espera en fila. Se pide:

- a) *El número medio de máquinas sin funcionar por desperfectos.*
- b) *El número medio de máquinas en espera de ser atendidas.*
- c) *Tiempo promedio en el cual las máquinas vuelven a estar activas.*
- d) *Tiempo medio de despacho.*
- e) *Tiempo que transcurre entre dos desperfectos.*
- f) *Determinar si conviene pagar un incentivo al mecánico para que eleve su rendimiento del 90% al 120% y a cuanto ascendería dicho incentivo si la hora hombre cuesta \$2 y la hora máquina \$5.*

Resp. : a) 1,18 mq.; b) 0,63 mq.; c) 28,6 m./mq.; d) 13 m./mq. e) 24 m./mq.; f) Incentivo: \$2,55.

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

5) Un cerrajero hace llaves en el acto. Los clientes llegan a una tasa media de arribos igual a 0,08 clientes por minuto, siguiendo aproximadamente una ley de Poisson. Como en el vecindario hay otras cerrajerías, el cerrajero desea que los clientes no tengan que esperar por lo menos la mitad de las veces.

- a) *¿En qué tiempo debe realizar su trabajo?*
- b) *Determine si el tiempo calculado en el punto a) es máximo o mínimo.*

Resp.: a) 6,25 m./cl.; b) Máximo.

6) Suponga un modelo con un único canal de despacho (Poisson- exponencial) con una velocidad media de arribos de cinco clientes por minuto.

- a) *Se desea que en el sistema no haya más de diez personas ni menos de cinco: ¿entre qué valores se encontrará la velocidad de despacho?*
- b) *Si la velocidad media de arribos se incrementa a 20 clientes por minuto, ¿cuál es el número mínimo de canales necesarios para que el sistema no se sature?*

Resp.: a) 5,5 cl./m. $\leq \mu \leq 6$ cl./min.; b) $M = 3$.

7) A un túnel de lavado manual de automóviles llegan los clientes siguiendo una ley de Poisson de parámetro $\lambda = 2,5$ clientes / hora. Son atendidos según el estricto orden de llegada. El tiempo de servicio se distribuye exponencialmente, y se sabe que la probabilidad de no esperar es de 0,375. Averiguar:

- a) *Tiempo de permanencia en el lavadero.*
- b) *Tiempo esperado antes de ser atendido.*
- c) *Probabilidad de que no haya ningún auto esperando para ser lavado.*
- d) *Probabilidad de que haya dos autos en la cola.*
- e) *Probabilidad de que en el lavadero haya más de tres autos.*
- f) *Probabilidad de que haya cola.*
- g) *Tiempo promedio de atención.*

Resp.: a) 40 min./cl.; b) 25 min./cl.; c) 0,6094; d) 0,0916; e) 0,1526; f) 0,3906; g) 15 min./cl.

8) En un empresa se examina el departamento de correspondencia y se observa que el tiempo empleado en el tipeado de las circulares constituye el 51% del tiempo. Los mensajes llegan a la sección a razón de 5,75 por hora. Se pide:

- a) *La probabilidad de que la sección esté inactiva.*
- b) *La cantidad de circulares que necesitan ser tipeadas.*
- c) *La tasa de arribos para que la longitud media de la cola fuese de 0,12.*
- d) *Si se sustituyera la operadora actual que escribe 75 palabras por minuto por otra que escribe 100 palabras, ¿cuál sería el número medio de mensajes esperando ser mecanografiados?*

Resp.: a) 0,49; b) 0,5308; c) 3,286 cl./min.; d) 0,23 cl.

9) Una planta textil requiere la presencia permanente de un operario para el arreglo de los desperfectos de las máquinas. Se supone que las roturas verifican las hipótesis de Poisson con una media de tres roturas por día. La empresa debe elegir entre contratar al operario A o al operario B. El operario A cobra \$40 por día y arregla un promedio de 4 máquinas diariamente. El operario B arregla 5 máquinas por día pero cobra \$90 diarios. El tiempo improductivo por máquina genera a la empresa un costo de \$70 diarios.

¿Cuál será el operario elegido?

Resp.: Conviene contratar al operario B con un costo de \$195 por día.

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

10) Justifique la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones:

a) En un sistema $M/M/1/DG/\infty/\infty$:

- **La longitud media de la cola es igual a la longitud media del sistema menos el elemento que está siendo atendido.**
 - **El tiempo medio de servicio está dado por la diferencia existente entre el tiempo medio de espera en el sistema y el tiempo medio de espera en la cola .**
 - **$L = \lambda \cdot W$**
 - **La probabilidad de que no haya cola es igual a la probabilidad de que no haya nadie en el sistema o de que haya una persona en el mismo.**
 - **Un sistema en estado estable es aquel donde las $P(n)$ son estacionarias, es decir, adoptan valores independientes del tiempo.**
-

11) En la sección de expedición de una perfumería trabajan 5 empleados que embalan pedidos a un promedio de 18 minutos por pedido. Las facturas necesarias para controlar el pedido antes de proceder al embalado, son procesadas por un equipo contable que las suministra a razón de 12 por hora. Se desea saber:

- La probabilidad de que no haya pedidos para embalar.**
 - Número promedio de empleados trabajando.**
 - Tiempo de espera de cada pedido hasta que se procede a su embalado.**
 - La probabilidad de que se acumulen en espera los pedidos a embalar.**
-

12) En una fábrica se cumple una jornada de 16 horas (2 turnos). Al depósito de materiales acuden término medio 100 operarios por hora, con un salario promedio de \$ 4 / hora. Cada empleado del depósito atiende a un ritmo promedio de 60 pedidos de materiales por hora, y cada uno de ellos tiene un salario de \$ 2,5 / hora.

Determinar el número de empleados necesarios en el depósito para que el pago total por horas improductivas sea mínimo.

Resp: $M = 3$

13) El servicio técnico de una compañía de equipos eléctricos está formado por 3 empleados a los cuales se les entregan las solicitudes de reparación de los clientes. Una estadística ha puesto en evidencia que la llegada de pedidos sigue una ley Poisson con una media de 16 por cada 8 horas de trabajo (día hábil).

El tiempo que emplea cada experto en efectuar el trabajo se distribuye exponencialmente requiriendo una media de 80 minutos por cliente. Estos son atendidos por riguroso orden de llegada. Determinar:

- ¿Cuántas horas semanales (5 días/semana) debe utilizar cada empleado en los trabajos de reparación?**
 - ¿Cuánto tiempo debe esperar un cliente para ser atendido?**
 - ¿Cuántos clientes se encuentran en promedio en la cola?**
-

14) Los autobuses llegan a ciertas instalaciones de servicio de acuerdo a un proceso poissoniano, con una tasa media de 10 por día. Las instalaciones pueden dar servicio a uno por uno, el tiempo de servicio se distribuye exponencialmente alrededor de una media de 1/12 día. A la compañía de autobuses le cuesta \$200 diarios operar las instalaciones de servicio y \$50 por cada día que un autobús permanece en las instalaciones. Comprando equipo más moderno, la compañía de autobuses puede disminuir el tiempo medio de servicio a 1/15 día, pero esto aumentaría los costos diarios de operación de las instalaciones de servicio a \$245.

¿Resulta conveniente desde el punto de vista económico hacer este cambio?

15) Un restaurant de comida china para llevar tiene espacio para un máximo de cinco clientes. Durante los meses de invierno, sucede que cuando los clientes llegan y el restaurant está lleno, prácticamente ninguno espera por la fría temperatura exterior y se va a otro establecimiento. Los clientes llegan al restaurant de acuerdo a un proceso poissoniano, con una tasa media de 15 por hora. El restaurant atiende clientes a una tasa promedio de 17 por hora, con los tiempos reales de servicio distribuidos

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

exponencialmente. El restaurant es atendido sólo por su propietario, quien se ocupa de los clientes de acuerdo al orden en que llegan.

Determinar:

- el número promedio de clientes en el restaurant en cualquier momento dado
- el tiempo estimado que un cliente deberá esperar por el servicio
- la tasa esperada a la cual se pierden ingresos debido al espacio limitado del restaurant
- Si la cuenta promedio es de \$10 y el turno por jornada de trabajo es de 9 horas. ¿Si le ofrecen incrementar sus instalaciones alquilando el local contiguo a \$800 diarios, aceptaría? Observación: calcule la potencial pérdida por jornada previamente para comparar.

Resp: a) 7,5 clientes; b) 26,5 minutos; c) 47,2%; d) No, ya que no llegaría a compensar las pérdidas.

16) Una compañía que tiene siete delicadas máquinas, emplea a dos técnicos con la única tarea de repararlas. Cada técnico puede reparar una máquina en 2 horas en promedio, con el tiempo real de servicio distribuido exponencialmente alrededor de esta media. Una máquina recién reparada funciona un promedio de 12 horas antes de descomponerse nuevamente; el tiempo real de funcionamiento se distribuye exponencialmente alrededor de esta media.

Determinar:

- el número esperado de máquinas que se encuentran funcionando en cualquier momento.
 - El porcentaje del tiempo que una máquina dada estará fuera de servicio.
-

FÓRMULAS USUALES

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{T_s}{T_a} \quad T_a = \frac{1}{\lambda} \quad T_s = \frac{1}{\mu}$$

Modelo M/M/1/DG/∞/∞

$$P(0) = 1 - \rho \quad P(n) = \rho^n - \rho^{n+1} \quad G(n) = \rho^n \quad F(n) = 1 - \rho^{n+1}$$

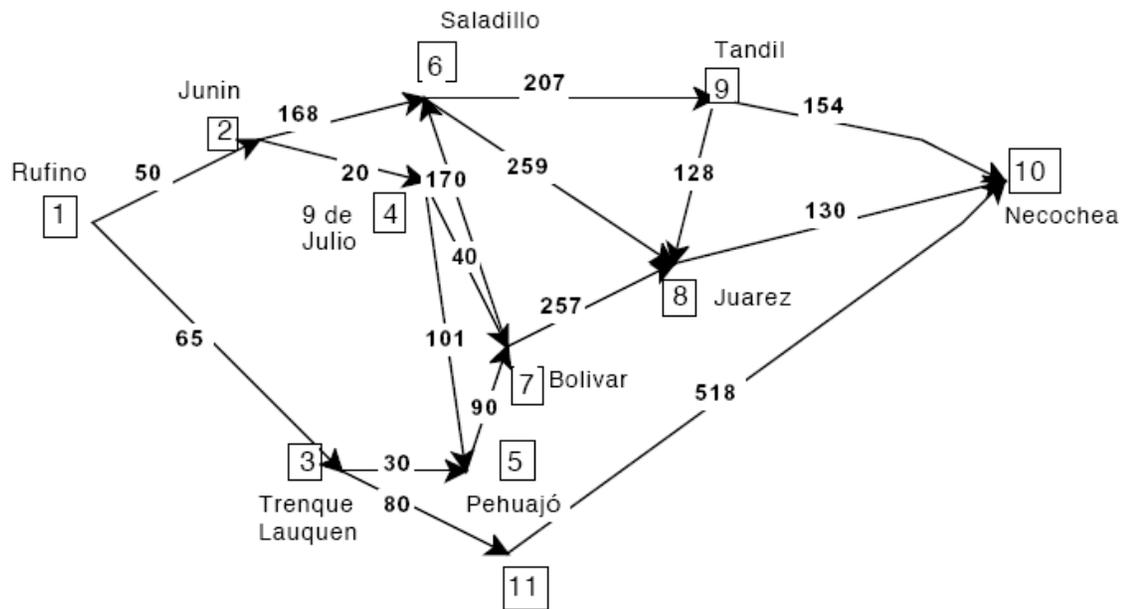
$$L = \frac{\rho}{1 - \rho} \quad L_c = \frac{\rho^2}{1 - \rho} \quad W = \frac{1}{\mu - \lambda} \quad W_c = \frac{\rho}{\mu - \lambda}$$

$$P(w > t) = e^{-(\lambda - \mu)t} \quad P(w_c > t) = \rho \cdot e^{-(\lambda - \mu)t}$$

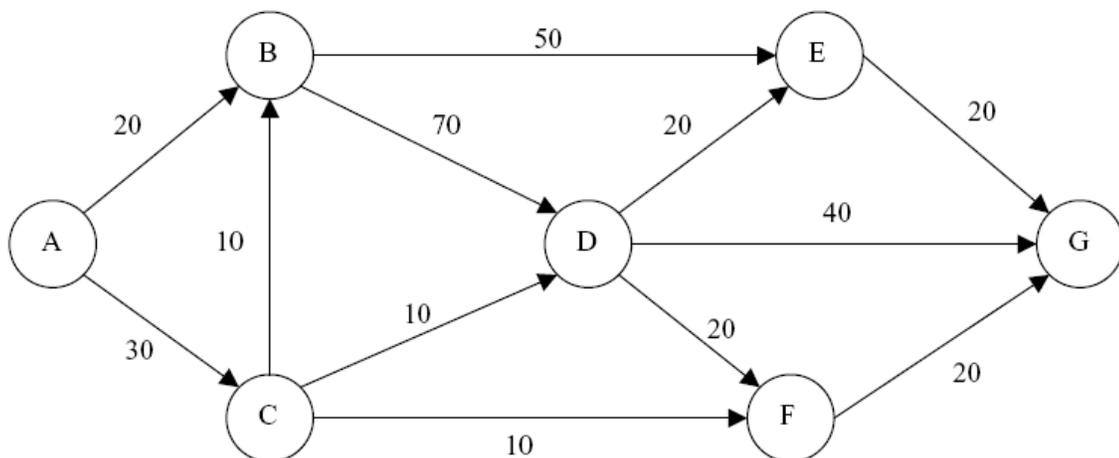
GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

REDES

1) Hallar el camino más corto entre Rufino (Santa Fe) y Necochea (Bs. As.) por camino asfaltado, aplicando el método de la ruta mínima



2) Hallar el camino de valor mínimo entre A y G. (Método de la ruta mas corta)



GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

3) En la red representada por la siguiente matriz, hallar el camino de mayor longitud entre A y L.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A		12		14	5							
B			13		7							
C						22		16				
D			12								8	
E							9				6	
F					19			2				
G										25		
H										21		
I							13	30				
J												10
K									17			
L												

4) Una compañía proveedora de energía posee una subestación de transformación para un programa de electrificación rural ubicada en la población A. Desde allí debe alimentar a otras poblaciones cuyas distancias se indican en el cuadro. Se supone que los costos son proporcionales a las distancias y que las cargas sumadas entre sí no suponen una alimentación especial. Determinar el trazado más económico de la red.

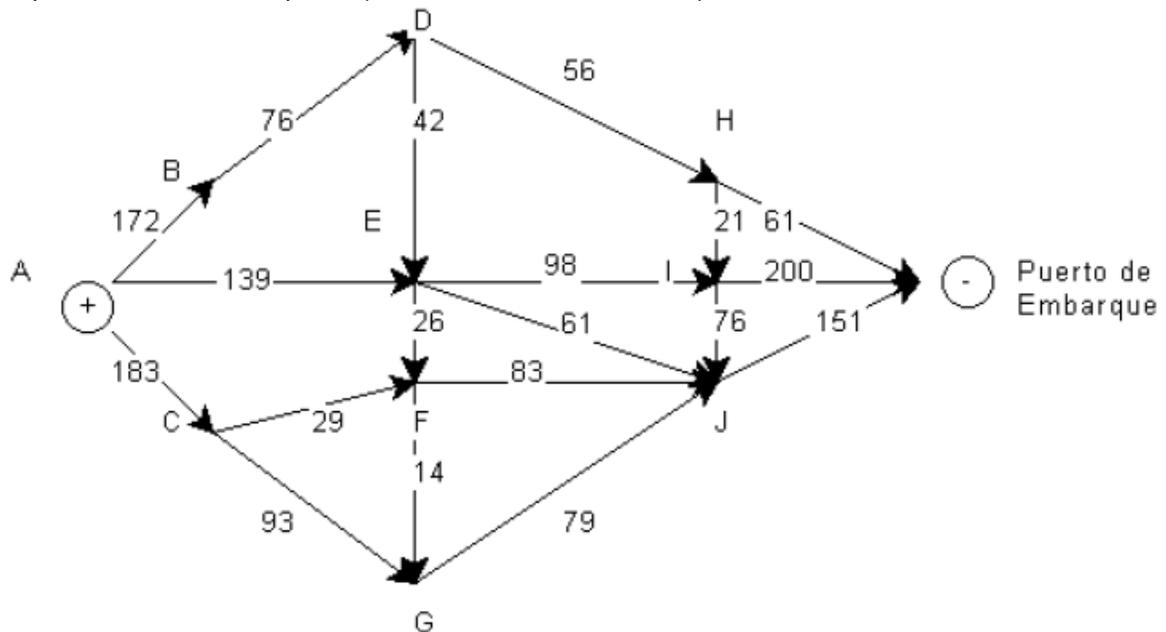
	A	B	C	D	E	F
A		40	50	20	140	20
B			30	50	40	30
C				80	70	50
D					110	90
E						130

7) Se desea pavimentar los caminos que unen a un conjunto de poblaciones de manera que todas queden vinculadas en la forma más económica posible. Se indican las distancias entre las poblaciones.

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

De:	A:	Km.
A	B	50
A	D	100
A	K	80
B	D	30
B	I	120
B	J	90
C	D	20
C	G	40
C	I	70
D	E	40
D	F	50
F	I	150
F	K	110
G	H	30
H	K	60
I	J	90
J	K	20

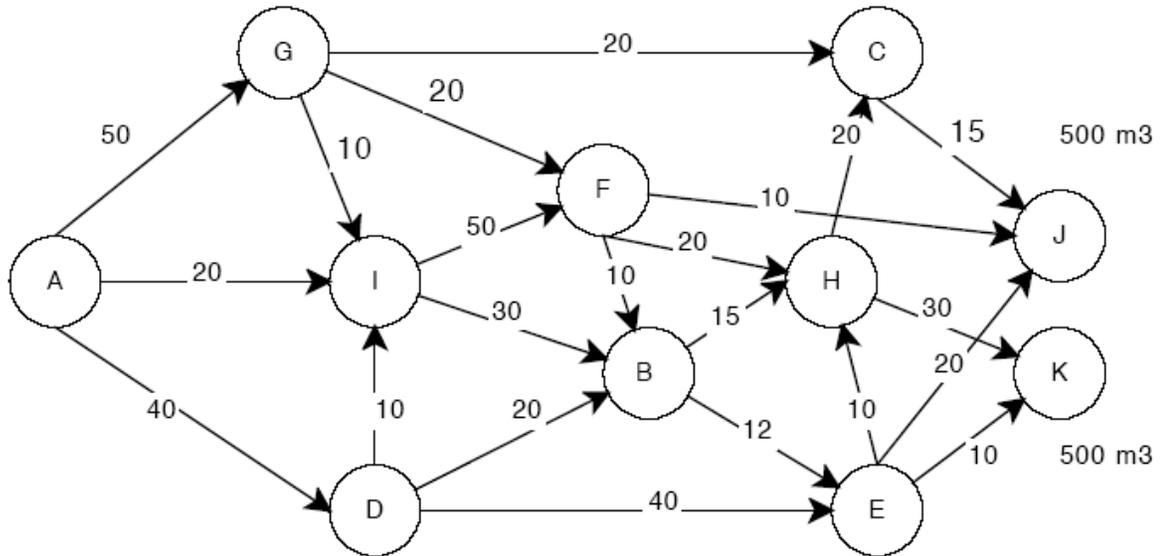
5) El grafo representa un conjunto de oleoductos con sus respectivas capacidades, en barriles por hora. Determinar la capacidad de la red desde el campo petrolífero hasta el puerto de embarque. Determinar qué tramos habría que ampliar si se desea aumentar la capacidad total de transporte. (Método de Ford - Fulkerson)



GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

6) En una destilería de hidrocarburos se desea saber la producción horaria para llenar dos tanques TK y TY de 500 m³ de capacidad cada uno. Se conocen las capacidades de fluido que pueden circular por cada tramo .

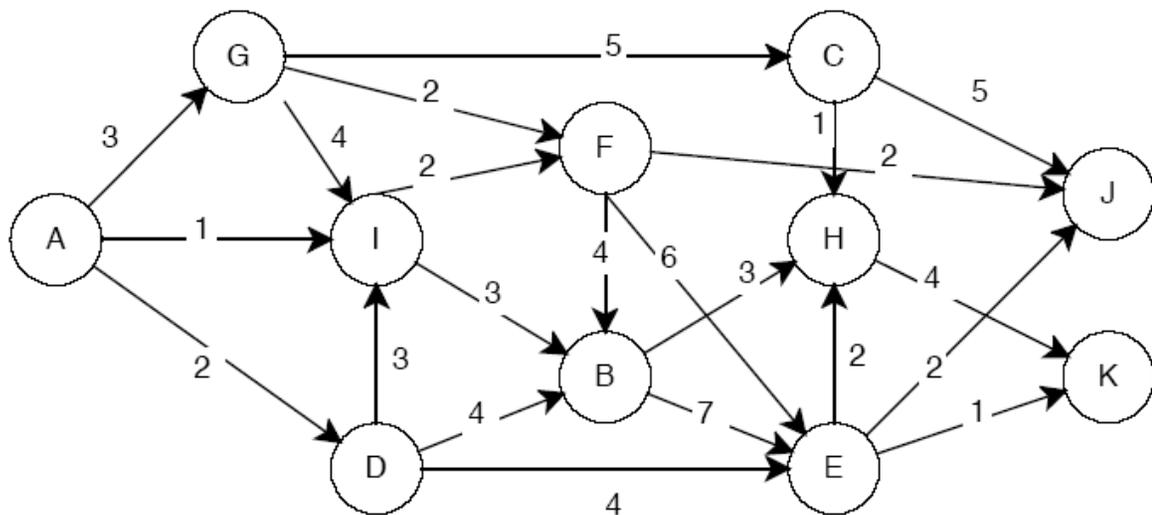
(Capacidad de transporte)



Suponga ahora que debe realizarse la limpieza de los tanques y que las cantidades indicadas sobre cada arco indican las distancias a recorrer por el equipo encargado de la función.

¿En que secuencia deben limpiarse y qué distancia recorrerá el equipo cuando haya terminado?
Las distancias se expresan en cientos de kilómetros.

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA



7) Una petrolera posee 4 puertos A, B, C, D desde los cuales se distribuye un producto a los puertos E, F, G, H.

Las cantidades disponibles son:

A: 120 tn

B: 100 tn

C: 100 tn

D: 100 tn

Las demandas:

E: 100 tn

F: 80 tn

G: 90 tn

H: 150 tn

Varios barcos van desde puertos de origen a puertos de destino cuyas capacidades se indican en la tabla:

	E	F	G	H
A	70	30	20	0
B	50	40	10	0
C	0	20	40	80
D	0	20	40	80

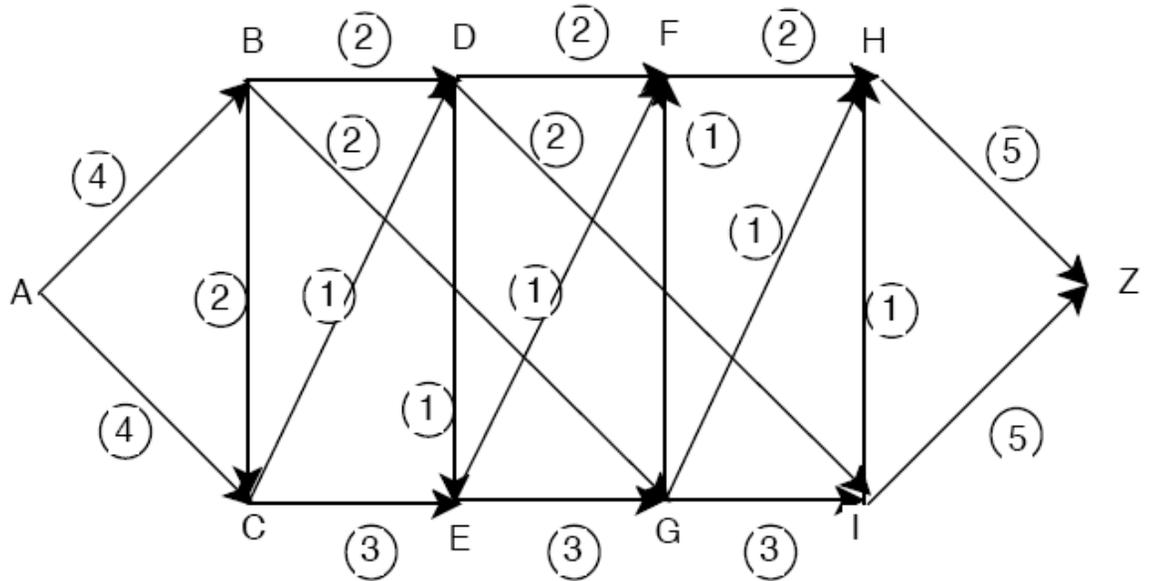
Se busca la distribución que satisface las demandas al máximo.

8) La siguiente red es el diseño de un acueducto construido con distintas capacidades (en metros cúbicos) que se señalan sobre cada tramo.

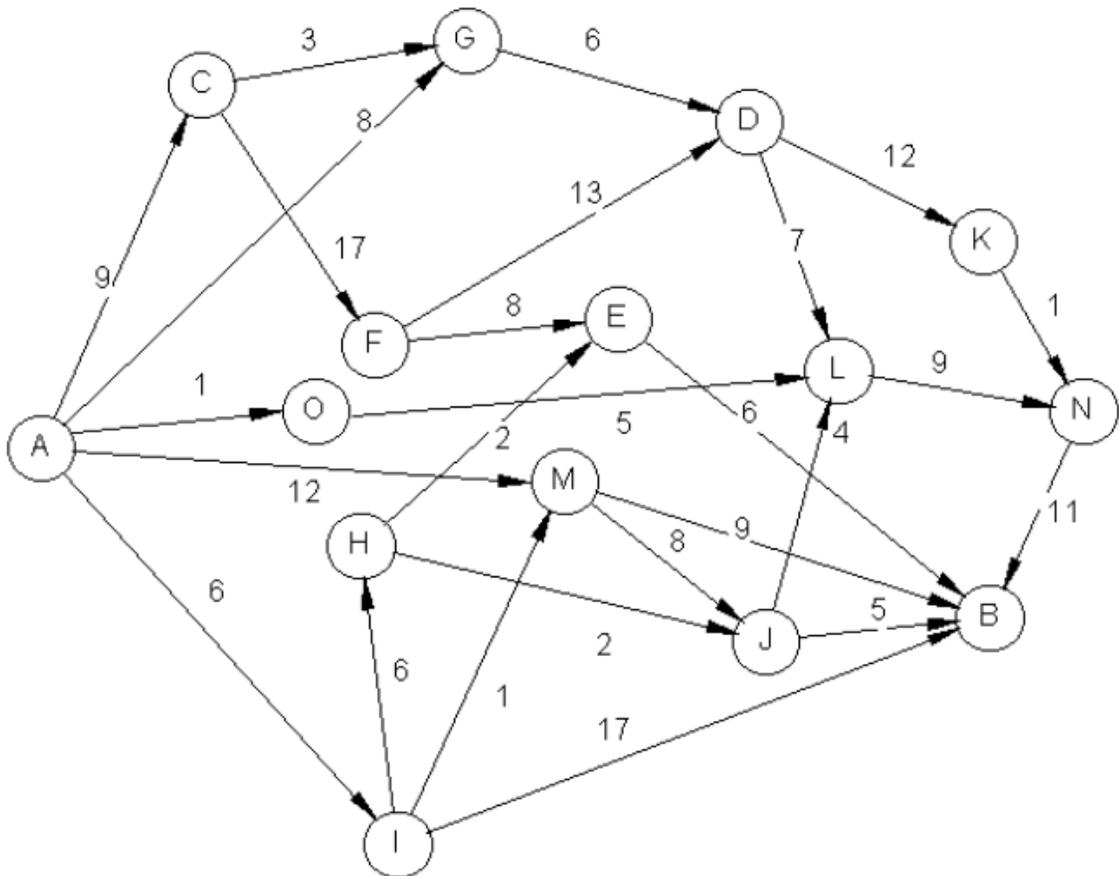
Se necesita saber la cantidad de metros cúbicos que puede circular desde A hasta Z.

Para verificar el resultado aplique el Teorema de Ford-Fulkerson

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA



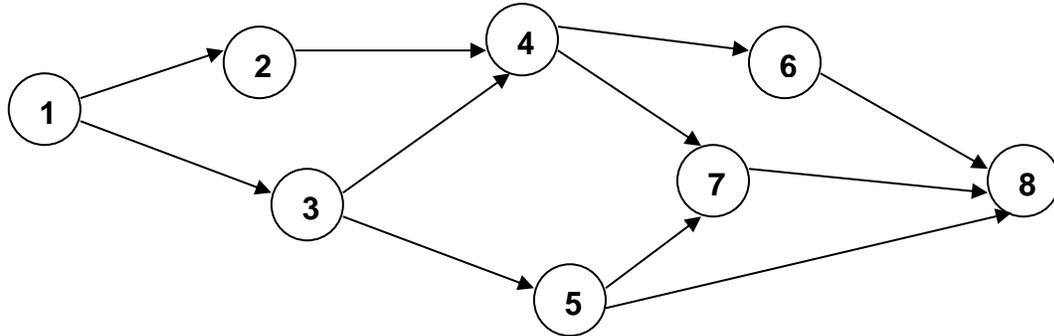
9) Determinar el o los caminos de valor mínimo entre A y B por el método de la ruta mas corta.



GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

PERT/CPM

1) Suponga la siguiente red:



La duración de cada una de las actividades es la siguiente:

<u>Actividad</u>	<u>Duración (en días)</u>
1-2	1
1-3	2
2-4	3
3-4	3
3-5	2
4-6	5
4-7	4
5-7	1
5-8	3
6-8	5
7-8	3

Determine la duración total del proyecto y el camino crítico.

2) Suponga que en el problema anterior la duración de las tareas es aleatoria, por lo que se establecen los tiempos optimista, normal y pesimista:

<u>Actividad</u>	<u>To</u>	<u>Tn</u>	<u>Ip</u>
1-2	0,5	1	1,5
1-3	1	1,5	2
2-4	1	2,5	7
3-4	1	3	5
3-5	2	2	2
4-6	3	4,5	9
4-7	2	3	10
5-7	1	1	1
5-8	2	2,5	6
6-8	4	5	6
7-8	2,5	3	3,5

- Determine la duración media y el desvío estándar del proyecto.
- Determine la ruta crítica.
- Halle la probabilidad de finalizar el proyecto en 14 días.

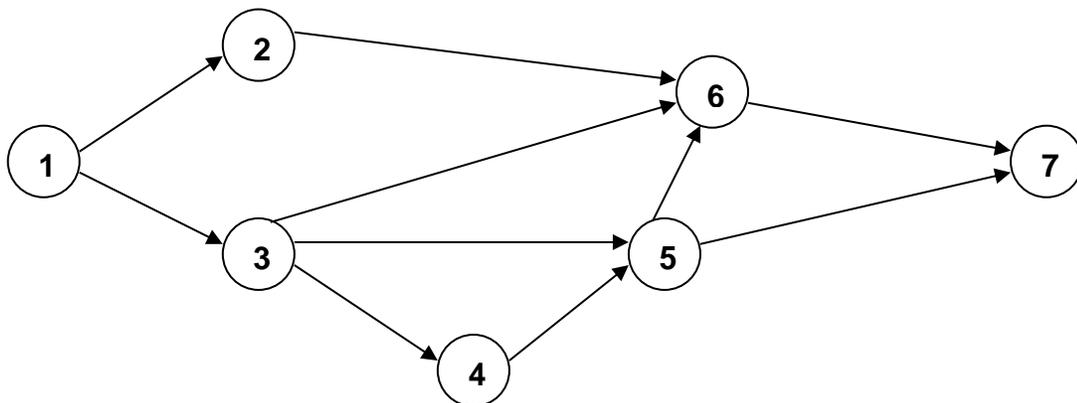
GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

3) The Sharp company fabrica una línea completa de productos para afeitar y ha decidido lanzar un nuevo producto al mercado. El programa de actividades es el siguiente:

Código actividad	Descripción de las actividades	Predecesores inmediatos	Tiempo esperado (semanas)
A	Diseñar el producto	-	6
B	Diseñar el packaging	-	2
C	Ordenar y recibir los materiales para el producto	A	3
D	Ordenar y recibir los materiales para el envase	B	3
E	Fabricar el producto	C	4
F	Fabricar el envase	D	3
G	Envasar el producto	E, F	6
H	Prueba de mercado del producto	F	4
I	Prueba de mercado del envase	G, H	1
J	Entrega a los distribuidores	I	2

- Elabore el diagrama de red.
- Determine el tiempo total del lanzamiento.
- Determine las tareas críticas.

4) Un proyecto informático puede iniciarse ahora y su fecha de terminación es dentro de 100 semanas. Considere la siguiente red del proyecto, las actividades y los tiempos de duración estimados en semanas:



Actividad To In Ip

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

1-2	28	32	36
1-3	22	28	32
2-6	26	36	46
3-4	14	16	18
3-5	32	32	32
3-6	40	52	74
4-5	12	16	24
5-6	16	20	26
5-7	26	34	42
6-7	12	16	30

- Calcule el tiempo esperado de finalización y el desvío estándar.
- Determine la ruta crítica del proyecto.
- Calcule la probabilidad de que el proyecto termine en la fecha indicada.

5. Antes de poder introducir un nuevo producto al mercado se deben realizar todas las actividades que se muestran en la tabla (todos los tiempos están en semanas).

Actividad	Descripción	Predecesores	a	b	m
A	Diseño del producto	-	2	10	6
B	Estudio del mercado	-	4	6	5
C	Emitir órdenes materiales	A	2	4	3
D	Recibir materiales	C	1	3	2
E	Construir prototipo	A, D	1	5	3
F	Desarrollo y promoción	B	3	5	4
G	Puesta en marcha planta para producción masiva	E	2	6	4
H	Distribuir productos a almacenes.	G, F	0	4	2

- Dibuje la red del proyecto y determine la ruta crítica. Interprete sus resultados.
- Suponga que hoy es 15 de julio y comienza el proyecto, determine la probabilidad de que el proyecto esté listo para el 18 de diciembre.

6. Se tiene la siguiente programación de actividades:

Actividad	Predecesora	Tiempo esperado	Tiempo acelerado	Varianza	Costo	Costo acelerado
A	-	3	2	0.3	6000	8000
B	-	5	1	0.5	5000	7000
C	A	4	2	2	16000	25000
D	B	3	2	1	18000	26000
E	B	1	1	0.2	20000	20000
F	C, D, E	4	2	0.4	16000	18000
G	C, D	2	1	0.1	2000	4000
H	F, G	2	1	1	6000	10000
I	F	3	2	0.6	9000	12000

- Determine la duración mínima del proyecto, la ruta crítica. Arme el diagrama calendario en fecha temprana y organice los recursos para suavizar el flujo de caja
- Se quiere reducir en 2 días la duración del proyecto. ¿Cuál sería el costo final para alcanzar dicha meta?

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

7. Se tiene la siguiente programación de actividades:

Actividad	Predecesora	Esperanza	Varianza	Presupuesto
A	-	3	0.3	6000
B	A	2	0.5	4000
C	-	8	2.0	16000
D	B, C	6	1.0	18000
E	C	4	0.2	20000
F	D, E	5	0.4	15000
G	D, E	1	0.1	2000
H	F	5	1.0	5000
I	G	6	0.6	12000

- **Determine la duración mínima del proyecto, la ruta crítica e interprete el tiempo de holgura.**
- **Arme el diagrama calendario en fecha temprana y organice los recursos para suavizar el flujo de caja**

8. Se tiene la siguiente programación de actividades:

Código de actividad	Nombre de la actividad	Días requeridos	Tareas inmediatas precedentes
A	Desconectar y mover	0.2	-
B	Conectar a la corriente y hacer una prueba	0.2	A
C	Quitar las unidades eléctricas	0.2	B
D	Limpiar la máquina	0.3	C
E	Quitar y desarmar las unidades mecánicas	0.2	C
F	Limpiar las piezas de las máquinas	0.4	D
G	Ordenar una lista de las piezas mecánicas	0.5	F
H	Ordenar las piezas de la máquina	0.5	G
I	Recibir las piezas de la maquina	1.0	H
J	Pintar los cursores cruzados	25.0	I
K	Maquinar las piezas	1.5	G
L	Inspeccionar y ordenar una lista de las piezas eléctricas	1.0	K
M	Pintar el motor	1.0	L
N	Ensamblar el motor	0.8	P, Q, R
O	Maquinar el banco	2.5	H
P	Maquinar los cursores	2.0	V
Q	Maquinar la mesa	2.0	L
R	Pintar la máquina	2.0	M
S	Limpiar los cursores	1.0	N
T	Limpiar la mesa	1.0	G
U	Limpiar los bancos	0.5	E
V	Maquinar las mordazas	2.0	K
W	Instalar el eje	1.0	J, O, T
X	Ensamblar las piezas	1.0	J, S
Y	Limpiar las mordazas	0.5	U
Z	Ensamblar la cabeza	1.0	J, O, T
AA	Instalar el motor y las piezas eléctricas	0.3	Y
AB	Ensamblar los motores	0.4	J, O, T
AC	Conectar a la corriente y probar	0.5	AA, AB, Z, W, X
AD	Retocar, mover, reinstalar	0.3	AC

Suponga que se encuentra en el día 29 y la situación actual que se registra es:

Actividad	U	I	T	N	S	J	O	Y
% Terminado	100	100	100	100	30	80	70	10

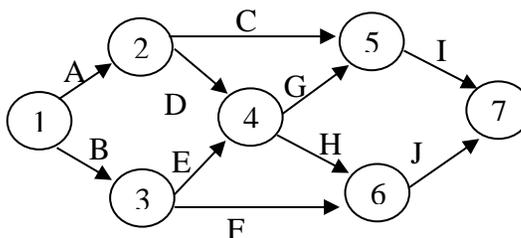
GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

- Determine cuándo estará finalizado el proyecto y cuáles son las actividades críticas que quedan.
9. Cierta empresa presenta la siguiente programación de actividades en la realización de un proyecto. Se entrega el detalle de las actividades y sus respectivas actividades predecesoras, los tiempos pesimistas, optimistas y más probables en semanas y el costo normal de cada actividad asociado a cada tiempo normal. Además, se entrega el porcentaje en que puede ser disminuido el tiempo normal de cada actividad y el costo respectivo.

Actividad	Predecesor	a	m	b	Costo normal	Porcentaje en que se disminuye	Costo acelerado
A	-	8	12	16	800	20	960
B	-	6	8	10	600	50	900
C	A	7	10	13	200	30	340
D	B	15	20	25	600	10	660
E	B	1	4	7	500	0	500
F	E	2	5	8	300	60	480
G	C, D	6	10	14	1000	10	1100
H	C, D	10	12	14	1000	30	1300
I	G	5	6	7	500	15	650
J	H	2	4	6	650	20	780
K	I	4	9	14	200	50	300
L	I	2	4	6	800	35	1080
M	J, K	2	3	4	600	10	660

A partir de los datos anteriores se pide:

- Dibuje la red asociada al proyecto.
 - Considerando el tiempo normal de duración de cada actividad, determine la ruta crítica y la duración mínima del proyecto. En caso de haber más de una ruta crítica, determine usted cuál recomendaría y por qué.
 - Suponga que se encuentra en la semana 52 y que las actividades F, I y J les queda un 50% de su tiempo para terminarse (lo cual significa que las actividades anteriores ya han acabado). ¿Cuál es la probabilidad de terminar el proyecto en las siguientes 10 semanas?
10. La siguiente red representa un proyecto compuesto por actividades cuyas características se presentan en la tabla siguiente:



Actividad	Normal	Acelerado
-----------	--------	-----------

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

	Duración [día]	Varianza [día ²]	Costo	Duración [día]	Costo [\$]
A	4	0.4	200	4	200
B	7	0.6	500	6	650
C	3	0.2	400	2	450
D	5	0.8	400	3	600
E	4	0.3	200	4	200
F	6	1.1	300	4	700
G	8	1.5	600	5	900
H	9	2.0	700	8	900
I	3	0.4	300	3	300
J	6	0.6	500	6	500

- a. Determine la ruta crítica, la duración esperada y el costo total del proyecto, considerando la duración normal de las actividades.
- b. Determine la probabilidad de terminar el proyecto dentro de 20 días, dentro de 26 días y después de 28 días desde la fecha de inicio.
- c. ¿Cuál sería la duración mínima en la cual usted se comprometería a terminar el proyecto esperando tener una probabilidad de 0.9 de terminarlo realmente en dicho tiempo?
- d. Determine la duración mínima del proyecto y el costo total mínimo asociado, considerando la posibilidad de acelerar las actividades. ¿Cuál sería la ruta crítica?
- e. **Arme el diagrama calendario en fecha tardía y organice los recursos para suavizar el flujo de caja**

11. Una empresa está planificando el desarrollo de un proyecto considerando la siguiente información:

Actividad	Predecesor	Tiempo esperado (semanas)	Varianza	Costo (US\$)
A	-	3	0.3	6.000
B	-	5	0.5	5.000
C	A	4	2.0	16.000
D	B	3	1.0	18.000
E	B	1	0.2	20.000
F	C, D, E	4	0.4	16.000
G	C, D	2	0.1	2.000
H	F, G	2	1.0	6.000
I	F	3	0.6	9.000

- a) **Construya la red asociada al proyecto.**
- b) **Determine la probabilidad de completar el proyecto en:**
 - **Más de 18 semanas.**
 - **Exactamente 16 semanas.**
- c) **Suponga que se dispone de la siguiente información actualizada del proyecto:**

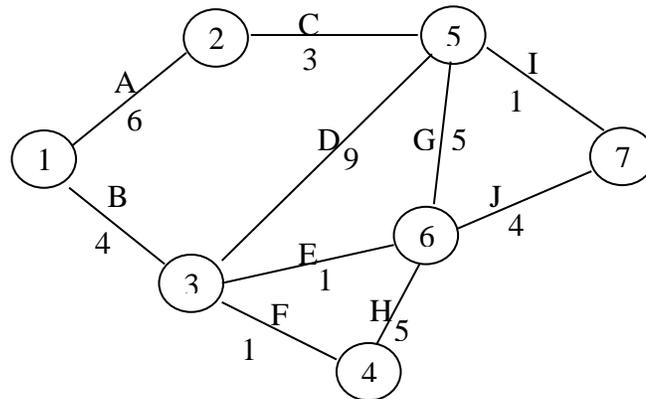
Actividad	Porcentaje terminado	Costo actual (US\$)
A	100%	8.000
B	100%	5.000
C	50%	8.000
D	33%	9.000
E	100%	25.000
F	0%	6.000
G	0%	0
H	0%	0
I	0%	0

Determine:

- **¿Cuáles son las actividades críticas que quedan?**
- **¿Cuándo espera terminar realmente el proyecto?**
- **¿Cuál es la probabilidad que lo que resta del proyecto demore menos de 5 semanas?**
- **Arme el diagrama calendario en fecha temprana y organice los recursos para suavizar el flujo de caja**

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

12. Considere el proyecto representado por la siguiente red:



- Determine la ruta crítica y la duración mínima del proyecto.
- Considerando que cada actividad puede ser acelerada hasta en un 20% y que la duración de las actividades A, B y C puede ser disminuida en una unidad a un costo de US\$100, la duración de las actividades D, E y F puede ser disminuida en una unidad a un costo de US\$200 y la duración de las restantes actividades puede ser disminuida en una unidad a un costo de US\$300, ¿qué actividades deben ser aceleradas para terminar el proyecto tres días antes de lo determinado en a) minimizando costos?

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

MARKOV

1) En barranquilla existen 3 medios de transporte que son subte, colectivo y taxis si una persona utiliza subte la probabilidad de que la próxima vez lo vuelva a hacer es de 60% de que utilice colectivo es del 25% y de que utilice taxi es del 15%; si esta persona utiliza colectivo la probabilidad de que lo vuelva a hacer es del 70% de que utilice subte es del 20% y taxi de 10%; si la persona utiliza taxi la probabilidad de que lo vuelva a hacer es del 55% de que utilice buseta es del 25% y de que utilice subte es del 20%. el estado inicial para subte, colectivo y taxi respectivamente es (20% 50% 30%)

a) hallar la matriz de transición.

b) ¿cuáles serán los porcentajes de cada uno de los servicios de transporte en 4 periodos?

2) El ascensor de un edificio con Planta baja y dos pisos realiza viajes de uno a otro piso.

El piso en el que finaliza el viaje n -ésimo del ascensor sigue una cadena de Markov.

Se sabe que la mitad de los viajes que parten de planta baja se dirigen a cada uno de los otros dos pisos, mientras que si un viaje comienza en el primer piso, sólo el 25% de las veces finaliza en el segundo. Por último, si un trayecto comienza en el segundo piso, siempre finaliza en Planta baja. Se pide:

a) Calcular la matriz de probabilidades de transición de la cadena

b) ¿Cuál es la probabilidad de que, a largo plazo, el ascensor se encuentre en cada uno de los tres pisos.

3ª) Un agente comercial realiza su trabajo en tres ciudades A, B y C. Para evitar desplazamientos innecesarios está todo el día en la misma ciudad y allí pernocta, desplazándose a otra ciudad al día siguiente, si no tiene suficiente trabajo. Después de estar trabajando un día en C, la probabilidad de tener que seguir trabajando en ella al día siguiente es 0,4, la de tener que viajar a B es 0,4 y la de tener que ir a A es 0,2. Si el viajante duerme un día en B, con probabilidad de un 20% tendrá que seguir trabajando en la misma ciudad al día siguiente, en el 60% de los casos viajará a C, mientras que irá a A con probabilidad 0,2. Por último si el agente comercial trabaja todo un día en A, permanecerá en esa misma ciudad, al día siguiente, con una probabilidad 0,1, irá a B con una probabilidad de 0,3 y a C con una probabilidad de 0,6.

a) Si hoy el viajante está en C, ¿cuál es la probabilidad de que también tenga que trabajar en C al cabo de cuatro días?

b) ¿Cuales son los porcentajes de días en los que el agente comercial está en cada una de las tres ciudades?

4ª) La cervecería más importante del mundo (Guinness) ha contratado a un analista de investigación de operaciones para analizar su posición en el mercado. Están preocupados en especial por su mayor competidor (Heineken). El analista piensa que el cambio de marca se puede modelar como una cadena de Markov incluyendo tres estados, los estados G y H representan a los clientes que beben cerveza producida por las mencionadas cervecerías y el estado I representa todas las demás marcas. Los datos se toman cada mes y el analista ha construido la siguiente matriz de transición de los datos históricos.

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

G H I

G 0,7 0,2 0,1

H 0,2 0,75 0,05

I 0,1 0,1 0,8

¿Cuáles son los porcentajes de mercado en el estado estable para las dos cervecerías grandes.?

5º) En una comunidad hay 3 supermercados (S1, S2, S3) existe la movilidad de un cliente de uno a otro. El 1 de septiembre, $\frac{1}{4}$ de los clientes va al S1, $\frac{1}{3}$ al S2 y $\frac{5}{12}$ al S3 de un total de 10.000 personas. Cada mes el S1 retiene el 90% de sus clientes y pierde el 10% que se va al S2. Se averiguó que el S2 solo retiene el 5% y pierde el 85% que va a S1 y el resto se va a S3, el S3 retiene solo el 40%, pierde el 50% que va al S1 y el 10% va al S2.

- Establecer la matriz de transición
- ¿Cuál es la proporción de clientes para los supermercados el 1 de noviembre?
- Hallar el vector de probabilidad estable.

6) Cada familia estadounidense se clasifica según donde vive como urbana, rural o suburbana. Durante un año específico, 15% de las familias urbanas se mudaron a una ubicación suburbana, y 5 % se mudaron a un área rural; también, 6 % de las familias suburbanas se trasladaron a un área urbana y 4% se pasaron a una ubicación rural; por ultimo, 4% de las familias rurales se fueron a un área urbana y 6% se cambiaron a un lugar suburbano.

- Si una familia ahora vive en un lugar urbano, ¿Cuál es la probabilidad de que viva en un área urbana dos años a partir de ahora? ¿Un área suburbana? ¿Un área rural?
- Suponga que en el presente, 40% de las familias viven en un área urbana, 35% viven en un área suburbana y 25% viven en un área rural. Dos años a partir de ahora, ¿Qué porcentajes de familias estadounidenses vivirán en un área urbana?

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

7) una persona a la hora del almuerzo puede consumir pollo, carne o pescado, si esta persona consume hoy pollo la probabilidad de que mañana lo vuelva a hacer es del 35% de que consuma carne es del 45% y pescado 20%: si consumió carne la probabilidad que lo vuelva a hacer es del 60% de que consuma pollo de 25% y pescado del 15% si esta persona consumió pescado la probabilidad de que lo vuelva a hacer es es del 25% que consuma pollo es del 35% y carne del 40%.

a) hallar la matriz de transición

b) hallar el estado estable

8) en una carrera de automóviles se hace una prueba para definir las posiciones de la arrancada, si un piloto sale de primero la probabilidad que llegue primero es de 40%, que llegue segundo 30% y que llegue tercero 30%, la posibilidad que saliendo de segundo llegue de segundo es 35%, que llegue de primero es 30% y que llegue tercero es de 35%; si el piloto parte tercero la probabilidad que llegue tercero es de 40%, que llegue segundo es 45% y que llegue primero 15%.

a) calcular la matriz de transición

b) calcular el vector o estado estable

9) Los consumidores de café en el área de Pontevedra usan tres marcas A, B, C. En marzo de 1995 se hizo una encuesta en lo que entrevistó a las 8450 personas que compran café y los resultados fueron:

Compra en el siguiente mes

Marca	Compra actual	Marca A	Marca B	Marca C
A	1690	507	845	338
B	3380	676	2028	676
C	3380	845	845	1690
Totales	2028	3718	2704	8450

1) Si las compras se hacen mensualmente, cuales es la distribución de mercado de café Pontevedra para el mes de Junio.

2) A la larga como se distribuirían los clientes de café

3) En junio, cual es la proporción de clientes leales a su marca de café

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

TEORÍA DE JUEGOS

1. Resolver los siguientes juegos:

A.

Jugador 1	Jugador 2		
	11	-3	-4
	8	7	-8
	-5	5	-6

B.

Jugador 1	Jugador 2		
	4	4	3
	8	1	7
	-1	2	-1

C.

Jugador 1	Jugador 2				
	6	1	6	1	4
	4	4	5	-2	4
	3	-1	3	2	-2

D.

Jugador 1	Jugador 2			
	50	-20	120	-50
	60	20	70	70
	-20	0	-40	75

E.

Jugador 1	Jugador 2			
	0,25	0,27	0,35	0,02
	0,2	0,16	0,08	0,08
	0,14	0,12	0,15	0,13
	0,30	0,14	0,19	0

F.

Jugador 1	Jugador 2			
	8	6	2	8
	8	9	4	5

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

	7	5	3	5
--	---	---	---	---

G.

Jugador 1	Jugador 2			
	4	-4	-5	6
	-3	-4	-9	-2
	6	7	-8	-9
	7	3	-9	5

H.

Jugador 1	Jugador 2		
	3	6	1
	5	2	3
	4	2	-3

I.

Jugador 1	Jugador 2			
	5	-10	8	0
	6	7	8	1
	8	7	15	2
	3	4	-1	4

J.

Jugador 1	Jugador 2			
	1	9	6	0
	2	-3	3	-3
	-5	-2	3	-3
	7	4	-2	-5

K.

Jugador 1	Jugador 2			
	1	-2	-5	3
	-1	-4	7	2
	-1	-4	7	2
	5	1	-1	9

L.

Jugador 1	Jugador 2		
	-8	8	2
	-3	4	-5
	-3	-4	-6

2. Determine cuál sería la matriz de juego entre 2 oponentes (A y B) jugando al “Piedra, Papel o Tijera”. ¿Tiene solución pura? ¿Cuál piensa que sería la distribución de estrategias utilizado por cada uno?

GUIA TRABAJOS PRACTICOS INVESTIGACIÓN OPERATIVA

3. Ante una elección por venir, los partidos políticos principales desarrollan distintas estrategias para llegar al electorado. Se pueden diferenciar en 4: publicidad por la TV, Publicidad por redes sociales, anuncios en el diario y anuncios en la radio.

Según un estudio de una consultora, y por las características del público de cada candidato, esta sería los puntos porcentuales en la elección final que ganaría/perdería cada político según la estrategia que decidan (y la de su contrincante):

	B1	B2	B3	B4
A1	4	9	6	0
A2	2	3	8	3
A3	-5	-2	10	-3
A4	3	4	-2	-5

¿Cuál sería el valor del juego y la estrategia que cada jugador debería tomar?