

**CASOS DE ESTUDIO**  
**Ingeniería Telemática**

Andrés Ramos

Febrero 2012

[<http://www.doi.icai.upcomillas.es/simio/intro.htm>]

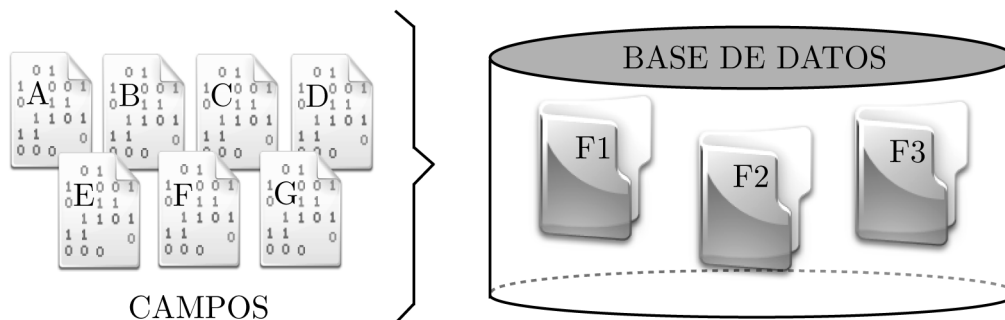


PROBLEMA: SISTEMA INFORMÁTICO DEPARTAMENTAL

Un departamento ha dispuesto 2000 € de su presupuesto general para la compra de material informático, con el que se comprarán ordenadores, impresoras y programas. Éstos pueden ser adquiridos a un coste por unidad de 125, 76 y 120 €, respectivamente. Se ha decidido que han de adquirirse al menos 5 ordenadores y 2 impresoras. Debido a los costes de mantenimiento, se ha decidido también no comprar más de 5 impresoras. Por acuerdo del departamento, el rango en que ha de variar la proporción de programas a ordenadores ha de estar entre  $1/12$  y  $1/2$ . El objetivo es maximizar la utilidad total de la compra, donde las utilidades individuales están dadas como 2, 3 y 1. Resolver el problema planteado.

PROBLEMA: BASES DE DATOS

La información contenida en los campos A, B, C, D, E, F y G ha de ser distribuida en tres ficheros 1, 2 y 3 de tal forma que las consultas realizadas a la base de datos que incorpora estos ficheros se realicen en el menor tiempo posible. Cada campo no puede estar en más de un fichero.



En la tabla siguiente se indica la probabilidad en % de realizar consultas a la base de datos solicitando determinados campos.

Consulta C1	Consulta C2	Consulta C3	Consulta C4
A-D	C-E-F	B-D-G	A-B-G
35	25	20	20

¿Cuál debe ser el reparto de campos entre los distintos ficheros teniendo en cuenta los siguientes condicionantes técnicos?

- Los ficheros no pueden albergar más de cuatro campos
- El fichero que contenga el campo A no puede contener el campo F
- Si en un mismo fichero están contenidos los campos A y B, los campos D y E han de estar contenidos en el mismo fichero

### I.3 INVESTIGACIÓN OPERATIVA

- Las consultas que buscan en dos ficheros tardan un 25 % más de tiempo que las consultas que tienen todos sus campos en un solo fichero
- Las consultas que han de buscar en tres ficheros tardan un 50 % más

#### PROBLEMA: GESTIÓN DE SERVIDORES WEB

Un buscador de internet tiene almacenada toda su información sobre páginas web en 10 bases de datos (A a J) que guarda en hasta 3 discos de almacenamiento de que dispone. Cada disco tiene una capacidad de 885 GB. En la siguiente tabla se muestra el tamaño en GB de cada base de datos (en la última columna) y un índice de relación de una base de datos con la otra. Este índice mide las veces que aparecen contenidos de las dos bases de datos en una búsqueda cualesquiera. Dos bases de datos con bajo índice de relación debieran ser asignadas al mismo disco para minimizar el tiempo de acceso. Se desea determinar la asignación óptima de las bases de datos de manera que se minimice el índice total de interacción entre ellas.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Tamaño
A										110
B	43									238
C	120	10								425
D	57	111	188							338
E	96	78	46	88						55
F	83	58	421	60	63					391
G	77	198	207	109	73	74				267
H	31	50	43	47	51	21	88			105
I	38	69	55	21	36	391	47	96		256
J	212	91	84	53	71	40	37	35	221	64

#### PROBLEMA: DELEGACIONES

Mundo PC es una empresa dedicada a la venta de ordenadores personales. Un factor importante en el proceso de venta es la rapidez en el suministro del PC así como en el mantenimiento, en caso de necesidad. Sus ventas se producen principalmente en seis grandes ciudades: Madrid, Barcelona, Valencia, Sevilla, Bilbao y Zaragoza. La venta anual prevista de ordenadores depende de si la delegación comercial y técnica se encuentra a menos de 500 km de la ciudad tal como se refleja en la siguiente tabla

Delegación comercial a menos de 500 km	Madrid	Barcelona	Valencia	Sevilla	Bilbao	Zaragoza
SI	1000	1100	700	600	800	500

NO	850	900	600	450	700	350
----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

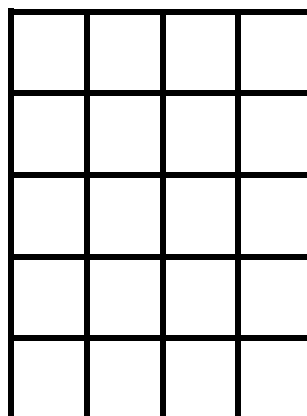
Cada ordenador tiene un coste de producción de 600 € y se vende por 1000 €. El coste anual de cada delegación se estima en 50000 €. Solamente Madrid, Barcelona, Sevilla y Zaragoza son candidatas a instalar delegaciones. Las distancias en km entre estas ciudades se muestran en la siguiente tabla.

	Madrid	Barcelona	Valencia	Sevilla	Bilbao	Zaragoza
Madrid		621	352	538	395	325
Barcelona	621		349	1046	620	296
Valencia	352	349		697	633	325
Sevilla	538	1046	697		933	863
Bilbao	395	620	633	933		324
Zaragoza	325	296	325	863	324	

Formular el problema de maximizar los beneficios netos de la compañía.

PROBLEMA: SMARTPHONE

El Departamento de Usabilidad y Accesibilidad de un importante fabricante de móviles es el responsable del diseño del menú tesela de un nuevo teléfono móvil táctil que están desarrollando. A este Departamento se le plantea la selección de las aplicaciones a colocar en dicho menú. Según estudios del Departamento que realiza la instalación del sistema operativo del móvil, la configuración inicial de los menús no se cambia en el 50 % de los móviles vendidos.



El fabricante de móviles ha llevado a cabo un estudio conductista sobre el uso de cada parte de la pantalla táctil y ha observado los porcentajes  $p_{ij}$  de uso

para cada tesela, siendo  $i$  el índice de las filas del menú tesela y  $j$  el índice de las columnas.

Se dispone de un conjunto de 100 posibles aplicaciones, siendo  $l$  el índice para cada aplicación, para colocar en dicho menú inicial.

Una compañía telefónica que desea comercializar el móvil táctil le ha pasado la información confidencial sobre el beneficio neto en c€/min de dichas aplicaciones.

Se quiere analizar las siguientes cuestiones:

1. Formular el problema de optimización de maximizar los beneficios netos de la compañía telefónica para el menú inicial de las aplicaciones. Establecer claramente índices, parámetros, variables, función objetivo y restricciones.
2. El conjunto de aplicaciones se halla segmentado en diferentes categorías  $k$ , como por ejemplo Aplicaciones SW, Llamada de voz, Correo electrónico, Música, Juegos y otras, y no se desea que por columna haya más de dos aplicaciones de la misma categoría.
3. Para evitar conflictos entre fabricantes de las aplicaciones de juegos se ha determinado que se van a colocar, como mucho, cinco aplicaciones de juegos con las siguientes reglas. Se van a colocar aplicaciones proporcionales a la cuota de mercado de cada fabricante  $f$ : si se coloca una aplicación del fabricante *Ubisoft* se deben colocar al menos dos aplicaciones de *Electronic Arts*.
4. Finalmente para evitar investigaciones por parte de la Comisión Europea de la Competencia el porcentaje total de uso estimado de aplicaciones del fabricante *Google* o de *Microsoft* no deben sobrepasar cada uno por separado el 15 %.

#### PROBLEMA: ACTUALIZACIÓN DE SOFTWARE

Se necesita actualizar el software de 5 ordenadores denominados PC1 a PC5. Hay 3 administradores del sistema disponibles AS1 a AS3. Cada administrador del sistema está especializado en un determinado software. El software del PC1 requiere ser actualizado por el administrador AS1, el del PC2 requiere al AS2, los PC3 y PC4 requieren al AS3 y el PC5 requiere al AS2. Existen también relaciones de precedencia en la actualización de cada uno de los ordenadores. El PC1 debe ser actualizado antes del PC2, el PC3 antes del PC4, el PC5 antes del PC2 y el PC4 antes del PC5. Se supone que la acción de actualización del software de cada ordenador dura el mismo tiempo.

¿Cuál es el tiempo mínimo de actualización del sistema compuesto por los 5 ordenadores?

PROBLEMA: FABRICACIÓN DE MICROPROCESADORES

Transmeta fabrica microprocesadores. Una fase importante de la fabricación de microprocesadores es la fundición en horno de elementos de silicio. Desgraciadamente, el proceso de mezcla proporciona silicio con un grado de pureza muy variable. Los posibles grados de pureza se clasifican en G1 (menor pureza) y G2 (mayor pureza).

Se pueden utilizar dos métodos en la fundición de silicio en cada microprocesador. El método 1 tiene un coste de 50 €/microprocesador mientras que el 2 tiene un coste de 70 €/microprocesador. El porcentaje de microprocesadores con silicio de cada grado de pureza obtenido con ambos métodos se muestra a continuación.

Resultado fundición	Método 1	Método 2
Defectuosos	30	15
G1	40	35
G2	30	50

La empresa tiene la posibilidad de refinar silicio obtenido por fundición de todos o parte de los microprocesadores para intentar mejorar la calidad. El coste de refinar el silicio mezclado de un microprocesador es de 25 €/microprocesador. El resultado del proceso de refinado se muestra en la siguiente tabla, donde se indica el porcentaje de microprocesadores de cada grado de pureza obtenidos refinando los diferentes tipos de silicio producto de la mezcla.

Resultado refinamiento	Tipos de silicio fundidos	
	Defectuosos	G1
Defectuosos	65	–
G1	30	60
G2	5	40

El horno de la empresa tiene suficiente capacidad como para fundir o refinar el silicio necesario para 20000 microprocesadores al mes. La demanda mensual que ha de satisfacer es de 3000 microprocesadores de pureza G1 y 2000 de pureza G2. Formular el problema de optimización lineal que minimice el coste de producción de los microprocesadores.

PROBLEMA: ENSAMBLAJE DE EQUIPOS

Cada uno de los seis sistemas de control que configuran la oferta de estos dispositivos de una compañía resulta del ensamblaje de hasta cuatro subsistemas básicos, de acuerdo a lo descrito en la tabla I, donde un 1 en una

### I.3 INVESTIGACIÓN OPERATIVA

casilla significa que el subsistema correspondiente forma parte del sistema de control asociado a esa fila.

Los sistemas de control se ensamblan en tres localizaciones diferentes que utilizan distintas tecnologías en el proceso de ensamblado. Los costes del proceso vienen también dados en la tabla siguiente, así como la demanda y el precio unitario de venta de cada sistema.

Sistemas de control	Subsistema				Localizaciones			Demanda	Precio
	S1	S2	S3	S4	L1	L2	L3		
C1	1		1	1	7.0	5.5	8.1	300	100
C2	1	1	1		6.3	5.8	7.4	150	105
C3	1	1	1	1	7.2	4.1	5.9	170	122
C4		1	1	1	4.8	6.7	4.6	430	114
C5		1		1	5.7	4.6	6.2	700	98
C6	1	1		1	5.1	6.4	5.0	250	107

Los subsistemas son producidos en tres fábricas y desde ellas enviados a los lugares de ensamblaje. Los costes unitarios de fabricación de cada subsistema en cada fábrica, los costes unitarios de transporte entre cada fábrica y cada lugar de ensamblaje y la capacidad de producción de cada fábrica vienen dados en la tabla

	Costes unitarios de fabricación				Costes unitarios de transporte			Capacidad de producción
	S1	S2	S3	S4	L1	L2	L3	
F1	15	19	14	17	1	2	3	1910
F2	18	16	15	20	2	4	1	1300
F3	17	10	16	18	3	2	2	2750

Cada fábrica puede producir cualquiera de los cuatro subsistemas o conjunto de ellos pero, por política de empresa, no puede fabricar más de tres tipos distintos de subsistemas. Por su parte, los centros de ensamblaje pueden, como mucho, ensamblar hasta cuatro sistemas de control diferentes.

Desarrollar un modelo que optimice el sistema logístico completo de fabricación, transporte y ensamblado en orden a obtener el máximo beneficio posible.

PROBLEMA: EMPRESA DE TV



Una empresa de televisión desea gestionar su programación anual en las horas de *prime time* nocturnas (20 a 23 h). Para llenar esas horas dispone de tres programas de éxito reconocido: *Informativos 2*, el magazine *Operación Musical* y la serie *Hospital Comarcal*. La programación anual se divide en las temporadas de invierno, primavera, verano y otoño, por este orden. Los índices de audiencia (estimados por una empresa especialista en investigación de mercados audiovisuales y expresados en número previsto de millones de espectadores) de cada programa cambian en cada temporada dependiendo de la hora de emisión de *prime time* y se muestran en la siguiente tabla:

	Invierno	Invierno	Invierno	Primavera	Primavera	Primavera
	20-21	21-22	22-23	20-21	21-22	22-23
Informativos 2	2.5	2.25	2	2.7	2.9	2.95
Hospital Comarcal	2.7	3.6	4.2	4	3.6	3.4
Operación Musical	3.5	3.6	3.8	3	3.1	2.8

	Verano	Verano	Verano	Otoño	Otoño	Otoño
	20-21	21-22	22-23	20-21	21-22	22-23
Informativos 2	2.6	2.35	2.2	2.7	2.9	2.95
Hospital Comarcal	2.7	3.7	4.3	4	3.6	3.4
Operación Musical	3.3	3.5	3.9	3	3.5	2.8

Al final del año pasado la empresa de televisión emitía en primer lugar *Informativos 2*, a continuación *Hospital Comarcal* y por último *Operación Musical*. La empresa quiere conocer la programación óptima para el presente año que maximice el número de espectadores previstos, sabiendo que cada cambio en la parrilla horaria de los programas entre una temporada y la siguiente supone una pérdida de 250000 espectadores. Adicionalmente, la Dirección General ha impuesto la restricción de que entre temporadas consecutivas no se produzcan más de tres cambios de horario de emisión entre la parrilla de una temporada y la anterior. Por el éxito tenido en los años anteriores se ha decidido que el orden de emisión, no necesariamente consecutivo, de *Hospital Comarcal* primero y *Operación Musical* después se mantenga tanto en invierno como en primavera, aunque es revisable para las otras dos temporadas, y que en verano se emita *Operación Musical* el último

### I.3 INVESTIGACIÓN OPERATIVA

mientras que otoño se emitirá *Informativos 2* en primer lugar. Proponer un modelo de optimización para este problema.

#### PROBLEMA: REPARTO DE ENTRADAS

El Presidente del Real Mandril, Perentino Flórez, ha ideado una estrategia para aumentar el aprovechamiento que los socios hacen de sus abonos con el doble objetivo de llenar más el estadio y hacer extensiva la afición de los socios a sus familiares y amigos. Ésta consiste en permitir que un número indeterminado de socios con asientos contiguos compartan sus asientos entre sí, de forma que cada uno de ellos pueda llevar a algunos de sus familiares o amigos a ciertos partidos utilizando los asientos de los socios vecinos.

Para garantizar el atractivo de la operación, Perentino quiere un reparto de entradas que ofrezca las siguientes posibilidades:

1. Cada socio puede elegir el número de partidos en el que quiere 1 entrada, 2 entradas, 3 entradas, etc. de forma que en total no sume más de 19 (hay 19 partidos).
2. Cada socio puede elegir uno o varios partidos a los que quiere asistir con seguridad.
3. Cada socio debe valorar el interés que para él tienen los 19 partidos (1: máximo interés, 19: mínimo interés), de forma que el objetivo del sistema sea minimizar el descontento general del grupo de socios considerado.
4. Se debe garantizar que cada socio acuda al menos una vez al campo cada dos meses.

A modo de ejemplo, considérese el grupo de socios formado por Santi, Fernandito, Toño, Salva, Iñigo y Mik. La siguiente tabla indica la valoración que estos socios hacen de cada uno de los diecinueve partidos:

	Santi	Fernandito	Toño	Salva	Iñigo	Mik
1	7	8	9	11	9	11
2	15	14	16	16	12	14
3	8	15	15	12	13	15
4	14	13	17	15	16	16
5	10	7	14	9	2	12
6	16	12	8	13	14	13
7	13	16	18	19	19	17
8	3	2	4	2	4	1
9	11	5	6	6	8	4
10	4	4	5	5	7	7

11	17	19	10	18	15	18
12	18	18	19	17	18	19
13	2	3	3	3	3	3
14	12	11	13	10	10	8
15	1	1	1	1	1	2
16	6	9	7	4	5	10
17	19	17	11	14	17	6
18	5	10	12	8	6	9
19	9	6	2	7	11	5

La siguiente tabla indica el número de partidos a los que cada uno de los socios quiere acudir con el número de entradas indicado:

	Santi	Fernandito	Toño	Salva	Iñigo	Mik
1 entrada	9	3	3	1	17	5
2 entradas	5	8	4	7	1	7
4 entradas	0	0	2	1	0	0

La siguiente tabla indica la fecha en que se celebra cada partido, para garantizar que cada socio acude al campo al menos una vez cada dos meses:

Partido	Fecha
1	01-sep
2	22-sep
3	06-oct
4	27-oct
5	17-nov
6	01-dic
7	15-dic
8	05-ene
9	19-ene
10	02-feb
11	23-feb
12	09-mar
13	23-mar
14	06-abr
15	20-abr
16	04-may
17	18-may

18	01-jun
19	22-jun

Además, todos los socios quieren acudir al partido n° 15 (Mandril-Parchelona) y Fernandito no quiere ir al campo en enero.

Plantear y resolver el problema de optimización que se obtiene con este ejemplo ilustrativo de la estrategia de Perentino.

¿Cómo se minimizaría el descontento del socio más descontento?

**PROBLEMA: COLECCIÓN DE PROBLEMAS**

En una Escuela de Ingeniería, de cuyo nombre no quiero acordarme, había un profesor que, en cierta ocasión, entregó a un grupo de tres alumnos, Romeo, Julieta y Parsifal, que deseaban hacer méritos adicionales una colección de problemas, de pareja dificultad.

La colección estaba integrada por 8 problemas de programación lineal (LP), 4 de programación dinámica (DP), 6 de teoría de colas (QT) y 6 de gestión de inventarios (ST).

El profesor puso algunas condiciones para valorar el trabajo:

- Tenían que entregarle al menos 18 problemas, so pena de los martirios del infierno y otras amenazas propias de seres galácticos como son los profesores de I.O.: Estos 18 problemas podían ser seleccionados a su gusto por el trío y constituirían la parte básica del trabajo.
- Si presentaban más de los 18 problemas del bloque básico y la media de los básicos era superior a 6.6, los restantes problemas verían incrementada su calificación en un 20 %.
- Tenían que presentarle al menos 5 problemas LP, 2 de DP, 4 de QT, 3 de ST.

Los alumnos, por su parte y a partir de exámenes, pruebas y ejercicios anteriores han obtenido una estadística sobre la calificación media que cada uno de ellos ha obtenido en cada tipo de problema. Esos datos se reflejan en la tabla adjunta. También, y como siempre, nuestros protagonistas están apurados de tiempo, por lo cual cada uno de ellos resolverá como mucho siete problemas.

	LP	DP	QT	ST
Romeo	7.5	5.4	6.8	6.1
Julieta	6.9	4.8	7.3	6.7
Parsifal	6.5	5.0	6.4	7.9

Se trata de construir un modelo de programación lineal entera que permita a los alumnos del trío obtener la máxima puntuación en el trabajo y a vosotros en el problema.

A tal fin, el modelo debe estar adecuadamente explicado (definiciones de variables y restricciones) y sus distintos elementos justificados.