

### Problema 3: Problema de Localización de Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas

El municipio de Curicó está considerando 15 posibles locales candidatos a vertederos de residuos sólidos de la ciudad. Los costos mensuales por tonelada vertida han sido calculados para evaluar la operación de cada sitio y también han sido estimados los costos de transporte entre cada sitio y las diferentes áreas de recolección de residuos. Además, se conoce el costo fijo de operación mensual que podría tener un vertedero si es localizado en un determinado local. Todos estos datos son mostrados en el archivo de Excel “datos\_ayudantia”.

Considerando que el municipio de Curicó está evaluando detenidamente las posibilidades de construcción de los vertederos, formule los modelos que atiendan las siguientes situaciones:

- Se busca localizar a los vertederos al mínimo costo, sabiendo que cada local tiene capacidad ilimitada para recibir residuos sólidos y que cada área de recolección debe ser atendida por un único local. Se busca localizar a los vertederos al mínimo costo, sabiendo que cada local tiene capacidad ilimitada para recibir residuos sólidos y que cada área de recolección puede ser atendida por diferentes locales.
- Se busca localizar a los vertederos al mínimo costo, sabiendo que cada local puede operar a lo más 3.750 toneladas mensuales de residuos sólidos y que cada área de recolección debe ser atendida por un único sitio. Se busca localizar a los vertederos al mínimo costo, sabiendo que cada sitio puede operar a lo más 3.750 toneladas mensuales de residuos sólidos y que cada área de recolección puede ser atendida por diferentes locales.

#### Desarrollo

- Se busca localizar a los vertederos al mínimo costo, sabiendo que cada local tiene capacidad ilimitada para recibir residuos sólidos y que cada área de recolección debe ser atendida por un único local.

##### 1. Definición de variables

$x_{ij} \in \{0, 1\}$  tal que  $x_{ij} = 1$  ; si los residuos del área  $i$  son recogidos por el sitio  $j$ ,  
 $x_{ij} = 0$  ; en caso contrario;  $i = 1, \dots, 40, j = 1, \dots, 15$

$y_j \in \{0, 1\}$  tal que  $y_j = 1$ ; si se instala el vertedero en el sitio  $j$ ;  
 $y_j = 0$ ; en caso contrario,  $j = 1, \dots, 15$

##### 1.1. Definición de parámetros

$CF_j$  = Costo fijo asociado a instala el vertedero en el sitio  $j$ ;  $j = 1, \dots, 15$

$CO_j$  = Costos operacionales asociados al vertedero instalado en el sitio  $j$ ;  $j = 1, \dots, 15$

$T_i$  = Toneladas del área  $i$  ;  $i = 1, \dots, 40$

$CT_{ij}$  = Costo de transporte asociado de enviar residuos desde el área  $i$  al sitio  $j$  ;  $j = 1, \dots, 15$

##### 2. Función objetivo, minimizar los costos de transporte y operación por tonelada vertida $\min z =$

$$\sum_{j=1}^{15} CF_j * y_j + \sum_{i=1}^{40} T_i \sum_{j=1}^{15} x_{ij} * CO_j + \sum_{i=1}^{40} T_i \sum_{j=1}^{15} x_{ij} * CT_{ij}$$

##### 3. Restricciones

\_Cada área debe ser atendida por un único servidor

$$\sum_{j=1}^{15} x_{ij} = 1 \quad (1) \quad \forall i$$

\_Capacidad ilimitada

$$\sum_{i=1}^{40} T_j * x_{ij} \leq M y_j \quad (2) \quad \forall j, \quad M = \text{suma de las demandas o total de locales}$$

O equivalentemente,

$$\sum_{i=1}^{40} x_{ij} \leq 40 y_j \quad (2) \quad \forall j,$$

4. Restricciones de Integralidad  $x_{ij} \in \{0, 1\}, \forall i, j$

$y_j \in \{0, 1\}, \forall j$

- b) Se busca localizar a los vertederos al mínimo costo, sabiendo que cada local tiene capacidad ilimitada para recibir residuos sólidos y que cada área de recolección puede ser atendida por diferentes locales.

1. Definición de Variables

$x_{ij}$  = toneladas residuos del área  $i$  recogidos por el sitio  $j$ ,  
 $i = 1, \dots, 40, j = 1, \dots, 15$

$y_j \in \{0, 1\}$  tal que  $y_j = 1$ ; si se instala el vertedero en el sitio  $j$ ;  
 $y_j = 0$ ; en caso contrario,  $j = 1, \dots, 15$

2. Función objetivo, minimizar los costos de transporte y operación por tonelada vertida

$$\min z = \sum_{j=1}^{15} CF_j * y_j + \sum_{i=1}^{40} 1 \sum_{j=1}^{15} CO_j * x_{ij} + \sum_{i=1}^{40} \sum_{j=1}^{15} CT_{ij} * x_{ij}$$

3. Restricciones

\_ Cada área puede ser atendida por más de un vertedero

$$\sum_{j=1}^{15} x_{ij} \geq T_i \quad (1) \quad \forall i$$

\_ Capacidad ilimitada

$$\sum_{i=1}^{40} x_{ij} \leq 3.750 y_j \quad (2) \quad \forall j$$

#### 4. Restricciones de Integralidad

$$x_{ij} \geq 0, \forall i, j$$

$$y_j \in \{0, 1\}, \forall j$$