

## Parte I

# El problema del vendedor viajero

## 1. Formulación de Flujo Entero

### 1.1. Conjuntos

$N$  = Conjunto de nodos

$A$  = Conjunto de arcos

### 1.2. Parámetros

$c_{ij}$  = costo asociado al arco  $(i, j)$

### 1.3. Variables

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{si el arco } (i, j) \text{ se encuentra en el tour} \\ 0 & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

$y_{ij}$  = flujo enviado desde el nodo  $i$ , hacia el nodo  $j$

### 1.4. Formulación matemática

$$\min \sum_{(i,j) \in A} c_{ij} \cdot x_{ij} \quad (1)$$

Sujeto a :

$$\sum_{i \in N} x_{ij} = 1 \quad \forall j \in N \quad (2)$$

$$\sum_{j \in N} x_{ij} = 1 \quad \forall i \in N \quad (3)$$

$$\sum_{j \in N \setminus \{0\}} y_{1j} = |N| - 1 \quad (4)$$

$$\sum_{i \in N \setminus \{0\}} y_{ik} - \sum_{j \in N \setminus \{0\}} y_{kj} = 1 \quad \forall k \in N \setminus \{0\} \quad (5)$$

$$y_{ij} \leq (|N| - 1)x_{ij} \quad \forall (i, j) \in A \quad (6)$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\} \quad \forall (i, j) \in A \quad (7)$$

$$y_{ij} \geq 0 \quad \forall (i, j) \in A \quad (8)$$

## 2. Formulación MTZ

### 2.1. Conjuntos

$N$  = Conjunto de nodos

$A$  = Conjunto de arcos

### 2.2. Parámetros

$c_{ij}$  = costo asociado al arco  $(i, j)$

### 2.3. Variables

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{si el arco } (i, j) \text{ se encuentra en el tour} \\ 0 & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

$t_i$  = posición en que se recorre el nodo  $i$  en el tour

### 2.4. Formulación matemática

$$\min \sum_{(i,j) \in A} c_{ij} \cdot x_{ij} \quad (9)$$

Sujeto a :

$$\sum_{i \in N} x_{ij} = 1 \quad \forall j \in N \quad (10)$$

$$\sum_{j \in N} x_{ij} = 1 \quad \forall i \in N \quad (11)$$

$$\sum_{j \in N \setminus \{0\}} y_{1j} = |N| - 1 \quad (12)$$

$$t_j \geq t_i + 1 - |N| \cdot (1 - x_{ij}) \quad \forall (i, j) \in A, i \neq 0, j \neq 0 \quad (13)$$

$$t_0 = 0 \quad (14)$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\} \quad \forall (i, j) \in A \quad (15)$$

$$t_i \in \mathbb{Z}_0^+ \quad \forall i \in N \quad (16)$$