

Trabajo de evaluación

Enunciado

Una empresa de material de construcción dispone de una fábrica con F líneas de fabricación ($i = 1, \dots, F$) en las cuales fabrican un total de TP tipos de productos ($p = 1, \dots, TP$) como azulejos, baldosas, celosías, tejas... Actualmente, dicha empresa está abasteciendo de material a N obras ($j = 1, \dots, N$) y tiene que diseñar su plan de fabricación y abastecimiento para los próximos H periodos de tiempo ($t = 1, \dots, H$).

Adicionalmente se conocen los siguientes datos.

- D_{jp} ($j = 1, \dots, N$; $p = 1, \dots, TP$) unidades del producto p que se demandan en la obra j
- PL_{jp} ($j = 1, \dots, N$; $p = 1, \dots, TP$) Fecha de entrega (periodo límite) en la que debe salir de una fábrica la demanda completa del producto p de la obra j , siendo $PL_{jp} \leq H$. Si $D_{jp} = 0$, entonces $PL_{jp} = 0$
- Cap_{ip} ($i = 1, \dots, F$; $p = 1, \dots, TP$) Capacidad en unidades de producto p por periodo de tiempo, que puede fabricar la línea i . En caso de que $Cap_{ip} = 0$, no se puede fabricar el producto p en la línea i
- $CostF_{ip}$ ($i = 1, \dots, F$; $p = 1, \dots, TP$) coste de fabricar una unidad de p en i . Si $Cap_{ip} = 0$, entonces $CostF_{ip} = 0$

Cada línea de fabricación puede producir como máximo un tipo de producto de forma simultánea. Para evitar imperfecciones e irregularidades, **todas** las unidades de producto p destinadas a una misma obra se deben fabricar en una única línea y de forma ininterrumpida, o, como se comenta posteriormente, **todas** deben ser compradas a un proveedor externo.

Debido a la capacidad de la fábrica, no se consideran restricciones de almacenamiento, por lo que no existe límite de productos que puedan estar a la espera de ser transportados.

A parte de los costes de fabricación, también se deben tener en cuenta el transporte, siendo $CostT_j$ ($j = 1, \dots, N$) el coste de realizar un envío de productos desde fábrica a la obra j . Se considera que el coste de realizar un envío es el mismo ($CostT_j$) independientemente de las unidades de producto que lleve. No existe capacidad máxima de unidades de producto dentro de un envío. Un mismo envío puede llevar productos de distinta tipología siempre y cuando estos vayan a la misma obra. De esta forma, un envío únicamente podrá abastecer a una obra. Si se considera oportuno a una obra se pueden realizar varios envíos a lo largo del horizonte de planificación.

Finalmente, también existe la posibilidad de cubrir la demanda de un producto en una obra comprando dicho producto a un proveedor tercero. En este caso el coste de la compra y transporte hasta la obra del producto se calcularía como $CR_{jp} \cdot (nr_{jp})^\alpha$ siendo:

- CR_{jp} ($j = 1, \dots, N$; $p = 1, \dots, TP$) coste de comprar una unidad de p para la obra j (incluyendo los costes de transporte).
- nr_{jp} ($j = 1, \dots, N$; $p = 1, \dots, TP$) unidades de p compradas para la obra j .
- α Factor de penalización impuesto por la empresa siendo $\alpha \geq 1$.

Ya sea mediante fabricación propia o compra a terceros, es estrictamente necesario que se disponga de la demanda D_{jp} como máximo en el periodo PL_{jp} .

Grupos

Los grupos deberán ser de alumnos de uno (y solo uno) de los subgrupos de prácticas, y podrán ser de entre 1 y 4 alumnos, con los siguientes condicionantes para la nota final del trabajo:

- Grupo de 1 alumno: Nota final del trabajo = $0,9 \cdot \text{Nota del trabajo}$.
- Grupo de 2 alumnos: Nota final del trabajo = Nota del trabajo.
- Grupo de 3 alumnos: Nota final del trabajo = Nota del trabajo.
- Grupo de 4 alumnos: Nota final del trabajo = $0,7 \cdot \text{Nota del trabajo}$.

La formación de los grupos se tendrá que decidir y comunicar vía correo electrónico, con plazo hasta el día de realización de la práctica 04, al profesor de prácticas:

- Javier Maquirriain: javier.maquirriain@upc.edu
- Alberto García: alberto.garcia-villoria@upc.edu

Entregas

- *Entrega parcial de algoritmos.* Lunes 28 de noviembre de 2022 antes de las 16:00. Memoria con una extensión máxima de 4 páginas (incluyendo la portada, si hay). Descripción inicial (primeras ideas) de los algoritmos a utilizar. La entrega se realizará mediante una actividad en Atenea. Además de ser evaluada, no realizar la entrega solicitada en el plazo establecido implicará que la nota máxima de la asignatura será de 5.
- *Entrega parcial del programa informático.* Lunes 12 de diciembre de 2022 antes de las 16:00. Se entregará un programa que deberá leer un ejemplar, de nombre “ejemplar_p.txt” (que estará colgado en Atenea), y calcular una solución factible que grabará en un fichero con el nombre “sol_p_NG.txt”, donde NG es el número de vuestro grupo de trabajo (que se os asignará una vez formados los grupos). Tanto “ejemplar_p.txt” como “sol_p_NG.txt” será leído y grabado, respectivamente, en la misma carpeta donde esté el programa. La estructura del ejemplar y la de la solución se describen posteriormente. Junto al **programa** se deberá entregar la **solución generada** y unas breves **instrucciones de utilización del programa**, además del lenguaje y versión usada. La entrega se realizará mediante una actividad en Atenea (la actividad permite colgar un solo fichero; por tanto, se ha colgar todo en un único fichero comprimido). Además de ser evaluada, no realizar la entrega con todo lo solicitado (programa, solución e instrucciones) en el plazo establecido implicará que la nota máxima de la asignatura será de 5. Si la entrega no fuera correcta se permitirá una nueva, con una nota de 0, aunque si ésta es correcta se eliminará la condición “la nota máxima de la asignatura será de 5”.
- *Entrega de resultados de examen.* Viernes 13 de enero de 2023 a las 12:30h. En Atenea habrán colgados 10 ejemplares, los cuales, en un tiempo máximo de cálculo de 5 minutos por ejemplar, deberán ser resueltos, **utilizando uno de los ordenadores de la ETSEIB**. Las soluciones obtenidas deberán ser comprimidas en un fichero que

será colgado en Atenea antes de 55 minutos desde que empiece la prueba y desde el aula donde se realizará el examen. El nombre del fichero comprimido ha de ser “sol_examen_NG.zip” (u otra extensión como .rar, .7z, etc.). El formato de los ejemplares de examen y de los ejemplares con las soluciones se describen posteriormente. Adicionalmente, se deberá colgar en Atenea un archivo comprimido con el programa implementado, así como unas breves instrucciones de uso. No se valorará, en ningún caso, el diseño exterior del programa (pantallas de entrada y/o salida de datos).

- *Entrega final de algoritmos.* Viernes 13 de enero de 2023 a las 12:30h. Memoria con una extensión máxima de 12 páginas (incluyendo la portada, si hay). Debe incluir, al menos: descripción final de los algoritmos utilizados (a nivel de una persona que diseña -no que programa- procedimientos de resolución: no se trata, por tanto, de una explicación desde un punto de vista informático), de las pruebas realizadas, de la calibración efectuada (si se realiza) y de los resultados obtenidos en los ejemplares de prueba colgados en Atenea (no los resultados de cada ejemplar: se pide un mínimo análisis de los resultados globales obtenidos). La memoria escrita se deberá entregar **en papel**.

Formato de los ejemplares del examen

Habrán 10 ejemplares en el examen. El nombre de cada fichero será “ejemplar_e.txt”, para $e = 1, \dots, 10$. La estructura de cada uno de los ficheros será la siguiente, donde “*” es usado como separador entre los diferentes datos del fichero:

F
 TP
 N
 H
 $D_{1,1} * D_{1,2} * \dots * D_{1,TP}$
 \dots
 $D_{N,1} * D_{N,2} * \dots * D_{N,TP}$
 $PL_{1,1} * PL_{1,2} * \dots * PL_{1,TP}$
 \dots
 $PL_{N,1} * PL_{N,2} * \dots * PL_{N,TP}$
 $Cap_{1,1} * Cap_{1,2} * \dots * Cap_{1,TP}$
 \dots
 $Cap_{F,1} * Cap_{F,2} * \dots * Cap_{F,TP}$
 $CostF_{1,1} * CostF_{1,2} * \dots * CostF_{1,TP}$
 \dots
 $CostF_{F,1} * CostF_{F,2} * \dots * CostF_{F,TP}$
 $CostT_1 * CostT_2 * \dots * CostT_N$
 α
 $CR_{1,1} * CR_{1,2} * \dots * CR_{1,TP}$
 \dots
 $CR_{N,1} * CR_{N,2} * \dots * CR_{N,TP}$

Formato de las soluciones del examen a entregar

El alumno generará 10 ficheros de soluciones, uno por cada ejemplar del examen. El nombre de cada fichero será “sol_e.txt”, para $e = 1, \dots, 10$. La estructura de cada uno de los ficheros deberá ser la siguiente:

$$\begin{aligned}
 &fo_0 * T_0 \\
 &fo_1 * T_1 \\
 &\dots\dots\dots \\
 &fo_{NM} * T_{NM} \\
 &NM \\
 &fo_F * T_F \\
 &pf_{1,1} * pf_{1,2} * \dots * pf_{1,H} \\
 &\dots\dots\dots \\
 &pf_{F,1} * pf_{F,2} * \dots * pf_{F,H} \\
 &nuf_{1,1} * nuf_{1,2} * \dots * nuf_{1,H} \\
 &\dots\dots\dots \\
 &nuf_{F,1} * nuf_{F,2} * \dots * nuf_{F,H} \\
 &nue_{1,1,1} * nue_{1,1,2} * \dots * nue_{1,1,H} \\
 &\dots\dots\dots \\
 &nue_{1,TP,1} * nue_{1,TP,2} * \dots * nue_{1,TP,H} \\
 &nue_{2,1,1} * nue_{2,1,2} * \dots * nue_{2,1,H} \\
 &\dots\dots\dots \\
 &nue_{N,TP,1} * nue_{N,TP,2} * \dots * nue_{N,TP,H} \\
 &nr_{1,1} * nr_{1,2} * \dots * nr_{1,TP} \\
 &\dots\dots\dots \\
 &nr_{N,1} * nr_{N,2} * \dots * nr_{N,TP}
 \end{aligned}$$

Donde “*” es usado como separador entre diferentes valores, fo_0 es el valor de la función objetivo de la solución inicial encontrada, T_0 es el instante de tiempo (es decir, el tiempo transcurrido desde que el programa comienza a correr), en segundos, en que se obtiene la solución inicial, fo_k y T_k ($k = 1, \dots, NM$) es el valor de la función objetivo de cada solución que mejora la anterior y el instante en que se encuentra dicha solución, respectivamente, NM es el número de veces que la solución mejora en el proceso de resolución, respecto a la mejor encontrada hasta el momento (NM valdrá 0 si no hay ninguna mejora), fo_F es el valor de la función objetivo de la mejor solución encontrada por el programa, T_F el instante en que el programa acaba su ejecución (por tanto, recuérdese que T_F no debe ser mayor que 5 minutos), $pf_{i,t}$ es el producto a fabricar en la línea i en el periodo t ($i = 1, \dots, F$; $t = 1, \dots, H$) ($pf_{i,t} = 0$ si no hay fabricación), $nuf_{i,t}$ es el número de unidades a fabricar en la línea i en el periodo t ($i = 1, \dots, F$; $t = 1, \dots, H$) del producto $pf_{i,t}$ ($nuf_{i,t} = 0$ si no hay fabricación), y $nue_{j,p,t}$ es el número de unidades a enviar a la obra j del producto p que salen de fábrica al final del periodo t ($j = 1, \dots, N$; $p = 1, \dots, TP$; $t = 1, \dots, H$). Recuérdese que nr_{jp} es el número de unidades de p compradas para la obra j ($j = 1, \dots, N$; $p = 1, \dots, TP$)

En el caso de no encontrar ninguna solución factible, el contenido del fichero ha de ser el siguiente:

$$NoSol * T_F$$

Las soluciones obtenidas deberán ser comprimidas en un fichero que será colgado en Atenea antes de 55 minutos desde que empiece la prueba y desde el aula de la ETSEIB donde se realizará el examen. El nombre del fichero comprimido ha de ser “sol_examen_NG.zip” (u otra extensión como .rar, .7z, etc.), donde *NG* es el número del grupo de trabajo.

Ejemplares de calibrado y de prueba

En Atenea se colgará un conjunto de ejemplares de calibrado y otro conjunto de ejemplares de prueba, con el mismo formato que tendrán los ejemplares del examen (y generados de la misma manera). Estos conjuntos de ejemplares se podrán utilizar para: respectivamente, calibrar los procedimientos diseñados, si es el caso; y para realizar una experiencia computacional cuyos resultados se deberán entregar en el documento final.

Junto a los ejemplares habrá un fichero con el valor de la función objetivo de las soluciones obtenidas aplicando un procedimiento de resolución poco elaborado. La “calidad mínima” exigible del procedimiento propuesto por los grupos el día del examen será alcanzar o superar la calidad de los resultados de dicho procedimiento.

Además, se colgará un programa para testear las soluciones generadas. El programa testeador informará si el fichero de la solución tiene el formato correcto, si la solución es factible y si el valor de la función objetivo de la solución final está bien calculado.

Evaluación

La evaluación del trabajo se basará en la “*Entrega final de algoritmos*” (20%) y en la “*Entrega de resultados de examen*” (80%); será necesario, además, realizar la “*Entrega parcial de algoritmos*” y la “*Entrega parcial del programa informático*”. Recuérdese que no realizar las entregas parciales de los algoritmos y/o del programa informático, en el plazo establecido, implicará que la nota máxima de la asignatura será de 5.

La nota de la “*Entrega de resultados de examen*” será el promedio de las notas obtenidas en cada ejemplar de examen. La nota por ejemplar será la siguiente:

- Si la solución (final) tiene la “calidad mínima”, la nota será un 10 para aquel grupo que obtenga la mejor solución y un 7 para aquel grupo que obtenga la peor solución (pero alcanzando la “calidad mínima”).
- Si la solución (final) no tiene la “calidad mínima”, la nota será 6, 5, 4, 3, 2, 1 o 0, en función del % de empeoramiento respecto a la calidad mínima: menor o igual al 1% un 6, menor o igual al 2% un 5, ...; por ejemplo, si el valor de beneficio de una solución es 98 y la calidad mínima es 100: $(98-100)/100=-0.02$, la nota será un 5.
- Si no se encuentra ninguna solución factible, la nota será 0.

Notas adicionales

- El día de entrega de resultados de examen, y durante la resolución de cada ejemplar, por pantalla se deberá mostrar la primera parte de la misma información que se ha de proporcionar en los ficheros de soluciones a entregar (**y solo ésta, ya que la visualización de información por pantalla ralentiza el programa**): f_{O_0} y T_0 , f_{O_k} y T_k ($k = 1, \dots, NM$), y, finalmente, NM , f_{O_F} y T_F .
- Se recomienda encarecidamente realizar diversas pruebas en un ordenador de las aulas informáticas de la ETSEIB, para asegurarse que todo funciona correctamente de cara al del examen final; **en especial, verificar que en el aula informática de la ETSEIB en la que se hará el examen! están instaladas todas las librerías que el programa desarrollado pueda necesitar.**
- **Debido a que se colgará un testeador de las soluciones generadas, si el formato de los resultados de examen no es correcto se considerará que, para ese ejemplar, no se ha encontrado ninguna solución factible y su nota será 0.**