

Investigación de Operaciones

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 dinámica que, a través de un ecosistema educativo estimulante, experiencial y colaborativo, forma líderes con mentalidad emprendedora para crear impacto positivo en el Perú y en el mundo.

Universidad Continental

Material publicado con fines de estudio

Código: ASUC01385

Presentación

Investigación de Operaciones es una asignatura transversal y obligatoria que se ubica en el quinto periodo de las escuelas académico-profesionales de Administración. Tiene como prerrequisito Estadística Aplicada y es prerrequisito de Administración de Operaciones. La asignatura desarrolla, a nivel intermedio, la competencia transversal Administración de Operaciones y TI. En virtud de lo anterior, la relevancia de la asignatura se fundamenta en aplicar métodos cuantitativos, tecnologías de información y simulaciones en la administración de operaciones y en las diferentes áreas de la organización.

El desarrollo del material de la asignatura se hace considerando la Investigación de Operaciones como una ciencia administrativa basada en el enfoque científico, para resolver problemas y proporcionar ayuda para la toma de decisiones. Planear, programar, organizar, dirigir, dotar de personal, controlar, son actividades que el estudiante en su ejercicio profesional puede desempeñar, y la Investigación de Operaciones le sirve de ayuda con su método analítico y sistemático. Con base en este enfoque gerencial es que se plantea en el presente manual el estudio de esta ciencia.

Christian Nakasone Vega

Contenido

PRIMERA UNIDAD: INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES Y MODELOS DE PROGRAMACIÓN LINEAL

GUÍA DE PRÁCTICA 1: PROGRAMACIÓN LINEAL	5
GUÍA DE PRÁCTICA 2: MODELO DEL TRANSPORTE.....	12
GUÍA DE PRÁCTICA 3: MODELO DE TRANSBORDO	14
GUÍA DE PRÁCTICA 4: MODELO DE ASIGNACIÓN	15
GUÍA DE PRÁCTICA 5: MÉTODO GRÁFICO	16
GUÍA DE PRÁCTICA 6: MÉTODO SIMPLEX	18
GUÍA DE PRÁCTICA 7: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD – GRÁFICO.....	19
GUÍA DE PRÁCTICA 8: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD – SIMPLEX	21

SEGUNDA UNIDAD: INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES Y MODELOS DE PROGRAMACIÓN NO LINEAL

GUÍA DE PRÁCTICA 9: PROGRAMACIÓN ENTERA.....	23
GUÍA DE PRÁCTICA 10: PROGRAMACIÓN ENTERA.....	24
GUÍA DE PRÁCTICA 11: PE – MÚLTIPLES METAS - PRIORIDAD	25
GUÍA DE PRÁCTICA 12: PROGRAMACIÓN NO LINEAL.....	26

TERCERA UNIDAD: GESTIÓN DE PROYECTOS Y ANÁLISIS DE DECISIÓN

GUÍA DE PRÁCTICA 13 PERT CPM.....	27
GUÍA DE PRÁCTICA 14: PERT CPM.....	29
GUÍA DE PRÁCTICA 15: PERT CPM.....	30
GUÍA DE PRÁCTICA 16: CPM CON QUIEBRE	31
GUÍA DE PRÁCTICA 17: CUADROS DE DECISIÓN.....	33
GUÍA DE PRÁCTICA 18: ÁRBOLES DE DECISIÓN	34

CUARTA UNIDAD: APLICACIONES DE OPTIMIZACIÓN AVANZADA

GUÍA DE PRÁCTICA 19: LÍNEAS DE ESPERA	36
GUÍA DE PRÁCTICA 20: LÍNEAS DE ESPERA	37
GUÍA DE PRÁCTICA 21: CADENAS DE MARKOV	39
GUÍA DE PRÁCTICA 22: SIMULACIÓN.....	40
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

Guía de Práctica 1: PROGRAMACIÓN LINEAL

Aula :
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.

- 1. Propósito:** Identificar los elementos del modelo de Programación Lineal y estructurar el mismo
- 2. Indicaciones/instrucciones:**
 - 2.1 Reúnase en grupos de 4 y realice la mayor cantidad de ejercicios correspondientes a la práctica.
 - 2.2 Entregue lo desarrollado en clases al docente.
1. 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.
2. 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.
3. 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:
 - a) ¿Cuántos gramos de cada producto debe mezclar para obtener el preparado más rico en vitaminas?
 - b) ¿Y el más pobre en calorías?
4. 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 costo 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 empaacan 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: MODELO DEL TRANSPORTE

Aula :
Docente : Ing. Christian Nakasone Vega

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 3: MODELO DE TRANSBORDO

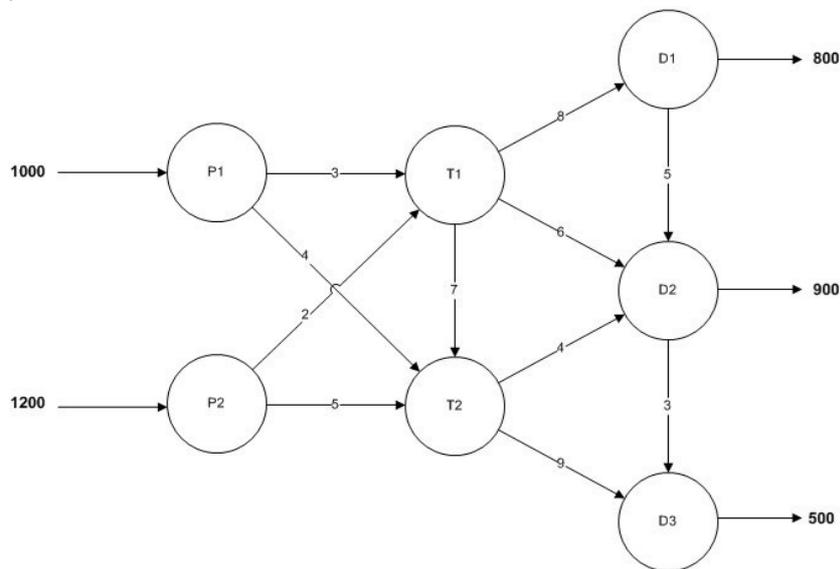
Aula :
 Docente :

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

Instrucciones: Resuelva el ejercicio del modelo de transbordo

1. **Propósito:** Resolver un modelo de transbordo
2. **Indicaciones/instrucciones:**
 - 2.1 Atienda el video presentado en clases
 - 2.2 Compruebe con el POM QM

Para poder resolver un problema de transbordo mediante programación lineal, basta con conocer una nueva familia de restricciones, las llamadas **restricciones de balanceo**. En un problema de transbordo existen 3 clases de nodos, los nodos de oferta pura, los de demanda pura y los nodos transitorios que posibilitan el transbordo y que deben de balancearse para hacer que el sistema sea viable, es decir, que todas las unidades que ingresen a un nodo sean iguales a las que salgan del mismo (unidades que salen + unidades que conserve el nodo). Modelar mediante programación lineal el problema de transbordo esbozado en la siguiente figura.



La figura muestra una serie de nodos y sus respectivas rutas mediante las cuales se supone distribuir las unidades de un producto, el número que lleva cada arco (flecha) representa el costo unitario asociado a esa ruta (arco), y las cantidades que se ubican en los nodos iniciales representan la oferta de cada planta, así como las cantidades de los nodos finales representa la demanda de cada distribuidor.

Guía de Práctica 4: MODELO DE ASIGNACIÓN

Aula :
Docente :

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

Instrucciones: Resuelva los ejercicios por el método húngaro.

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

4. 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 5: MÉTODO GRÁFICO

Aula :

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. Resuelve 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 6: MÉTODO SIMPLEX

Aula	:	
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 7: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD – GRÁFICO

Aula	:	
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:

$$2x_1 + x_2 \leq 90$$

$$x_1 + 2x_2 \leq 80$$

$$x_1 + x_2 \leq 50$$

$$x_1 ; x_2 \geq 0$$

Unidades de atún

Unidades de hígado

Unidades de pollo

Restricciones de No Negatividad

Modelo Estándar

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

Sujeto a:

$$2x_1 + x_2 + 1S_1 = 90$$

$$x_1 + 2x_2 + 1S_2 = 80$$

$$x_1 + x_2 + 1S_3 = 50$$

$$x_1 ; x_2 ; S_1 ; S_2 ; S_3 \geq 0$$

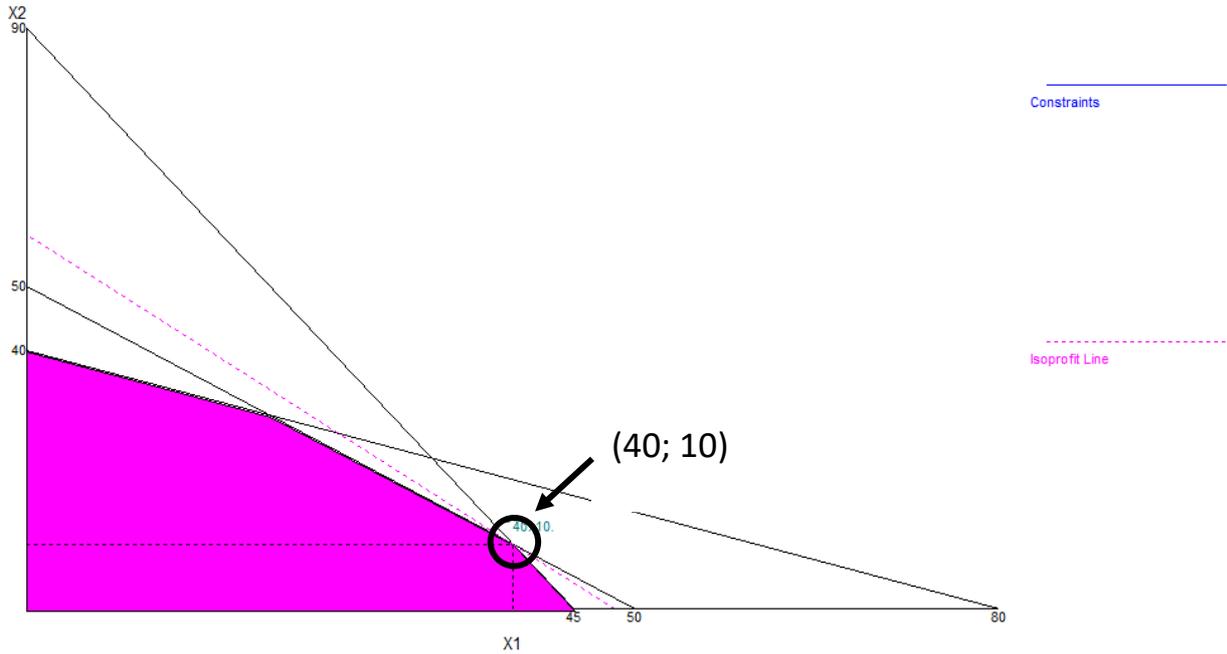
Unidades de atún

Unidades de hígado

Unidades de pollo

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	→		12	10	0	0	0	
↓	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 8: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD – SIMPLEX

Aula	:	
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

- Propósito:** Realizar el análisis de sensibilidad del modelo mostrado en la práctica.
- Indicaciones/instrucciones:**
 - Atienda el video presentado en clases
 - 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:

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

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

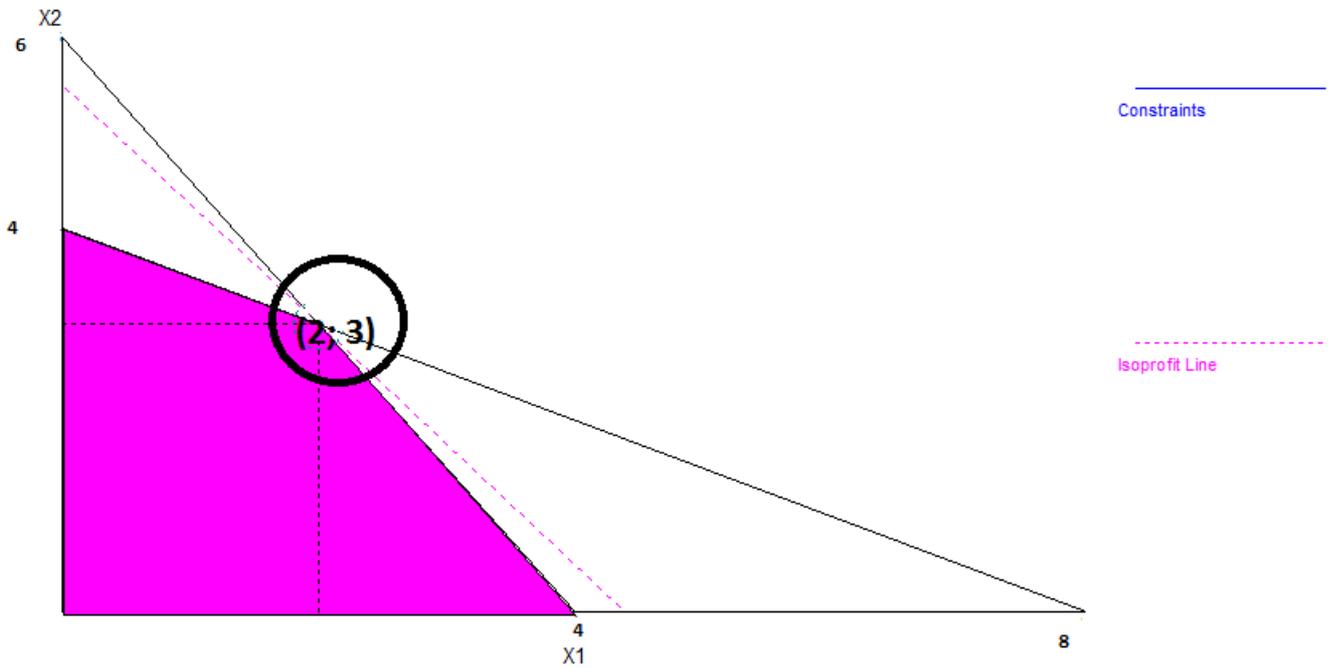
$$x_1 ; x_2 ; S_1 ; S_2 \geq 0$$

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 9: PROGRAMACIÓN ENTERA

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

Instrucciones: Realizar el modelo de PROGRAMACIÓN ENTERA

1. Propósito: Realizar el modelo de PROGRAMACIÓN ENTERA.

2. Indicaciones/instrucciones:

2.1 Resuelve el ejercicio.

Una inmobiliaria desea promocionar una nueva urbanización mediante una campaña publicitaria. Para ello dispone de 5 tipos de anuncios: anuncios en televisión local al mediodía (tvm), anuncios en televisión local a la noche (tvn), anuncios en periódico local (per), anuncios en suplemento dominical local (sup) y anuncios en radio local por la mañana (rad). La empresa ha reunido datos sobre la cantidad de clientes potenciales a los que se destina cada tipo de anuncio y el coste de cada anuncio en euros. Además, se ha llevado a cabo una valoración de la calidad que tiene cada anuncio de acuerdo al medio en el que se expone, en una escala de 0 a 100 (0 nula, 100 excelente). Los datos se recogen en la siguiente tabla:

Anuncios	Cientes Potenciales	Coste (euros)	Calidad exposición
tvm	1000	1500	65
tvn	2000	3000	90
per	1500	400	40
sup	2500	1000	60
rad	300	100	20

El número máximo de anuncios que se pueden emitir es 15, 10, 25, 4 y 30 de tvn, tvn, per, sup y rad, respectivamente. La inmobiliaria, aconsejada por una agencia de publicidad, decide utilizar al menos 10 anuncios en la televisión, alcanzar por lo menos 50000 clientes potenciales, no gastar más de 18000 euros en anuncios en televisión y si se hacen anuncios en el periódico entonces no hacer anuncios en la televisión por la noche. El presupuesto máximo para la campaña publicitaria es de 30000 euros. Modelizar, sin resolver, mediante programación lineal entera el problema de cómo debe planificar la campaña si se desea maximizar la calidad de la exposición de todos los anuncios de la campaña publicitaria.

Guía de Práctica 10: PROGRAMACIÓN ENTERA

Aula	:	
Docente	:	

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

Instrucciones: Realizar el modelo de Programación Entera

- Propósito:** Realizar el modelo de Programación Entera.
- Indicaciones/instrucciones:**
 - Resuelve el ejercicio.

Una joven pareja, Eve y Steven, quiere dividir las principales tareas del hogar (ir de compras, cocinar, lavar platos y lavar ropa) entre los dos, de manera que cada uno tenga dos obligaciones y el tiempo total para hacer estas tareas sea mínimo. La eficiencia en cada una de las tareas difiere entre ellos; la siguiente tabla proporciona el tiempo que cada uno necesita para cada tarea:

	Horas necesarias por semana			
	Comprar	Cocinar	Lavar platos	Lavar ropa
Eve	4.5	7.8	3.6	2.9
Steven	4.9	7.2	4.3	3.1

- Formule un modelo de PEB para el problema.
- Resuelva el modelo matemático.

(Hillier & Lieberman, 2015, pág. 430)

Guía de Práctica 11: PE – MÚLTIPLES METAS - PRIORIDAD

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

Instrucciones: Realizar el modelo de programación entera con múltiples metas y niveles de prioridad

1. **Propósito:** Realizar el modelo de programación entera.
2. **Indicaciones/instrucciones:**
 - 2.1 Resuelve el ejercicio.

En una industria panadera se quiere introducir la elaboración de dos nuevos tipos de pan: integral y de centeno, ya que se tiene asegurada la venta de su producción. Estos panes se elaboran principalmente a base de tres ingredientes: salvado integral, harina de trigo y harina de centeno. Para elaborar 1 kg de pan integral se necesitan 350 g de salvado integral y 150 g de harina de trigo y para la elaboración de 1 kg de pan de centeno se necesitan se necesitan 250 g de harina de trigo y 250 g de harina de centeno. La disponibilidad diaria de salvado integral es de 210 kg, 115 kg de harina de trigo y 100 kg de harina de centeno. El beneficio que deja cada kg de pan integral es de 0.40 € y 0.60 € cada kg de pan de centeno. Calcular la elaboración diaria de pan integral y de centeno, si se han puesto las siguientes metas por orden de prioridad:

- Prioridad 1. Se desea obtener un beneficio de al menos 240 € diarios.
- Prioridad 2. Se desea que la cantidad elaborada diariamente de pan integral sea al menos el doble que la de centeno.
- Prioridad 3. Se desea que la cantidad elaborada diariamente de pan de centeno no sea inferior a 300 kg.

¿Qué metas de las propuestas se han cumplido?

(Lopez Valdivia , 2016, pág. 40)

Guía de Práctica 12: PROGRAMACIÓN NO LINEAL

Aula	:	
Docente	:	

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

Instrucciones: Realizar el modelo de programación no lineal

- 1. Propósito:** Realizar el modelo de Programación No Lineal.
- 2. Indicaciones/instrucciones:**

2.1. Resuelve el ejercicio.

Una empresa produce frigoríficos y ha firmado un contrato para suministrar al menos 150 unidades en tres meses, 50 unidades al final del primer mes, 50 al final del segundo y 50 al final del tercero. El coste de producir una cantidad de frigoríficos en cualquier mes es su cuadrado. La empresa puede producir si lo desea más frigoríficos de los que necesita en cualquier mes y guardarlos para el siguiente, siendo el coste de almacenaje de 12 euros por unidad al mes. Suponiendo que no hay inventario inicial, formular el programa adecuado para determinar el número de frigoríficos que deben producirse cada mes, para minimizar el coste total.

(García Ligeró & Román Román)

Guía de Práctica 13 PERT CPM

 Aula :
 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	-	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 14: PERT CPM

Aula	:	
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

5. Propósito: Resolver un modelo PERT CPM

6. 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 15: PERT CPM

Aula	:	
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 16: CPM CON QUIEBRE

Aula : 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 17: CUADROS DE DECISIÓN

Aula	:	
Docente	:	

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

Instrucciones: Resolver apoyándose de la teoría de las diapositivas

- Propósito:** Resolver el ejercicio de Teoría de Decisiones
- Indicaciones/instrucciones:**
 - 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 18: ÁRBOLES DE DECISIÓN

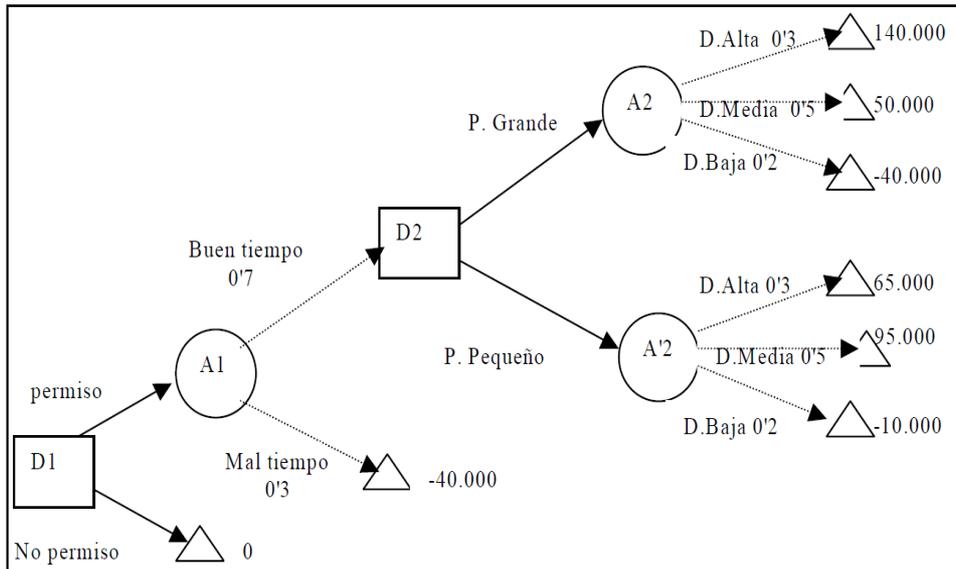
Aula :
 Docente : Ing. Christian Nakasone Vega

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 mercado favorable es de 0.6. ¿Qué le recomendaría?

Guía de Práctica 19: 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 20: 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

Propósito: Resolver el ejercicio de líneas de espera

1. Indicaciones/instrucciones:

2.1 Resuelve el ejercicio.

- 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) $n=6$
- 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).



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



Guía de Práctica 21: CADENAS DE MARKOV

Aula :	Apellidos :
Docente :	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

- 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%.
 - Si hoy el viajante está en C. ¿Cuál es la probabilidad de que tenga que trabajar en C al cabo de 4 días?
 - ¿Cuáles son los porcentajes de días en los que el agente comercial está en cada una de las tres ciudades?
- 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.
 - Si una persona actualmente prefiere maracuyá. ¿Cuál es la probabilidad que compre maracuyá pasadas dos compras a partir de hoy?
 - 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?
 - 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?
 - Determinar el estado estable.



Guía de Práctica 22: SIMULACIÓN

Aula	:	
Docente	:	

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

Instrucciones: Resolver aplicando la teoría de Simulación

1. **Propósito:** Resolver el ejercicio de Simulación

2. **Indicaciones/instrucciones:**

2.1 Resuelve el ejercicio.

Un juego de dados requiere que el jugador lance dos dados una o más veces hasta que se llegue a una decisión de si pierde o gana.

Gana si la primera tirada suma 7 u 11, o alternativamente si la primera suma es 4, 5, 6, 8, 9 o 10 y sale la misma suma antes de que aparezca una suma de 7. Por el contrario, pierde si el resultado de la primera tirada suma 2, 3 o 12, o si la primera suma es 4, 5, 6, 8, 9 o 10 y aparece una suma de 7 antes de que la primera suma vuelva a salir.

- Formule un modelo en una hoja de cálculo para simular la tirada de dos dados. Realice una réplica.
- Realice 25 réplicas de esta simulación.
- Analice estas 25 réplicas para determinar el número de veces que el jugador simulado habría ganado el juego de dados y el número de veces que lo habría perdido cuando cada jugada comienza con el siguiente lanzamiento después de que termina el juego anterior. Use esta información para calcular una estimación preliminar de la probabilidad de ganar una tirada.
- En un número grande de jugadas, la proporción de veces que una persona gana tiene distribución normal *aproximada* con media 0.493 y desviación estándar $5.05 \sqrt{n}$. Utilice esta información para calcular el número de jugadas simuladas que se requieren para obtener al menos una probabilidad de 0.95 de que la proporción de veces que gana sea menor a 0.5. (Hillier & Lieberman, 2015, pág. 919)



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.