

# CUADERNILLO DE PREGUNTAS

## Módulo de diseño de sistemas productivos y logísticos

Saber Pro



Presidente de la República  
Iván Duque Márquez

Ministra de Educación Nacional  
María Victoria Angulo González

Viceministro de Educación Superior  
Luis Fernando Pérez Pérez

Publicación del Instituto Colombiano para la  
Evaluación de la Educación (Icfes)  
© Icfes, 2018.  
Todos los derechos de autor reservados.

Gestor del módulo  
Juan Francisco Velásquez Posada

Edición  
Juan Camilo Gómez Barrera

Diseño de portada  
Diana Téllez Martínez

Portada  
Foto de @freepik.es (2018). Portafolio en <a  
href="http://www.freepik.com">Designed by  
4045 / Freepik</a>

Diagramación  
Alejandra Guzmán

Directora General  
María Figueroa Cahnspeyer

Secretaria General  
Liliam Amparo Cubillos Vargas

Directora de Evaluación  
Natalia González Gómez

Director de Producción y Operaciones  
Mateo Ramírez Villaneda

Director de Tecnología  
Felipe Guzmán Ramírez

Oficina Asesora de Comunicaciones y Mercadeo  
María Paula Vernaza Díaz

Oficina Gestión de Proyectos de Investigación  
Luis Eduardo Jaramillo Flechas

Subdirectora de Producción de Instrumentos  
Nubia Rocío Sánchez Martínez

Subdirector de Diseño de Instrumentos  
Luis Javier Toro Baquero

Subdirector de Estadísticas  
Jorge Mario Carrasco Ortiz

Subdirectora de Análisis y Divulgación Ana María  
Restrepo Sáenz

ISBN de la versión digital: 978-958-11-1079-7

Bogotá, D. C., diciembre de 2018



## ADVERTENCIA

Todo el contenido es propiedad exclusiva y reservada del Icfes y es el resultado de investigaciones y obras protegidas por la legislación nacional e internacional. No se autoriza su reproducción, utilización ni explotación a ningún tercero. Solo se autoriza su uso para fines exclusivamente académicos. Esta información no podrá ser alterada, modificada o enmendada.

## TÉRMINOS Y CONDICIONES DE USO PARA PUBLICACIONES Y OBRAS DE PROPIEDAD DEL ICFES

El Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (Icfes) pone a la disposición de la comunidad educativa y del público en general, **DE FORMA GRATUITA Y LIBRE DE CUALQUIER CARGO**, un conjunto de publicaciones a través de su portal [www.icfes.gov.co](http://www.icfes.gov.co). Estos materiales y documentos están normados por la presente política, y están protegidos por derechos de propiedad intelectual y derechos de autor a favor del Icfes. Si tiene conocimiento de alguna utilización contraria a lo establecido en estas condiciones de uso, por favor infórmenos al correo [prensaicfes@icfes.gov.co](mailto:prensaicfes@icfes.gov.co).

Queda prohibido el uso o publicación total o parcial de este material con fines de lucro. **Únicamente está autorizado su uso para fines académicos e investigativos.** Ninguna persona, natural o jurídica, nacional o internacional, podrá vender, distribuir, alquilar, reproducir, transformar\*, promocionar o realizar acción alguna de la cual se lucre directa o indirectamente con este material. Esta publicación cuenta con el registro ISBN (International Standard Book Number, o Número Normalizado Internacional para Libros) que facilita la identificación no solo de cada título, sino de la autoría, de la edición, del editor y del país en donde se edita.

En todo caso, cuando se haga uso parcial o total de los contenidos de esta publicación del Icfes, el usuario deberá consignar o hacer referencia a los créditos institucionales del Icfes respetando los derechos de cita; es decir, se podrán utilizar con los fines aquí previstos transcribiendo los pasajes necesarios, citando siempre la fuente de autor; lo anterior siempre que estos no sean tantos y seguidos que razonadamente puedan considerarse una reproducción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del Icfes.

Asimismo, los logotipos institucionales son marcas registradas y de propiedad exclusiva del Icfes. Por tanto, los terceros no podrán usar las marcas de propiedad del Icfes con signos idénticos o similares respecto a cualesquiera productos o servicios prestados por esta entidad, cuando su uso pueda causar confusión. En todo caso, queda prohibido su uso sin previa autorización expresa del Icfes. La infracción de estos derechos se perseguirá civil y, en su caso, penalmente, de acuerdo con las leyes nacionales y tratados internacionales aplicables.

El Icfes realizará cambios o revisiones periódicas a los presentes términos de uso, y los actualizará en esta publicación.

***El Icfes adelantará las acciones legales pertinentes por cualquier violación a estas políticas y condiciones de uso.***

---

\* La transformación es la modificación de la obra a través de la creación de adaptaciones, traducciones, compilaciones, actualizaciones, revisiones, y, en general, cualquier modificación que de la obra se pueda realizar, generando que la nueva obra resultante se constituya en una obra derivada protegida por el derecho de autor, con la única diferencia respecto a las obras originales que aquellas requieren para su realización de la autorización expresa del autor o propietario para adaptar, traducir, compilar, etcétera. En este caso, el Icfes prohíbe la transformación de esta publicación.

## ¿Qué contiene este cuadernillo?

Este es un cuadernillo con preguntas del Módulo de diseño de sistemas productivos y logísticos de Saber Pro que fueron utilizadas en exámenes anteriores. Estas serán útiles para familiarizarte y conocer aún más la prueba. Al final del documento encontrarás las respuestas correctas de cada una de las preguntas.

## ¡Recuerda!

Los exámenes Saber evalúan competencias, por tanto, en las preguntas encontrarás una situación (que debes tratar de entender) en la que tendrás que aplicar tus conocimientos para tomar decisiones y elegir la mejor respuesta.

## RESPONDA LAS PREGUNTAS DE 1 A 5 DE ACUERDO CON LA SIGUIENTE INFORMACIÓN

### CASO 1

Una empresa que presta servicios al sector petrolífero y se especializa en el suministro de productos líquidos para el rompimiento de emulsiones planea abrir nuevos centros de producción y distribución para atender las necesidades de los pozos petrolíferos ubicados en dos regiones del país.

Los ingenieros del departamento de producción y logística realizaron estudios de costos y pronósticos de demanda que les permitieron estimar parámetros para ayudar a la toma de decisiones en cuanto al tamaño y ubicación de las nuevas instalaciones. En la tabla 1 se presentan los parámetros relevantes para tomar las decisiones.

Región	Costos de producción, mantenimiento y transporte entre regiones (miles de \$/t)		Costos fijos y capacidad de las plantas potenciales				Demanda (t/año)
			Planta pequeña		Planta grande		
	Región 1	Región 2	Costo fijo anual en miles de \$	Capacidad (t/año)	Costo fijo anual en miles de \$	Capacidad (t/año)	
Región 1	442	487	23.350	150	44.300	200	190
Región 2	626	408	35.500	150	38.400	200	130

**Tabla 1.** Parámetros necesarios para la toma de decisiones.

Los ingenieros encargados del diseño de la cadena de suministros formularon el siguiente modelo para tomar las correspondientes decisiones:

Variables:

$X_{1,1}$  = toneladas de producto por producir en la región 1 y por comercializar en la región 1

$X_{1,2}$  = toneladas de producto por producir en la región 1 y por comercializar en la región 2

$X_{2,1}$  = toneladas de producto por producir en la región 2 y por comercializar en la región 1

$X_{2,2}$  = toneladas de producto por producir en la región 2 y por comercializar en la región 2

$$Y_{1,p} = \begin{cases} 1 & \text{si se abre la planta pequeña en la región 1} \\ 0 & \text{no se abre la planta pequeña en la región 1} \end{cases}$$

$$Y_{2,p} = \begin{cases} 1 & \text{si se abre la planta pequeña en la región 2} \\ 0 & \text{no se abre la planta pequeña en la región 2} \end{cases}$$

$$Y_{1,g} = \begin{cases} 1 & \text{si se abre la planta grande en la región 1} \\ 0 & \text{no se abre la planta grande en la región 1} \end{cases}$$

$$Y_{2,g} = \begin{cases} 1 & \text{si se abre la planta grande en la región 2} \\ 0 & \text{no se abre la planta grande en la región 2} \end{cases}$$

Continúa en la siguiente página

**Continuación CASO 1**

Función objetivo y restricciones:

*Minimizar:*

$Costos = 442X_{1,1} + 487X_{1,2} + 626X_{2,1} + 408X_{2,2} + 23350Y_{1,p} + 35500Y_{2,p} + 44300Y_{1,g} + 38400Y_{2,g}$   
*sujeto a:*

$$\begin{aligned} X_{1,1} + X_{2,1} &= 190 \\ X_{1,2} + X_{2,2} &= 130 \\ X_{1,1} + X_{1,2} &\leq 150Y_{1,p} + 200Y_{1,g} \\ X_{2,1} + X_{2,2} &\leq 150Y_{2,p} + 200Y_{2,g} \end{aligned}$$

La solución óptima del modelo es:

$$X_{1,1} = 150 \quad X_{1,2} = 0 \quad X_{2,1} = 40 \quad X_{2,2} = 130 \quad Y_{1,p} = 1 \quad Y_{2,p} = 0 \quad Y_{1,g} = 0 \quad Y_{2,g} = 1$$

El valor de la función objetivo correspondiente es \$206.145.706  
 Así mismo, se obtuvo la información que se presenta en la tabla 2.

Restricción	Precio sombra*	Lado derecho**	Desde	Hasta
Demanda en la región 1	626.000	190	150	220
Demanda en la región 2	408.000	130	0	160
Restricción 1 de capacidad	-184.000	150	120	190
Restricción 2 de capacidad	0	200	170	$\infty$

**Tabla 2.** Información adicional sobre la solución al modelo.

- \* Precio sombra: indica cuánto cambia el valor de la función objetivo ante una variación marginal del lado derecho de una restricción.  
 \*\* Lado derecho: indica la disponibilidad de recursos para cada una de las restricciones del modelo.

- La empresa considera que debe hacer presencia en cada una de las regiones, por lo cual se debe garantizar la apertura de una planta en cada región. Al modelo original se le debe agregar el siguiente conjunto de restricciones:
  - $Y_{1,p} + Y_{2,p} = 1; Y_{1,g} + Y_{2,g} = 1$
  - $Y_{1,p} + Y_{1,g} = 1; Y_{2,p} + Y_{2,g} = 1$
  - $Y_{1,p} + Y_{2,g} = 1; Y_{1,g} + Y_{2,p} = 1$
  - $Y_{1,p} + Y_{2,g} = 1; Y_{1,g} + Y_{2,g} = 1$
- De acuerdo con la solución del modelo presentado por los ingenieros para el diseño de la cadena de abastecimiento, y a fin de minimizar los costos totales, se debe:
  - Abrir una planta en la región 2 y dos plantas en la región 1.
  - Abrir una planta en la región 1 y dos plantas en la región 2.
  - Abrir una planta en la región 1 y otra planta en la región 2.
  - Abrir una planta en la región 2 y no abrir ninguna planta en la región 1.

3. Basándose en el modelo formulado por los ingenieros para el diseño de la cadena de abastecimiento y su respectiva solución, la demanda de la región
- A. 1 se debe satisfacer solamente con producto fabricado en la región 1.
  - B. 2 se debe satisfacer solamente con producto fabricado en la región 1.
  - C. 1 se debe satisfacer solamente con producto fabricado en la región 2.
  - D. 2 se debe satisfacer solamente con producto fabricado en la región 2.

4. Si en la cadena de abastecimiento diseñada la demanda en la región 2 se incrementa a 131 toneladas, la tonelada adicional se
- A. puede vender al mismo precio.
  - B. debe vender a un precio mínimo de \$626.000
  - C. puede rebajar en \$160.000
  - D. debe vender a un precio mínimo de \$408.000

5. Los ingenieros también resolvieron el modelo solamente considerando los costos de producción, mantenimiento y transporte, y obtuvieron como resultado que los valores de las variables asociadas con la producción y comercialización mantienen el mismo valor, aunque la función objetivo toma un valor de \$144.395.706.

Con la información obtenida de dos de las soluciones al modelo matemático para la cadena de abastecimiento, los costos

- A. fijos representan aproximadamente el 70 % de los costos totales.
- B. de producción, mantenimiento y transporte representan cerca del 70 % de los costos totales.
- C. fijos representan aproximadamente el 50 % de los costos totales.
- D. de producción, mantenimiento y transporte representan cerca del 30 % de los costos totales.

## RESPONDA LAS PREGUNTAS DE 6 A 9 DE ACUERDO CON LA SIGUIENTE INFORMACIÓN

### CASO 2

La empresa Fast S.A. presta el servicio de transporte a la empresa Pizza Direct, que vende *pizzas* a domicilio. Fast S.A. recibe la solicitud de transporte en su centro de operaciones y envía la motocicleta a recoger el pedido, la dirección de entrega y la factura. La tabla 1 recoge las actividades requeridas para atender un pedido y el tiempo que se ha definido en Pizza Direct para cada una de ellas. Estos tiempos que se consideran estándares le permiten a la pizzería ofrecerles a sus clientes la entrega de la *pizza* en 45 minutos.

Actividad	Tiempo (min)	Costo (\$)
Registrar información de pedido	2	500
Elaborar <i>pizzas</i>	15	10.000
Empacar pedido	2	1.500
Elaborar factura	1	1.000
Solicitar transporte	10	2.000
Transporte y entrega de pedido	15	5.000

**Tabla 1.** Actividades y tiempos.

El tiempo de transporte y entrega registrados se entrega a la pizzería por Fast S.A., y se obtuvo de un estudio cuyos resultados se presentan en la tabla 2.

Estadística	Valor (min)
Promedio	15
Máximo	20
Mínimo	12
Desviación	3

**Tabla 2.** Resultados estudio de tiempos de domicilio.

Debido a las quejas de los clientes, referidas a la entrega de las *pizzas* en tiempo superior al prometido, además de equivocaciones en los sabores y a entrega del producto frío, Pizza Direct decidió realizar un estudio para determinar las causas y así implementar estrategias para mejorar el servicio. En la tabla 3 se muestran los principales problemas que se detectaron y su porcentaje de ocurrencia.

Principales problemas	%
Desabastecimiento de cajas para empaque	20
Errores en facturación que generan reproceso	10
Desabastecimiento de ingredientes	5
Daño en hornos	5
Problemas con transporte y entrega del pedido	60

**Tabla 3.** Problemas detectados en el servicio.

En cuanto al transporte y entrega se detectó que, en promedio, se demoran 30 minutos, por lo que la pizzería encarga a Fast S.A. realizar un análisis sobre las causas de las demoras y halló los resultados que se presentan en la tabla 4, los cuales evidencian que la situación es diferente de la que se tenía cuando se realizó el estudio de tiempo de entrega que se registró en la tabla 2.

No.	Principales problemas	Frecuencia
1	Dirección registrada en el pedido no corresponde.	65
2	Mantenimiento de los vehículos y motos.	15
3	Los conductores (domiciliarios) no conocen las direcciones.	10
4	Tráfico en las horas pico.	5
5	Falta de capacitación a los conductores.	5

**Tabla 4.** Frecuencia en la ocurrencia de problemas en el servicio de transporte del domicilio.

6. Dada la importancia que tiene para el cliente el cumplimiento en la promesa de entrega, sin cambiar el proceso y asumiendo que los tiempos estándares controlados por la pizzería se cumplen, al igual que los definidos por Fast S.A., se le recomendaría a la pizzería, para minimizar el riesgo de incumplimiento, prometer la entrega en menos de
- A. 35 minutos.
  - B. 40 minutos.
  - C. 45 minutos.
  - D. 50 minutos.
7. De acuerdo con la información de los estudios que se presentan en las tablas 2 y 3, se evidencia que el mayor efecto en la mejora del servicio de Pizza Direct se podría lograr con una estrategia orientada a
- A. cambiar la empresa encargada de llevar los domicilios.
  - B. mejorar el proceso de elaboración de *pizzas* y reducir el tiempo.
  - C. asegurar la calidad de la información de registro de direcciones.
  - D. mejorar el suministro garantizando la existencia de ingredientes.
8. Dentro de las alternativas estudiadas para mejorar el servicio de Pizza Direct se consideran los cambios en los procesos e inversiones. Se debe mantener un margen de utilidad mínimo, por lo que las soluciones no deben generar un incremento en los costos superior al 10 %. La mejor alternativa para la empresa sería
- A. adquirir un sistema de verificación de direcciones que garantice el correcto registro y envío del pedido; el costo de registro sería \$1.500.
  - B. adquirir una flota de motocicletas propia, y mantener control de la actividad de entrega. El costo de cada entrega sería \$8.000.
  - C. contratar otra persona para la actividad de empaque, y así reducir el tiempo de esa actividad a la mitad para generar un costo de \$2.500.
  - D. adquirir otro horno, que se reduciría el tiempo de preparación a 13 minutos, lo cual generaría un costo de \$11.000 por *pizza*.
9. Se plantea la opción de que Fast S.A. mantenga una cuadrilla de sus motos en la pizzería, y así se eliminaría la actividad de solicitud de transporte. Si se garantiza un tiempo máximo de entrega de 22 minutos, y dado que los clientes siempre quieren su producto en el menor tiempo, la pizzería podría comprometerse con sus clientes a entregarles el producto en un tiempo máximo de:
- A. 35 minutos.
  - B. 40 minutos.
  - C. 42 minutos.
  - D. 45 minutos.

## RESPONDA LAS PREGUNTAS DE 10 A 14 DE ACUERDO CON LA SIGUIENTE INFORMACIÓN

### CASO 3

Una compañía productora de alimentos descubre que las ventas de sus dos últimos años han sido mejores que lo esperado en sus proyecciones, y que la capacidad de producción instalada está utilizándose con un exceso de horas extras en los últimos meses para satisfacer la demanda.

El gerente decide que es hora de tomar una decisión definitiva al respecto, porque de lo contrario se afectaría la estructura financiera de la empresa a mediano plazo.

En este momento se consideran varias alternativas entre las que se incluyen la construcción de una nueva planta en una de tres posibles localizaciones o realizar unas pequeñas modificaciones a la planta actual. En un análisis preliminar se recopila la información de cada una de estas alternativas, según se muestra en la tabla 1.

	<b>Alternativa</b>	<b>Costos fijos (\$/año)</b>	<b>Costo de producción (\$/tonelada)</b>
1	Construir una planta en la localización 1	250	30
2	Construir una planta en la localización 2	300	25
3	Construir una planta en la localización 3	600	20
4	Modificar la planta actual	0	40

**Tabla 1.** Costos por alternativa.

Según estimaciones preliminares, existen dos posibles escenarios en el futuro de la empresa: (1) el optimista indica que la demanda de los próximos años puede ser de 75 toneladas por año; (2) el pesimista indica que la demanda puede ser de 15 toneladas por año.

En un análisis adicional se identificaron y evaluaron cuatro factores cualitativos que pueden afectar la decisión, tal como se muestra en la tabla 2.

Los valores de las calificaciones otorgadas a cada factor en cada una de las alternativas van de 1 a 5, donde 1 indica que el factor evaluado es deficiente o inadecuado en la alternativa, y 5 indica que el factor evaluado es excelente o ideal en la alternativa evaluada.

<b>Factor</b>	<b>Evaluación Alternativa 1</b>	<b>Evaluación Alternativa 2</b>	<b>Evaluación Alternativa 3</b>	<b>Evaluación Alternativa 4</b>
Calidad de los servicios públicos	4	5	2	4
Incentivos tributarios	4	3	3	3
Disponibilidad de materia prima	3	3	5	4
Infraestructura de transporte	2	4	4	2

**Tabla 2.** Calificación de factores de localización.

**10.** Una acción en el escenario optimista es modificar la planta actual, para que esta produzca 25 toneladas, y construir nuevas plantas en dos de las alternativas de localización. Si se tiene un presupuesto máximo de \$2.900 por año, la mejor decisión para localizar las nuevas plantas sería:

- A.** Alternativa 1, produciendo 20 toneladas, y alternativa 2, produciendo 30 toneladas.
- B.** Alternativa 2, produciendo 30 toneladas, y alternativa 3, produciendo 20 toneladas.
- C.** Alternativa 2, produciendo 20 toneladas, y alternativa 3, produciendo 30 toneladas.
- D.** Alternativa 1, produciendo 30 toneladas, y alternativa 2, produciendo 20 toneladas.

**11.** Teniendo en cuenta la información acerca de los costos, se puede afirmar que la alternativa

- A.** 1 no es la mejor en los dos escenarios de demanda.
- B.** 2 es la mejor para cualquier nivel de demanda.
- C.** 3 es la mejor en los dos escenarios de demanda.
- D.** 4 no es la mejor en ningún nivel de demanda.

**12.** Todos los estudios realizados han suscitado en la empresa la necesidad de mejorar su imagen en el mercado. Para ello consideran implementar estrategias de producción más limpia, sin importar la decisión que se tome respecto a la localización.

La empresa espera que la estrategia seleccionada pueda desarrollarse con los recursos disponibles, es decir, financieros, de personal, equipos y tiempo, para evitar inversiones adicionales. La alternativa con la cual se logran los objetivos esperados por la empresa es

- A.** la reutilización de residuos sin procesos de refinación adicionales.
- B.** la capacitación y formación del recurso humano.
- C.** cambiar equipos por unos más eficientes en el uso de la energía.
- D.** la producción de subproductos a partir de los residuos.

**13.** Considerando que los factores cualitativos evaluados tienen la misma importancia para la empresa, la mejor alternativa es la

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

**14.** En el escenario optimista y considerando los costos asociados, la mejor alternativa es la

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

**15.** Una empresa productora de filtros está en el punto de equilibrio con una producción de 2.500 unidades, lo que corresponde a un 50% de su capacidad instalada.

Se tienen:

Costos fijos	:	\$50.000,
Costo variable	:	\$10/unidad,
Precio de venta	:	\$30/unidad.

La gerencia general le indica al ingeniero de producción que por razones de competencia en el mercado debe reducirse en un 20% el precio, pero mantenerse una utilidad mínima de \$20.000. Para atender esta solicitud, respecto al volumen de producción y venta, se debe incrementar

- A.** la producción al doble de la situación de equilibrio actual.
- B.** la capacidad instalada en un 50 % de la situación actual.
- C.** los ingresos en un 35 % de la situación actual.
- D.** la producción en un 25 % de la situación de equilibrio actual.

**16.** Una de las competencias más importantes de cualquier profesional es su capacidad de entender la realidad de una manera que le permita abordarla adecuadamente.

En este sentido, la teoría general de sistemas ha tomado especial importancia en las investigaciones y en los análisis realizados en diversas disciplinas, porque

- A.** identifica la necesidad de estudiar por separado las partes del sistema para facilitar su análisis.
- B.** recomienda alejar el sistema de los demás sistemas que puedan afectarlo.
- C.** incluye las partes del sistema, sus interrelaciones y el entorno para entenderlo mejor.
- D.** inhibe la comprensión de la función de cada una de las partes del sistema.

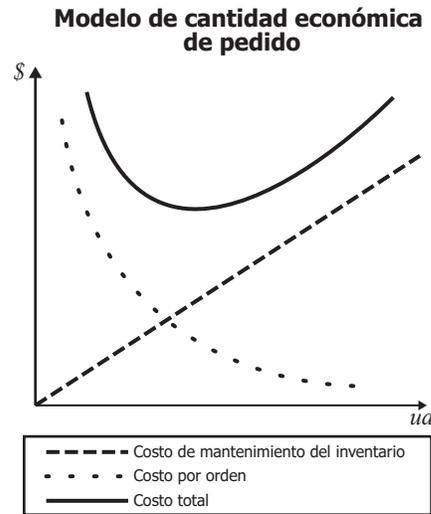
17. La siguiente ilustración presenta los costos asociados con un inventario, en un modelo con demanda constante y aprovisionamientos instantáneos. Los elementos del modelo que se tendrán en cuenta son

$D$  = Demanda anual.

$C_o$  = Costo de hacer una orden o pedido.

$Q$  = Cantidad a ordenar.

$C_m$  = Costo de mantenimiento del inventario, en pesos por unidad por año.



El valor mínimo de la función costo total está dado por el punto  $(Q_1, C_1)$ , donde

$$Q_1 = \sqrt{\frac{2DC_o}{C_m}}$$

y

$$C_1 = \left(\frac{D}{Q_1}\right)C_o + \left(\frac{Q_1}{2}\right)C_m$$

Si la demanda es 100.000 unidades anuales, el costo de hacer un pedido es \$10 y el costo de mantenimiento del inventario es \$2 pesos por unidad por año, entonces, la cantidad óptima de pedido es

- A. 500
- B. 1.000
- C. 2.000
- D. 100.000

18. La siguiente expresión corresponde a un problema de programación lineal acotado:

$$\begin{aligned} \text{Min}(W) &= 4y_1 + 12y_2 \\ \text{s.a.} \quad y_1 &\geq 4 \\ y_2 &\geq 2 \\ y_1 + 2y_2 &\geq 8 \\ y_1 \geq 0, y_2 &\geq 0, \end{aligned}$$

La razón correcta para esta afirmación, es que

- A. corresponde a un problema de minimización y los valores de la función objetivo  $y_1$  y  $y_2$  harán que crezca en una proporción de acuerdo a los coeficientes que tiene.
  - B. corresponde a un problema donde, por la forma como están definidas las  $y_1 \geq 0, y_2 \geq 0$ , hace que estas puedan tener infinitas soluciones.
  - C. corresponde a un problema de minimización y por el sentido de las desigualdades la zona de factibilidad crece infinitamente, creando infinitas soluciones.
  - D. corresponde a un problema que tiene solución finita.
19. Una máquina que no cuenta con un freno se desliza durante 30 segundos después de terminar cada pieza, lo que impide mover oportunamente su trabajo. El tiempo de elaboración por pieza es de 30 segundos. La máquina se utiliza para producir 1.000 piezas al mes. Si se consigue un dispositivo que disminuya el tiempo de frenado en 50 % el porcentaje de tiempo ahorrado será del
- A. 25 %.
  - B. 50 %.
  - C. 75 %.
  - D. 100 %.

20. Una empresa de servicios para el sector petrolero tiene sucursales en las ciudades de Bogotá, Cali, Ibagué, Quibdó, Medellín, Neiva, Tunja, Yopal y Valledupar. Para obtener el diseño óptimo de su esquema de ruteo, el Departamento de Métodos formuló un problema que tuvo en cuenta toda la información disponible en la compañía y reporta la solución óptima que se presenta en la tabla 1, donde cada casilla se asocia a una variable binaria que vale 1 si se debe ir directamente de la ciudad de la fila a la ciudad de la columna y 0 si no se debe hacer ese recorrido.

	Bogotá	Quibdó	V/dupar	Medellín	Ibagué	Neiva	Cali	Tunja	Yopal
Bogotá	----	0	0	0	0	0	0	1	0
Quibdó	0	----	0	0	1	0	0	0	0
V/dupar	0	0	----	1	0	0	0	0	0
Medellín	0	0	1	----	0	0	0	0	0
Ibagué	0	0	0	0	----	1	0	0	0
Neiva	0	0	0	0	0	----	1	0	0
Cali	0	1	0	0	0	0	----	0	0
Tunja	0	0	0	0	0	0	0	----	1
Yopal	1	0	0	0	0	0	0	0	----

Por cada ruta cíclica obtenida, si esta incluye tres o menos ciudades, se debe asignar un camión y dos conductores; si incluye más de tres ciudades, se debe asignar dos camiones y cinco conductores.

De acuerdo con la solución óptima presentada, el número requerido de camiones y conductores es

- A. 2 y 5, respectivamente.
- B. 9 y 18, respectivamente.
- C. 4 y 9, respectivamente.
- D. 3 y 6, respectivamente.

21. Una estación de trabajo, que consta de una sola máquina, tiene que realizar cuatro trabajos, a cuatro clientes con los parámetros mostrados en la tabla. Cada trabajo debe entregarse de acuerdo con los tiempos pactados. Por supuesto que la empresa no va a poder cumplir, pero pretende al menos que la entrega más atrasada tenga el menor retraso posible, razón por la cual decide fijar el orden en que debe procesar los trabajos (programar la producción) para cumplir el propósito planteado.

Trabajo	Tiempo de proceso	Tiempo pactado de entrega
<i>W</i>	5	6
<i>X</i>	6	7
<i>Y</i>	9	16
<i>Z</i>	6	10

**Tabla.** Parámetros de los trabajos.

Teniendo en cuenta que la máquina solo puede procesar un trabajo a la vez y que una vez empieza este debe terminarse, la secuencia de programación con que deben realizarse los trabajos es

- A. *Z - Y - X - W*.  
 B. *Z - X - Y - W*.  
 C. *W - X - Y - Z*.  
 D. *W - X - Z - Y*.
22. Una empresa elabora su plan de producción de dos fábricas diferentes para satisfacer una demanda total de 100 unidades de producto. La capacidad de producción de la fábrica 1 es 50 unidades y tiene un costo de \$3 por cada producto; la capacidad de la fábrica 2 es 45 unidades de producto y cada uno de estos tiene un costo de \$4. Se determina que el modelo matemático de programación lineal que tiene en cuenta estos requerimientos es:

$$\min 3x_1 + 4x_2$$

Sujeto a:

$$x_1 + x_2 \geq 100$$

$$x_1 \leq 50$$

$$x_2 \leq 45$$

$$x_1, x_2 \in \mathbb{Z}$$

En donde  $x_1$  representa el número de unidades producidas en la fábrica 1 y  $x_2$  representa el número de unidades producidas en la fábrica 2. Como analista de producción, usted le manifiesta a la empresa que los requerimientos de la demanda **NO** se pueden cumplir porque:

- A. Al ser las variables enteras, no permite cumplir los requerimientos de demanda.  
 B. Al presentar mayores costos los productos fabricados en la planta 2, hace inviable fabricar los productos.  
 C. No es viable cumplir la restricción de demanda, ya que la capacidad de las dos plantas es menor que lo requerido.  
 D. La capacidad de la planta 2 es menor que la capacidad de la planta 1, por lo que no se pueden cumplir los requerimientos de demanda.

23. Una empresa dedicada a la distribución de productos diseña su proceso de distribución. Quiere conocer con cuánta holgura cuenta para empezar a distribuir nuevos productos. El siguiente modelo de programación lineal muestra cómo es la situación actual de la empresa:

$$\min \sum_{j \in P} c_j * x_j$$

Sujeto a:

$$\sum_{i \in P} a_{ij} * x_j \geq b_j, \forall j \in P$$

$$\sum_{j \in P} x_j \leq d$$

$$x_j \geq 0, \forall j \in P$$

Con base en el modelo anterior, se puede concluir que la manera correcta de escribir el modelo adicionando las variables de holgura es

A.

$$\min \sum_{j \in P} c_j * x_j$$

Sujeto a:

$$\sum_{i \in P} a_{ij} * x_j - w_j = b_j, \forall j \in P$$

$$\sum_{j \in P} x_j + s = d$$

$$x_j, w_j \geq 0, \forall j \in P$$

$$s \geq 0$$

B.

$$\min \sum_{j \in P} c_j * x_j$$

Sujeto a:

$$\sum_{i \in P} a_{ij} * x_j - w_j \geq b_j, \forall j \in P$$

$$\sum_{j \in P} x_j + s \leq d$$

$$x_j, w_j \geq 0, \forall j \in P$$

$$s \geq 0$$

C.

$$\min \sum_{j \in P} c_j * x_j$$

Sujeto a:

$$\sum_{i \in P} a_{ij} * x_j = b_j, \forall j \in P$$

$$\sum_{j \in P} x_j = d$$

$$x_j \geq 0, \forall j \in P$$

D.

$$\min \sum_{j \in P} c_j * x_j$$

Sujeto a:

$$\sum_{i \in P} a_{ij} * x_j + w_j = b_j, \forall j \in P$$

$$\sum_{j \in P} x_j - s = d$$

$$x_j, w_j \geq 0, \forall j \in P$$

$$s \geq 0$$

24. Un punto de atención de servicios médicos quiere establecer una política para su sistema de cajeros. Se determina que, en promedio, llegan 100 clientes por hora; además se sabe que un cajero se demora en atender aproximadamente 2 minutos por cada cliente.

Actualmente, el costo de cada cajero es \$10 y el costo por tener a una persona en fila es de \$2. Se tienen cuatro opciones de políticas que se resumen en la tabla.

Número de cajeros	Número promedio de personas en fila
4	20
5	15
6	8
7	4

**Tabla**

Según la tabla, se puede concluir que la opción que minimiza costos y satisface la demanda es utilizar

- A. 4 cajeros.
- B. 5 cajeros.
- C. 6 cajeros.
- D. 7 cajeros.

25. Para la selección de proveedores, se ha definido una estrategia de análisis de factores ponderados, considerando los factores presentes en la tabla 1, en la que también se presentan los resultados obtenidos por cada uno de los cuatro proveedores evaluados.

Criterios de desempeño	Factor ponderado	Evaluación del desempeño	Resultado potencial	Proveedor A	Proveedor B	Proveedor C	Proveedor D
Entrega puntual	8	$> 98\% = 5$ $> 96 - 98\% = 4$ $> 94 - 96\% = 3$ $> 92 - 94\% = 2$ $< = 92\% = 0$	40	95 %	99 %	91 %	93 %
Productos no conformes	5	$< 0,5\% = 5$ $0,5 - 1\% = 4$ $1 - 1,5\% = 3$ $1,5 - 2\% = 2$ $> 2\% = 0$	25	0,40 %	2,10 %	0,90 %	1,80 %
Exactitud de la facturación	4	$> 99\% = 5$ $97 - 99\% = 3$ $95 - 96\% = 1$ $< 95\% = 0$	20	96 %	100 %	94 %	98 %
Servicio al cliente	3	Superior = 5 Bueno = 4 Promedio = 3 Justo = 2 Inaceptable = 0	15	Promedio	Bueno	Justo	Inaceptable

**Tabla**

Teniendo en cuenta los resultados del desempeño de los proveedores y la ponderación de cada factor de la tabla, y considerando que el criterio de selección se ha definido en el mayor puntaje obtenido, los mejores proveedores por su desempeño logístico son

- A. proveedor A y proveedor B.
- B. proveedor C y proveedor D.
- C. proveedor B y proveedor C.
- D. proveedor A y proveedor D.

26. La compañía ARPE recibió un pedido para fabricar tres tipos de pedestales ( $P1$ ,  $P2$ ,  $P3$ ). Los pedestales se fabrican de hierro fundido y el proceso de acabados se realiza en una de tres máquinas con que cuenta la compañía. En la tabla, además de las cantidades requeridas, aparecen los tiempos de maquinado en cada máquina por referencia y las horas disponibles por máquina.

**Tabla 1.** Unidades a fabricar, tiempos por unidad y tiempo disponible por máquina

Tipo de Pedestales	Cantidad por fabricar en unidades	Tiempo de maquinado en horas por unidad		
		Máquina 1	Máquina 2	Máquina 3
$P1$	2	0,26	0,27	0,25
$P2$	1	0,28	0,25	0,30
$P3$	2	0,24	0,26	0,20
<b>Horas Disponible / Máquina</b>		80	72	50

**Tabla**

El concepto de logística de distribución se relaciona con los costos de preparación y tiempo de fabricación de bienes o servicios. Por tal razón, la alternativa viable para la asignación de máquinas de manera que minimice el tiempo total de fabricación es:

**A.**

Tipo de pedestales	Máquina 1	Máquina 2	Máquina 3
$P1$	200	0	0
$P2$	0	0	150
$P3$	0	240	0

**B.**

Tipo de pedestales	Máquina 1	Máquina 2	Máquina 3
$P1$	0	200	0
$P2$	0	0	150
$P3$	240	0	0

**C.**

Tipo de pedestales	Máquina 1	Máquina 2	Máquina 3
$P1$	0	200	0
$P2$	150	0	0
$P3$	0	0	240

**D.**

Tipo de pedestales	Máquina 1	Máquina 2	Máquina 3
$P1$	200	0	0
$P2$	0	150	0
$P3$	0	0	240

## Información de cada pregunta

Posición	Afirmación	Respuesta correcta
1	Aplica los conocimientos de las matemáticas, las ciencias, la tecnología y las ciencias de la ingeniería para especificar en forma detallada un producto tecnológico.	B
2	Aplica los conocimientos de las matemáticas, las ciencias, la tecnología y las ciencias de la ingeniería para especificar en forma detallada un producto tecnológico.	C
3	Aplica los conocimientos de las matemáticas, las ciencias, la tecnología y las ciencias de la ingeniería para especificar en forma detallada un producto tecnológico.	D
4	Aplica los conocimientos de las matemáticas, las ciencias, la tecnología y las ciencias de la ingeniería para especificar en forma detallada un producto tecnológico.	D
5	Aplica los conocimientos de las matemáticas, las ciencias, la tecnología y las ciencias de la ingeniería para especificar en forma detallada un producto tecnológico.	B
6	Identifica y formula un problema de diseño a partir del análisis de una situación contextualizada, basado en información que puede ser incompleta, sobrante o incierta.	D
7	Identifica y formula un problema de diseño a partir del análisis de una situación contextualizada, basado en información que puede ser incompleta, sobrante o incierta.	C
8	Identifica y formula un problema de diseño a partir del análisis de una situación contextualizada, basado en información que puede ser incompleta, sobrante o incierta.	A
9	Identifica y formula un problema de diseño a partir del análisis de una situación contextualizada, basado en información que puede ser incompleta, sobrante o incierta.	C
10	Analiza alternativas de solución y selecciona la más adecuada teniendo en cuenta criterios de tipo técnico, económico, financiero, social, ético y ambiental.	A
11	Analiza alternativas de solución y selecciona la más adecuada teniendo en cuenta criterios de tipo técnico, económico, financiero, social, ético y ambiental.	A
12	Analiza alternativas de solución y selecciona la más adecuada teniendo en cuenta criterios de tipo técnico, económico, financiero, social, ético y ambiental.	A
13	Analiza alternativas de solución y selecciona la más adecuada teniendo en cuenta criterios de tipo técnico, económico, financiero, social, ético y ambiental.	B
14	Analiza alternativas de solución y selecciona la más adecuada teniendo en cuenta criterios de tipo técnico, económico, financiero, social, ético y ambiental.	C
15	Identifica y formula un problema de diseño a partir del análisis de una situación contextualizada, basado en información que puede ser incompleta, sobrante o incierta.	A

Continúa en la siguiente página

Continuación tabla

Posición	Afirmación	Respuesta correcta
16	Identifica y formula un problema de diseño a partir del análisis de una situación contextualizada, basado en información que puede ser incompleta, sobrante o incierta.	C
17	Identifica y formula un problema de diseño a partir del análisis de una situación contextualizada, basado en información que puede ser incompleta, sobrante o incierta.	B
18	Identifica y formula un problema de diseño a partir del análisis de una situación contextualizada, basado en información que puede ser incompleta, sobrante o incierta.	D
19	Identifica y formula un problema de diseño a partir del análisis de una situación contextualizada, basado en información que puede ser incompleta, sobrante o incierta.	A
20	Analiza alternativas de solución y selecciona la más adecuada teniendo en cuenta criterios de tipo técnico, económico, financiero, social, ético y ambiental.	C
21	Analiza alternativas de solución y selecciona la más adecuada teniendo en cuenta criterios de tipo técnico, económico, financiero, social, ético y ambiental.	D
22	Identifica y formula un problema de diseño a partir del análisis de una situación contextualizada, basado en información que puede ser incompleta, sobrante o incierta.	C
23	Identifica y formula un problema de diseño a partir del análisis de una situación contextualizada, basado en información que puede ser incompleta, sobrante o incierta.	A
24	Analiza alternativas de solución y selecciona la más adecuada teniendo en cuenta criterios de tipo técnico, económico, financiero, social, ético y ambiental.	C
25	Aplica los conocimientos de las matemáticas, las ciencias, la tecnología y las ciencias de la ingeniería para especificar en forma detallada un producto tecnológico.	A
26	Analiza alternativas de solución y selecciona la más adecuada teniendo en cuenta criterios de tipo técnico, económico, financiero, social, ético y ambiental.	D

