

# Bus Evacuation Problem

ILI-295

Ayudante: Ignacio Espinoza V.

`ignacio.espinozav@alumnos.inf.utfsm.cl`

Departamento de Informática, UTFSM

9 de mayo de 2017

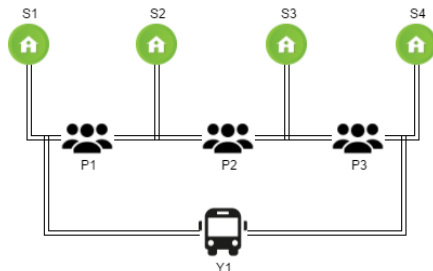
- 1 Definición
  - Descripción general
  - Objetivo de BEP
  - Restricciones
  - Parámetros
- 2 Formato Instancia
- 3 Ejemplo de instancia
- 4 Output
- 5 Referencias

- El **Bus Evacuation Problem (BEP)** consiste en la planificación de una evacuación de una zona urbana en una situación de emergencia (huracanes, tsunamis, etc.), con la ayuda del transporte público.
- Variación del Vehicle Routing Problem (VRP).
- Área: Evacuation Planning y Disaster Management.
- Se enfoca en el rescate de personas **tránsito-dependientes**.

# Definición

## Descripción general

- Los **evacuados** se reúnen en **puntos de encuentro**.
- **Buses** capacitados se usan para recoger a los evacuados en los puntos.
- Luego son transportados a **refugios** para que estén a salvo fuera de la zona de peligro.
- Tanto buses como refugios tienen limitaciones de capacidad.



Objetivo del problema:

- Generar un **recorrido** para cada bus, buscando **minimizar** el tiempo total de evacuación, de modo que **todos** los evacuados sean transportados a los refugios.

Es decir, se busca minimizar el tiempo de viaje del bus que demora más en completar la evacuación.

### Restricciones:

- Todos las personas deben ser evacuadas a los refugios.
- No se puede exceder la capacidad de los refugios ni de los buses.
- El primer movimiento de los buses es salir de la estación de buses.

### Parámetros:

- $B$ : número de buses
- $Q$ : capacidad de buses
- $P$ : número de puntos de encuentro
- $S$ : número de refugios
- $E$ : cantidad de estaciones
- $(d_{ij})_{i \in [P], j \in [S]}$ : Matriz de distancias entre los puntos de encuentro  $i$  en  $[P]$  y los refugios  $j$  en  $[S]$ , donde  $[P]=1...P$  y  $[S]=1...S$ .
- $(d_i^{start})_{i \in [P]}$ : Vector de distancias entre la estación de partida y los puntos de encuentro  $i$  en  $[P]$ .
- $(\ell_i)_{i \in [P]}$ : Vector con la cantidad de personas en cada punto de encuentro  $i$  en  $[P]$ .
- $(e_k)$ : Vector con la cantidad de buses en la estación  $k=1...E$ .
- $(u_j)_{j \in [S]}$ : Vector con las capacidades de cada refugio  $j$  en  $[S]$ .

# Instancias

## Formato de instancias

B: [capacidad de buses]

E: [#busesEstación1] [#busesEstación2] ... [#busesEstaciónE]

P: [#personasTotalPE]: [#personasPE1] ... [#personasPEP]

S: [capacidadTotalS]: [capacidadS1] [capacidadS2] ... [capacidadSS]

Estación1: [dist\_Estación1-PtoEncuentro1] ... [dist\_Estación1-PtoEncuentroP]

Estación2: [dist\_Estación1-PtoEncuentro1] ... [dist\_Estación1-PtoEncuentroP]

(...)

EstaciónE: [dist\_Estación1-PtoEncuentro1] ... [dist\_Estación1-PtoEncuentroP]

PtoEncuentro1 : [dist\_PtoEncuentro1-Refugio1] [dist\_PtoEnc1-Ref2] ... [dist\_PtoEnc1-RefR]

PtoEncuentro2 : [dist\_PtoEncuentro1-Refugio1] [dist\_PtoEnc1-Ref2] ... [dist\_PtoEnc1-RefR]

(...)

PtoEncuentroP : [dist\_PtoEncuentro1-Refugio1] [dist\_PtoEnc1-Ref2] ...

[dist\_PtoEnc1-RefR]

—

InstanceBEP-<#estaciones >-<#p. encuentro >-<# refugios >-<# buses >.txt



# Ejemplo de instancia

## Parámetros

- $B = 3$  buses con capacidad para 1 persona
- $P = 3$  puntos de encuentro
- $S = 3$  refugios
- $I = \{1,3,3\}$  cantidad de personas en los puntos de encuentro
- $u = \{4,4,1\}$  capacidad de los refugios
- $d^{start} = \{7,4,9\}$  distancias iniciales E-P

Matriz de distancias P-S:

$$d = \begin{pmatrix} 6 & 7 & 8 \\ 10 & 9 & 2 \\ 6 & 3 & 7 \end{pmatrix}$$

# Ejemplo de instancia

InstanceBEP-1-3-3-3.txt

3: 1

1: 3

3: 7: 1 3 3

3: 9: 4 4 1

1: 7 4 9

1: 6 7 8

2: 10 9 2

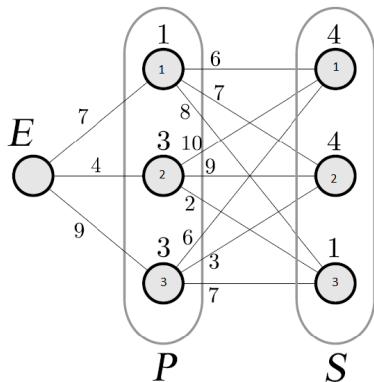
3: 6 3 7

—

InstanceBEP-1-3-3-3.txt

# Ejemplo de instancia

## Solución



## Solución óptima

**Bus 1:** (1,1) ; (3,2) ; (-,-)

Tiempo de evacuación: 22

**Bus 2:** (2,1) ; (3,2) ; (-,-)

Tiempo de evacuación: 23

**Bus 3:** (2,3) ; (2,2) ; (3,2)

Tiempo de evacuación: 23

**Tiempo Total de evacuación: 23**

*(i,j): viaje realizado de un punto  $i \in P$  a un refugio  $j \in S$ .*

- Su implementación debe generar un archivo de salida con la mejor solución encontrada.
  - Técnicas completas, generar soluciones candidatas a óptimo.
- El archivo deberá tener de nombre INSTANCIA.output, donde **INSTANCIA** es el nombre de la instancia utilizada para generar esa solución.

# Output

INSTANCE.output

1	tb1	tr1b1	tr2b1	tr3b1	...
2	tb2	tr1b2	tr2b2	tr2b2	...
3	tb3	tr1b3	tr2b3	tr3b3	...

idbusf

personasRefugio1

personasRefugio2

...

—

$tb_n$ : tiempo evacuación bus  $n$

$tb_{mbn}$ : ruta bus  $n$  en el tiempo  $m$

idbusf: id de bus que determina el tiempo total de evacuación<sup>1</sup>

personasRefugio $S$ : número de personas refugiadas en  $S$

---

<sup>1</sup>puede ser más de uno

# Output

InstanceBEP-1-3-3-3.output





1	22	(1,1)	(3,2)	-
2	23	(2,1)	(3,2)	-
3	23	(2,3)	(2,2)	(3,2)

2 3

2

4

1

-  Bish, Douglas R  
Planning for a bus-based evacuationg  
*OR Spectrum*, 33(3): 629 - 654, Springer, 2011.
-  Goerigk, Marc and Grün, Bob  
The robust bus evacuation problem  
Technical Report, Fachbereich Mathematik, Technical University of Kaiserslautern, 2012.
-  Goerigk, Marc and Grün, Bob and Heßler, Philipp  
Branch and bound algorithms for the bus evacuation problem  
*Computers & Operations Research*, 40(12): 3010-3020, Elsevier, 2013.
-  Goerigk, Marc and Grün, Bob  
A robust bus evacuation model with delayed scenario information  
*OR Spectrum*, 36(4): 923 - 948, Springer, 2014.

# Bus Evacuation Problem

ILI-295

Ayudante: Ignacio Espinoza V.

`ignacio.espinozav@alumnos.inf.utfsm.cl`

Departamento de Informática, UTFSM

9 de mayo de 2017