



Universidad
Continental

Investigación Operativa

Guía de Trabajo

VISIÓN

Ser la mejor organización de educación superior posible para unir personas e ideas que buscan hacer realidad sueños y aspiraciones de prosperidad en un entorno incierto

MISIÓN

Somos una organización de educación superior que conecta personas e ideas para impulsar la innovación y el bienestar integral a través de una cultura de pensamiento y acción emprendedora.

Universidad Continental

Material publicado con fines de estudio

Código: ASUC01386

PRESENTACIÓN

Investigación Operativa es una asignatura obligatoria de facultad que se ubica en el sexto periodo académico y tiene como prerrequisito la asignatura Estadística Aplicada. Es prerrequisito de la asignatura Gestión de Operaciones en la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial. Desarrolla a nivel intermedio la competencia transversal Conocimientos de Ingeniería. En virtud de lo anterior, su relevancia reside en desarrollar en el estudiante la capacidad de comprender y utilizar las técnicas de optimización como herramientas gerenciales modernas.

Los contenidos generales que la asignatura desarrolla son los siguientes: programación lineal. Problema de transporte y asignación. Algoritmo simplex. Teoría de la dualidad. PERT/CPM, teoría de colas, teoría de decisiones, cadenas de Markov. Simulación.

Christian Nakasone Vega

Contenido

| | |
|---|----|
| VISIÓN | 2 |
| MISIÓN | 2 |
| PRESENTACIÓN..... | 3 |
| Guía de Práctica N° 01: Programación Lineal | 5 |
| Guía de Práctica N° 02: Método Gráfico | 12 |
| Guía de Práctica N° 03: Método Simplex | 14 |
| Guía de Práctica N° 04: Análisis de Sensibilidad – Gráfico..... | 15 |
| Guía de Práctica N° 05: Análisis de Sensibilidad – Simplex..... | 17 |
| Guía de Práctica N° 06: Modelo del Transporte | 19 |
| Guía de Práctica N° 07: Modelo de Asignación | 21 |
| Guía de Práctica N° 08: PERT CPM | 22 |
| Guía de Práctica N° 09: PERT CPM | 24 |
| Guía de Práctica N° 10: PERT CPM | 25 |
| Guía de Práctica N° 11: CPM CON QUIEBRE | 26 |
| Guía de Práctica N° 12: Líneas de Espera | 28 |
| Guía de Práctica N° 13: Líneas de Espera | 29 |
| Guía de Práctica N° 14: Cadenas de Markov | 30 |
| Guía de Práctica N° 15: Cuadros de Decisión | 31 |
| Guía de Práctica N° 16: Árboles de Decisión | 32 |
| Referencias Bibliográficas..... | 34 |

Guía de Práctica 1: Programación Lineal

NRC :
Docente :

Apellidos :
Nombres :
Fecha : / / Duración: 180 min
Tipo de práctica: Individual (x) Equipo (x)

Instrucciones: Identificar los elementos del modelo de Programación Lineal y estructurar el mismo.

- Propósito:** Identificar los elementos del modelo de Programación Lineal y estructurar el mismo
- Indicaciones/instrucciones:**
 - Reúnase en grupos de 4 y realice la mayor cantidad de ejercicios correspondientes a la práctica.
 - Entregue lo desarrollado en clases al docente.
- La compañía XYZ produce tornillos y clavos en kits. La materia prima para un kit de tornillos cuesta 2.00 soles, mientras que la materia prima para un kit de clavos cuesta 2.50 soles. Un kit de clavo requiere 2 horas de mano de obra en el departamento A y tres horas en el departamento B, mientras que un kit de tornillos requiere 4 horas en el departamento A y 2 horas en el departamento B. El jornal por hora en ambos departamentos es de 2.00 soles. Si ambos productos se venden a 18.00 soles y el número de horas de mano de obra disponible por semana en los departamentos A y B son 160 y 180 respectivamente, determinar la programación semanal que permita el máximo beneficio.
- Una compañía elabora dos productos, A y B. El volumen de ventas del producto A es cuando menos el 60% de las ventas totales de los dos productos. Ambos productos utilizan la misma materia prima, cuya disponibilidad diaria está limitada a 100 lb. Los productos A y B utilizan esta materia prima a los índices o tasa de 2 lb./unidad y 4 lb./unidad respectivamente. El precio de venta de los dos productos es 20 soles y 40 soles por unidad. Determine la asignación óptima de la materia prima a los dos productos.
- A una persona que quiere adelgazar se le ofrecen dos productos A y B para que tome una mezcla de ambos con las siguientes recomendaciones: No debe tomar más de 150 g de la mezcla ni menos de 50 g. La cantidad de A debe ser igual o superior a la de B. No debe incluir más de 100 g de A. Si 100g de A contiene 30 mg de vitaminas y 450 calorías y 100 g de B contienen 20 mg de vitaminas y 150 calorías:
 - ¿Cuántos gramos de cada producto debe mezclar para obtener el preparado más rico en vitaminas?
 - ¿Y el más pobre en calorías?
- Un frutero necesita 16 cajas de naranjas, 5 de plátanos y 20 de manzanas. Dos mayoristas pueden suministrarle para satisfacer sus necesidades, pero sólo venden la fruta en contenedores completos. El mayorista A envía en cada contenedor 8 cajas de naranjas, 1 de plátanos y 2 de manzanas. El mayorista B envía en cada contenedor 2 cajas de naranjas, una de plátanos y 7 de manzanas. Sabiendo que el mayorista A vende cada contenedor en 20 soles y el mayorista B a 25 soles, calcular cuántos contenedores habrá de comprar a cada mayorista.

5. Un fabricante de bicicletas fabrica modelos de una, tres y diez velocidades. Las bicicletas necesitan aluminio y acero. La compañía dispone de 91,800 unidades de acero y de 42,000 unidades de aluminio. Los modelos de una, tres y diez velocidades necesitan, respectivamente, 20, 30 y 40 unidades de acero y 12, 21, y 16 unidades de aluminio. ¿Cuántas bicicletas de cada tipo deben fabricarse para maximizar la ganancia si la compañía gana \$8 en las bicicletas de una velocidad, \$12 en la de tres y \$24 en la de diez?
6. SSC fábrica pisa papeles, medallas y ornamentos. Cada pisa papel requiere 8 unidades de plástico, 3 unidades de metal y 2 unidades de pintura. Cada medalla requiere 4 unidades de plástico, 1 unidad de metal y 1 unidad de pintura. Cada ornamento requiere 2 unidades de plástico y de metal y 1 unidad de pintura. La compañía gana \$3 en cada pisa papel y en cada ornamento y \$4 en cada medalla. Si se dispone de 36 unidades de plástico, 24 unidades de metal y 30 unidades de pintura, ¿Cuántos artículos de cada tipo deben fabricarse para maximizar la ganancia? ¿Cuál es la ganancia máxima posible?
7. En una encuesta de mercado realizada por una televisión local se detectó que el programa A con 20 minutos de variedades y un minuto de publicidad capta 18000 espectadores, mientras que el programa B con 10 minutos de variedades y 1 minuto de publicidad capta 10000 espectadores. Para un determinado período, la dirección de la red decide dedicar 80 minutos de variedades y los anunciantes 6 minutos de publicidad. ¿Cuántas veces deberá aparecer cada tipo de programa con objeto de captar el máximo número de espectadores?
8. Miguel tiene en su almacén de frutas 400 kg de naranjas, 400 kg de manzanas y 250 kg de plátanos. Para la venta se hacen dos lotes (A y B). El lote A contiene 1 kg de naranjas, 2 kg de manzanas y 1 kg de plátanos; el lote B se compone de 2 kg de naranjas, 1 kg de manzanas y 1 kg de plátanos. El beneficio por kilogramo que se obtiene con el lote A es de 600 soles y con el lote B de 700 soles. Determinar el número de kilogramo de cada tipo para conseguir beneficios máximos. Plantear y resolver el modelo de programación lineal.
9. Un criador de gatos tiene las siguientes cantidades de alimentos para gatos: 90 unidades de atún, 80 unidades de hígado y 50 unidades de pollo. Para criar un gato siamés se requieren 2 unidades de atún, 1 de hígado y 1 de pollo por día, mientras que para un gato persa se requieren 1, 2 y 1 unidades respectivamente, por día. Si un gato siamés se vende en US\$ 12 y un gato persa se vende en US\$ 10, ¿Cuántos de cada uno deben criarse para obtener un ingreso total máximo? ¿Cuánto es el ingreso total máximo?
10. La empresa LA DULCESITA SAC, empezara a producir un nuevo tipo de gelatina la cual no es otra cosa que la mezcla de otras cuatro tipos de gelatinas que ya en producción. La nueva gelatina deberá cumplir con las siguientes características:

Contenido de sabor artificial: 4%

Solubilidad: 90 gr/lit

Temperatura de formación de gel: 46°

Porcentaje de gelatina: 80

Considerando la siguiente información respecto de los cuatro ingredientes:

| Característica | Gelatinas en producción | | | |
|----------------------------------|-------------------------|------|------|------|
| | I | J | K | L |
| Contenido de sabor artificial: | 3 | 5 | 2 | 3 |
| Solubilidad: | 90 | 60 | 120 | 60 |
| Temperatura de formación de gel: | 49 | 32 | 54 | 43 |
| Porcentaje de gelatina: | 80 | 80 | 70 | 90 |
| Precio soles / Kg. | 2.50 | 1.80 | 3.20 | 1.40 |

Formular el modelo adecuado para la toma de decisión.

11. En una fábrica el Departamento 1 puede estampar por mes 480 planchas para autos o 540 para camionetas, o las correspondientes combinaciones de autos y camionetas. El Departamento 2 puede armar por mes 550 motores de autos o 390 de camionetas, o las correspondientes combinaciones de autos y camionetas. El Departamento 3 puede montar y terminar por mes 410 autos y 280 camionetas. Cada auto deja una utilidad de \$ 3000 y cada camioneta \$ 4200. Formular el modelo.
12. Hay tres fábricas a orillas del río Momiss (1, 2 y 3). Cada una vierte dos tipos de contaminantes (1 y 2) al río. Si se procesaran los desechos de cada una de las fábricas. Entonces se reduciría la contaminación del río. Cuesta 15 dólares procesar una tonelada de desechos de la fábrica 1, y cada tonelada procesada reduce la cantidad de contaminante 1 en 0.10 ton y la cantidad de contaminante 2 en 0.45 ton. Cuesta 10 dólares procesar una tonelada de desecho de la fábrica 2 y cada tonelada procesada reduciría la cantidad del contaminante 1 en 0.20 ton y la cantidad del contaminante 2 en 0.25 ton. Cuesta 20 dólares procesar una tonelada de desechos de la fábrica 3, y cada tonelada reduciría la cantidad del contaminante 1 en 0.40 ton y la cantidad del contaminante 2 en 0.30 ton. El estado desea disminuir la cantidad del contaminante 1 por lo menos en 30 toneladas y la cantidad del contaminante 2 en por lo menos 40 toneladas en el río. Plantee un PL que minimice el costo de disminuir la contaminación en las cantidades deseadas. (Winston, 2006)
13. Reddy Mikks produce pinturas para interiores y exteriores, M1 y M2. La tabla siguiente proporciona los datos básicos del problema.

| | Toneladas de materia prima de: | | |
|-------------------------------------|--------------------------------|----------------------|------------------------------------|
| | Pinturas para exteriores | Pint para interiores | Disponibilidad diaria máxima (ton) |
| Materia prima M1 | 6 | 4 | 24 |
| Materia prima M2 | 1 | 2 | 6 |
| Utilidad por tonelada (miles de \$) | 5 | 4 | |

Una encuesta de mercado indica que la demanda diaria de pintura para interiores no puede ser mayor que una tonelada más que la de pintura para exteriores. También, que la demanda máxima diaria de pintura para interiores es de dos toneladas. (Taha, 2012, pág. 13)

14. Una compañía fabrica dos productos, A y B. El volumen de ventas de A es por lo menos 80% de las ventas totales de A y B. Sin embargo, la compañía no puede vender más de 100 unidades de A por día. Ambos productos utilizan una materia prima, cuya disponibilidad diaria máxima es de 240 lb. Las tasas de consumo de la materia prima son de 2 lb por unidad de A y de 4 lb por unidad de B. Las utilidades de A y B son de \$20 y \$50, respectivamente. Determine la combinación óptima de productos para la compañía. (Taha, 2012, pág. 20)
15. Alumco fabrica láminas y varillas de aluminio. La capacidad de producción máxima se estima en 800 láminas o 600 varillas por día. La demanda máxima diaria es de 550 láminas y 580 varillas. La utilidad por tonelada es de \$40 por lámina y de \$35 por varilla. Determine la combinación de producción diaria óptima. (Taha, 2012, pág. 20)

16. US Labs fabrica válvulas mecánicas a partir de válvulas del corazón de cerdos. Se requieren de válvulas de distintas dimensiones en diferentes operaciones del corazón. US Labs compra válvulas de cerdo a tres proveedores distintos. El costo y la combinación de las válvulas compradas a cada proveedor se muestran en la siguiente tabla:

| Proveedor | Costo por válvula (\$) | % de válvulas grandes | % de válvulas medianas | % de válvulas pequeñas |
|-----------|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| 1 | 5 | 40 | 40 | 20 |
| 2 | 4 | 30 | 35 | 35 |
| 3 | 3 | 20 | 20 | 60 |

Cada mes US Labs hace un pedido a cada proveedor. Se deben comprar todos los meses por lo menos 500 válvulas grandes, 300 medianas y 300 pequeñas. Debido a la disponibilidad limitada de las válvulas de cerdo se compran cuando mucho 700 válvulas a cada proveedor. Formule un PL con la que pueda minimizar los costos de adquisición de las válvulas necesarias. (Winston, 2006)

17. Una campaña para promocionar una marca de productos lácteos se basa en el reparto gratuito de yogures con sabor a limón o a fresa. Se decide repartir al menos 30.000 yogures. Cada yogurt de limón necesita para su elaboración 0,5 g. de un producto de fermentación y cada yogurt de fresa necesita 0,2 g. de ese mismo producto. Se dispone de 9 kg. de ese producto para fermentación. El coste de producción de un yogurt de fresa es el doble que el de un yogurt de limón. ¿Cuántos yogures de cada tipo se deben producir para que el costo de la campaña sea mínimo?
18. La fábrica LA MUNDIAL S.A., construye mesas y sillas de madera. El precio de venta al público de una mesa es de 270 soles y el de una silla 110 soles. LA MUNDIAL S.A. estima que fabricar una mesa supone un gasto de 100 soles de materias primas y de 140 soles de costos laborales. Fabricar una silla exige 40 soles de materias primas y 50 soles de costos laborales. La construcción de ambos tipos de muebles requiere un trabajo previo de carpintería y un proceso final de acabado (pintura, revisión de las piezas fabricadas, empaquetado, etc.). Para fabricar una mesa se necesita 1 hora de carpintería y 2 horas de proceso final de acabado. Una silla necesita 1 hora de carpintería y 1 hora para el proceso de acabado. LA MUNDIAL S.A. no tiene problemas de abastecimiento de materias primas ni de los costos laborales, pero sólo puede contar semanalmente con un máximo de 80 horas de carpintería y un máximo de 100 horas para los trabajos de acabado. Por exigencias del mercado, LA MUNDIAL S.A. fabrica, como máximo, 40 mesas a la semana. No ocurre así con las sillas, para los que no hay ningún tipo de restricción en cuanto al número de unidades fabricadas.
Determinar el número de mesas y de sillas que semanalmente deberá fabricar la empresa para maximizar sus beneficios. Formular el Modelo de Programación Lineal.
19. M&D Chemicals fabrica dos productos que se venden como materias primas a empresas que elaboran jabones de baño y detergentes para lavar ropa. Con base en un análisis de los niveles de inventario actuales y la demanda potencial para el próximo mes, la gerencia de M&D ha especificado que la producción combinada de los productos A y B debe sumar un total de 350 galones como mínimo. Por otra parte, también debe surtir el pedido de 125 galones del producto A con un cliente importante. El producto A requiere 2 horas de tiempo de procesamiento por galón, mientras que el producto B requiere 1 hora de tiempo de procesamiento por galón, y para el próximo mes, se cuenta con 600 horas de tiempo de procesamiento disponibles. El objetivo de M&D es satisfacer estos requerimientos con un costo de producción total mínimo. Los costos de producción son \$2 por galón del producto A y \$3 por galón del producto B. (Anderson, Sweeney, Williams, Camm, & Martin, 2011, pág. 277)

20. Par, Inc. es un pequeño fabricante de equipo y material de golf. El distribuidor de Par cree que existe un mercado tanto para una bolsa de golf de precio moderado, llamada modelo estándar, como para una bolsa de golf de un precio alto, llamada modelo de lujo. El distribuidor tiene tanta confianza en el mercado que, si Par puede fabricar las bolsas a un precio competitivo, comprará todas las bolsas que Par fabrique durante los tres meses siguientes. Un análisis detallado de los requerimientos de manufactura dio como resultado la tabla siguiente, la cual muestra los requerimientos de tiempo de producción para las cuatro operaciones de manufactura requeridas y la estimación que hizo el departamento de contabilidad de la contribución a las utilidades por bolsa:

| Producto | Tiempo de producción (horas) | | | | Utilidad por bolsa |
|----------|------------------------------|---------------|---------------|----------------------|--------------------|
| | Corte y teñido | Costura | Terminado | Inspección y empaque | |
| Estándar | $\frac{7}{10}$ | $\frac{1}{2}$ | 1 | $\frac{1}{10}$ | \$10 |
| de lujo | 1 | $\frac{5}{6}$ | $\frac{2}{3}$ | $\frac{1}{4}$ | \$ 9 |

El director de manufactura estima que se dispondrá de 630 horas de corte y teñido, 600 horas de costura, 708 horas de acabado y 135 horas de inspección y empaque para la producción de las bolsas de golf durante los tres meses siguientes. (Anderson, Sweeney, Williams, Camm, & Martin, 2011, pág. 277)

21. Blair & Rosen, Inc. (B&R) es una firma de corretaje que se especializa en portafolios de inversión diseñados para cumplir con las tolerancias al riesgo específicas de sus clientes. Un cliente que contactó a B&R la semana pasada tiene un monto máximo de \$50,000 para invertir. El asesor de inversiones de B&R decide recomendar un portafolio que consta de dos fondos de inversión: uno de Internet y uno Blue Chip. El fondo de Internet tiene un rendimiento anual proyectado de 12%, mientras que el Blue Chip tiene un rendimiento anual proyectado de 9%. El asesor de inversiones sugiere que como máximo se inviertan \$35,000 de los fondos del cliente en el fondo de Internet. Los servicios de B&R incluyen una tasa de riesgo para cada alternativa de inversión. El fondo de Internet, que es la más riesgosa de las dos alternativas de inversión, tiene una tasa de riesgo de 6 por cada mil dólares invertidos. El fondo Blue Chip tiene una tasa de riesgo de 4 por cada mil dólares invertidos. Por ejemplo, si se invierten \$10,000 en cada uno de los dos fondos de inversión, la tasa de riesgo de B&R para el portafolio sería $6(10) + 4(10) = 100$. Por último, B&R desarrolló un cuestionario para medir la tolerancia al riesgo de cada cliente. Con base en las respuestas, los clientes se clasifican como inversionistas conservadores, moderados o agresivos. Suponga que los resultados del cuestionario clasifican al cliente actual como un inversionista moderado. B&R recomienda que un inversionista moderado limite su portafolio a una de riesgo máxima de 240. ¿Cuál es el portafolio de inversión recomendado para este cliente? ¿Cuál es el rendimiento anual para el portafolio? (Anderson, Sweeney, Williams, Camm, & Martin, 2011, pág. 277)

22. Tom's, Inc. elabora varios productos de comida mexicana y los vende a Western Foods, una cadena de tiendas de abarrotes localizadas en Texas y Nuevo México. Tom's produce dos tipos de salsa: la salsa Western Foods y la salsa México City. Básicamente, las dos contienen una mezcla diferente de tomates enteros, salsa y puré de jitomate. La salsa Western Foods contiene una mezcla de 50% de tomates enteros, 30% de salsa de tomate y 20% de puré de tomate, mientras que la México City, que tiene una consistencia más espesa y en trozos, incluye 70% de tomates enteros, 10% de salsa de tomate y 20% de puré de tomate. Cada frasco de salsa producido pesa 10 onzas. Para el periodo de producción actual Tom's, Inc. puede comprar hasta 280 libras de tomates enteros, 130 libras de salsa

de tomate y 100 libras de puré de tomate; el precio por libra de estos ingredientes es \$0.96, \$0.64 y \$0.56, respectivamente. El costo de las especias y otros ingredientes es aproximadamente \$0.10 por frasco. La empresa compra frascos de vidrio vacíos por \$0.02 cada uno y los costos de etiquetado y llenado se estiman en \$0.03 por cada frasco de salsa producido. El contrato de Tom's con Western Foods produce ingresos por ventas de \$1.64 por cada frasco de salsa Western Foods y \$1.93 por cada frasco de salsa México City. Elabore un modelo de programación lineal que permita a Tom's determinar la mezcla de productos de salsa que maximizará la contribución total a las utilidades.

Nota: 1Lb = 16 onzas. (Anderson, Sweeney, Williams, Camm, & Martin, 2011, pág. 278)

- 23.** Como parte de una iniciativa de mejora de la calidad, los empleados de Consolidated Electronics completan un programa de capacitación de tres días sobre trabajo en equipo y otro de dos días sobre solución de problemas. El gerente de mejoramiento de la calidad ha solicitado que se ofrezcan por lo menos 8 programas de capacitación sobre trabajo en equipo y 10 sobre solución de problemas durante los seis meses siguientes. Además, el equipo directivo ha especificado que se deben ofrecer por lo menos 25 programas de capacitación durante este periodo. Consolidated Electronics contrata a un consultor para que imparta dichos programas. Durante el trimestre siguiente, el consultor dispone de 84 días de tiempo de capacitación. Cada programa sobre trabajo en equipo cuesta \$10,000 y cada programa sobre solución de problemas \$8,000. Elabore un modelo de programación lineal que se utilice para determinar el número de programas de capacitación sobre trabajo en equipo y sobre solución de problemas que deben ofrecerse para minimizar el costo total. (Anderson, Sweeney, Williams, Camm, & Martin, 2011, pág. 280)
- 24.** New England Cheese produce dos quesos untables al mezclar queso cheddar suave con cheddar extra fino. Los quesos untables se empacan en envases de 12 onzas que se venden a distribuidores de todo el noreste. La mezcla Regular contiene 80% de queso cheddar suave y 20% de cheddar extra fino, y la mezcla Zesty contiene 60% de cheddar suave y 40% de extra fino. Este año la cooperativa lechera ofreció proporcionar hasta 8100 libras de queso cheddar suave por \$1.20 la libra y hasta 3 000 libras de queso cheddar extra fino por \$1.40 la libra. El costo de mezclar y empacar los quesos untables, sin incluir el costo del queso, es \$0.20 por envase. Si cada envase de queso Regular se vende en \$1.95 y cada envase de queso Zesty se vende en \$2.20, ¿cuántos envases de cada producto debe producir New England Cheese? (Anderson, Sweeney, Williams, Camm, & Martin, 2011, pág. 280)
- 25.** Southern Oil produce gasolina de dos grados: regular y premium. La contribución a las utilidades es \$0.30 por galón para la gasolina regular y \$0.50 por galón para la gasolina premium. Cada galón de gasolina regular contiene 0.3 galones de petróleo crudo de grado A y el galón de gasolina premium contiene 0.6 galones de petróleo crudo de grado A. Para el siguiente periodo de producción, Southern cuenta con 18,000 galones de petróleo crudo de grado A. La refinería que produce la gasolina tiene una capacidad de producción de 50,000 galones para el periodo de producción siguiente. Los distribuidores de Southern Oil han indicado que la demanda de gasolina premium para el siguiente periodo de producción será como mínimo de 20,000 galones. Formule un modelo de programación lineal que se pueda utilizar para determinar el número de galones de gasolina regular y el número de galones de gasolina Premium que deben producirse para maximizar la contribución total a las utilidades. (Anderson, Sweeney, Williams, Camm, & Martin, 2011, pág. 281)

- 26.** Hi-V produce tres tipos de jugos enlatados, A, B y C, utilizando fresas, uvas y manzanas frescas. El abasto diario se limita a 200 toneladas de fresas, 100 toneladas de uvas y 150 toneladas de manzanas. El costo por tonelada de fresas, uvas y manzanas es de \$200, \$100 y \$90, respectivamente. Cada tonelada rinde 1500 lb de jugo de fresa, 1200 lb de jugo de uva, y 1000 lb de jugo de manzana. La bebida A es una mezcla de 1:1 de jugo de fresa y jugo de manzana. La bebida B es una mezcla de 1:1:2 de jugo de fresa, jugo de uva y jugo de manzana. La bebida C es una mezcla de 2:3 de jugo de uva y jugo de manzana. Todas las bebidas se envasan en latas de 16 oz. (1 lb). El precio por lata es de \$1.15, \$1.25 y \$1.20 de las bebidas A, B y C. Desarrolle un modelo de PL para determinar la mezcla de producción óptima de las tres bebidas. (Taha, 2012, pág. 60)

Nota: 1 Tn = 2204 Lb

1 Lb = 16 onzas

- 27.** Una ferretería vende bolsas de tornillos, pernos, tuercas y rondanas. Los tornillos vienen en cajas de 100 lb y cuestan \$110 cada caja; los pernos vienen en cajas de 100 lb y cuestan \$150 cada una; las tuercas vienen en cajas de 80 lb y cada una cuesta \$70, y las rondanas vienen en cajas de 30 lb y su costo es de \$20 cada caja. La bolsa debe pesar por lo menos 1 lb e incluir, en peso, por lo menos 10% de tornillos y 25% de pernos; no más de 15% de tuercas y cuando mucho 10% de rondanas. Para balancear la bolsa, la cantidad de pernos no puede exceder a la de tuercas o la de rondanas. El peso de un perno es 10 veces el de una tuerca, y 50 veces el de una rondana. Desarrolle un modelo de PL para determinar la combinación óptima de la bolsa. (Taha, 2012, pág. 60)
- 28.** Un aserradero tiene un pedido de madera de 360 tableros de 30cm por 20cm, y 250 tableros de 20cm por 20cm. El aserradero tiene tableros de 50 cm por 50cm de los cuáles debe cortar para atender el pedido. Formule el modelo correspondiente.

Guía de Práctica 2: Método Gráfico

NRC :

Docente :

Apellidos :

Nombres :

Fecha : / /..... Duración: 180 min

Tipo de práctica: Individual (x) Equipo (x)

Instrucciones: Resuelva por el método gráfico

1. Propósito: Resolver un modelo de Programación Lineal por el Método Gráfico.

2. Indicaciones/instrucciones:

2.1 Atienda el video presentado en clases

2.2 Instale el Geogebra

2.3 Resuelva los ejercicios por el Geogebra y también manualmente.

1. Resuelva por el método gráfico el siguiente modelo:

Maximizar $z = 20x_1 + 50x_2$

Sujeto a:

$$x_1 + 2x_2 \leq 50$$

$$2x_1 - 3x_2 \geq 0$$

$$x_1 \leq 40$$

$$x_1; x_2 \geq 0$$

Maximizar $z = 12x_1 + 10x_2$

Sujeto a:

$$2x_1 + x_2 \leq 90$$

$$x_1 + 2x_2 \leq 80$$

$$x_1 + x_2 \leq 50$$

$$x_1; x_2 \geq 0$$

Maximizar $z = 5x_1 + 6x_2$

Sujeto a:

$$2x_1 + 3x_2 \leq 252$$

$$4x_1 + 3x_2 \leq 336$$

$$1x_1 + 1x_2 \leq 90$$

$$x_1; x_2 \geq 0$$

2. Resuelve por el método gráfico el siguiente modelo:

$$\text{Minimizar } z = 4.5x_1 + 1.5x_2$$

Sujeto a:

$$x_1 + x_2 \leq 150$$

$$x_1 + x_2 \geq 50$$

$$x_1 - x_2 \geq 0$$

$$x_1 \leq 100$$

$$x_1; x_2 \geq 0$$

$$\text{Minimizar } z = 150x_1 + 300x_2$$

Sujeto a:

$$8x_1 + 2x_2 \geq 16$$

$$x_1 + x_2 \geq 5$$

$$2x_1 + 7x_2 \geq 20$$

$$x_1; x_2 \geq 0$$

$$\text{Minimizar } z = 30x_1 + 20x_2$$

Sujeto a:

$$x_1 \geq 5$$

$$x_2 \geq 10$$

$$2x_1 + 1x_2 \geq 24$$

$$1x_1 + 2x_2 \geq 30$$

$$x_1; x_2 \geq 0$$

Guía de Práctica 3: Método Simplex

NRC :

Docente :

Apellidos :

Nombres :

Fecha : / / Duración: 180 min

Tipo de práctica: Individual (x) Equipo (x)

Instrucciones: Resuelva los ejercicios por el método simplex

1. **Propósito:** Resolver un modelo de Programación Lineal por el Método Simplex.
2. **Indicaciones/instrucciones:**
 - 2.1 Atienda el video presentado en clases
 - 2.2 Resuelva los ejercicios por el Método Simplex y compruebe con el POM QM.

Resuelva por el método Simplex los siguientes modelos matemáticos:

$$\begin{aligned} \text{Max } z &= 2x + y \\ \text{Sujeto a:} \\ y &\leq 12 \\ x &\leq 6 \\ 3x + 2y &\leq 30 \\ 9x + 4y &\leq 72 \\ x; y &\geq 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Max } Z &= 4x + 5y \\ \text{Sujeto a:} \\ 2x + 3y &\leq 80 \\ x &\leq 16 \\ x + y &\leq 30 \\ x; y &\geq 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Max } z &= 3x + 4y \\ \text{Sujeto a:} \\ y &\leq 8 \\ x &\leq 6 \\ 2x + y &\leq 18 \\ x; y &\geq 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Max } z &= 5x + 6y \\ \text{Sujeto a:} \\ 2x + y &\leq 10 \\ x + 2y &\leq 8 \\ x + y &\leq 6 \\ x; y &\geq 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Max } z &= 3x + 5y \\ \text{Sujeto a:} \\ x + 3y &\leq 12 \\ 3x + 2y &\leq 18 \\ 3x + 4y &\leq 21 \\ x; y &\geq 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Max } Z &= 4x + 2y \\ \text{Sujeto a:} \\ 3x + 2y &\leq 12 \\ x + 2y &\leq 7 \\ 2x &\leq 7 \\ x; y &\geq 0 \end{aligned}$$

Guía de Práctica 4: Análisis de Sensibilidad – Gráfico

NRC :
Docente :

Apellidos :
Nombres :
Fecha : / / Duración: 180 min
Tipo de práctica: Individual (x) Equipo (x)

Instrucciones: Resuelva los ejercicios y realice el análisis de dualidad y sensibilidad por el método gráfico

1. Propósito: Resolver un modelo de Programación Lineal por el Método Gráfico e identificar los valores duales, la variación en los coeficientes de la función objetivo y la variación de los recursos (lado derecho) por el método gráfico.

2. Indicaciones/instrucciones:

2.1 Atienda el video presentado en clases

2.2 Resuelva los ejercicios por el Método Simplex y compruebe con el POM QM.

Un criador de gatos tiene las siguientes cantidades de alimentos para gatos: 90 unidades de atún, 80 unidades de hígado y 50 unidades de pollo. Para criar un gato siamés se requieren 2 unidades de atún, 1 de hígado y 1 de pollo por día, mientras que para un gato persa se requieren 1, 2 y 1 unidades respectivamente, por día. Si un gato siamés se vende en US\$ 12 y un gato persa se vende en US\$ 10, ¿Cuántos de cada uno deben criarse para obtener un ingreso total máximo? ¿Cuánto es el ingreso total máximo?

Modelo Matemático

Variables:

x_1 : Número de gatos siameses

x_2 : Número de gatos persas

$$\text{Max } z = 12x_1 + 10x_2$$

Sujeto a:

| | |
|----------------------|---------------------------------|
| $2x_1 + x_2 \leq 90$ | Unidades de atún |
| $x_1 + 2x_2 \leq 80$ | Unidades de hígado |
| $x_1 + x_2 \leq 50$ | Unidades de pollo |
| $x_1 ; x_2 \geq 0$ | Restricciones de No Negatividad |

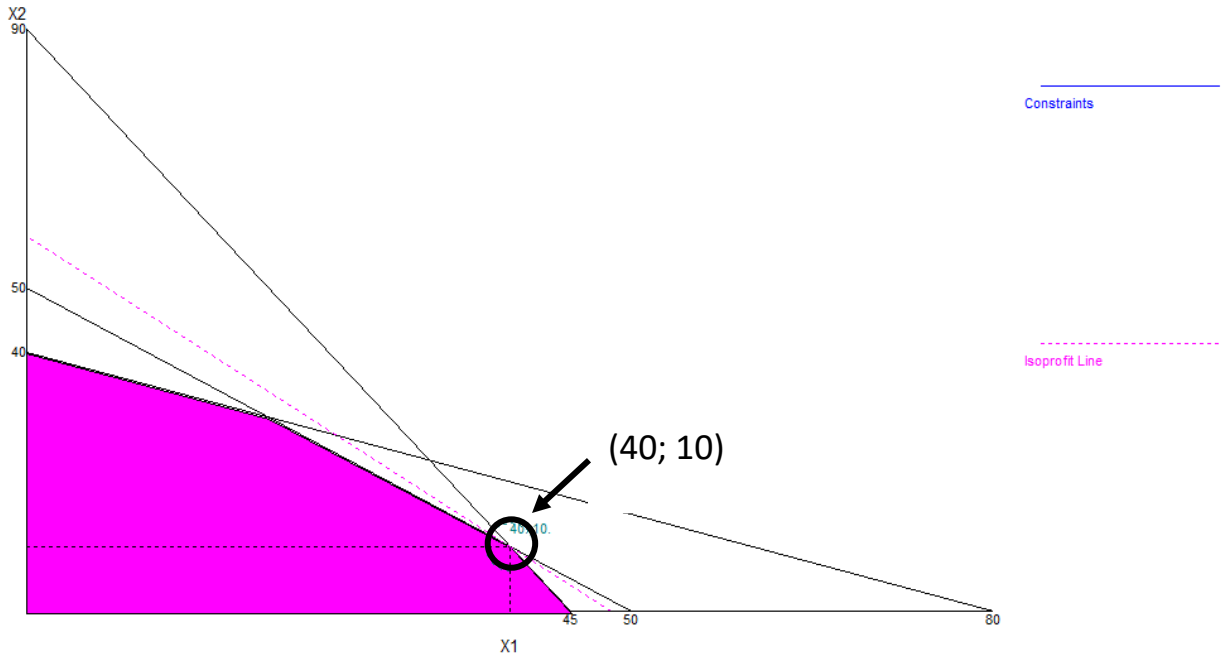
Modelo Estándar

$$\text{Max } z = 12x_1 + 10x_2 + 0S_1 + 0S_2$$

Sujeto a:

| | |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| $2x_1 + x_2 + 1S_1 = 90$ | Unidades de atún |
| $x_1 + 2x_2 + 1S_2 = 80$ | Unidades de hígado |
| $x_1 + x_2 + 1S_3 = 50$ | Unidades de pollo |
| $x_1 ; x_2 ; S_1 ; S_2 ; S_3 \geq 0$ | Restricciones de No Negatividad |

Resolución Gráfica:



La última iteración brinda información acerca de los valores duales, según el último cuadro los valores duales para las restricciones 1, 2 y 3 son 2 y 6 respectivamente.

3ra Tabla Simplex

| C | VB | X | Y | S1 | S2 | S3 | LD |
|----|-------|----|----|----|----|----|-----|
| 12 | X | 1 | 0 | 1 | 0 | -1 | 40 |
| 0 | S2 | 0 | 0 | 1 | 1 | -3 | 20 |
| 10 | Y | 0 | 1 | -1 | 0 | 2 | 10 |
| | Z | 12 | 10 | 2 | 0 | 8 | 580 |
| | C - Z | 0 | 0 | -2 | 0 | -8 | |

Rango de Variación – Coeficientes y Recursos

| (untitled) Solution | | | | | |
|---------------------|------------|---------------|--------------|-------------|-------------|
| Variable | Value | Reduced Cost | Original Val | Lower Bound | Upper Bound |
| X1 | 40 | 0 | 12 | 10 | 20 |
| X2 | 10 | 0 | 10 | 6 | 12 |
| Constraint | Dual Value | Slack/Surplus | Original Val | Lower Bound | Upper Bound |
| Atun | 2 | 0 | 90 | 70 | 100 |
| Higado | 0 | 20 | 80 | 60 | Infinity |
| Pollo | 8 | 0 | 50 | 45 | 56.6667 |

Guía de Práctica 5: Análisis de Sensibilidad – Simplex

NRC :

Docente :

Apellidos :

Nombres :

Fecha : / / Duración: 180 min

Tipo de práctica: Individual (x) Equipo (x)

Instrucciones: Resuelva los ejercicios y realice el análisis de dualidad y sensibilidad por el método simplex

1. Propósito: Realizar el análisis de sensibilidad del modelo mostrado en la práctica.

2. Indicaciones/instrucciones:

2.1 Atienda el video presentado en clases

2.2 Resuelva los ejercicios por el Método Simplex y compruebe con el POM QM.

Relojes Peruanos fabrica dos tipos de relojes, elegantes y deportivos, para fabricar un reloj elegante emplea una hora de diseño y 3 horas de manufactura, para un reloj deportivo 2 horas de diseño y dos horas de manufactura.

Diariamente se cuenta con un máximo disponible de 8 horas de diseño y 12 horas de manufactura; además, con cada reloj elegante se obtiene una ganancia de 20 dólares mientras que con cada reloj deportivo 16 dólares.

¿Cuál será la combinación óptima de fabricación de relojes que permita obtener la máxima ganancia?

Modelo Matemático

Variables:

x_1 : Número de relojes elegantes

x_2 : Número de relojes deportivos

$$\text{Max } z = 20x_1 + 16x_2$$

Sujeto a:

$$x_1 + 2x_2 \leq 8$$

$$3x_1 + 2x_2 \leq 12$$

$$x_1 ; x_2 \geq 0$$

Diseño

Manufactura

Restricciones de No Negatividad

Modelo Estándar

$$\text{Max } z = 20x_1 + 16x_2 + 0S_1 + 0S_2$$

Sujeto a:

$$x_1 + 2x_2 + 1S_1 = 8$$

$$3x_1 + 2x_2 + 1S_2 = 12$$

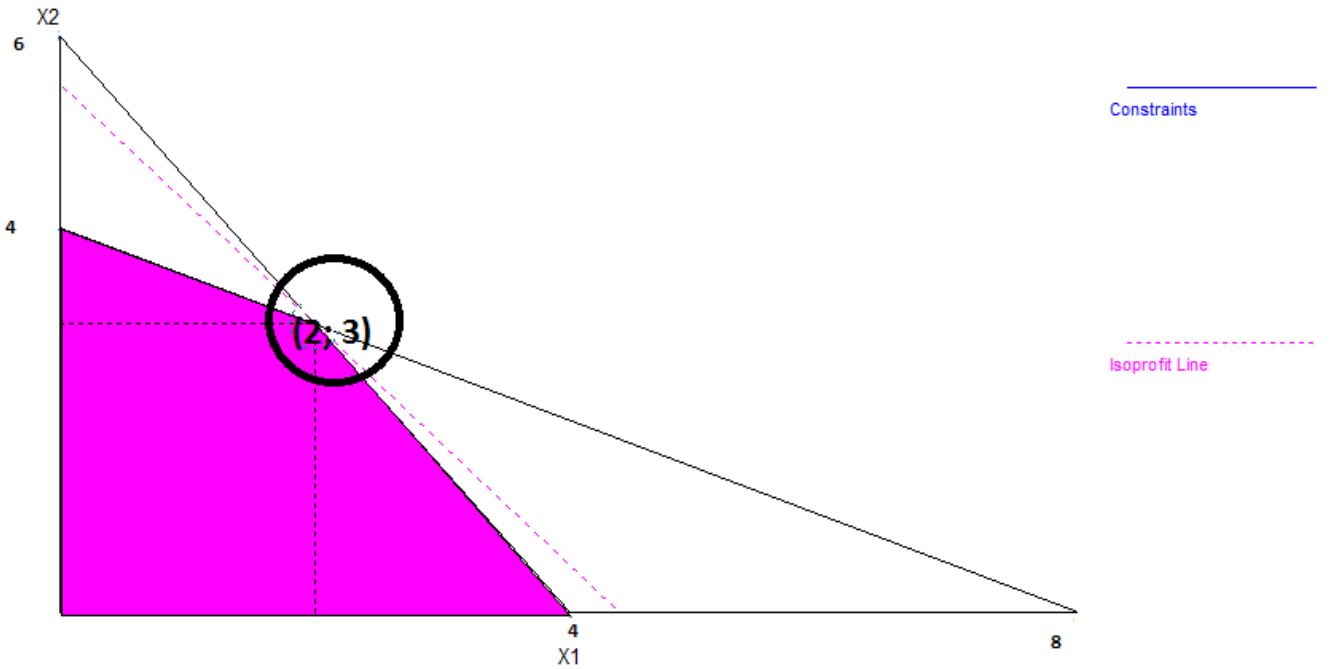
$$x_1 ; x_2 ; S_1 ; S_2 \geq 0$$

Diseño

Manufactura

Restricciones de No Negatividad

Resolución Gráfica:



La última iteración brinda información acerca de los valores duales, según el último cuadro los valores duales para las restricciones 1 y 2 son 2 y 6 respectivamente.

| | | | | | | |
|--------------|----|----|----|------|------|----|
| Coeficientes | → | 20 | 16 | 0 | 0 | LD |
| | ↓ | X1 | X2 | S1 | S2 | |
| 16 | X2 | 0 | 1 | 3/4 | -1/4 | 3 |
| 20 | X1 | 1 | 0 | -1/2 | 1/2 | 2 |
| Z | | 20 | 16 | 2 | 6 | 88 |
| C-Z | | 0 | 0 | -2 | -6 | |

| Variable | Value | Reduced C... | Original Val | Lower Bound | Upper Bound |
|--------------|------------|----------------|--------------|-------------|-------------|
| X1 | 2 | 0 | 20 | 8 | 24 |
| X2 | 3 | 0 | 16 | 13.33 | 40 |
| | Dual Value | Slack/Surpl... | Original Val | Lower Bound | Upper Bound |
| Constraint 1 | 2 | 0 | 8 | 4 | 12 |
| Constraint 2 | 6 | 0 | 12 | 8 | 24 |

Guía de Práctica 6: Modelo del Transporte

NRC :
Docente :

Apellidos :
Nombres :
Fecha : / / Duración: 90 min
Tipo de práctica: Individual (x) Equipo (x)

Instrucciones: Resuelva los ejercicios por los tres métodos aprendidos

MÉTODO DE LA ESQUINA NOROESTE

| | A | B | C | D | Oferta |
|---------|----|----|----|----|--------|
| I | 20 | 2 | 20 | 11 | 15 |
| II | 12 | 7 | 9 | 20 | 25 |
| III | 4 | 14 | 16 | 19 | 10 |
| Demanda | 5 | 15 | 15 | 15 | |

MÉTODO DE COSTOS MÍNIMOS

| | A | B | C | D | Oferta |
|---------|----|----|----|----|--------|
| I | 20 | 2 | 20 | 11 | 15 |
| II | 12 | 7 | 9 | 20 | 25 |
| III | 4 | 14 | 16 | 19 | 10 |
| Demanda | 5 | 15 | 15 | 15 | |

MÉTODO DE LA APROXIMACION DE VOGEL

| | A | B | C | D | Oferta |
|---------|----|----|----|----|--------|
| I | 20 | 2 | 20 | 11 | 15 |
| II | 12 | 7 | 9 | 20 | 25 |
| III | 4 | 14 | 16 | 19 | 10 |
| Demanda | 5 | 15 | 15 | 15 | |

MÉTODO DE LA ESQUINA NOROESTE

| | A | B | C | D | Oferta |
|---------|----|----|----|----|--------|
| I | 15 | 19 | 20 | 18 | 30 |
| II | 14 | 15 | 17 | 14 | 40 |
| III | 11 | 15 | 15 | 14 | 70 |
| IV | 21 | 24 | 26 | 24 | 50 |
| Demanda | 45 | 35 | 50 | 60 | |

MÉTODO DE COSTOS MÍNIMOS

| | A | B | C | D | Oferta |
|---------|----|----|----|----|--------|
| I | 15 | 19 | 20 | 18 | 30 |
| II | 14 | 15 | 17 | 14 | 40 |
| III | 11 | 15 | 15 | 14 | 70 |
| IV | 21 | 24 | 26 | 24 | 50 |
| Demanda | 45 | 35 | 50 | 60 | |

MÉTODO DE LA APROXIMACIÓN DE VOGEL

| | A | B | C | D | Oferta |
|---------|----|----|----|----|--------|
| I | 15 | 19 | 20 | 18 | 30 |
| II | 14 | 15 | 17 | 14 | 40 |
| III | 11 | 15 | 15 | 14 | 70 |
| IV | 21 | 24 | 26 | 24 | 50 |
| Demanda | 45 | 35 | 50 | 60 | |

Guía de Práctica 7: Modelo de Asignación

NRC :
Docente :

Apellidos :
Nombres :
Fecha : / / Duración: 180 min
Tipo de práctica: Individual (x) Equipo (x)

Instrucciones: Resuelva los ejercicios por el método Húngaro

1. Propósito: Resolver un modelo de Asignación por el método húngaro.

2. Indicaciones/instrucciones:

2.1 Atienda el video presentado en clases

2.2 Resuelva los ejercicios por el Método Húngaro y compruebe con el POM QM.

Un consultor tiene el problema de asignar los trabajos de cierto día a varias máquinas. Todas las máquinas pueden hacer todos los trabajos, pero con distinta eficacia. Se considera, el coste de trabajo de cada máquina en miles de soles por mes en cada tipo de trabajo. ¿Cuánto será el valor total de las asignaciones?

| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 |
|----|----|----|----|----|----|----|
| M1 | 3 | 7 | 4 | 3 | 6 | 2 |
| M2 | 4 | 7 | 3 | 3 | 5 | 3 |
| M3 | 6 | 6 | 4 | 2 | 4 | 4 |
| M4 | 5 | 8 | 5 | 1 | 3 | 5 |
| M5 | 2 | 8 | 6 | 4 | 2 | 6 |
| M6 | 1 | 5 | 9 | 4 | 6 | 3 |

Para la clase:

| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 |
|----|----|----|----|----|----|----|
| M1 | 1 | 5 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| M2 | 2 | 4 | 4 | 3 | 6 | 2 |
| M3 | 3 | 3 | 2 | 6 | 3 | 4 |
| M4 | 4 | 2 | 1 | 2 | 2 | 6 |
| M5 | 5 | 1 | 6 | 5 | 5 | 5 |

Guía de Práctica 8: PERT CPM

NRC :
Docente :

Apellidos :
Nombres :
Fecha : / / Duración: 180 min
Tipo de práctica: Individual (x) Equipo (x)

Instrucciones: Completa la información faltante de acuerdo al video mostrado en clases

1. **Propósito:** Resolver un modelo PERT CPM.

2. **Indicaciones/instrucciones:**

2.1 Atienda el video presentado en clases

2.2 Resuelve el ejercicio.

La siguiente tabla muestra las actividades de un proyecto:

| Actividad sucesora | Actividad predecesora | a | m | b | Te | DE | Var | ES | EF | LS | LF | Slack |
|--------------------|-----------------------|---|---|----|----|----|-----|----|----|----|----|-------|
| A | - | 1 | 3 | 5 | | | | | | | | |
| B | A | 2 | 3 | 4 | | | | | | | | |
| C | A | 1 | 2 | 3 | | | | | | | | |
| D | B,C | 2 | 4 | 6 | | | | | | | | |
| E | B | 3 | 7 | 11 | | | | | | | | |
| F | C | 1 | 2 | 3 | | | | | | | | |
| G | E | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | |
| H | G,D,F | 5 | 5 | 5 | | | | | | | | |
| I | F | 1 | 3 | 11 | | | | | | | | |
| J | I | 2 | 3 | 4 | | | | | | | | |
| K | H | 3 | 6 | 9 | | | | | | | | |

Donde:

a = tiempo optimista

m = tiempo normal

b = tiempo pesimista

Te = tiempo esperado

DE = Desviación Estándar

Var = Varianza

Slack = Holgura

Realice lo siguiente:

- a) La red del proyecto.
- b) La ruta crítica.
- c) Indique la probabilidad de acabar el proyecto en:
 - c.1. En 22 días.
 - c.2. En 24 días.
 - c.3. En 25 días.
 - c.4. En 29 días.
- a) ¿Cuántos días corresponde al:
 - d.1. 90%
 - d.2. 60%
 - d.3. 30%

Guía de Práctica 9: PERT CPM

NRC :
Docente :

Apellidos :
Nombres :
Fecha : / / Duración: 180 min
Tipo de práctica: Individual (x) Equipo (x)

Instrucciones: Completa la información faltante de acuerdo al video mostrado en clases

3. Propósito: Resolver un modelo PERT CPM.

4. Indicaciones/instrucciones:

- 2.1 Atienda el video presentado en clases
- 2.2 Resuelve el ejercicio.

La siguiente tabla muestra las actividades de un proyecto:

| Actividad sucesora | Actividad predecesora | a | m | b | Te | DE | Var | ES | EF | LS | LF | Slack |
|--------------------|-----------------------|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|-------|
| A | - | 4 | 6 | 8 | | | | | | | | |
| B | - | 2 | 4 | 12 | | | | | | | | |
| C | A | 1 | 7 | 7 | | | | | | | | |
| D | B | 6 | 9 | 12 | | | | | | | | |
| E | B | 5 | 10 | 15 | | | | | | | | |
| F | B | 7 | 12 | 17 | | | | | | | | |
| G | C, D | 5 | 10 | 15 | | | | | | | | |
| H | E | 1 | 2 | 3 | | | | | | | | |
| I | F | 2 | 3 | 10 | | | | | | | | |
| J | G, H | 10 | 15 | 20 | | | | | | | | |
| K | I | 6 | 9 | 12 | | | | | | | | |

Realice lo siguiente:

- b) La red del proyecto.
- c) La ruta crítica.
- d) Indique la probabilidad de acabar el proyecto en:
 - c.1. En 35 días.
 - c.2. En 36 días.
 - c.3. En 38 días.
 - c.4. En 39 días.
 - c.5. Entre 37avo y 40avo día.
- e) ¿Cuántos días corresponde al:
 - d.1. 90%
 - d.2. 60%
 - d.3. 30%

Guía de Práctica 10: PERT CPM

| | | |
|---------|---|--|
| NRC | : | |
| Docente | : | |

| | | |
|---|---|-----------------------|
| Apellidos | : | ..... |
| Nombres | : | ..... |
| Fecha | : | / / Duración: 180 min |
| Tipo de práctica: Individual (x) Equipo (x) | | |

Instrucciones: Completa la información faltante de acuerdo al video mostrado en clases

3. Propósito: Resolver un modelo PERT CPM.

4. Indicaciones/instrucciones:

- 2.1 Atienda el video presentado en clases
- 2.2 Resuelve el ejercicio.

La siguiente tabla muestra las actividades de un proyecto:

| Actividad | a | m | b | Te | DE | Var | ES | EF | LS | LF | Slack | Predecesor(es) |
|-----------|---|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|-------|----------------|
| A | 1 | 3 | 5 | | | | | | | | | -- |
| B | 1 | 4 | 7 | | | | | | | | | -- |
| C | 4 | 5 | 6 | | | | | | | | | A, B |
| D | 2 | 9 | 10 | | | | | | | | | C |
| E | 5 | 7 | 15 | | | | | | | | | C |
| F | 3 | 5 | 7 | | | | | | | | | B, C |
| G | 4 | 6 | 8 | | | | | | | | | D, E |
| H | 6 | 7 | 14 | | | | | | | | | F |
| I | 5 | 7 | 9 | | | | | | | | | G, H |
| J | 4 | 6 | 8 | | | | | | | | | G, I |
| K | 1 | 10 | 13 | | | | | | | | | I |
| L | 1 | 8 | 9 | | | | | | | | | J |

Realice lo siguiente:

- a) La red del proyecto.
- b) La ruta crítica.
- c) Indique la probabilidad de acabar el proyecto en:
 - c.1. En 40 días.
 - c.2. En 43 días.
 - c.3. En 45 días.
 - c.4. En 46 días.
 - c.5. Entre 41avo y 44avo día.
- d) Indique el valor estimado dada la probabilidad:
 - d.1. Al 90%
 - d.2. Al 40%
 - d.3. Al 70%

Guía de Práctica 11: CPM CON QUIEBRE

| | | |
|---------|---|--|
| NRC | : | |
| Docente | : | |

| | | |
|---|---|-----------------------|
| Apellidos | : | ..... |
| Nombres | : | ..... |
| Fecha | : | / / Duración: 180 min |
| Tipo de práctica: Individual (x) Equipo (x) | | |

Instrucciones: Completa la información faltante de acuerdo al video mostrado en clases

1. **Propósito:** Resolver un modelo PERT CPM.

2. **Indicaciones/instrucciones:**

2.1 Atienda el video presentado en clases

2.2 Resuelve el ejercicio.

Proyecto de Reliable Construction Co.

La compañía RELIABLE CONSTRUCTION acaba de ganar una licitación de \$5.4 millones para construir una nueva planta para un fabricante importante. El dueño de la empresa necesita que la planta esté en operación en 40 semanas. Reliable ha asignado este proyecto a su mejor director de construcción, David Perty, para asegurar que se complete a tiempo. El señor Perty necesitará hacer los arreglos para que cierto número de brigadas realicen las distintas actividades de construcción en diferentes tiempos. En la tabla a continuación se muestra la lista de actividades. La tercera columna proporciona información importante para la programación de las brigadas.

| Actividad | Descripción | Pred. 1 | Pred.2 | Duración (semanas) |
|-----------|--------------------------------|---------|--------|--------------------|
| A | Excavación | | | 2 |
| B | Colocar los cimientos | A | | 4 |
| C | Levantar las paredes | B | | 10 |
| D | Colocar el techo | C | | 6 |
| E | Instalar la plomería exterior | C | | 4 |
| F | Instalar la plomería interior | E | | 5 |
| G | Aplanados exteriores | D | | 7 |
| H | Pintura exterior | E | G | 9 |
| I | Instalar el cableado eléctrico | C | | 7 |
| J | Aplanados interiores | F | I | 8 |
| K | Colocar pisos | J | | 4 |
| L | Pintura interior | J | | 5 |
| M | Colocar accesorios exteriores | H | | 2 |
| N | Colocar accesorios interiores | K | L | 6 |

Datos de trueques entre tiempo y costo de las actividades del proyecto.

| Actividad | Tiempo | | Costo | | Máxima reducción en tiempo | Costo de Quiebre por semana ahorrada |
|-----------|--------|---------|--------|---------|----------------------------------|--|
| | Normal | Quiebre | Normal | Quiebre | | |
| A | 2 | 1 | 180 | 280 | 1 | 100 |
| B | 4 | 2 | 320 | 420 | 2 | 50 |
| C | 10 | 7 | 620 | 860 | 3 | 80 |
| D | 6 | 4 | 260 | 340 | 2 | 40 |
| E | 4 | 3 | 410 | 570 | 1 | 160 |
| F | 5 | 3 | 180 | 260 | 2 | 40 |
| G | 7 | 4 | 900 | 1020 | 3 | 40 |
| H | 9 | 6 | 200 | 380 | 3 | 60 |
| I | 7 | 5 | 210 | 270 | 2 | 30 |
| J | 8 | 6 | 430 | 490 | 2 | 30 |
| K | 4 | 3 | 160 | 200 | 1 | 40 |
| L | 5 | 3 | 250 | 350 | 2 | 50 |
| M | 2 | 1 | 100 | 200 | 1 | 100 |
| N | 6 | 3 | 330 | 510 | 3 | 60 |

(Hillier & Lieberman, 2015, pág. 415)

Guía de Práctica 12: Líneas de Espera

| | | |
|---------|---|--|
| NRC | : | |
| Docente | : | |

| | | |
|---|---|-----------------------|
| Apellidos | : | ..... |
| Nombres | : | ..... |
| Fecha | : | / / Duración: 180 min |
| Tipo de práctica: Individual (x) Equipo (x) | | |

Instrucciones: Resolver apoyándose del formulario de líneas de espera

1. **Propósito:** Resolver el ejercicio de líneas de espera

2. **Indicaciones/instrucciones:**

2.1 Resuelve el ejercicio.

En el Banco Nacional funcionan 4 cajeros para cobrar la pensión de los alumnos de la UC. De acuerdo a los datos recopilados, los alumnos llegan al Banco siguiendo una distribución de Poisson con una media de 100 alumnos por hora. El tiempo que emplea cada cajero en atender a un alumno es en promedio de 2 minutos, es igual en los cuatro cajeros y sigue una distribución exponencial. Los alumnos forman una sola cola y son atendidos por el primer cajero que queda libre.

- Calcule las características de operación del Banco Nacional (L_q , L_s , W_q , W_s)
- Si el sistema fue diseñado para que su tasa de ocupación sea por lo menos el 60% de las veces, ¿se está cumpliendo esta condición? Sustente su respuesta.

Probabilidad que una unidad que llega tenga que esperar por servicio:

$$P_w = \frac{1}{s!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^s \left(\frac{s\mu}{s\mu - \lambda} \right) P_0$$

- En condiciones operativas estacionarias, encuentre e interprete la probabilidad de que no haya alumnos esperando a ser atendidos.
- Si se cambiara por un solo cajero, ¿cuál deberá ser su tasa de servicio para que el promedio de alumnos en cola sea equivalente al sistema de cuatro cajeros? ¿Operativamente cuál escogería? (sin considerar criterios económicos).
- Si el sistema cambiara de cuatro cajeros y una sola cola por otro en el que cada cajero tenga su propia línea de espera, compare característica (o característica) que determinará qué sistema es más eficiente (sin considerar criterios económicos).

Guía de Práctica 13: Líneas de Espera

| | | |
|---------|---|--|
| NRC | : | |
| Docente | : | |

| | | |
|---|---|-----------------------|
| Apellidos | : | ..... |
| Nombres | : | ..... |
| Fecha | : | / / Duración: 180 min |
| Tipo de práctica: Individual (x) Equipo (x) | | |

Instrucciones: Resolver apoyándose del formulario de líneas de espera

1. **Propósito:** Resolver el ejercicio de líneas de espera

2. **Indicaciones/instrucciones:**

2.1 Resuelve el ejercicio.

1. En la *Sección de Cobranzas* de la *Municipalidad de San Juan* funcionan 4 cajeros para que los vecinos realicen sus pagos. De acuerdo a los datos recopilados, los vecinos llegan a la Sección de Cobranzas siguiendo una distribución de Poisson con una media de 40 vecinos cada hora. El tiempo que emplea cada cajero en atender a un vecino es en promedio de 5 minutos, es igual en los cuatro cajeros y sigue una distribución exponencial. Los vecinos forman una sola cola y son atendidos por el primer cajero que queda libre.

- Calcule la probabilidad que el sistema esté vacío.
- Calcule las características de operación de la Sección Cobranzas (L_q , L_s , W_q , W_s)
- Indique cuál es la probabilidad que exista “n” personas en el sistema:

- c.1) $n=3$
- c.2) $n=4$
- c.3) $n=5$
- c.4) $n=6$

2. La división de llantas del Grupo Coqui SAC. está considerando contratar un nuevo mecánico para manejar todos los cambios de llantas para los clientes que ordenan nuevos juegos de llantas. Tres mecánicos han solicitado el trabajo. Uno de ellos tiene experiencia limitada y puede ser contratado pagándole 6 soles la hora. Se espera que este mecánico pueda atender un promedio de 4 clientes por hora. El segundo mecánico tiene un poco más de experiencia, puede servir un promedio de 5 clientes por hora y se le pagaría 8 soles la hora, por último, el tercer mecánico tiene varios años de experiencia, puede servir un promedio de 7 clientes por hora y se le pagaría 12 soles la hora. Asuma que los clientes arriban a una tasa de 3 por hora.

- Calcule las características Operacionales con cada mecánico (L_q , L_s , W_q , W_s).
- Si el taller asigna un costo de espera a cada cliente de 15 soles por hora, ¿Cuál mecánico proporciona el menor costo de operación?

3. El hospital de una localidad ha adoptado la política de atender cada cita en un tiempo constante de 9 minutos por paciente y el arribo de los mismos tiene una distribución de Poisson de aproximadamente 5 pacientes por hora

- Calcule el valor del factor de utilización.
- Calcule las características Operacionales (L_q , L_s , W_q , W_s).

Guía de Práctica 14: Cadenas de Markov

| | | |
|---------|---|--|
| NRC | : | |
| Docente | : | |

| | | |
|---|---|-----------------------|
| Apellidos | : | ..... |
| Nombres | : | ..... |
| Fecha | : | / / Duración: 180 min |
| Tipo de práctica: Individual (x) Equipo (x) | | |

Instrucciones: Resolver apoyándose de la teoría de las diapositivas

1. **Propósito:** Resolver el ejercicio de cadenas de Markov

2. **Indicaciones/instrucciones:**

2.1 Resuelve el ejercicio según la teoría mostrada en clases.

PROBLEMAS PROPUESTOS DE CADENAS DE MARKOV

1. Un agente comercial realiza su trabajo en tres ciudades A, B, 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 seguir trabajando en ella al día siguiente es 40%, la de tener que viajar a B es 40%. Si el viajante duerme un día en B con probabilidad de un 20% tendrá que seguir trabajando allí, en el 60% de los casos viajará a C. Por último, si el agente comercial trabaja todo el día en A, permanecerá en esa misma ciudad, al día siguiente, con una probabilidad del 10% e irá a B con una probabilidad del 30%.
 - a) Si hoy el viajante está en C. ¿Cuál es la probabilidad de que tenga que trabajar en Cal cabo de 4 días?
 - b) ¿Cuáles son los porcentajes de días en los que el agente comercial está en cada una de las tres ciudades?

2. Suponga que toda la industria de refresco produce dos refrescos, el de maracuyá y el de naranja. Cuando una persona ha comprado el de maracuyá hay una probabilidad del 90% que vuelva a comprarla en la siguiente compra. Si la persona compró naranja, hay 70% de que repita.
 - a) Si una persona actualmente prefiere maracuyá. ¿Cuál es la probabilidad que compre maracuyá pasadas dos compras a partir de hoy?
 - b) Si en la actualidad una persona es comprador de refresco de naranja. ¿Cuál es la probabilidad de que compre refresco de naranja pasadas tres compras a partir de ahora?
 - c) Supongamos que el 60 %de toda la gente toma hoy refresco de naranja y el 40% toma maracuyá. A tres compras a partir de ahora. ¿Qué fracción de los compradores estará tomando maracuyá?

d) Determinar el estado estable.

Guía de Práctica 15: Cuadros de Decisión

NRC :
Docente :

Apellidos :
Nombres :
Fecha : / / Duración: 180 min
Tipo de práctica: Individual (x) Equipo (x)

Instrucciones: Resolver apoyándose de la teoría de las diapositivas

1. **Propósito:** Resolver el ejercicio de Teoría de Decisiones
2. **Indicaciones/instrucciones:**
 - 2.1 Resuelve el ejercicio según los 5 criterios.

La vendedora de periódicos del parque Constitución Juanita todos los días debe determinar cuántos periódicos debe comprar al día, si paga a la compañía 0.35 soles por cada ejemplar y lo vende a 0.50 soles cada uno. Los periódicos que no se venden al final del día no tiene valor alguno, Ella sabe que cada día puede vender entre 86 y 90 ejemplares. ¿Cuáles serían las cantidades de acuerdo a cada criterio?

Hallar el VEIP

| Ejemplares pedidos | Demanda de ejemplares | | | | |
|--------------------|-----------------------|-----|------|------|------|
| | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 |
| Probabilidad | 0.14 | 0.2 | 0.18 | 0.27 | 0.21 |
| 86 | | | | | |
| 87 | | | | | |
| 88 | | | | | |
| 89 | | | | | |
| 90 | | | | | |
| Inf. Perfecta | | | | | |

| Ejemplares pedidos | Criterios | | | | |
|--------------------|-----------|------|-----------|--------------|--------|
| | Laplace | Wald | Optimista | Hurwicz | Savage |
| | | | | Alfa = 0.725 | |
| 86 | | | | | |
| 87 | | | | | |
| 88 | | | | | |
| 89 | | | | | |
| 90 | | | | | |

Guía de Práctica 16: Árboles de Decisión

| | | |
|---------|---|--|
| NRC | : | |
| Docente | : | |

| | | |
|---|---|-----------------------|
| Apellidos | : | ..... |
| Nombres | : | ..... |
| Fecha | : | / / Duración: 180 min |
| Tipo de práctica: Individual (x) Equipo (x) | | |

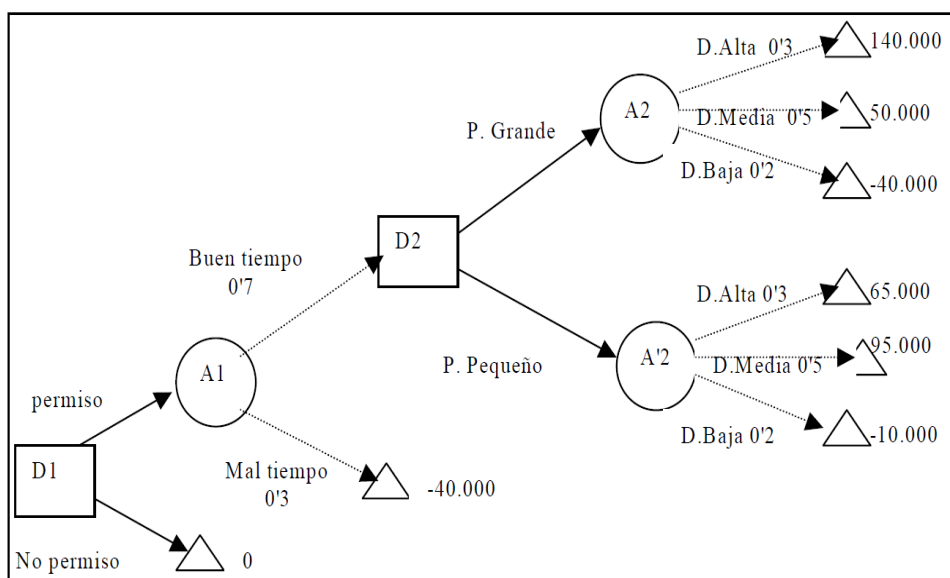
Instrucciones: Resolver apoyándose de la teoría de las diapositivas

1. Propósito: Resolver el ejercicio de árboles de decisión

2. Indicaciones/instrucciones:

2.1 Resuelve el ejercicio según la teoría mostrada en clases.

Un vendedor ambulante ha de decidir en el mes de enero si va a acudir a una feria que se celebra en el mes de septiembre, porque en el caso en que sea que sí tendrá que pagar 40.000 euros de licencia para poder montar su puesto en la feria. Un mes antes de la feria se conocen las previsiones meteorológicas para el mes de septiembre, de modo que si estas son de mal tiempo el vendedor sabe que lo más rentable es no ir a la feria. Por experiencias de años anteriores sabe que el 30% de las veces estas previsiones son de mal tiempo. En el caso de que sean buenas las previsiones, el vendedor decidirá ir a la feria y hacer el pedido de productos a vender. Puede hacer dos tipos de pedido: un pedido grande de 900 unidades, con un precio unitario de compra de 100 euros y un precio de venta de 300 euros, o un pedido pequeño de 600 unidades que comprará a 125 euros y venderá a 350. Una vez en la feria, este vendedor estima que la demanda puede ser de tres tipos: demanda alta de 900 unidades, media de 600 unidades, y baja de 300 unidades, con probabilidades 0.3, 0.5 y 0.2, respectivamente. Sin embargo, se da la circunstancia de que, si la demanda es mayor que la cantidad de productos que ha llevado el precio de venta se verá reducido en 50, en concepto de penalización.





Mónica ha disfrutado la navegación en barcos pequeños desde que tenía 7 años. En la actualidad Mónica considera la posibilidad de comenzar una compañía para fabricar veleros pequeños para el mercado recreacional. A diferencia de la producción de veleros en masa, estos veleros se harían específicamente para niños de entre 10 y 15 años. Los botes serán de la más alta calidad y extremadamente estables, y el tamaño de las velas se reducirá para evitar que se volteen. Su decisión básica es si construir una planta de manufactura grande, una pequeña o no construir ninguna. Con un mercado favorable, Mónica puede esperar un ingreso de \$90,000 con la planta grande, o bien, \$60,000 con la planta más pequeña. Sin embargo, si el mercado es desfavorable, Mónica estima que perdería \$30,000 con una planta grande y tan solo \$20,000 con una planta pequeña. Debido a los gastos para desarrollar los moldes iniciales y adquirir el equipo necesario para producir veleros de fibra de vidrio para niños, Mónica ha decidido realizar un estudio piloto para asegurarse de que el mercado de veleros será adecuado. Estima que el estudio piloto le costará \$10,000. Asimismo, el estudio puede ser favorable o desfavorable. Mónica estima que la probabilidad de un mercado favorable dado que el estudio piloto fue favorable es de 0.8. La probabilidad de un mercado desfavorable dado que el estudio fue desfavorable se estima en 0.9. Mónica piensa que hay una posibilidad de 0.65 de que el estudio piloto sea favorable. Desde luego, Mónica puede saltarse el estudio piloto y simplemente tomar la decisión de construir una planta grande, una pequeña o ninguna. Sin hacer pruebas con un estudio piloto, estima que la probabilidad de un



Referencias Bibliográficas

- Anderson, D. R., Sweeney, D. J., Williams, T. A., Camm, J. D., & Martin, K. (2011). Métodos Cuantitativos para los Negocios. En *Métodos Cuantitativos para los Negocios* (pág. 277). México: Cengage Learning.
- García Ligeró, J., & Román Román, P. (s.f.). *Tema 8: Programación No Lineal*. Obtenido de Tema 8: Programación No Lineal: https://www.ugr.es/~proman/IO1Grado/PDF/Tema_8.pdf
- Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2015). *Investigación de Operaciones*. México: Mc Graw Hill.
- Lopez Valdivia , M. (Junio de 2016). *Programación Lineal Multiobjetivo aplicada al Mundo Empresarial*. Obtenido de Programación Lineal Multiobjetivo aplicada al Mundo Empresarial: http://tauja.ujaen.es/bitstream/10953.1/6975/1/TFG_Maria_Lopez_Valdivia.pdf
- Taha, H. A. (2012). Investigación de Operaciones. En H. A. Taha, *Investigación de Operaciones* (pág. 20). México: Pearson Educación.
- Winston, W. L. (2006). Investigación de Operaciones. En W. L. Winston, *Investigación de Operaciones* (pág. 89). México: Thomson.