

INVESTIGACIÓN OPERATIVA (GIS). Curso 2019/2020

Práctica 1. OPTIMIZACIÓN LINEAL. Guía de la actividad

1 Introducción

A continuación se presenta un caso práctico. Usted, como responsable de operaciones de la empresa, debe encontrar una solución al problema planteado. Para ello deberá construir un modelo de Optimización Lineal Continua (con variables binarias) y resolverlo mediante el uso de software específico.

Con el fin de facilitar la elaboración de la práctica se ha dividido el trabajo en tres fases, cada una de las cuales dará lugar a un modelo diferente, que debe ser resuelto y la solución interpretada en términos del problema planteado.

2 Objetivos

El objetivo de la práctica es profundizar en el conocimiento de la Optimización Matemática Lineal como herramienta de planificación y gestión óptima de recursos.

3 Competencias desarrolladas

Este trabajo está encaminado a desarrollar las competencias de la asignatura. En concreto, las competencias generales trabajadas son:

- CG10. Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planificación de tareas y otros trabajos análogos de informática
- CG09. Capacidad para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, autonomía y creatividad. Capacidad para saber comunicar y transmitir los conocimientos, habilidades y destrezas de la profesión de Ingeniero Técnico en Informática.

Entre las competencias específicas trabajadas, destacan:

- CB01. Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; cálculo diferencial e integral; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.
- CE01. Capacidad para diseñar, desarrollar, seleccionar y evaluar aplicaciones y sistemas informáticos, asegurando su fiabilidad, seguridad y calidad, conforme a principios éticos y a la legislación y normativa vigente.
- CE06. Conocimiento y aplicación de los procedimientos algorítmicos básicos de las tecnologías informáticas para diseñar soluciones a problemas, analizando la idoneidad y complejidad de los algoritmos propuestos.

Además, se desarrollan competencias en el trabajo en equipo.

4 Materiales

Para el desarrollo de la práctica es necesario disponer de:

- Guía de estudio, con las instrucciones precisas para el desarrollo de la misma y el enunciado del caso práctico planteado.
- Software de modelado y resolución de problemas de Optimización Lineal. En este caso, el software utilizado es GAMS (www.gams.com). Su versión de estudiante (gratuita) permite resolver problemas de hasta 300 variables (de las cuales, hasta 50 pueden ser enteras) y restricciones.
- Editor de texto para la elaboración del informe final.

5 Entrega

Grupos de entrega

El trabajo se realizará en grupos de dos o tres personas. Para apuntarse a un grupo es necesario entrar en la herramienta de *elección de grupos para la práctica 1* del campus virtual. La composición de los grupos se podrá variar hasta una semana antes del final del plazo de entrega. A partir de ese momento, cualquier cambio requiere de la aprobación de todos los componentes de los grupos implicados y del profesor.

Plazo y medio de entrega

- La entrega del trabajo se hará en el apartado habilitado al efecto en el campus virtual antes de la fecha y hora indicada en el mismo.
- No se admitirá la entrega por cualquier otra vía que no sea la indicada en el punto anterior.
- Será suficiente con que un componente del grupo realice la entrega.

Entregables

La entrega consistirá en tres ficheros:

1. Informe (en un documento en formato PDF) con una descripción del problema a resolver, la estrategia utilizada para obtener la solución (que incluye descripción del modelo utilizado) y la solución propuesta.

Nota: La memoria, debe incluir, entre otras cosas, el modelo matemático utilizado (no su implementación en GAMS) y la interpretación de la solución obtenida en términos del problema abordado, no sólo del modelo matemático.

2. Ficheros utilizados para la resolución del modelo:

- un único fichero de entrada con el código GAMS creado de los dos modelos, y
- el fichero de salida que proporciona el GAMS (extensión `lst`) al ejecutar el fichero anterior.

Nota: como en cualquier lenguaje de programación, es conveniente comentar adecuadamente el código utilizado.

El informe debe indicar claramente los componentes del grupo. Los nombres de los ficheros entregados deben seguir la siguiente regla:

GIS-IO-P1D-GrupoX-Y.(extensión)

donde la letra X hace referencia a la letra del grupo que realiza la entrega, la letra Y debe ser una secuencia formada por el primer apellido de cada uno de los componentes del grupo.

6 Criterios de evaluación

- La práctica se evaluará en una escala de 0 a 100 puntos.
- La calidad formal de los documentos presentados (formato, corrección, claridad de exposición, etc.) tendrá un peso en la calificación final del 20 sobre 100.
- La puntuación máxima sólo se alcanzará si el modelo planteado es correcto, la solución es correcta y se obtiene mediante *GAMS* (80 por el contenido y 20 por la calidad formal).
- Las entregas que incluyan sólo el informe con el modelo matemático utilizado (con o sin la solución) o presenten ficheros *GAMS* incompletos o con errores de compilación podrán optar a una calificación máxima de 60 sobre 100 (40 por el contenido y 20 por la calidad formal).
- Si el profesor lo considera oportuno, podrá solicitar la defensa oral de la práctica por todo o parte del grupo que la ha elaborado.

En la carpeta de entrega del aula virtual se puede consultar la rúbrica que se utilizará para la evaluación de la entrega.

7 Enunciado del caso práctico y desarrollo

7.1 Escenario

Una empresa comercializa un tipo de producto que se hace a partir del ensamblaje de dos componentes básicas. El producto final se obtiene ensamblando una pieza de cada tipo. La primera componente se produce en dos factorías, A y B, y la segunda en otras dos factorías, C y D. Necesita transportar la producción de estas componentes hasta una de las dos fábricas en las que se hace el producto final. Las factorías A y B están en Reino Unido y entran al continente a través los puertos de Bilbao, Róterdam o Amberes. Las factorías de la segunda componentes C y D están en el norte de África y entran a Europa por vía marítima a través de Valencia, Barcelona o Marsella. Desde estos seis puertos, las componentes son transportadas por carretera a los dos centros de ensamblaje, situados en Madrid y París. Desde los centros de ensamblaje, el producto se distribuye al mercado. La compañía ha dividido el mercado en seis zonas geográficas: América del Sur, América del Norte, Europa, África, Asia y Oceanía.

La producción máxima de las factorías de 28000, 25000, 35000 y 15000 unidades para las factorías A, B, C y D, respectivamente. La capacidad máxima de ensamblaje de las fábricas de Madrid y París es de 25000 unidades de producto final en cada uno de ellos. Por contrato, la cantidad máxima de producto que puede circular por cada puerto es de 18000 unidades. Para atender la demanda, debe enviar entre 5000 y 10000 unidades del producto final a cada uno de los mercados.

Los costes de transporte por unidad desde cada factoría hasta el puerto de entrada en el continente y desde cada puerto continental hasta los centros de ensamblaje se muestran en las siguientes tablas:

COSTES	Bilbao	Róterdam	Amberes	Barcelona	Valencia	Marsella
factoría A	9	8	2	-	-	-
factoría B	6	6	9	-	-	-
factoría C	-	-	-	9	7	7
factoría D	-	-	-	6	6	8
COSTES	Bilbao	Róterdam	Amberes	Barcelona	Valencia	Marsella
Madrid	3	4	2	4	3	2
París	4	2	3	5	3	1

El beneficio obtenido por cada unidad es de 20, 25, 30, 10, 15 y 12 euros en América del Sur, América del Norte, Europa, África, Asia y Oceanía, respectivamente. A este beneficio hay que quitarle los costes de transporte indicados anteriormente.

7.2 Fase 1. Optimización de la política de compras y red de transporte

A partir de los datos anteriores, determinar el plan óptimo para la empresa, que le permita maximizar los beneficios menos los costes de transporte. Para ello, usted, como director de operaciones de la empresa debe dar respuesta a las siguientes preguntas:

1. ¿Qué cantidad debe producir cada factoría?
2. ¿Qué cantidad circula por cada uno de las posibles rutas que puede utilizar la compañía?
3. ¿Cuál es el beneficio total que obtiene la empresa por la venta del producto final?
4. Si pudiera elegir un único puerto en el que negociar una reducción de la capacidad sin que esto suponga un incremento de los costes ¿Entre cuáles elegiría (suponiendo que el resto de parámetros no varían)? Justifique adecuadamente la respuesta.
5. Si pudiera elegir un único puerto en el que negociar un incremento en la capacidad para lograr una reducción de los costes ¿Cual/es elegiría (suponiendo que el resto de parámetros no varían)? ¿Cuál sería el ahorro? Justifique adecuadamente la respuesta.

Para obtener la respuesta a las preguntas anteriores, usted debe construir un modelo de optimización (que no requiere del uso de variables binarias), siguiendo los siguientes pasos:

1. Identificar los elementos y parámetros del problema.
2. Definir las variables de decisión.
3. Definir la función objetivo.
4. Definir el conjunto de restricciones.

Una vez definido el modelo matemático, debe escribirlo en lenguaje GAMS y resolverlo. Recuerde que la memoria debe incluir la descripción detallada del modelo utilizado (variables, restricciones, función objetivo, etc.), su solución y la interpretación de la misma, pero NO debe incluir el modelo escrito en GAMS.

7.3 Fase 2. Rediseño de la cadena de suministro

En una segunda fase, la compañía realiza un estudio sobre el diseño de la red y quiere imponer un uso más racional de la misma. Para ello impone las siguientes condiciones adicionales:

- El transporte de la primera componente (que se produce en las factorías A y B) debe hacerse a través de exactamente dos puertos.
- El puerto de Marsella ha cambiado sus tarifas. A partir de este momento, la empresa debe pagar 5000 euros por el uso del puerto (que se pagan solo en caso de que se use) y una tarifa de un euro por cada unidad que se desembarque.

- El modelo debe contemplar la posibilidad de que la empresa pueda reducir la capacidad de ensamblaje de sus factorías desde 25000 a 15000, con un ahorro de 10000 euros.
- Los centros de ensamblaje deben recibir al menos el 25% de la primera componente desde cada puerto del que reciba algo.

La memoria debe incluir una descripción detallada de la cadena de suministro utilizada:

- qué puertos y qué rutas son utilizadas,
- qué factoría sirve a cada centro de distribución y a través de qué ruta,
- qué cantidad se envía a cada mercado y desde dónde,
- etc.

Para obtener la respuesta a las preguntas anteriores, usted debe construir un nuevo modelo de optimización (que requiere del uso de variables binarias), como ampliación del obtenido en el paso anterior.:

1. Identificar los elementos y parámetros del problema.
2. Definir las nuevas variables de decisión.
3. Modificar convenientemente la función objetivo.
4. Definir el conjunto de restricciones (incluyendo las restricciones que ligan las variables binarias con las variables continuas).

Una vez definido el modelo matemático, debe escribirlo en lenguaje GAMS y resolverlo. Recuerde que la memoria debe incluir la descripción detallada del modelo utilizado (variables, restricciones, función objetivo, etc.), su solución y la interpretación de la misma, pero NO debe incluir el modelo escrito en GAMS. Es recomendable incluir gráficos que ayuden a interpretar la solución obtenida.

Nota: recuerde que sólo se puede entregar un fichero GAMS, por tanto, los modelos de la fase 1 y de la fase 2 deben presentarse en el mismo fichero.