

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA – BARCELONATECH
OPE – ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y DE EMPRESA (ASPECTOS TÉCNICOS, JURÍDICOS
Y ECONÓMICOS EN PRODUCCIÓN)

Organización Industrial. Localización

ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL – Máster Universitario en Ingeniería de Automoción (240MEAUT) - ETSEIB

Joaquín Bautista-Valhondo

OPE-PROTHIUS – OPE-MSc.2017/40 240AU018 (20170915) - <http://futur.upc.edu/OPE> - www.prothius.com -
Departamento de Organización de Empresas – UPC



PROTHIUS
Càtedra Organització Industrial

OI' 17 – Loc 0
J Bautista

Contenido

- Preliminares (localización)
- Ejemplos
- Criterios de selección
- Decisión Multicriterio
- Distancias y costes
- Localización unidimensional
- Localización bidimensional
- Líneas isocoste
- Localización de diversas instalaciones
 - Cubrimiento
 - Asignación de productos

Ref.: Companys, R.; Corominas, A. (1993) Organización de la producción I. Diseño de sistemas productivos 1 . Edicions UPC. BCN.



PROTHIUS
Càtedra Organització Industrial

Localización de sistemas productivos

- *Concepto:* La localización es una decisión clave en el diseño del sistema productivo. Significa responder a la pregunta ¿cuál es el mejor emplazamiento para el sistema?
- *Tipo de decisión*
 - Multicriterio
 - Jerarquizada
- *Clasificaciones*
 - Manufactura - servicios
 - Según el tipo de instalación
 - Espacio continuo - discreto
 - Una instalación - múltiples instalaciones (con o sin interacción)
 - Según la estructura de la red de comunicaciones (distancia rectangular, euclídea, definida por un grafo,...)



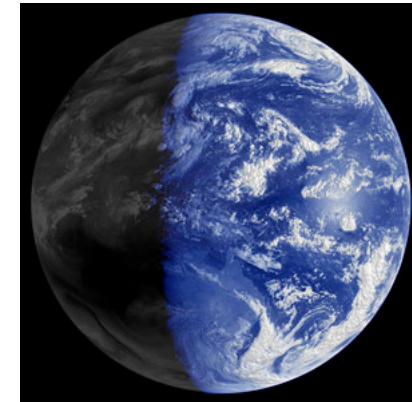
Ejemplos de problemas de localización

- Central térmica
- Planta incineradora de residuos urbanos
- Zona de actividades logísticas (ZAL)
- Parque de atracciones
- Almacén de distribución
- Tercera pista de un aeropuerto
- Estación del TAV
- Biblioteca en un campus universitario
- Comisaría de policía
- Columna de destilación en una instalación química
- Mercado municipal
- Grúa fija en una obra de construcción
- Parada de autobús a lo largo de la línea
- Salida de emergencia en un edificio
- Fotocopiadora en un departamento administrativo
- Indicador de alarma en un panel de control
- Máquina expendedora de bebidas en un bar
- Tecla de escape en un ordenador



Criterios para elegir el país o área geográfica

- Estructura de las comunicaciones
- Medios de transporte
- Convertibilidad de la moneda
- Impuestos, tasas y aranceles
- Disponibilidad y coste de la mano de obra
- Estabilidad política, económica, monetaria,...
- Posibilidad de conflictos bélicos
- Posibilidad de repatriación de beneficios y capital
- Disponibilidad y coste de los recursos naturales
- Discriminación hacia empresas extranjeras
- Incentivos a la inversión o a la implantación industrial
- Sindicatos



Criterios para elegir la región geográfica

- Accesibilidad a las fuentes de materias primas
- Disponibilidad de mano de obra y salarios
- Clima
- Presencia de núcleos con alta densidad de población
- Transporte y comunicaciones
- Proximidad de un puerto marítimo o un aeropuerto
- Fiscalidad
- Disponibilidad y coste de la energía
- Servicios, estructura del sector terciario
- Presencia en la región de industrias afines



Criterios para elegir emplazamiento

- Actitud de la comunidad
- Posibilidad de deshacerse de desechos
- Espacio (disponibilidad y coste) para expansión
- Proximidad de determinados servicios (centros escolares, universidades, mercados..)
- Nivel salarial
- Políticas locales, tasas, impuestos, etc.
- Topografía de la zona
- Medios de transporte y coste de estos
- Disponibilidad de viviendas y coste de las mismas
- Suministro de servicios (energía, agua, combustible,...)
- Posibilidad de conservar mano de obra actual
- Disponibilidad de mano de obra cualificada
- Proximidad a instalaciones preexistentes
- Experiencias favorables en instalaciones semejantes



Decisión multicriterio (1)

- *Concepto*: Toma de decisiones cuando las consecuencias de las acciones se conocen con un grado razonable de certidumbre y dependen de nuestras preferencias.
- *Elementos*:
 - *Criterios*: Formas de ver lo esencial.
 - *Acciones del decisor*: Alternativas ante la elección.
 - *Utilidad (resultados)*: Evaluación de las consecuencias al elegir (ganancias o pérdidas).

		c_1	c_2	...	c_n
$c_j \in C$	a_1	u_{11}	u_{12}		u_{1n}
$a_i \in A$	a_2	u_{21}	u_{22}		u_{2n}
$u_{ij} \in U$	...				
	a_m	u_{m1}	u_{m2}		u_{mn}

$$U(a_i) = f(U_i, C) \text{ con } U_i = \{u_{kj} \in U : k = i\} \quad \forall a_i \in A$$

Ejemplo 1. Presentación

Ejemplo 1 · Localización California Oil Company (COC) · Enunciado:

California Oil Company (COC), está estudiando la construcción de un puerto para superpetroleros y un pipeline contando con 2 alternativas posibles y 2 criterios para decidir. Las utilidades acción-criterio se recogen en la Tabla-0.

Acciones:

a_1 : Estero Bay

a_2 : Oso Flaco

Criterios:

c_1 : Costes de construcción
y mantenimiento

c_2 : Impacto ambiental

$U(A,C)$	COSTE	IMPACTO
ESTERO BAY	100	50
OSO FLACO	75	100
Preferencia	0.60	0.40

Tabla-0.a: Utilidades acción-criterio y preferencias sobre la construcción de un puerto para superpetroleros y pipeline para COC.

Decisión multicriterio (2)

Procedimientos:

Sean :

C, A Conjunto de criterios, $C = \{c_1, \dots, c_n\}$, y conjunto de acciones, $A = \{a_1, \dots, a_m\}$, del decisor

$u_{i,j}$ Utilidad (ganancia) normalizada de la acción $a_i \in A$ ante el criterio $c_j \in C$

$p_j, u_j^{\max}$ Preferencia por parte del decisor sobre c_j · Utilidad máxima de c_j : $u_j^{\max} = \max_{a_i \in A} \{u_{i,j}\}$

$v_{i,j}, v_j^{\min}$ Frustración normalizada de la acción a_i ante c_j : $v_{i,j} = u_j^{\max} - u_{i,j}$ · Frustración mínima de c_j : $v_j^{\min} = \min_{a_i \in A} \{v_{i,j}\}$

$x_{i,j}$ Variable binaria de mejor acción ante c_j según la ganancia: $(x_{i,j} = 1 \Leftrightarrow u_{i,j} = u_j^{\max}) \wedge (x_{i,j} = 0 \Leftrightarrow u_{i,j} \neq u_j^{\max})$

$y_{i,j}$ Variable binaria de mejor acción ante c_j según la frustración: $(y_{i,j} = 1 \Leftrightarrow v_{i,j} = v_j^{\min}) \wedge (y_{i,j} = 0 \Leftrightarrow v_{i,j} \neq v_j^{\min})$

Procedimiento:

1. Elegir la mejor acción según la ganancia máxima:

$$a^* = \operatorname{argmax}_{a_i \in A} \{f_i(a_i)\}, f_i(a_i) = \sum_{j=1}^n x_{i,j} \quad \forall i$$

2. Elegir la mejor acción según la frustración mínima:

$$a^* = \operatorname{argmin}_{a_i \in A} \{f_i(a_i)\}, f_i(a_i) = \sum_{j=1}^n y_{i,j} \quad \forall i$$

3. Elegir la mejor acción ponderando ganancias-preferencias:

$$a^* = \operatorname{argmax}_{a_i \in A} \{f_i(a_i)\}, f_i(a_i) = \sum_{j=1}^n p_j u_{i,j} \quad \forall i$$

4. Elegir la mejor acción ponderando frustraciones-preferencias:

$$a^* = \operatorname{argmin}_{a_i \in A} \{f_i(a_i)\}, f_i(a_i) = \left\{ \sum_{j=1}^n p_j v_{i,j} \right\} \quad \forall i$$

5. Elegir la mejor acción por jerarquía de criterios (Emplear 1 a 4)



Ejemplo 1. Resolución

Ejemplo 1 · Localización California Oil Company (COC) · Resolución:

$$1. a^* = \operatorname{argmax}_{a_i \in A} \{f_i(a_i)\}, f_i(a_i) = \sum_{j=1}^n x_{i,j}$$

$$f_1(a_1) = 1, f_2(a_2) = 1 \quad \text{No discrimina}$$

$$2. a^* = \operatorname{argmin}_{a_i \in A} \{f_i(a_i)\}, f_i(a_i) = \sum_{j=1}^n y_{i,j}$$

$$f_1(a_1) = 1, f_2(a_2) = 1 \quad \text{No discrimina}$$

$$3. a^* = \operatorname{argmax}_{a_i \in A} \{f_i(a_i)\}, f_i(a_i) = \sum_{j=1}^n p_j u_{i,j}$$

$$f_1(a_1) = 80, f_2(a_2) = 85 \Rightarrow a^* = \text{Oso Flaco}$$

$$4. a^* = \operatorname{argmin}_{a_i \in A} \{f_i(a_i)\}, f_i(a_i) = \sum_{j=1}^n p_j v_{i,j}$$

$$f_1(a_1) = 20, f_2(a_2) = 15 \Rightarrow a^* = \text{Oso Flaco}$$

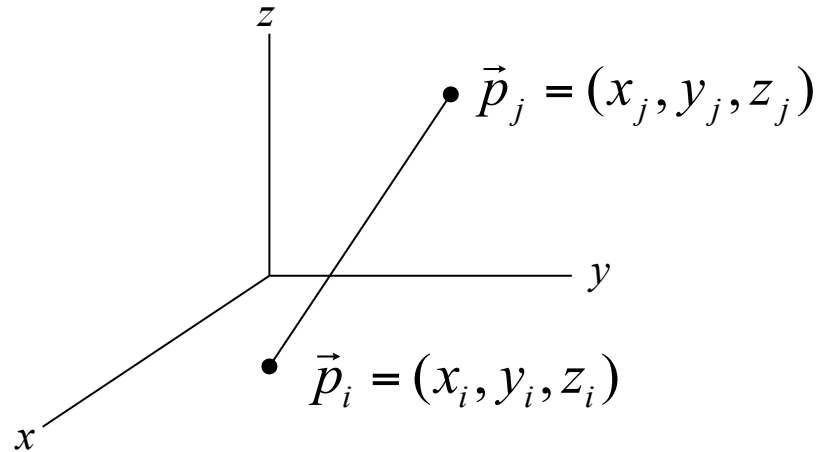
$U(A,C)$	COSTE	IMPACTO	3. $f_i(a_i)$
ESTERO BAY	100	50	80
OSO FLACO	75	100	85
Preferencia	0.60	0.40	85

$V(A,C)$	COSTE	IMPACTO	4. $f_i(a_i)$
ESTERO BAY	0	50	20
OSO FLACO	25	0	15
Preferencia	0.60	0.40	15

Tabla-0.b: Utilidades (U) y Frustraciones (V) sobre la construcción de un puerto para superpetroleros y pipeline para COC.



Distancias



Rectangular: $d_R(\vec{p}_i, \vec{p}_j) = |x_i - x_j| + |y_i - y_j| + |z_i - z_j|$

Euclídea: $d_E(\vec{p}_i, \vec{p}_j) = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 + (z_i - z_j)^2}$

Cuadrática: $d_Q(\vec{p}_i, \vec{p}_j) = (x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 + (z_i - z_j)^2$

Función de coste - Energía

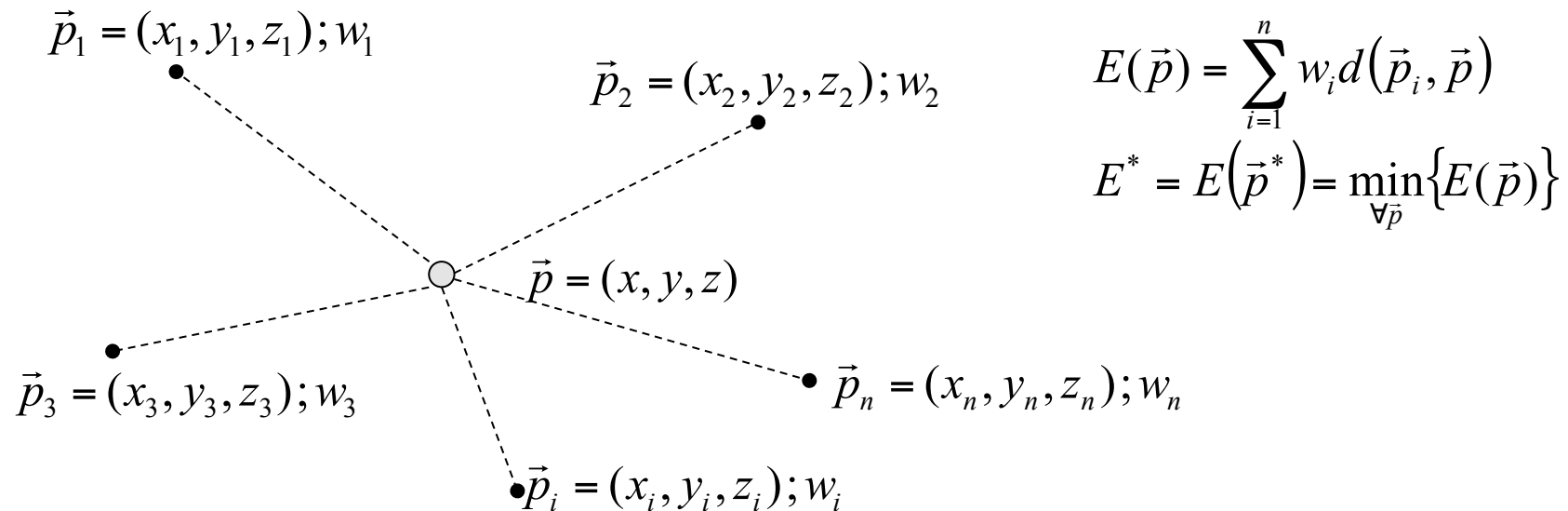
- *Nomenclatura básica:*

I : conjunto de puntos con demanda de servicio ($i = 1, \dots, |I|$) ($n = |I|$)

$w_i, \vec{p}_i$: peso y posición del punto $i \in I$

$d(\vec{p}_i, \vec{p})$: distancia entre la posición de $i \in I$ y la posición $\vec{p}$ del espacio.

$E(\vec{p})$: Función de coste (energía) para la posición $\vec{p}$.



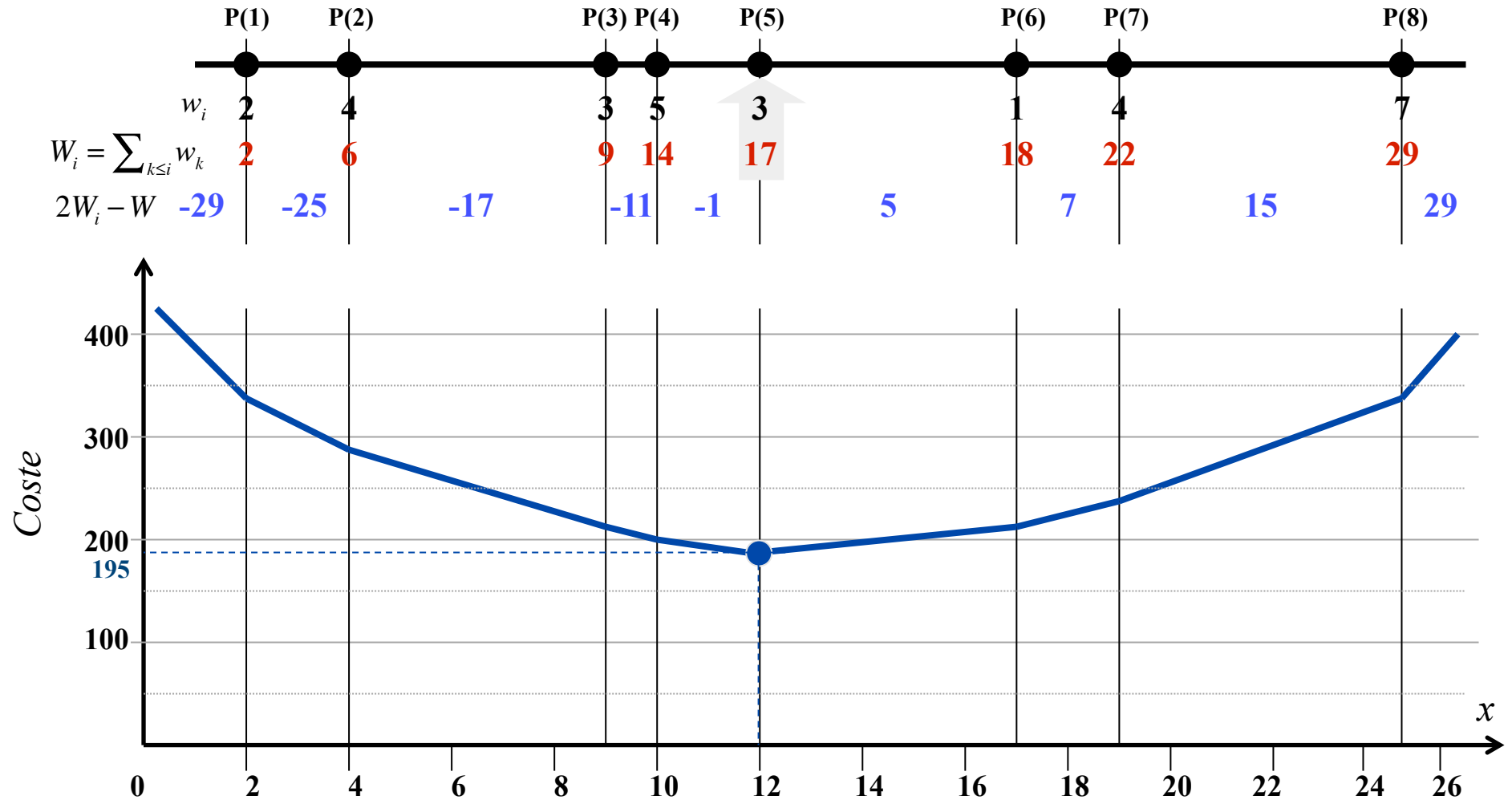
Localización unidimensional. Costes (energía)

- *Posición óptima:*

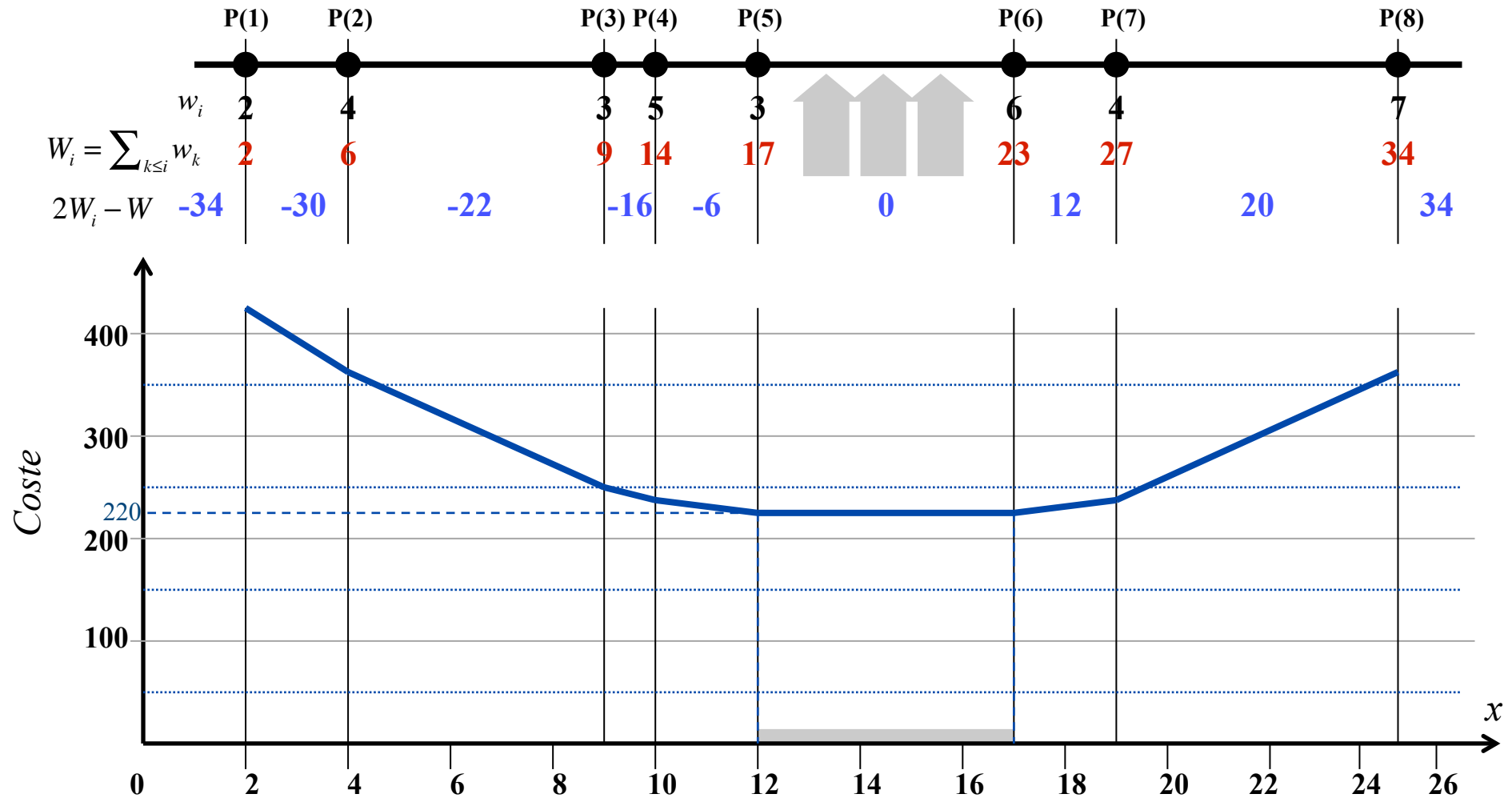
$$E(\vec{p}) = \sum_{i=1}^n w_i d(\vec{p}_i, \vec{p}) = \left\{ \begin{array}{l} (R) : \sum_{i \in I} w_i |x_i - x| \\ (E) : \sum_{i \in I} w_i \sqrt{(x_i - x)^2} \\ (Q) : \sum_{i \in I} w_i (x_i - x)^2 \end{array} \right\}$$

$$E^* = E(\vec{p}^*) = \min_{\forall \vec{p}} \{E(\vec{p})\} = \left\{ \begin{array}{l} (R, E) : x_{i^*} (i^* \in I) : \left(\sum_{i \in I : (x_i < x_{i^*})} w_i \leq \frac{1}{2} \sum_{i \in I} w_i \right) \wedge \left(\sum_{i \in I : (x_i > x_{i^*})} w_i \leq \frac{1}{2} \sum_{i \in I} w_i \right) \\ (Q) : x^* = \frac{\sum_{i \in I} w_i x_i}{W} \text{ con } W = \sum_{i \in I} w_i \end{array} \right\}$$

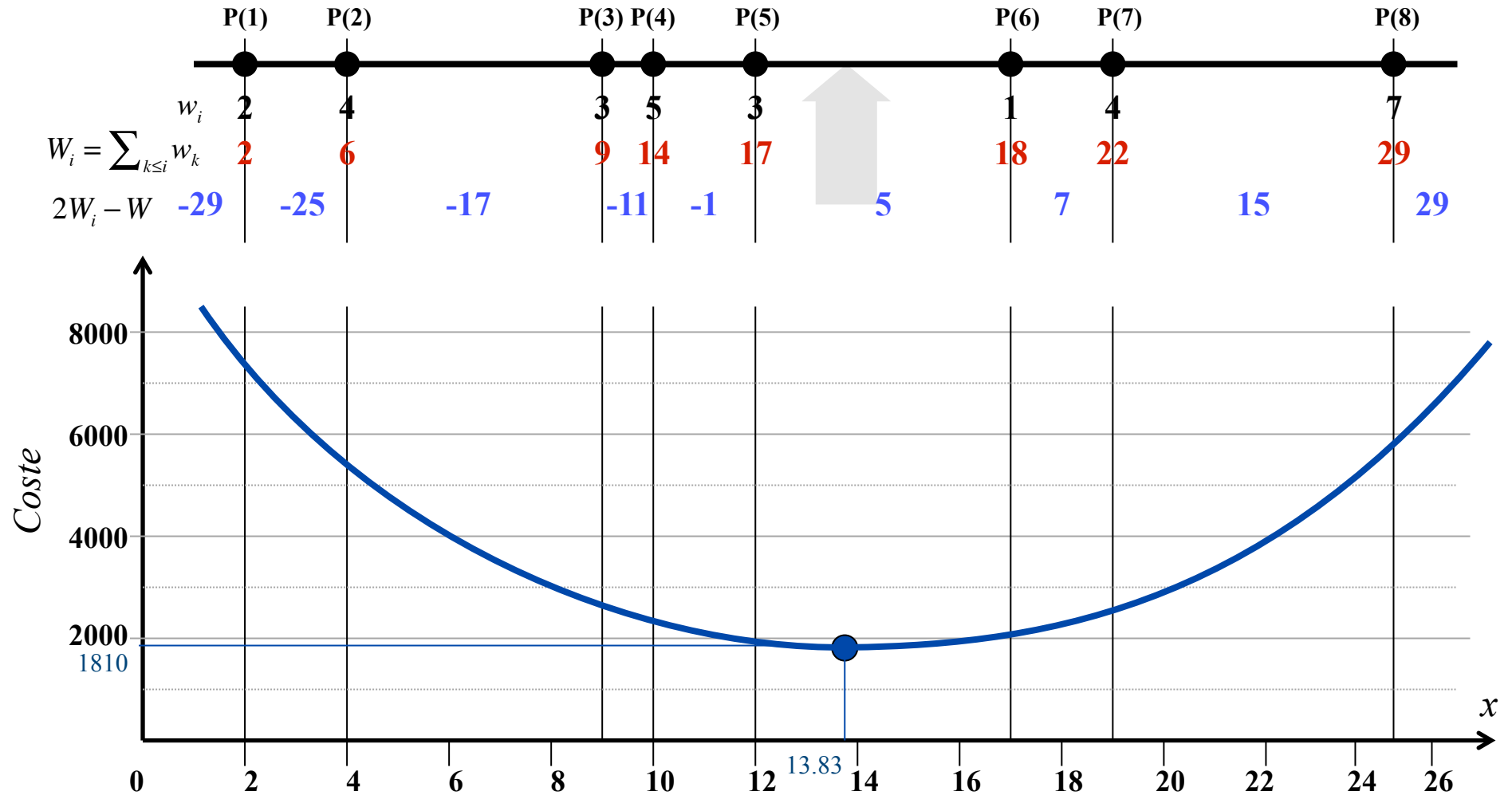
Localización unidimensional (distancias rectangular y euclídea)



Localización unidimensional (d_R, d_E). Óptimo múltiple



Localización unidimensional (distancia cuadrática)

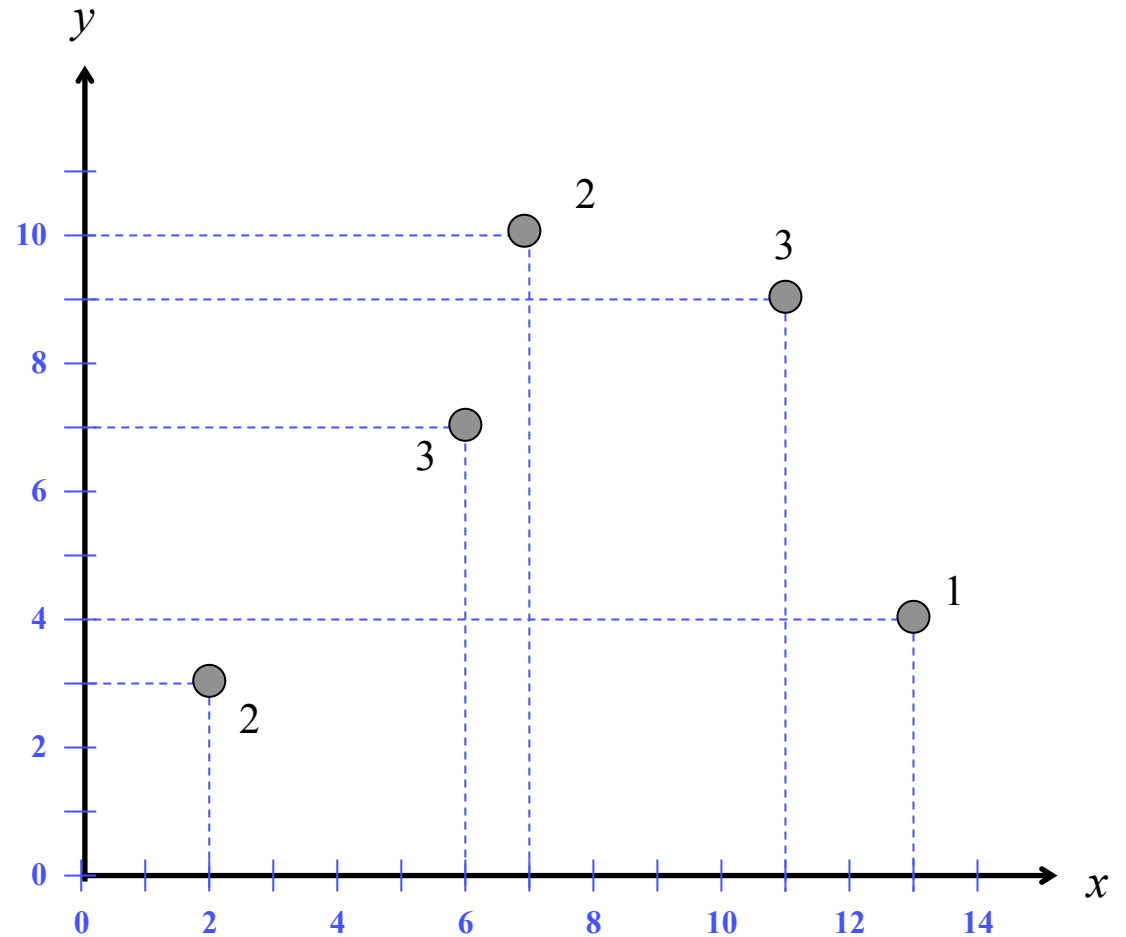


Localización bidimensional

Problemática:

- Distancia rectangular
- Distancia cuadrática
- Distancia euclídea

- Sin restricciones
- Con restricciones



Localización bidimensional (distancia rectangular)

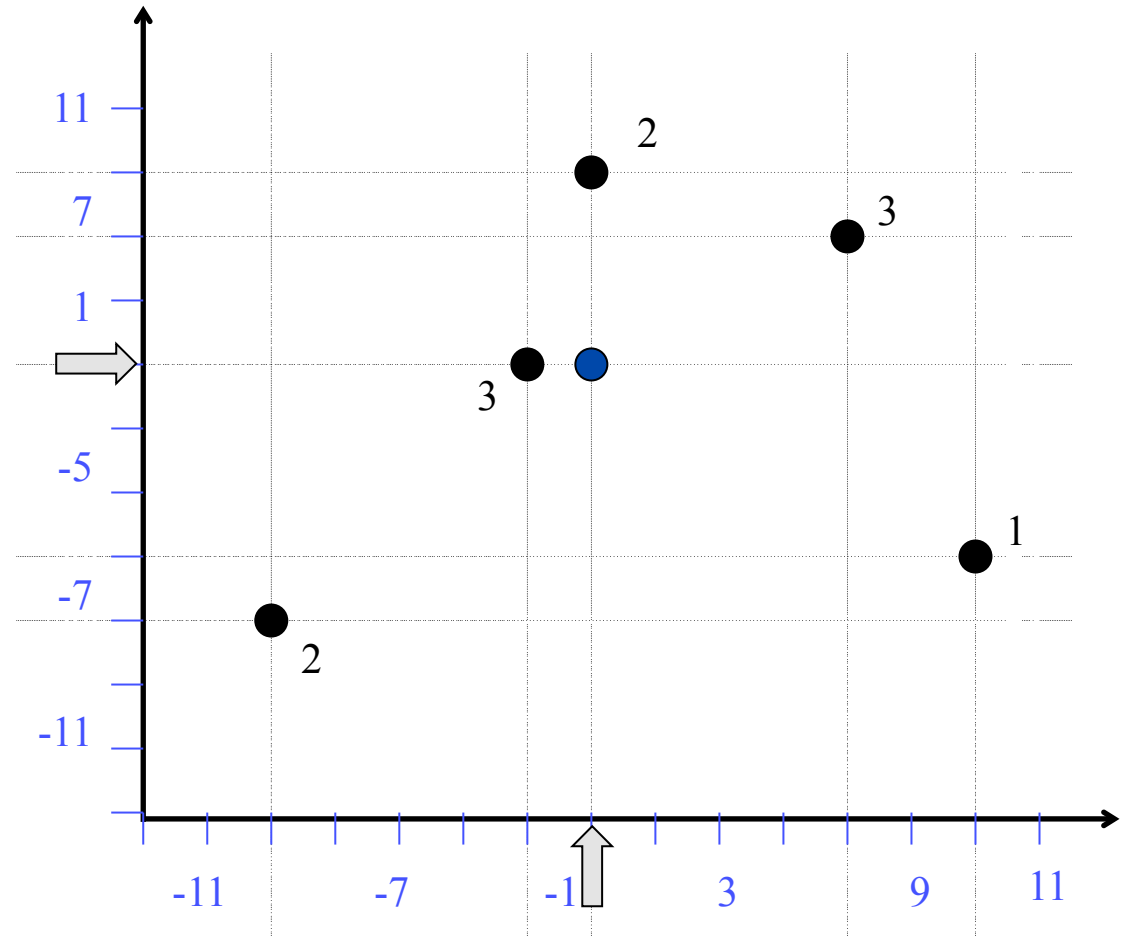
$$d_R(\vec{p}_i, \vec{p}) = |x_i - x| + |y_i - y|$$

$$E(\vec{p}) = \sum_{i=1}^n w_i d_R(\vec{p}_i, \vec{p})$$

$$E(\vec{p}) = \sum_{i=1}^n w_i (|x_i - x| + |y_i - y|)$$

$$E(\vec{p}) = \sum_{i=1}^n w_i |x_i - x| + \sum_{i=1}^n w_i |y_i - y|$$

$$E^* = E(\vec{p}^*) = \min_{\forall \vec{p}} \{E(\vec{p})\}$$



Localización bidimensional (d_R). Óptimo múltiple

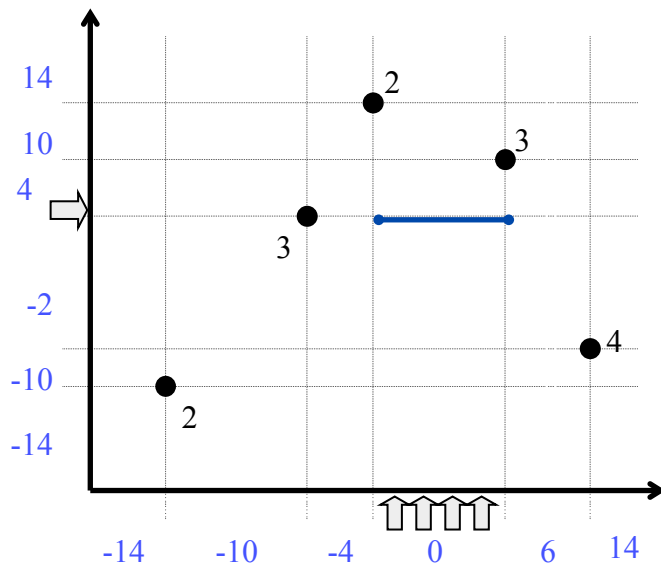


Figura 1: Óptimo múltiple en el eje x .

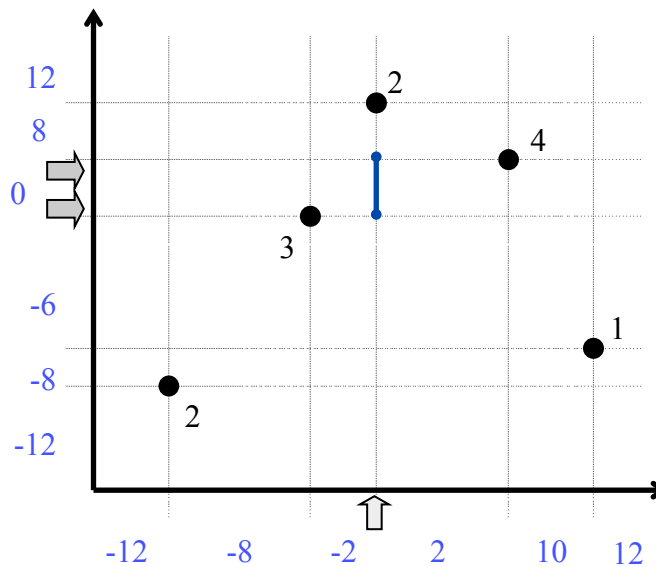


Figura 2: Óptimo múltiple en el eje y .

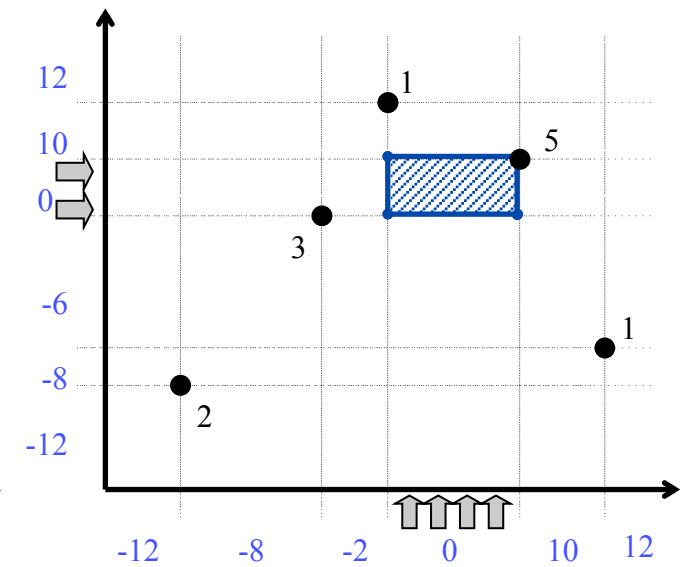


Figura 3: Óptimo múltiple en los ejes x e y .

Localización bidimensional (distancia cuadrática)

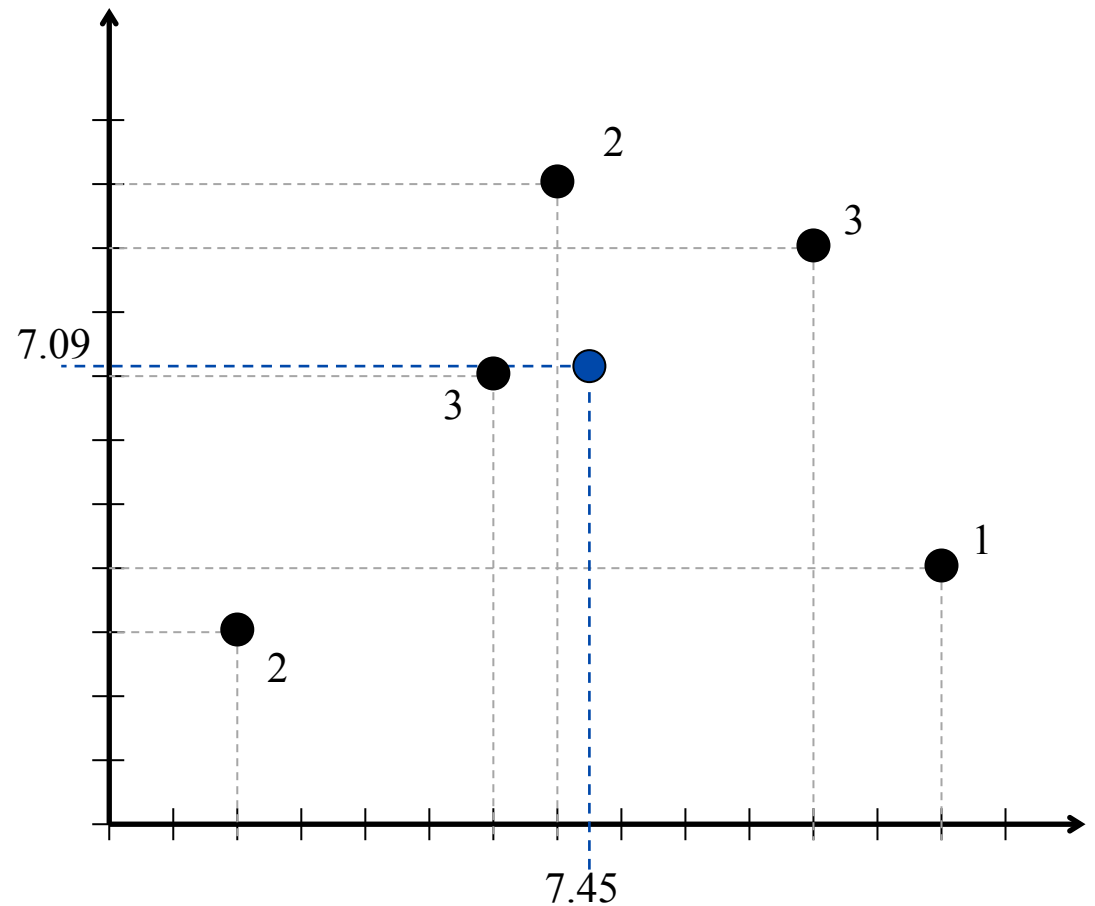
$$d_Q(\vec{p}_i, \vec{p}) = (x_i - x)^2 + (y_i - y)^2$$

$$E(\vec{p}) = \sum_{i=1}^n w_i d_Q(\vec{p}_i, \vec{p})$$

$$E(\vec{p}) = \sum_{i=1}^n w_i (x_i - x)^2 + \sum_{i=1}^n w_i (y_i - y)^2$$

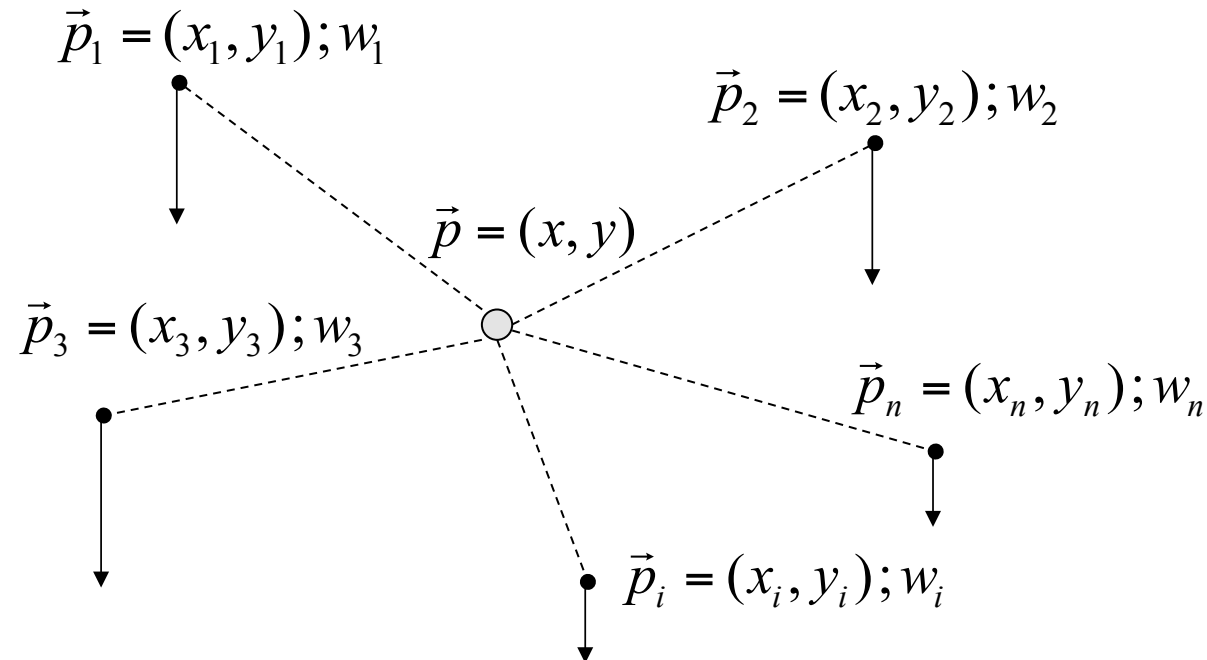
$$E^* = E(\vec{p}^*) = \min_{\forall \vec{p}} \{E(\vec{p})\}$$

$$x^* = \frac{\sum_{i=1}^n x_i w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} ; y^* = \frac{\sum_{i=1}^n y_i w_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$



Localización bidimensional (distancia euclídea). Fermat

$$d_E(\vec{p}_i, \vec{p}) = \sqrt{(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2} ; E(\vec{p}) = \sum_{i=1}^n w_i \sqrt{(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2}$$



Localización bidimensional (distancia euclídea). Óptimo de Kuhn

$$E(\vec{p}) = \sum_{i=1}^n w_i \sqrt{(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2} ; E^* = E(\vec{p}^*) = \min_{\forall \vec{p}} \{E(\vec{p})\}$$

$$x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i g_i(x, y)}{\sum_{i=1}^n g_i(x, y)} ; y = \frac{\sum_{i=1}^n y_i g_i(x, y)}{\sum_{i=1}^n g_i(x, y)} ; g_i(x, y) = \frac{w_i}{\sqrt{(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2 + \varepsilon}}$$

Iteraciones :

$$x^{(k+1)} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i g_i(x^{(k)}, y^{(k)})}{\sum_{i=1}^n g_i(x^{(k)}, y^{(k)})} ; y^{(k+1)} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i g_i(x^{(k)}, y^{(k)})}{\sum_{i=1}^n g_i(x^{(k)}, y^{(k)})}$$

Líneas isocoste (distancia rectangular)

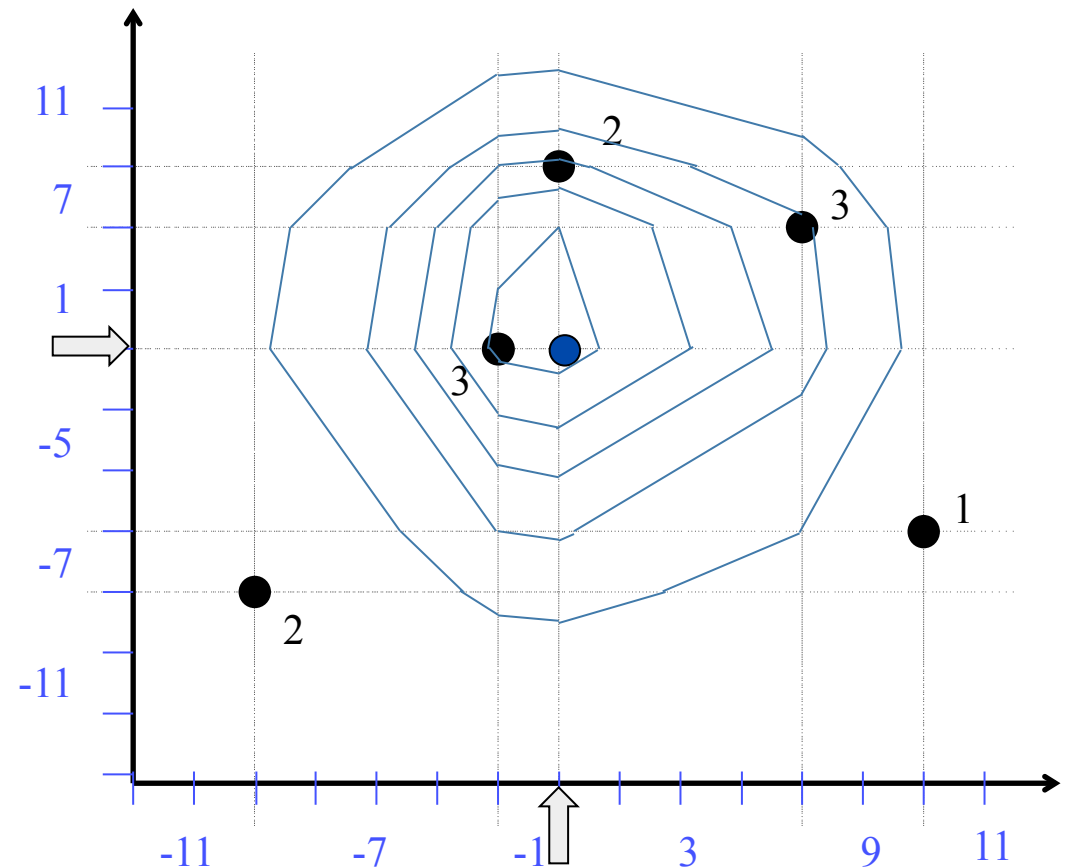
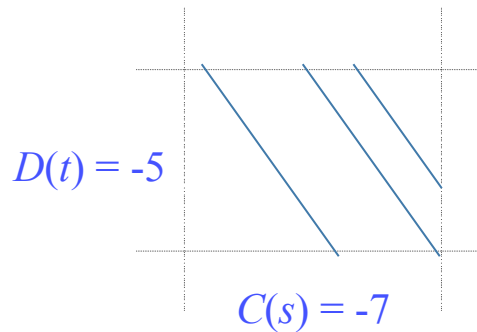
$$L_R(E_0) = \left\{ (x, y) \in \mathbb{R}^2 : \sum_{i=1}^n w_i (|x_i - x| + |y_i - y|) = E_0 \right\}$$

Sean :

$C(s)$: valor asociado al tramo s del eje x

$D(t)$: valor asociado al tramo t del eje y

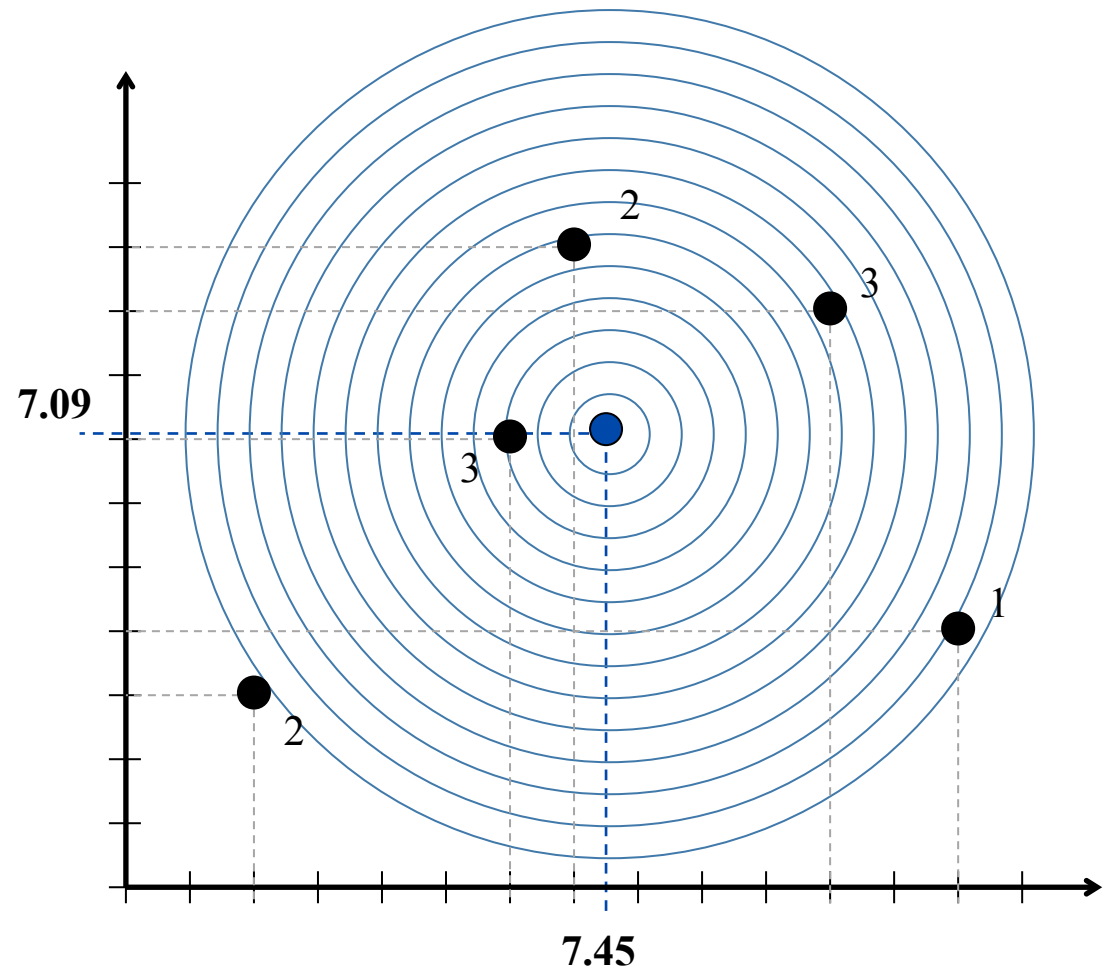
Pendiente reticular : $r(s, t) = -\frac{C(s)}{D(t)}$



Líneas isocoste (distancia cuadrática)

$$L_Q(E_0) = \left\{ (x, y) \in R^2 : \sum_{i=1}^n w_i (x_i - x)^2 + \sum_{i=1}^n w_i (y_i - y)^2 = E_0 \right\}$$

Circunferencias



Líneas isocoste (distancia euclídea)

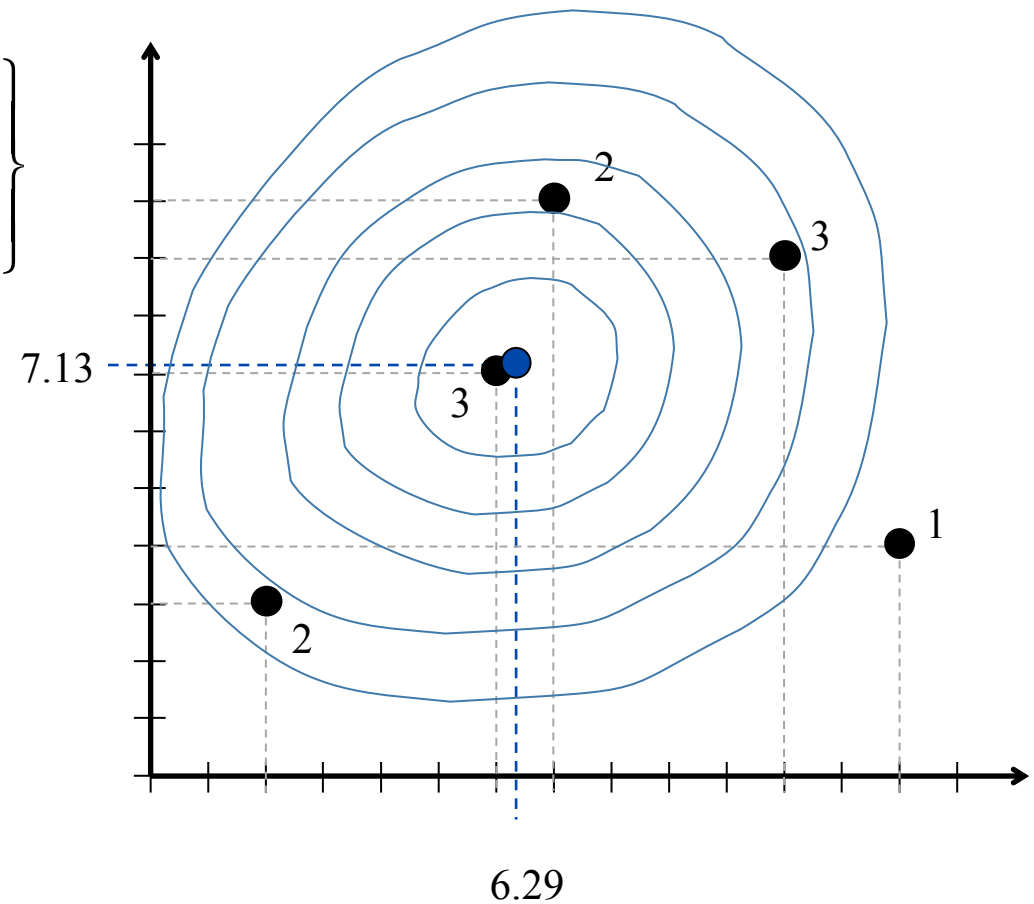
$$L_R(E_0) = \left\{ (x, y) \in R^2 : \sum_{i=1}^n w_i \sqrt{(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2} = E_0 \right\}$$

Procedimiento :

0. Fijar $(x, y) \rightarrow$ Obtener E_0

1. Iterar :

- Fijar E_0, x
- Obtener y



Localización de diversas instalaciones

La localización de una sola instalación es un caso particular del problema de localización. En la realidad el problema es más complejo e incluye las preguntas:

- ¿Cuántas instalaciones?
- ¿Dónde deben localizarse?
- ¿Con qué capacidad?
- ¿Con qué instalaciones o clientes debe relacionarse cada instalación?
- ¿Qué actividades debe desarrollar cada instalación?



Cubrimiento. Preliminares

Condiciones:

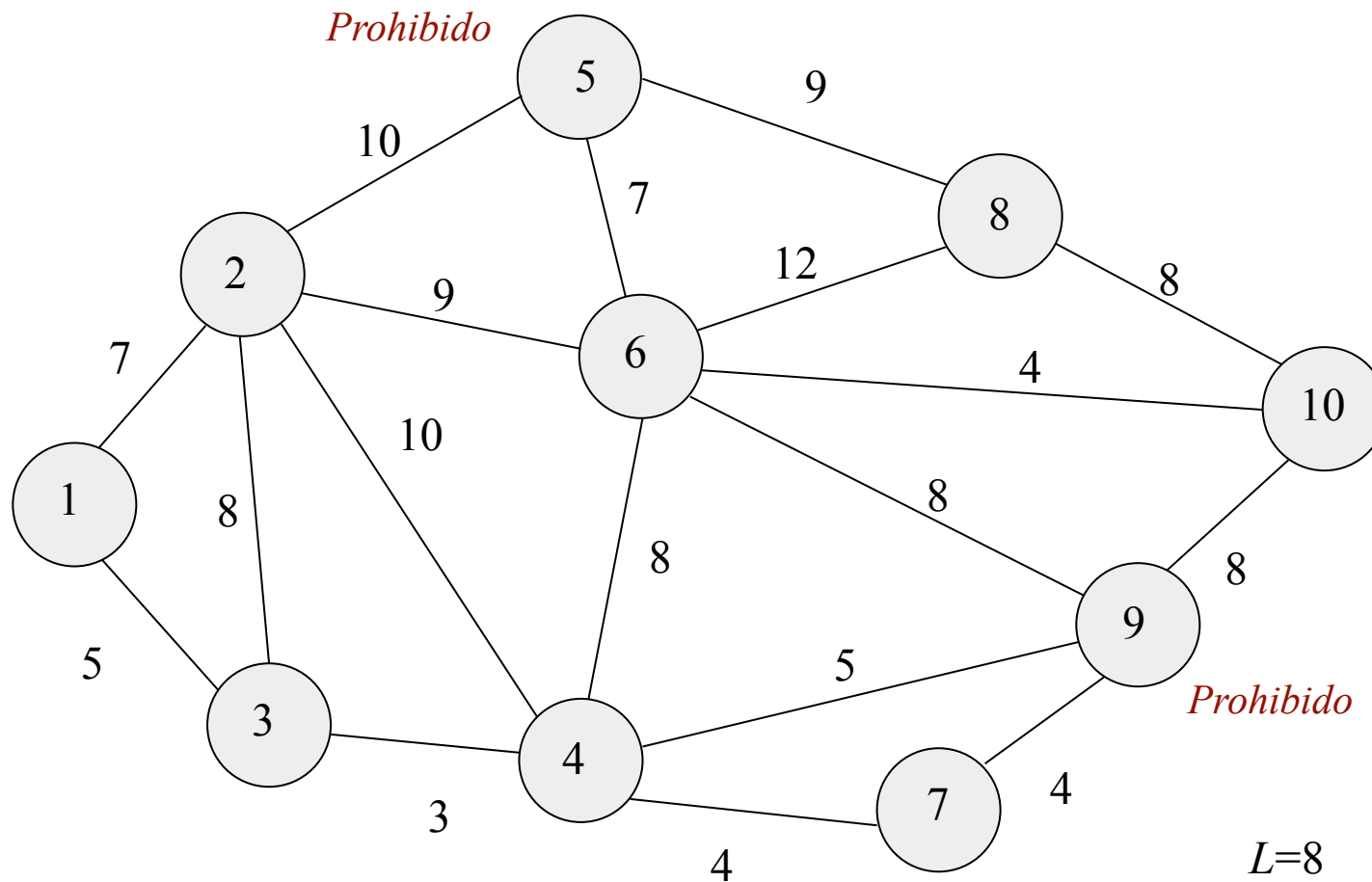
- Se dispone de un conjunto de emplazamientos a cubrir
- Sea L la distancia máxima permitida para cubrir una instalación
- Sea d_i el peso (demanda) asociado al emplazamiento i .
- Se dispone de un grafo G de estructura de comunicaciones
- Se dispone de un conjunto de emplazamientos que no admiten una instalación

Objetivos:

- *Minimizar el número de instalaciones* de forma que todos los emplazamientos queden cubiertos (todo emplazamiento está a una distancia menor o igual a L de la instalación más próxima)
- *Maximizar la suma de pesos (Cobertura)* de los emplazamientos cubiertos con un número de instalaciones prefijado.



Cubrimiento. Ejemplo prototipo



$$\begin{aligned} d_1 &= 2 \\ d_2 &= 6 \\ d_3 &= 3 \\ d_4 &= 8 \\ d_5 &= 5 \\ d_6 &= 4 \\ d_7 &= 7 \\ d_8 &= 10 \\ d_9 &= 9 \\ d_{10} &= 6 \end{aligned}$$

Cubrimiento. Mínimo número de instalaciones (1/2)

- *Nomenclatura básica:*

J : conjunto de emplazamientos ($j = 1, \dots, |J|$)

$I(\subseteq J)$: conjunto de instalaciones potenciales ($i = 1, \dots, |I|$)

L : distancia máxima de cobertura entre una instalación y un emplazamiento

l_{ij} : distancia mínima entre la instalación $i \in I$ y el emplazamiento $j \in J$

$I_j(L) = \{i \in I : l_{ij} \leq L\}$: conjunto de instalaciones que cubren el emplazamiento $j \in J$

x_i : variable binaria que vale 1 si en $i \in I$ se fija una instalación y vale 0 en caso contrario.

- *Modelo:*
$$\text{Min } z_1 = \sum_{i \in I} x_i \quad (0)$$

s.a.:

$$\sum_{i \in I_j(L)} x_i \geq 1 \quad \forall j \in J \quad (1)$$

$$x_i \in \{0, 1\} \quad \forall i \in I \quad (2)$$



Cubrimiento. Mínimo número de instalaciones (2/2)

$$\text{Min } z_1 = \sum_{i=1}^{10} x_i \quad (0)$$

s.a.:

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \geq 1 \quad (1)$$

$$x_1 + x_2 + x_3 \geq 1 \quad (2)$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_7 \geq 1 \quad (3)$$

$$x_1 + x_3 + x_4 + x_6 + x_7 \geq 1 \quad (4)$$

$$x_6 \geq 1 \quad (5)$$

$$x_4 + x_6 + x_{10} \geq 1 \quad (6)$$

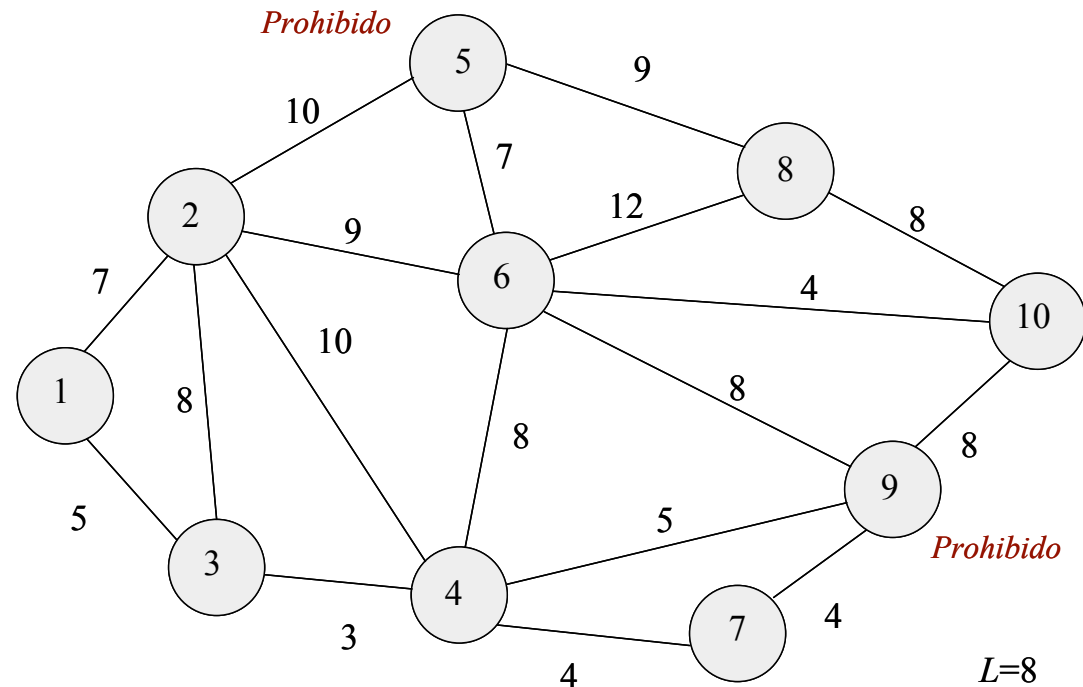
$$x_3 + x_4 + x_7 \geq 1 \quad (7)$$

$$x_8 + x_{10} \geq 1 \quad (8)$$

$$x_3 + x_4 + x_6 + x_7 + x_{10} \geq 1 \quad (9)$$

$$x_6 + x_8 + x_{10} \geq 1 \quad (10)$$

$$x_i \in \{0,1\} \quad \forall i = 1, \dots, 10 \quad (11)$$



$$x_1 + x_2 + x_3 \geq 1 \quad (2)$$

$$x_6 = 1 \quad (5')$$

$$x_3 + x_4 + x_7 \geq 1 \quad (7)$$

$$x_8 + x_{10} \geq 1 \quad (8)$$

$$x_i \in \{0,1\} \quad \forall i = 1, \dots, 10 \quad (11)$$

$$x_3 = x_6 = x_8 = 1$$

$$x_3 = x_6 = x_{10} = 1$$



Cubrimiento. Máxima cobertura o satisfacción de la demanda (1/2)

- *Nomenclatura adicional:*

n : número máximo de instalaciones permitido ($n \leq |I|$)

d_j : demanda o peso del emplazamiento $j \in J$

x_i : variable binaria que vale 1 si en $i \in I$ se fija una instalación y vale 0 en caso contrario

y_j : variable binaria que vale 1 si se cubre el emplazamiento $j \in J$ y vale 0 en caso contrario

- *Modelo:*
$$\text{Max } z_2 = \sum_{j \in J} d_j y_j \quad (0)$$

s.a.:

$$y_j \leq \sum_{i \in I_j(L)} x_i \quad \forall j \in J \quad (1)$$

$$\sum_{i \in I} x_i \leq n \quad (2)$$

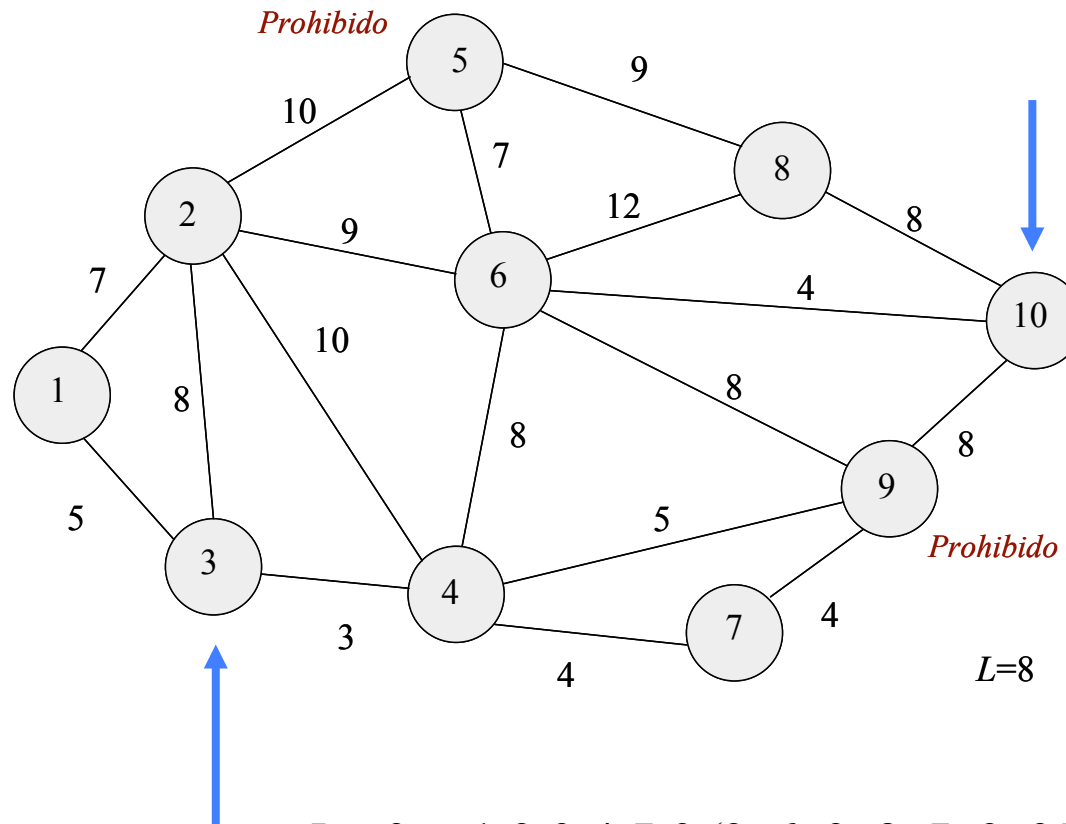
$$x_i \in \{0,1\} \quad \forall i \in I \quad (3)$$

$$y_j \in \{0,1\} \quad \forall j \in J \quad (4)$$



Cubrimiento. Máxima cobertura o satisfacción de la demanda (2/2)

$d_1 = 2$
 $d_2 = 6$
 $d_3 = 3$
 $d_4 = 8$
 $d_5 = 5$
 $d_6 = 4$
 $d_7 = 7$
 $d_8 = 10$
 $d_9 = 9$
 $d_{10} = 6$



Ins-3 : 1-2-3-4-7-9 (2+6+3+8+7+9=35)

Ins-10 : 6-8-10 (4+10+6=20)

Ins.	C.it.1	C.it.2
1	19	---
2	11	---
3	35	---
4	33	4
5	<i>Prohibido</i>	
6	32	15
7	27	---
8	16	16
9	<i>Prohibido</i>	
10	29	20

Asignación de productos a parcelas

Notación:

- m : artículos o productos ($i=1,\dots,m$)
- n : parcelas ($j=1,\dots,n$)
- p : muelles de carga/descarga ($k=1,\dots,p$)

- A_i = número de parcelas necesarias para el artículo i
- c_{ij} = coste de colocar una unidad de producto i en la parcela j
- d_{kj} = distancia entre el muelle k y la parcela j



Asignación de un tipo de producto

Datos:

A = número de parcelas necesarias para el artículo

w_k = proporción de movimiento del artículo por el muelle k

c_j = coste de asignación del artículo a la parcela j (calcular)

$$c_j = \frac{1}{A} \sum_{k=1}^p w_k d_{kj}$$

Procedimiento:

1. Ordenar las parcelas en sentido no decreciente de los costes c_j
2. Asignar las unidades de producto, de una en una, hasta completar A parcelas, según el orden establecido en 1.



Asignación de un producto. Ejemplo

	(4,12) 16	(6,10) 16	(8,8) 16	(10,8) 18	(12,10) 22
S	(2,10) 12	(4,8) 12	(6,6) 12	(8,6) 14	(10,8) 18
←	(2,8) 10	(4,6) 10	(6,4) 10	(8,4) 12	(10,6) 16
	(4,6) 10	(6,4) 10	(8,2) 10	(10,2) 12	(12,4) 16
				↑ E	

Celdas de 2x2 m²

Asignación de varios tipos de producto

Planteos:

u_i : Volumen total de artículo i .

v_k : Proporción del total que atraviesa el muelle k .

u_i : Proporción del producto i en el total de artículos.

v_k : Volumen total que atraviesa el muelle k .

Volumen por celda del artículo i : $u'_i = \frac{u_i}{A_i}$

Distancia media a la parcela j : $f_j = \sum_{k=1}^p v_k d_{kj}$

Coste de asignación del artículo i a la parcela j : $c_{ij} = u'_i f_j$



Varios tipos de producto. Ejemplo

<i>Prod</i>	A_i	u_i	u_i'
M	8	320	40
N	7	245	35
P	5	125	25

u_i = número de movimientos/día.

A_i = Celdas requeridas.

