

3.16.

La empresa Black Hole, radicada en Africa, debe transportar un contenedor de Cadmio enriquecido a través de seis regiones de la zona del Sahara, para luego regresarlo a la filial de partida. En cada región deberá agregarle un componente químico al cadmio y así, cuando regrese a la fábrica tendrá el producto final listo para procesarlo.

Cuando el contenedor parte, la temperatura del Cadmio es exactamente de cero grados centígrados. Alguno de los componentes que se van agregando aumentan la temperatura del Cadmio en una determinada cantidad de grados, y otros bajan esa temperatura. Ninguno de los componentes puede faltar en el producto final.

Por razones de seguridad, en ningún momento la mezcla del contenedor puede tener una temperatura inferior a cero grados (el contenedor está perfectamente aislado del exterior).

Las distancias entre dos regiones cualesquiera i y j (medidas en kilómetros) son datos fijos, que se representan como constantes D_{ij} . Así también la distancia entre la filial y cada región j es una constante conocida R_j

A continuación se indica el efecto que tiene el componente de cada región sobre el Cadmio; las variaciones de temperatura que éstos producen son constantes y se indican con letras.

| Región | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| La temperatura... | Baja A grados | Sube B grados | Sube C grados | Baja D grados | Sube E grados | Sube F grados |

Situación problemática:

Nos encontramos ante un problema del viajante con algunas restricciones. Un contenedor debe pasar por distintas paradas juntando componentes en cada una. La temperatura del contenedor no puede bajar de los cero grados, cada componente varía la temperatura de este.

Hipótesis:

- La temperatura de los componentes es siempre la misma, no varía.
- No hay ninguna falla o pérdida que pueda ocasionar un cambio en las temperaturas de los componentes.
- No hay un orden específico para mezclar los componentes, por lo tanto, se puede agregar cualquier componente en cualquier parte del camino.
- Se cuenta con todos los recursos necesarios para poder realizar el recorrido en el orden que se quiera.
- No hay temperatura máxima para el contenedor.
- La temperatura del contenedor solo varía al agregar componentes.

Objetivo:

Determinar el recorrido que tiene que hacer el contenedor para poder pasar por todas las regiones recorriendo la menor cantidad posible de kilómetros y así minimizar costos.

Variables:

X_{ij} (entera bivalente): vale 1 si el contenedor va de i a j , 0 en caso contrario.

U_i (entera): indica el orden en que fue visitada la región i .

T_i : temperatura del contenedor al momento de agregar un componente en la parada i .

X_{ik} : vale 1 si se visitó la región i en el orden k .

Restricciones:

Salgo a un solo lugar)

$$\sum_{\substack{i=0 \\ i \neq j}}^6 X_{ij} = 1, \forall j = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6.$$

Llegó desde un solo lugar)

$$\sum_{\substack{j=0 \\ j \neq i}}^6 X_{ij} = 1, \forall i = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6.$$

No realizo subtours)

$$U_i - U_j + 6 * X_{ij} \leq 5$$

$$\forall i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$$

$$\forall j = 1, 2, 3, 4, 5, 6$$

$$\forall i \neq j$$

Temperatura)

$$T_0 = 0 \text{ (inicial)}$$

$$T_k \geq 0, \forall k = 1, 2, 3, 4, 5, 6$$

Agrego la constante V_i , son la temperatura de la región i según enunciado.

$$T_k = T_{(k-1)} + \sum_i (1, \dots, 6) V_i * X_{ik}$$

$$U_i = 1 * X_{i1} + 2 * X_{i2} + \dots + 6 * X_{i6}$$

$$\sum_i (1, \dots, 6) X_{ik} = 1 \text{ para todo } k = 1, \dots, 6.$$

OTRA FORMA:

A_{ij} : 1 si i se visita antes que j

$$T_j = \sum_i V_i * A_{ij} + V_j$$

$$-(1 - A_{ij}) * 5 \leq U_j - U_i \leq A_{ij} * 5$$

Funcional)

$$Z(\text{MIN}) = \sum_{j=1}^6 X_{0j} * R_j + \sum X_{ij} * D_{ij} (\forall i, j = 1, 2, 3, 4, 5, 6. \forall i \neq j)$$

Defino D_{0j} como R_j , etc.

$$Z_{\min} = \sum_i (0, \dots, 6) \sum_j (0, \dots, 6) D_{ij} * Y_{ij}$$
