

El **problema de la dieta**, conocido por este nombre, fue uno de los primeros problemas sobre optimización, motivado por el deseo del ejercito americano de asegurar unos requerimientos nutricionales al menor coste. El problema fue analizado y resuelto por George Stigler usando la programación lineal en 1947.

Vamos a ver un ejemplo muy sencillo de este tipo de problema.

Un medico receta a una de sus pacientes una dieta especial de basada en tres productos (arroz, pescado y verduras frescas) que han de combinarse de manera que cumplan una serie de requisitos mínimos en cuanto a proteínas y calorías. Estos mínimos se sitúan en 3 unidades de proteínas y en 4.000 calorías.

Los productos que componen la dieta tienen las siguientes unidades por kilogramo: el arroz contiene 1 unidad de proteína y 2.000 calorías, el pescado tiene 3 unidades de proteínas y 3.000 calorías y, por ultimo, las verduras frescas poseen 2 unidades de proteínas y 1.000 calorías.

a) Si los precios de los tres productos básicos son respectivamente de 55, 125 y 55 pesetas el kilogramo, ¿Cuál debe ser la combinación de productos que cubriendo las necesidades mínimas suponga un menor coste?.

b) Si aumenta el precio del pescado, y este pasa a ser de 140 pesetas. ¿La solución seguirá siendo optima?. Si la respuesta es negativa, cual será la nueva solución?

c) Si disminuye el precio del pescado, y este pasa a ser de 105 pesetas. ¿La solución seguirá siendo optima?. Si la respuesta es negativa, cual será la nueva solución?

d) Si el medico recomienda aumentar el numero de calorías por día, pasando a 4500 calorías diarias. ¿La solución seguirá siendo optima?. Si la respuesta es negativa, cual será la nueva solución?

El fichero GMS , incluyendo la opción de análisis de sensibilidad es:

```
OPTIONS DECIMALS = 8;
VARIABLES
ARROZ, PESCADO, VERDURA, GASTO;
POSITIVE VARIABLES ARROZ, PESCADO, VERDURA;
EQUATIONS
OBJ      FUNCION DE GASTO
CALORIAS, PROTEINAS;
OBJ..      GASTO =E= 55*ARROZ + 125*PESCADO + 55*VERDURA;
CALORIAS.. 2000*ARROZ + 3000*PESCADO + 1000*VERDURA =G= 4000;
PROTEINAS.. ARROZ + 3*PESCADO + 2*VERDURA =G= 3;
MODEL DIETA1 /ALL/;
OPTION LP = CPLEX;
DIETA1.DICTFILE = 4;
DIETA1.OPTFILE = 1;
SOLVE DIETA1 USING LP MINIMIZING GASTO;
```

El fichero solución es:

```

User supplied options:
objrng all
rhsrng all
Optimal solution found.
Objective :          128.333333

EQUATION NAME                LOWER        CURRENT        UPPER
-----
OBJ                          -INF          0             +INF
CALORIAS                     1500         4000          6000
PROTEINAS                    2            3             8

VARIABLE NAME                LOWER        CURRENT        UPPER
-----
ARROZ                       -27.5         0             15
PESCADO                      -15           0             +INF
VERDURA                    -27.5         0             15
GASTO                        0            1             +INF

          LOWER    LEVEL    UPPER    MARGINAL
---- EQU OBJ          .        .        .        1.000
---- EQU CALORIAS  4000.000  4000.000  +INF    0.018
---- EQU PROTEINAS   3.000    3.000    +INF    18.333

          LOWER    LEVEL    UPPER    MARGINAL
---- VAR ARROZ          .        1.667    +INF    .
---- VAR PESCADO        .        .        +INF    15.000
---- VAR VERDURA      .        0.667    +INF    .
---- VAR GASTO        -INF    128.333  +INF    .

**** REPORT SUMMARY :          0    NONOPT
                                0    INFEASIBLE
                                0    UNBOUNDED

```

b) Si aumenta el precio del pescado, y este pasa a ser de 140 pesetas. ¿La solución seguirá siendo óptima?. Si la respuesta es negativa, cual será la nueva solución?

```

OPTIONS DECIMALS = 8;
VARIABLES
ARROZ, PESCADO, VERDURA, GASTO;
POSITIVE VARIABLES ARROZ, PESCADO, VERDURA;
EQUATIONS
OBJ      FUNCION DE GASTO
CALORIAS, PROTEINAS;
OBJ..    GASTO =E= 55*ARROZ + 140*PESCADO + 55*VERDURA;
CALORIAS.. 2000*ARROZ + 3000*PESCADO + 1000*VERDURA =G= 4000;
PROTEINAS.. ARROZ + 3*PESCADO + 2*VERDURA =G= 3;
MODEL DIETAL /ALL/;
OPTION LP = CPLEX;
DIETAL.DICTFILE = 4;
DIETAL.OPTFILE = 1;
SOLVE DIETAL USING LP MINIMIZING GASTO;

```

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
---- EQU OBJ	.	.	.	1.000
---- EQU CALORIAS	4000.000	4000.000	+INF	0.018
---- EQU PROTEINAS	3.000	3.000	+INF	18.333
	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
---- VAR ARROZ	.	1.667	+INF	.
---- VAR PESCADO	.	.	+INF	30.000
---- VAR VERDURA	.	0.667	+INF	.
---- VAR GASTO	-INF	128.333	+INF	.

c) Si disminuye el precio del pescado, y este pasa a ser de 105 pesetas. ¿La solución seguirá siendo óptima?. Si la respuesta es negativa, cual será la nueva solución?

```

OPTIONS DECIMALS = 8;
VARIABLES
ARROZ, PESCADO, VERDURA, GASTO;
POSITIVE VARIABLES ARROZ, PESCADO, VERDURA;
EQUATIONS
OBJ      FUNCION DE GASTO
CALORIAS, PROTEINAS;
OBJ..    GASTO =E= 55*ARROZ + 105*PESCADO + 55*VERDURA;
CALORIAS.. 2000*ARROZ + 3000*PESCADO + 1000*VERDURA =G= 4000;
PROTEINAS.. ARROZ + 3*PESCADO + 2*VERDURA =G= 3;
MODEL DIETA1 /ALL/;
OPTION LP = CPLEX;
DIETA1.DICTFILE = 4;
DIETA1.OPTFILE = 1;
SOLVE DIETA1 USING LP MINIMIZING GASTO;

```

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
---- EQU OBJ	.	.	.	1.000
---- EQU CALORIAS	4000.000	4000.000	+INF	0.020
---- EQU PROTEINAS	3.000	3.000	+INF	15.000
LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL	
---- VAR ARROZ	.	1.000	+INF	.
---- VAR PESCADO	.	0.667	+INF	.
---- VAR VERDURA	.	.	+INF	5.000
---- VAR GASTO	-INF	125.000	+INF	.

d) Si el medico recomienda aumentar el numero de calorías por día, pasando a 4500 calorías diarias. ¿La solución seguirá siendo optima?. Si la respuesta es negativa, cual será la nueva solución?

```

OPTIONS DECIMALS = 8;
VARIABLES
ARROZ, PESCADO, VERDURA, GASTO;
POSITIVE VARIABLES ARROZ, PESCADO, VERDURA;
EQUATIONS
OBJ      FUNCION DE GASTO
CALORIAS, PROTEINAS;
OBJ..      GASTO =E= 55*ARROZ + 125*PESCADO + 55*VERDURA;
CALORIAS.. 2000*ARROZ + 3000*PESCADO + 1000*VERDURA =G= 4500;
PROTEINAS.. ARROZ + 3*PESCADO + 2*VERDURA =G= 3;
MODEL DIETAL /ALL/;
OPTION LP = CPLEX;
DIETAL.DICTFILE = 4;
DIETAL.OPTFILE = 1;
SOLVE DIETAL USING LP MINIMIZING GASTO;

```

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
---- EQU OBJ	.	.	.	1.000
---- EQU CALORIAS	4500.000	4500.000	+INF	0.018
---- EQU PROTEINAS	3.000	3.000	+INF	18.333
	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
---- VAR ARROZ	.	2.000	+INF	.
---- VAR PESCADO	.	.	+INF	15.000
---- VAR VERDURA	.	0.500	+INF	.
---- VAR GASTO	-INF	137.500	+INF	.