

# Aplicaciones en IA



# Aplicaciones

Algunas en:

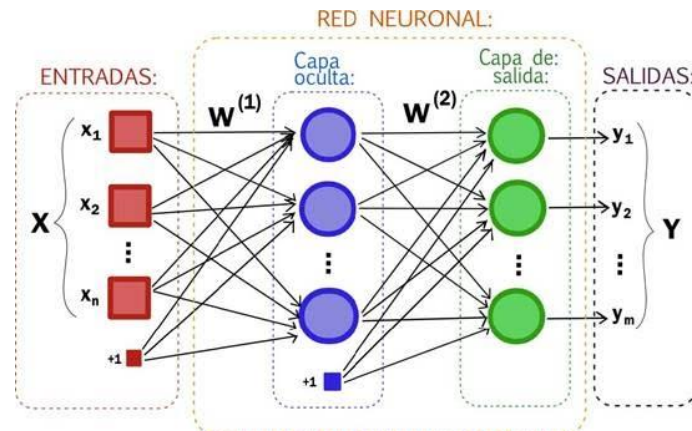
- Diseño de modelos computacionales (estimación de hiperparámetros)
- Entrenamiento de Redes neuronales
- Clasificación
- Visión artificial
- sistemas clasificadores
- Robótica
- Bases de datos (optimización de consultas)
- Generación de gramáticas (regulares, libres de contexto, etc.)
- Toma de decisiones sobre los sistemas

# Ejemplo: Diseño óptimo de una red neuronal NN

**Hiperparámetros:** el número de capas ocultas y el número de neuronas de cada capa se consideran variables de decision:

El algoritmo comienza con un conjunto de NN como soluciones candidatas. Se entrena cada candidata (por cualquier método) y el costo (por ejemplo, error cuadrático) es su fitness:

- En GA, cada individuo es una NN con un diseño diferente, donde los genes son los (hiper) parámetros de diseño
- En PSO, cada partícula es una NN con un diseño diferente donde los componentes de cada partícula son los (hiper) parámetros de diseño



Ya sea en un individuo en GA o partícula en PSO, los hiperparámetros se pueden representar mediante una matriz, donde 1 denota un link entre un elemento y otro elemento (neuronas).

A Neural Network in Matrix Format

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	Z1	Z2	Z3	Y
X1	—									
X2	0	—								
X3	0	0	—							
X4	0	0	0	—						
X5	0	0	0		—					
X6	0	0	0	0		—				
Z1	1	1	1	1	0	0	—			
Z2	1	0	0	1	0	0	0	—		
Z3	0	0	1	1	1	0	0	0	—	
Y	0	0	0	0	0	1	1	1	1	—

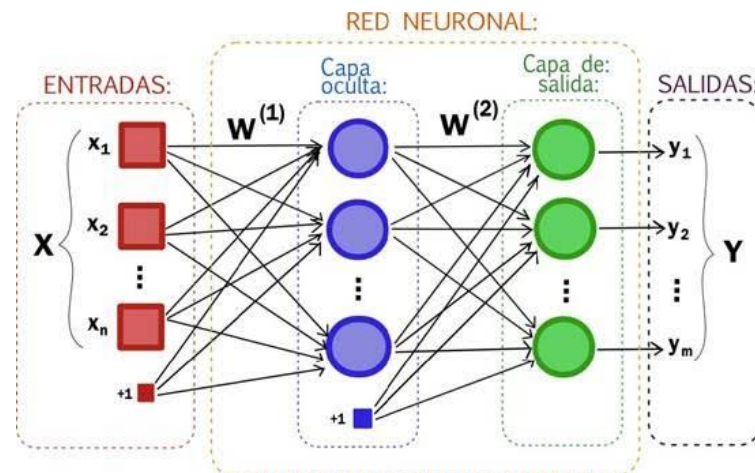
Network #1: 111100100100000111000000001111

Network #2: 110101100100001011000000100111

X capa de entrada  
Z capa oculta  
Y salida

# Entrenamiento de redes neuronales

- Encontrar los pesos de una NN (con diseño predefinido)
- El problema es altamente no lineal y con muchos mínimos locales además de regiones planas.
- Para aplicar alguna MH en aprendizaje (supervisado) de una NN, cada individuo o partícula, etc se compone de un conjunto de valores de los pesos.



A pesar de que se puede acelerar el proceso de entrenamiento en algunos problemas, tiene alguna desventajas:

- Requiere mucho poder de procesamiento. Entrenar muchas NN simultáneamente requiere mucho tiempo y recursos computacionales.
- Pero esto va mejorando cada día así que es un método muy prometedor para entrenamiento.

# Clasificación

Por ejemplo: cada individuo es una regla *"if...and if.., and if... then..."*

Han sido aplicados en:

- Detección de spam
- Diagnóstico de diabetes
- Predicción de ataques del corazón a partir de electrocardiogramas
- Clasificación de clientes que elegirían marcas de productos
- Evaluación de clientes de créditos
- En procesamiento de imágenes, ej., donde hacer ataques militares.
- Búsqueda de textos con ciertas características

# Clustering

Por ejemplo: Cada individuo es una división posible de los datos en  $n$  grupos.

- La function de aptitude es el nivel de similaridad entre los datos de cada grupo





# Visión artificial

Evolutionary Algorithm for 3D Image  
Registration problem based on the CHC. O.  
Cordon, S. Damas y J. Santamaría

In proceeding of: Fuzzy Sets and Systems - IFSA 2003, 10th  
International Fuzzy Systems Association World Congress, Istanbul,  
Turkey, June 30 - July 2, 2003,



# Visión artificial

Optimización heurística para la estimación de poses humanas

S. Akhtar, A Metaheuristic Bat-Inspired Algorithm for Full Body Human Pose Estimation, Computer and Robot, 2012.



PF



APF



PSO



BA



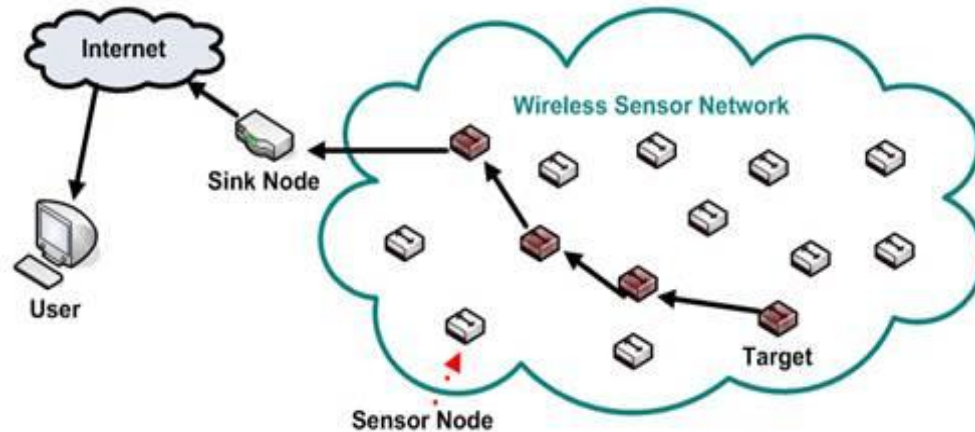
# Robótica



**Obstacle Avoidance Behaviors for Mobile Robots Using Genetic Algorithms and Recurrent Neural Networks.** Management and Control of Production and Logistics, Volume 6 | Part# 1

**Using a New GA-Based Multiobjective Optimization Technique for the Design of Robot Arms**, *Robotica*, Cambridge University Press, Vol. 16, No.4, July-August, pp. 401-414, 1998.

# Redes Inalámbricas de sensores



- Jin, S., Zhou. M. , Wu, A. *Sensor Network Optimization using Genetic Algorithm*. University of Central Florida.
- EkbataniFard, G. Hossein . *A multi-Objective Genetic algorithm based approach Eenergy Efficient QoS-Routing in*

# En toma de decisiones



# Aplicaciones

- **Telecomunicaciones**
  - Rutas de llamadas
  - Asignación de caminos
  - Diseño de redes para servicios
- **Electrónica**
  - Diseño de circuitos
  - Diseño de conductores
- **Tecnología**
  - Distribución de energía eléctrica
  - Diseño estructural de Ingeniería
  - Explotación de crudo
- **Diseño**
  - Diseño de turbinas
  - Planificación del espacio en arquitectura
  - Distribución en Planta

# Aplicaciones

- Ingeniería Industrial

- *Scheduling*
- Planificación de fuerza laboral
- Horarios (escolares por ejemplo)
- Diseño de plantas
- Gestión de cadenas de suministro
- Planificación de inventarios

- Transporte

Redes de rutas de  
Programación de vehículos  
Programación conductores  
Rutas de vehículos  
Secuenciación de vagones

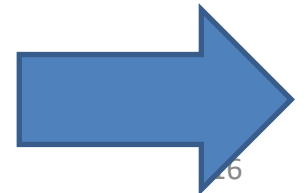
## Finanzas

Portafolio de acciones  
Portafolio de deuda  
Clasificación de deudores  
Mercados bursátiles  
Estrategias de mercadeo

•

# Ejemplos:

- Simulación de la interacción de firmas en competencia en cierto mercado.
- Análisis de supervivencia en tratamientos clínicos.
- Estimación de puntos de monitoreo de contaminación en un ciudad.
- identificación de sospechosos de crimen.





# Medicina

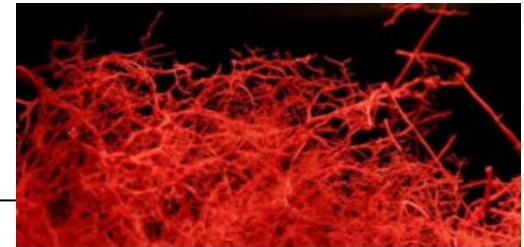
## Diseño de andamios estructurales para tejidos suaves (scaffolds)

Algunas lesiones y enfermedades conducen a la pérdida funcional de tejido blando o duro.

Se desarrollan andamios estructurales, que permiten el desarrollo de tejido y conferir resistencia mecánica

modelo matemático del comportamiento mecánico de degradación del material del *scaffold* que es alginato.

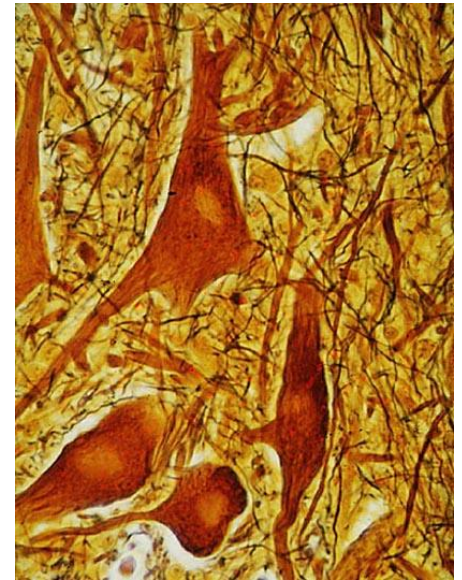
Se encuentran los valores óptimos de la composición del alginato y la porosidad inicial, para que, en un tiempo específico, se presente el mayor modulo elástico



Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas  
vol.30 no.3 2011. Algoritmos Genéticos aplicados a la Ingeniería biomédica  
Ing. Carlos Galeano Uruena, MSc. Ing. Diego A. Garzón-Alvarado Ph.D, Ing. Juan Miguel Mantilla  
González, PhD

# Algoritmos genéticos aplicados en el diagnóstico de cáncer de seno

*Tseng* y *Liao* proponen una metodología para encontrar la relación entre el cáncer/fibroadenoma y unos virus.





Contents lists available at [SciVerse ScienceDirect](#)

## Expert Systems with Applications

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/eswa](http://www.elsevier.com/locate/eswa)



### A multi-objective grouping Harmony Search algorithm for the optimal distribution of 24-hour medical emergency units

I. Landa-Torres<sup>a</sup>, D. Manjarres<sup>a</sup>, S. Salcedo-Sanz<sup>b,\*</sup>, J. Del Ser<sup>a</sup>, S. Gil-Lopez<sup>a</sup>

<sup>a</sup> OPTIMA Area, TECNALIA RESEARCH & INNOVATION, 48170 Zamudio, Bizkaia, Spain

<sup>b</sup> Department of Signal Theory and Communications, Universidad de Alcalá de Henares, 28871 Alcalá de Henares, Madrid, Spain



### Distribución de unidades de emergencia

# Ingeniería mecánica

## Definición Automática de la Geometría de Herramientas de Corte usando Algoritmos Genéticos

Presenta la utilización de una técnica de optimización evolutiva para la obtención de los **ángulos principales de la geometría del filo** de corte de una herramienta de mecanizado.

Automatic Definition of the Cutting Tool Geometry using Genetic Algorithms, O. Durán, N. Rodríguez y L.A. Consalter



# Música

Estudio e implementación de algoritmos genéticos para la generación semiautomática de ritmos y melodías

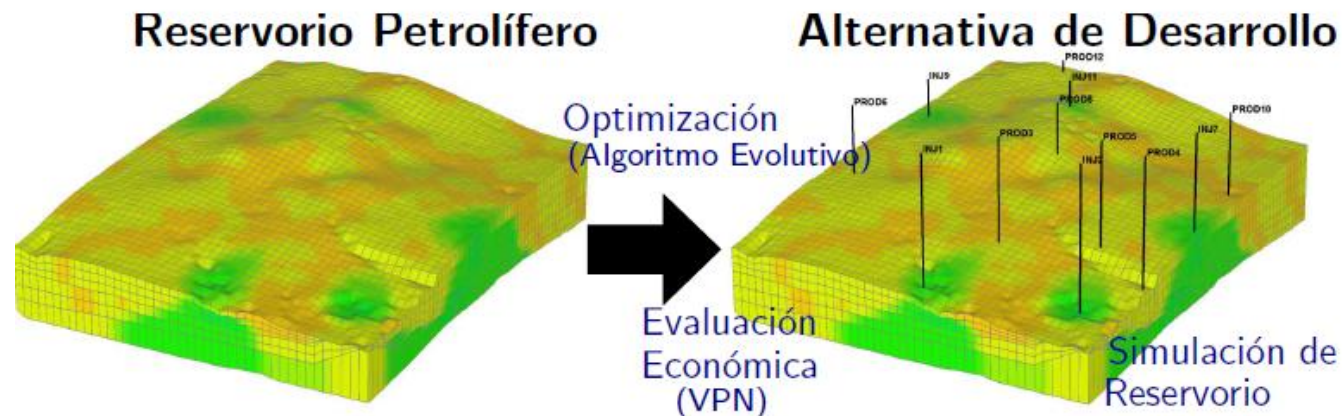
- <http://earchivo.uc3m.es/bitstream/handle/10DEBD880393A22718A5EB6FF9A33AFE5?sequi>



# Petróleos

Proyecto ANEPI: Análise Econômica de Projetos de E&P de Petróleo sob Incerteza

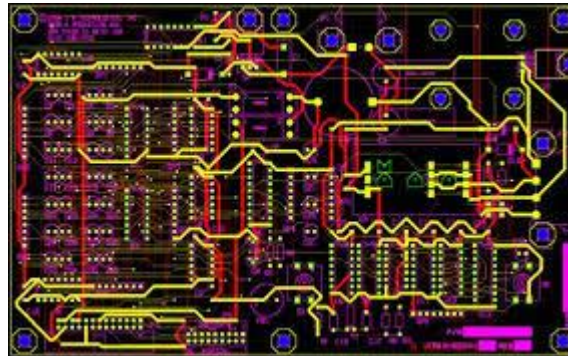
Numero, localização, tipo, orden de perforación y dimensión de pozos  
. Y. J. Túpac Valdivia



# Electrónica

## *Síntesis Automática de Circuitos Electrónicos usando Algoritmos Genéticos*

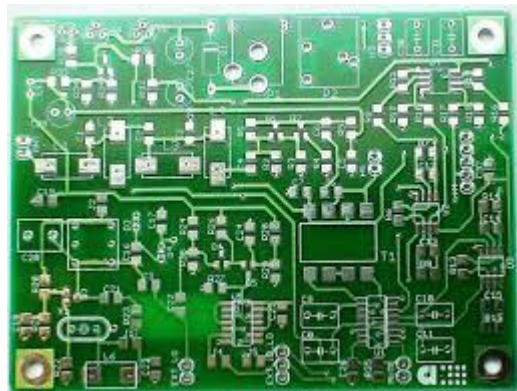
E. Tlelo Cuautle, M. A. Duarte Villaseñor, C. A. Reyes García and G. Reyes Salgado





# Electrónica

Coello Coello, C. A.; Christiansen, A.D. & Hernández Aguirre, A., **Towards Automated Evolutionary Design of Combinational Circuits**, *Computers and Electrical Engineering*, Pergamon Press, Vol. 27, No. 1, pp. 1-28, January 2001





# Estructuras

**Optimal Design of Reinforced Concrete Beams using Genetic Algorithms**, Coello Coello, C. A.; Santos Hernández, F. and Alonso Farrera, F. *Expert Systems with Applications : An International Journal*, pp. 101-108, Volume 12, No. 1, January 1997.



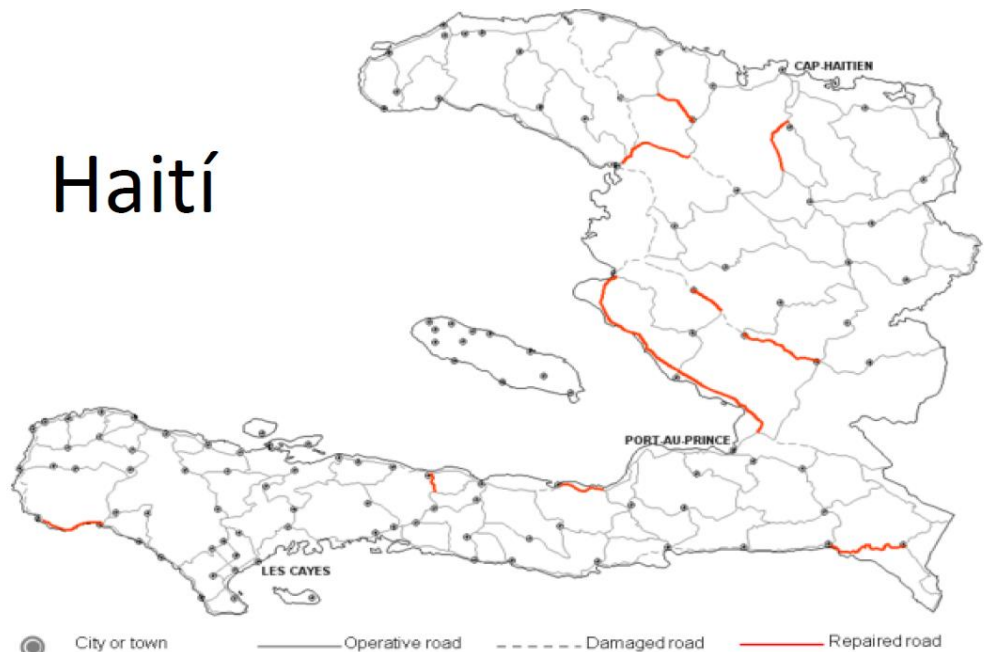
# Transporte

## Referencia

Maya, P., & Sörensen, K. (2011). A GRASP metaheuristic to improve accessibility after a disaster. *OR spectrum*, 33(3), 525-542.

## Objetivo:

Determinar el mejor plan de reconstrucción de carreteras después de una emergencia, contando como criterios aumentar la conectividad entre zonas y minimizar los costos de intervención, usar en el caso de Haití.



(Maya & Sörensen, 2011)

# Transporte

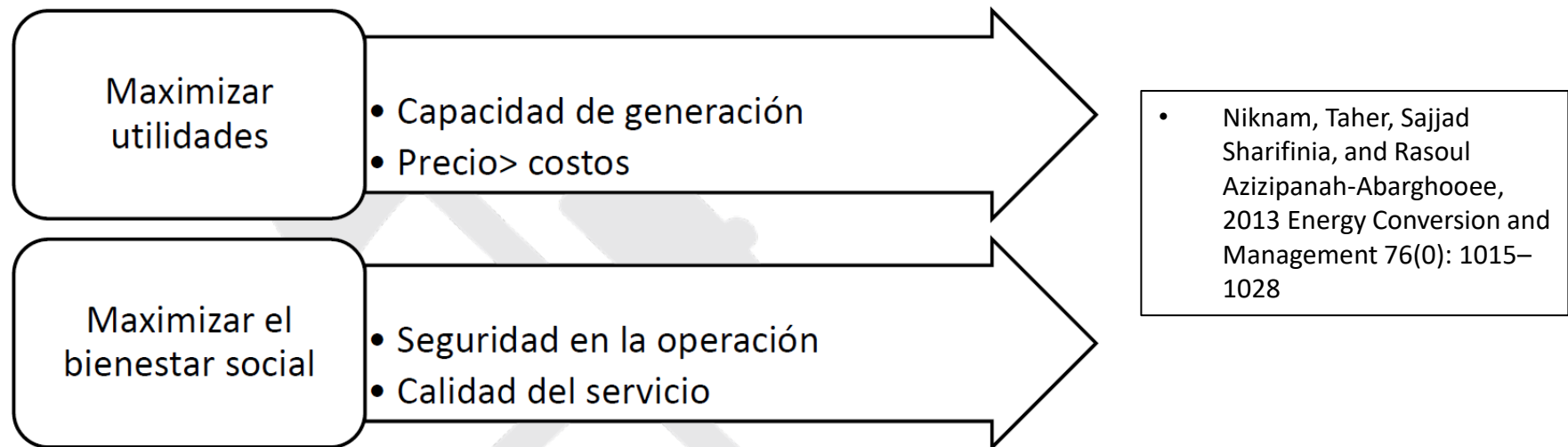
- T. G. Dias, J. P. de Sousa and J. F. Cunha ,  
“Genetic Algorithms for the Bus Driver  
Scheduling Problem: A Case Study”,2002.  
[www.jstor.org/stable/822898](http://www.jstor.org/stable/822898)



# Mercados eléctricos

A New Enhanced Bat-inspired Algorithm for Finding Linear Supply Function Equilibrium of GENCOs in the Competitive Electricity Market.

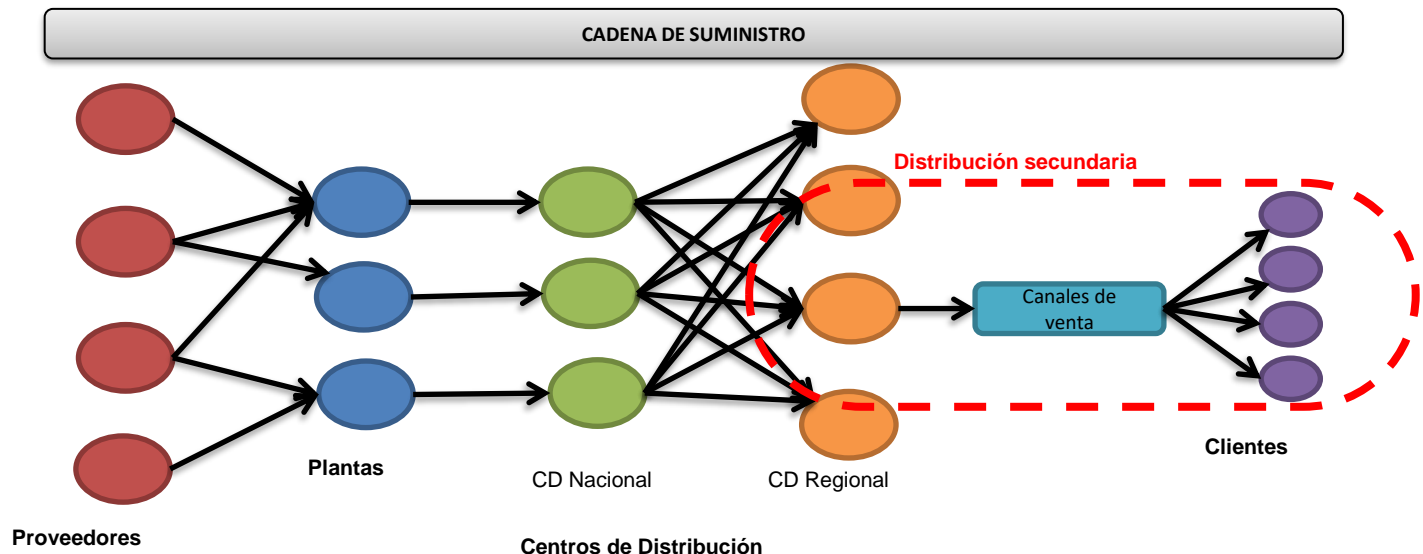
Encuentra la oferta de equilibrio, en una determinada hora, de una empresa generadora en un mercado eléctrico con restricciones en la red y en el que tiene información incompleta de sus competidores



# Cadenas de suministro

Determinar las cantidades y el periodo en el cual se deben entregar los productos, además de los vehículos que se utilizarán y las rutas que estos seguirán, de forma tal que se minimicen los costos de la operación al mismo tiempo en que se maximiza el nivel de servicio al cliente final.

Songsong Liu and Lazaros G.(2013). *Multiobjective optimisation of production, distribution and capacity planning of global supply chain in the process industry*. Omega 41,



# Recursos Hidráulicos

- Distribución del recurso hídrico entre diferentes sectores en diferentes ciudades. Incluye el área social, económica y ambiental.

Zhanping Wang, Juncang Tian. A Software-Tool for Optimal Allocation of Regional Water Resources Based on Particle Swarm Optimization. International Review on Computers and Software (I.RE.CO.S.), Vol. 7, N. 5. Septiembre 2012



# Finanzas

## A New Artificial Bee Colony Based Clustering Method and its Application to the Business Failure Prediction.

Ting-En Lee, Jao-Hong Cheng, Lai-Lin Jiang, 2012 International Symposium on Computer, Consumer and Control,

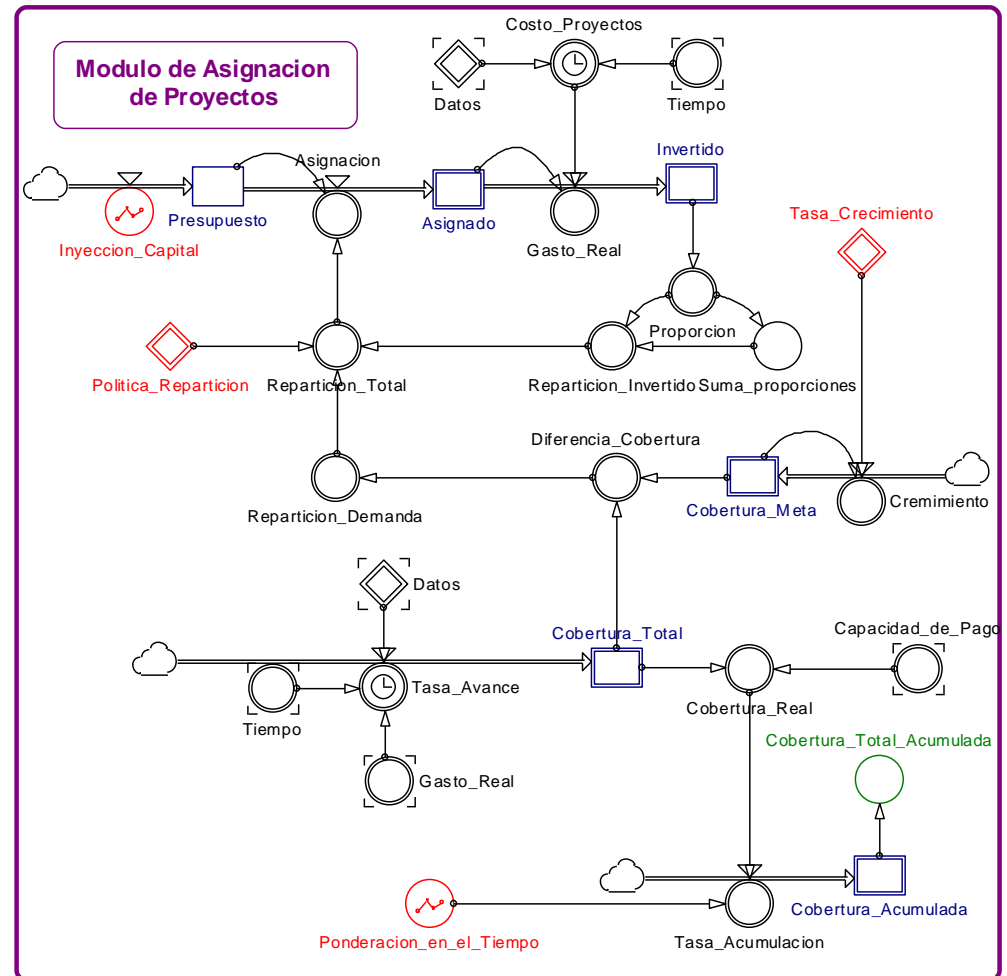


# Planificación de recursos energéticos

## Programación de Proyectos con Restricciones de Recursos (RCPSP)

Proyectos de Generación en ZNI  
Cinco regiones  
Amazonía  
Andina  
Atlántica  
Orinoquía  
Pacífica

Múltiples Objetivos  
Empleo  
Aumento Cobertura  
Equidad Asignación Presupuesto  
Sostenibilidad  
Impacto ambiental



Grupo en Modelación de Sistemas  
Escuela de Sistemas

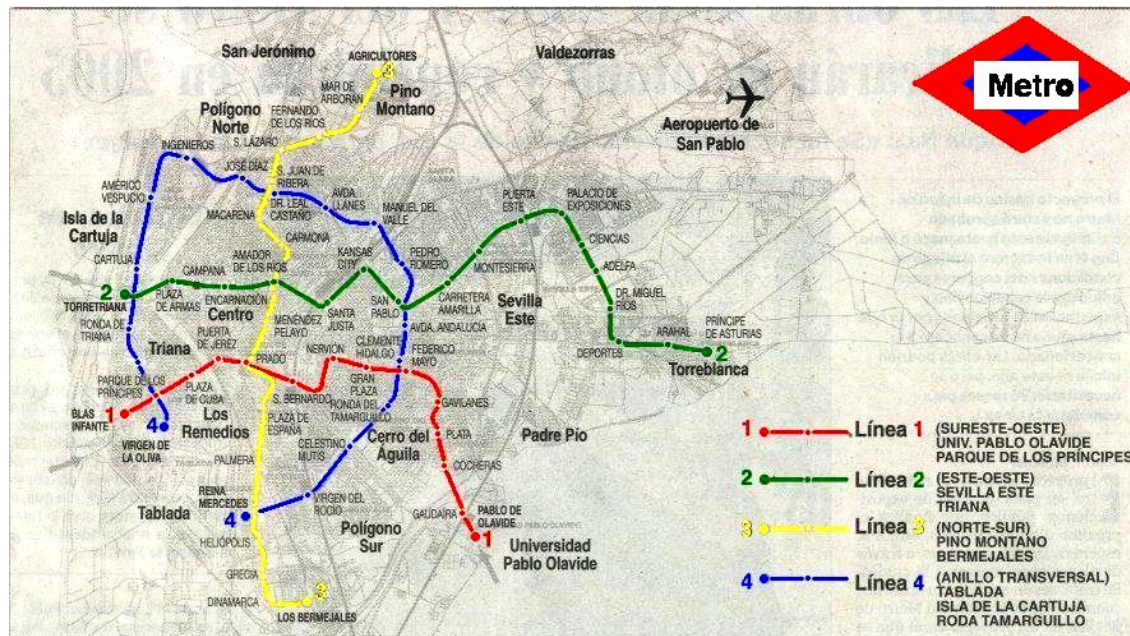


# Aplicaciones UNAL



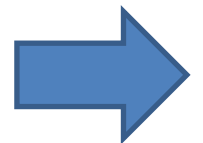


## Rapid Transit Network Design model Accelerated Benders decomposition

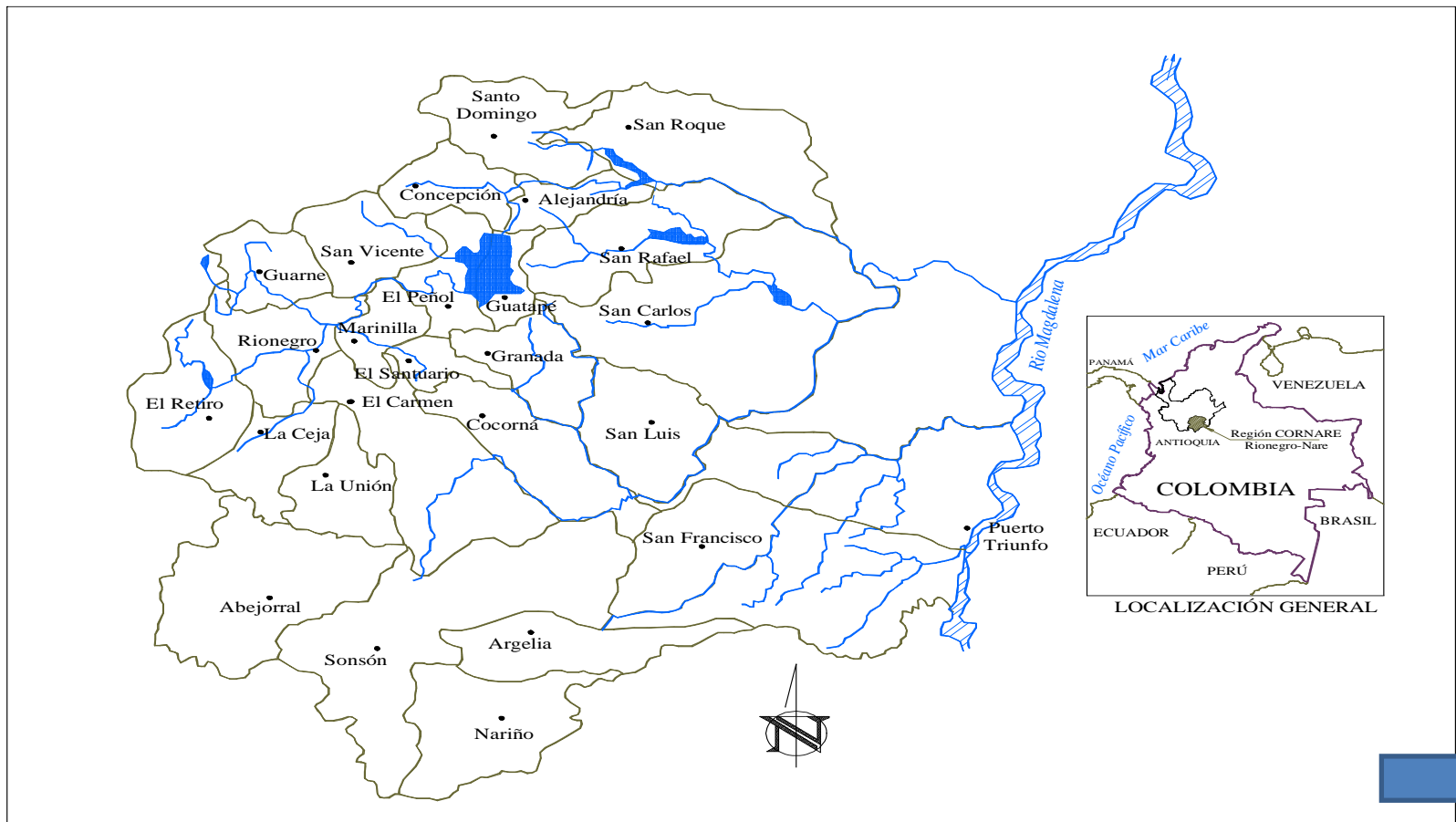


**Sevilla "metro" corridors**

Patricia Jaramillo, Universidad Nacional de Colombia,  
Ángel Marín, Universidad Politécnica de Madrid



# Planificación de la electrificación rural en oriente antioqueño



# Programación de rodamientos en vehiculos de transporte publico en Manizales



Objetivo: Programar los despachos de los buses de una ruta en la ciudad de Manizales

- En detalle...





## **Rapid Transit Network Design model**

### **Accelerated Benders decomposition**

**Patricia Jaramillo, Universidad Nacional de Colombia,**  
**Ángel Marín, Universidad Politécnica de Madrid**

- **Project:** *“Optimización Matemática para la planificación robusta y la extensión estratégica de sistemas metropolitanos de transporte público”*

***Ministerio de Fomento (España)***

- **Project:** *ARRIVAL “Algorithms for Robust and on-line Railway optimization: Improving the Validity and reliability of Large-scale systems”.*

***European Comission. Sixth Frame Program***

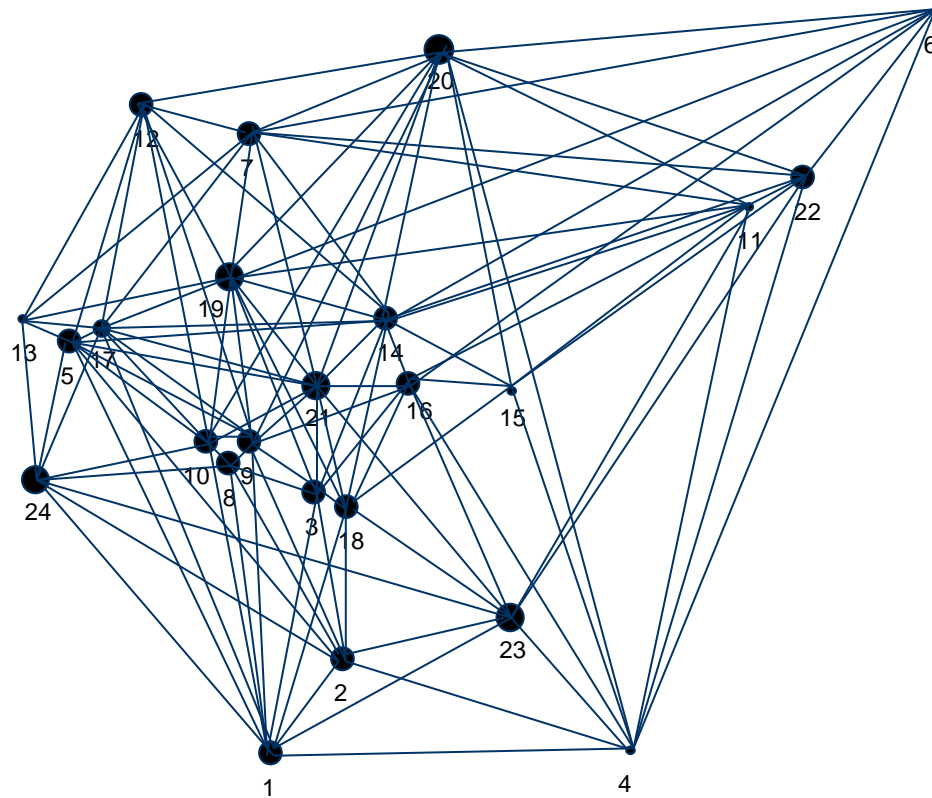
# RTND (Rapid Transit Network Design)

## Generalities

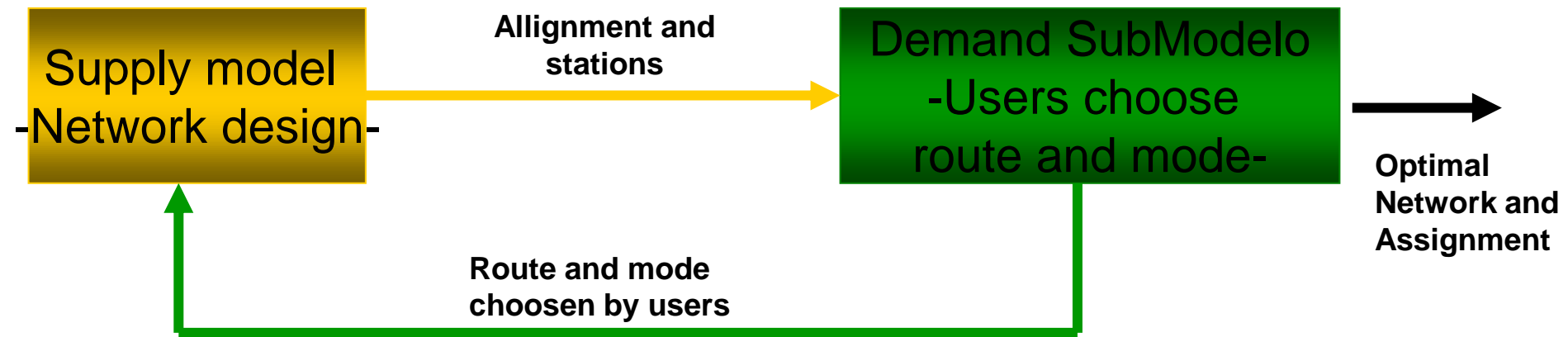
- High-level design of RTN, considering lower-level demand decisions
- Higher level: Operators
  1. Objective: Maximize trip coverage by public mode
  2. Budget and line constraints
- Lower level: Users
  1. Users choose lower cost routes
  2. Users compare public and private costs



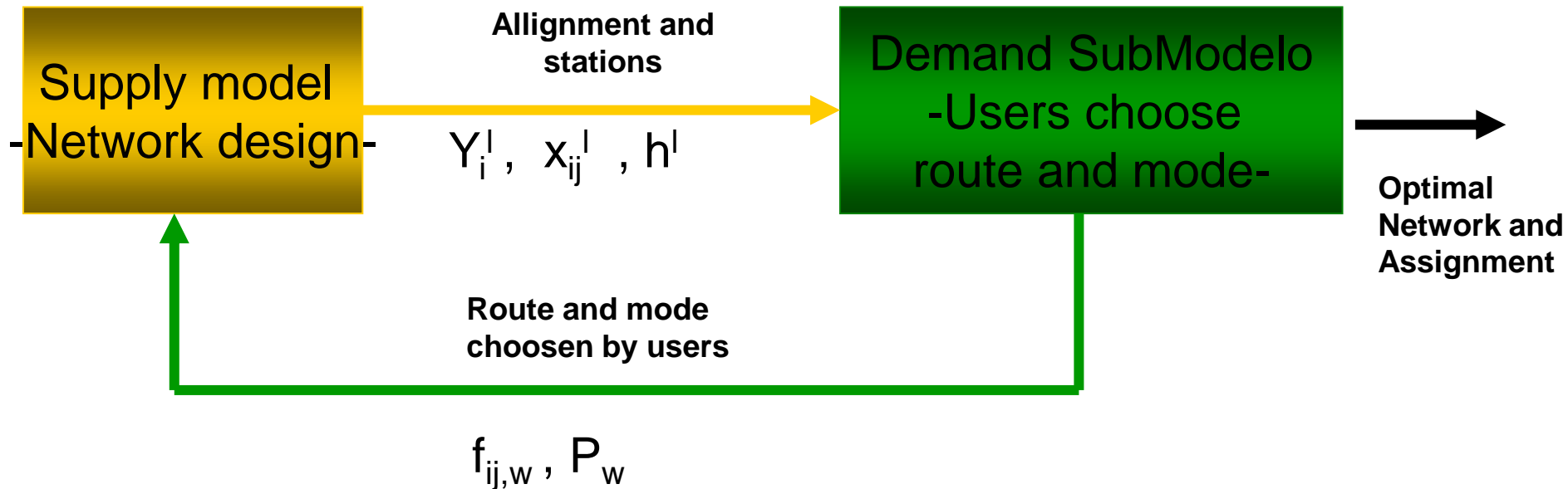
# Sevilla's Test Network



# RTND Model



# RTND Model



# RTND –Objective Function:

Maximize public demand coverage:

$$z_{dpub} = \frac{\sum_{w \in W} g_w p_w}{\sum_{w \in W} g_w}$$

Minimize routing costs:

$$z_r = \frac{1}{T_c} \sum_{w \in W} \left[ \mu u_w^{pri} (1 - p_w) + u_w^{PUB} \right]$$

$$u_w^{PUB} = \frac{1}{\lambda} \sum_{ij \in A} d_{ij} f_{ij}^w$$

Minimize construction costs

$$z_c = \gamma \sum_{l \in L} \left( \sum_{(i,j) \in A; i < j} c_{ij}^l x_{ij}^l + \sum_{i \in N} c_i^{lt} y_i^l \right)$$

# RTND – Constraints:

## Routing demand constraints: RDC(i,w)

$$\sum_{k \in N(i)} f_{ki}^w - \sum_{j \in N(i)} f_{ij}^w = i_w, \forall i \in N, \forall w \in W$$

donde  $i_w = \begin{cases} -p_w & , \text{if } i = o : \forall (o, d) = w \in W \\ p_w & , \text{if } i = d : \forall (o, d) = w \in W \\ 0 & , \text{otherwise} \end{cases}, \forall i \in N, \forall w \in W$

## Mode splitting demand constraints: MSDC(w)

$$u_w^{PUB} - \mu u_w^{pri} - M(1 - p_w) \leq 0, \forall w \in W$$

$$u_w^{pub} = \frac{1}{\lambda} \sum_{ij \in A_r} d_{ij} f_{ij}^w$$

## Line Location constraints: LLC(I)

$$x_{ij}^l \leq y_i^l, \forall (i, j) \in A, i < j, \forall l \in L$$

Links location

$$x_{ij}^l \leq y_j^l, \forall (i, j) \in A, i < j, \forall l \in L$$

Link location

$$x_{ij}^l = x_{ji}^l, \forall (i, j) \in A, \forall l \in L$$

Directed links

$$\sum_{j \in N(i)} x_{ij}^l \leq 2, \forall i \in N, \forall l \in L$$

Each node has not more than 2 edges

$$h_l + \sum_{\substack{(i,j) \in A \\ i < j}} x_{ij}^l = \sum_{i \in N} y_i^l, \forall l \in L$$

Number of edges is 1 less the number of nodes of each line.

$$1/2 - \sum_{\substack{(i,j) \in A \\ i < j}} x_{ij}^l + M h_l \geq 0, \forall l \in L$$

$$h_l = 1, \text{ if } \sum_{(i,j) \in A, i < j} x_{ij}^l \neq 0$$

and zero, otherwise

$$1/2 - \sum_{\substack{(i,j) \in A \\ i < j}} x_{ij}^l + M (h_l - 1) \leq 0, \forall l \in L$$

$$\sum_{i \in B} \sum_{j \in B} x_{ij}^l \leq |B| - 1, \forall B \subset N, |B| \geq 2, \forall l \in L$$

Cycles by lines are not permitted

## LAC(i,j) Constraints:

**Routing by the link ij is possible only if the link ij is located**

$$f_{ij}^w + f_{ji}^w \leq \sum_{l \in L} x_{ij}^l, \forall (i, j) \in A, i < j, \forall w \in W$$

$$f_{p(w)j}^w \leq \sum_{l \in L} y_j^l, \forall (p(w), j) \in A_s, \forall w \in W$$

$$f_{iq(w)}^w \leq \sum_{l \in L} y_i^l, \forall (i, q(w)) \in A_s, \forall w \in W$$

## Construction cost constraints (CCC)

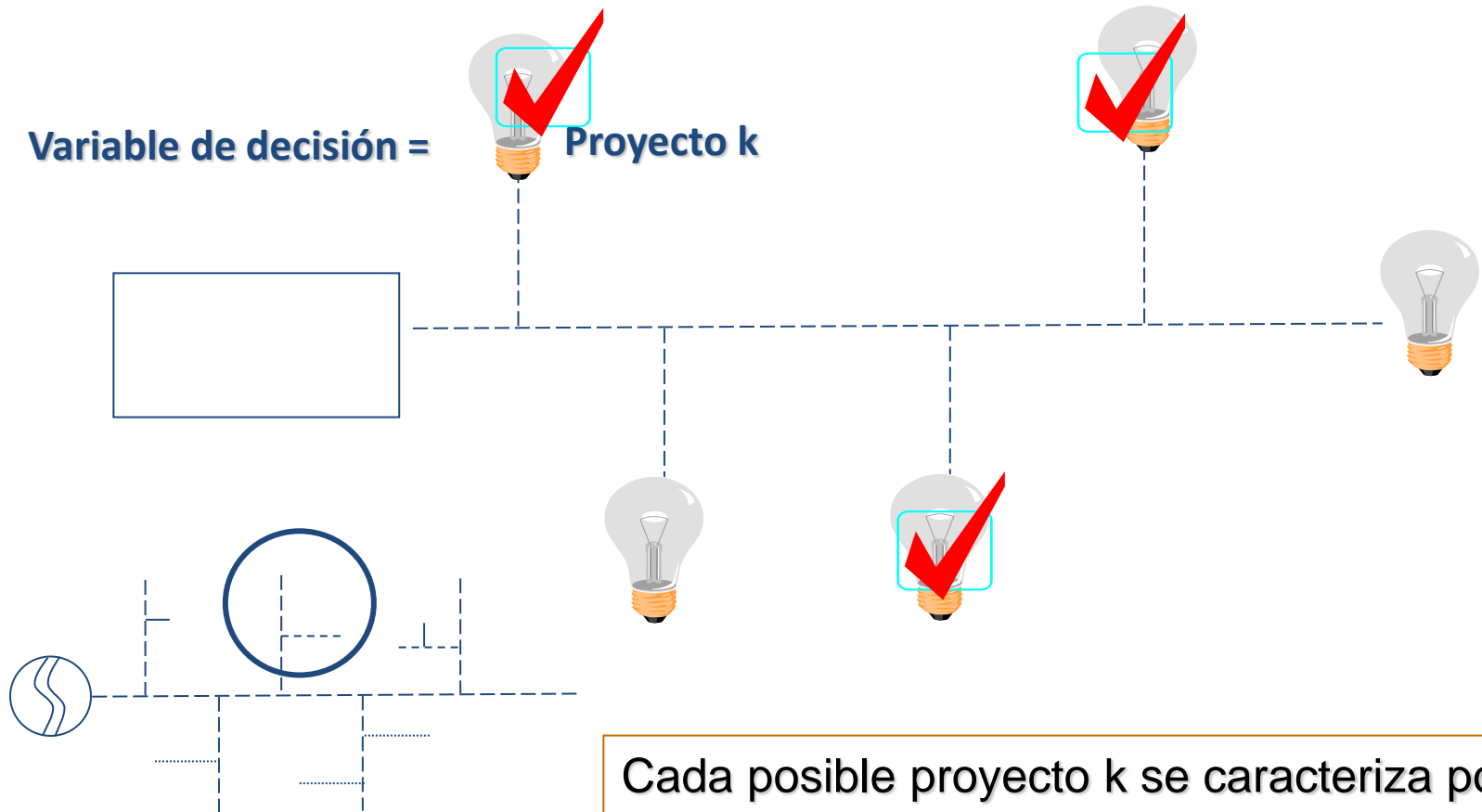
$$\sum_{l \in L} \left( \sum_{(i,j) \in A; i < j} c_{ij}^l x_{ij}^l + \sum_{i \in N} c_i^l y_i^l \right) \in [c_{\min}, c_{\max}]$$



# Aplicación: Planificación de la electrificación rural



# Elección de proyectos para la expansión de la red rural de energía bajo escasez de recursos económicos y alto déficit en la oferta



Cada posible proyecto k se caracteriza por:

- Costo económico
- Número de viviendas que satisface
- Aporte a la cobertura regional y municipal

# Objetivos

- **Objetivo económico:** Eficiencia económica en la asignación de recursos
- **Objetivo social 1:** Equidad en las coberturas municipales
- **Objetivo legal:** Tratamiento preferencial a los municipios por ley prioritarios (en los que se han construido grandes embalses)

# Características del problema:

Objetivos: 3

Años de planificación= 5

Proyectos= 956

Variables de decisión  $x_{kt}$ : 4780

Restricciones: 2504

No duplicidad: 956

Contingencia: 1690

Presupuesto: 5

Restricciones de Capacidad en las  
subestaciones: 140

# Planteamiento del problema

## Objetivos

1. Maximizar eficiencia económica en la asignación de recursos

$$\sum_{t=1}^5 \sum_{k=1}^{956} I_{kt} * NV_k$$

$NV_k$ : Número de viviendas atendidas con el proyecto k

## 2. Equidad en las coberturas de los municipios no prioritarios

Contribución de un proyecto k al incremento de la cobertura en los municipios:

$$CONTRIBUCION_{ki} = NV_{ki} / NVT_i$$

Donde:

$NV_{ki}$ : Número de viviendas beneficiadas por el proyecto k en el municipio i

$NVT_i$ : Número de viviendas del municipio i

Para cada uno de los veintidós municipios considerados por ley no prioritarios, el objetivo puede representarse como:

$$\textit{Maximizar} \left( \textit{Min}(\textit{COBERTURA}_1, \dots, \textit{COBERTURA}_{22}) \right)$$

Equivalente a

$$\textit{Maximizar} \textit{COBERTURA}_{\min}$$

Sujeto a:

$$\textit{COBERTURA}_{i0} + \sum_{t=1}^T \sum_{\substack{k=1 \\ k \in i}}^n I_{kt} * (\textit{CONTRIBUCION}_{ki}) \geq \textit{COBERTURA}_{\min}$$

Donde :  $\textit{COBERTURA}_{i0}$  cobertura del servicio en el municipio i al inicio del periodo considerado.

n: Número de proyectos propuestos que aportarían energía eléctrica al municipio i.

### 3. Equidad en las coberturas de los municipios prioritarios

Contribución de un proyecto k al incremento de la cobertura en los municipios prioritarios: San Carlos, San Rafael, Peñol y Guatapé.

$$\textit{Maximizar COBERTURA}^*_{\min}$$

Sujeto a:

$$\textit{COBERTURA}_{i0} + \sum_{t=1}^T \sum_{\substack{k=1 \\ k \in i}}^n I_{kt} * (\textit{CONTRIBUCION}_{ki}) \geq \textit{COBERTURA}^*_{\min}$$

Donde :  $\textit{COBERTURA}_{i0}$  cobertura del servicio en el municipio i al inicio del periodo considerado.  
n: Número de proyectos propuestos que aportarían energía eléctrica al municipio i.



# Restricciones

- **Restricciones de no-duplicidad:** cada alternativa se construirá como máximo una vez en todo el periodo de planificación.

$$\sum_{t=0}^T I_{kt} \leq 1$$

**Restricciones de condicionalidad o contingencia:** la construcción de un proyecto está condicionada a la construcción previa de otro proyecto.

Donde j es un proyecto que se requiere construir previamente a la construcción del proyecto k y t' es el año de construcción de  $I_{kt'}$ .

$$I_{kt'} \leq \sum_{t=0}^{t'} I_{jt}$$

## Restricciones presupuestales

Hay un límite anual en el presupuesto disponible para la construcción de nuevos proyectos.

$$\sum_{k=1}^{956} I_{kt} * COSTO_{kt} \leq PRESUP_t$$

Donde  $COSTO_{kt}$  es el costo de proyecto k si se realiza en el año t de planificación y  $PRESUP_t$  es la proyección presupuestal para el año t. Se tiene entonces cinco restricciones de carácter presupuestal.

## Restricción de capacidad disponible en las subestaciones

La demanda exigida por los proyectos asociados a una subestación no debe exceder la capacidad de la subestación en cada período.

La demanda de cada proyecto se calcula como:

$$\text{demanda}_k = PCE * NV_k$$

Donde:

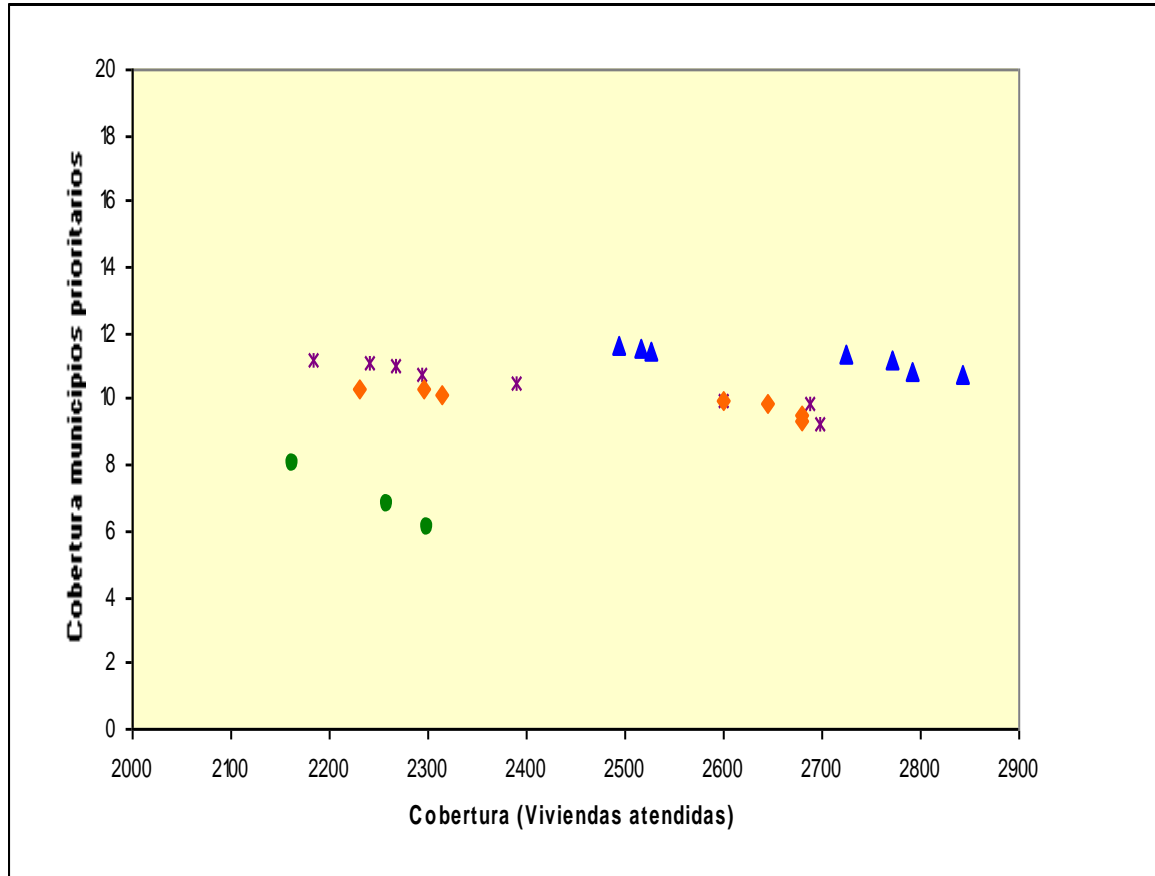
PCE es el promedio de consumo de energía por vivienda en kilovatios por año (kW/a).

La sumatoria se hace sobre todos los proyectos asociados a la subestación

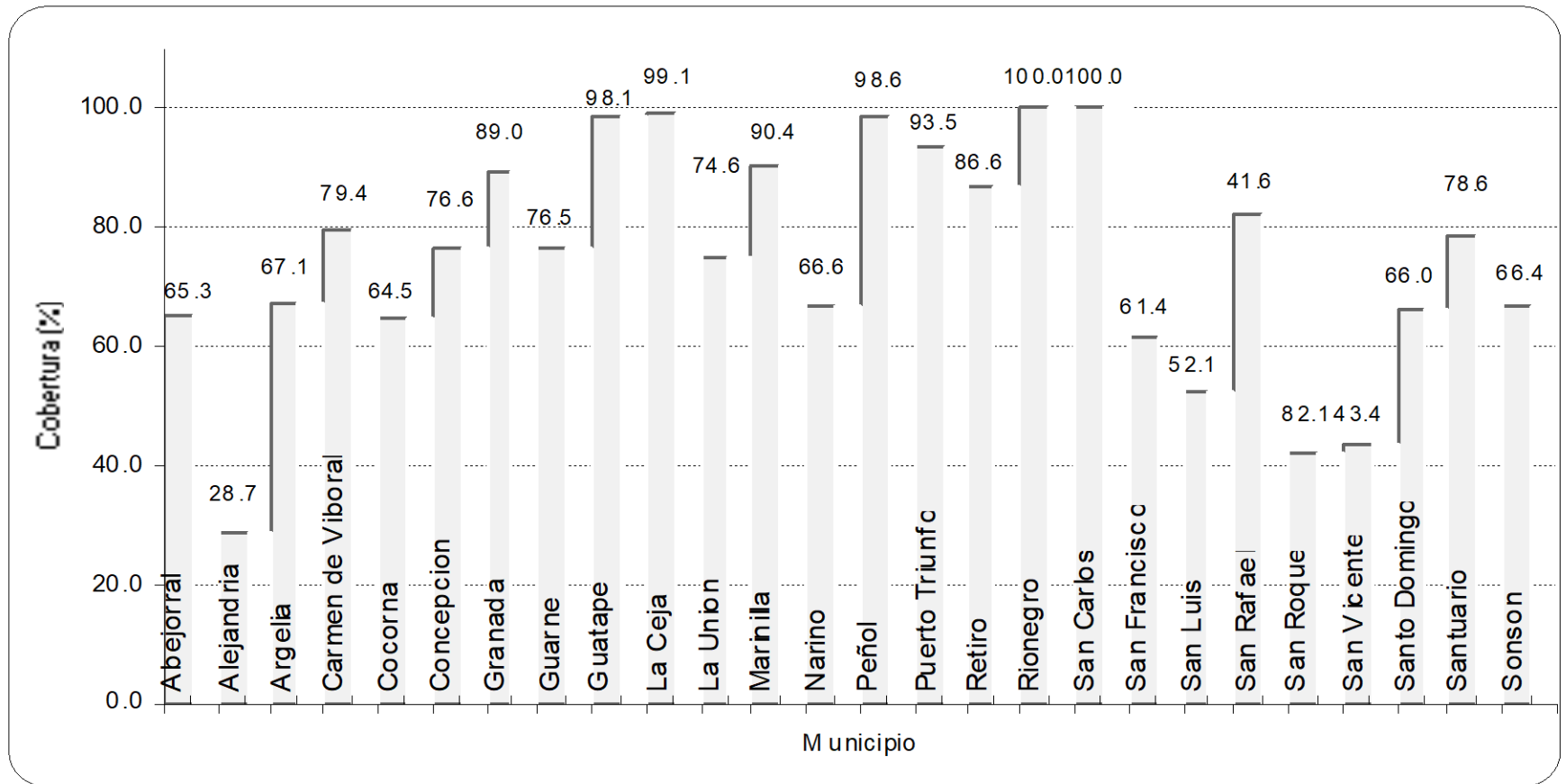
$$\sum_{k \in I} I_{kt} \text{demanda}_k \leq \text{Disponibilidad}_l$$

Para todo t y subestación l

# Soluciones no dominadas Objetivo 1 y 3



# Una de las soluciones con AG



**Cobertura final en los municipios**

# Aplicación: Programación de rodamientos en vehiculos de transporte publico en Manizales



Objetivo: Programar los despachos de los buses de una ruta en la ciudad de Manizales

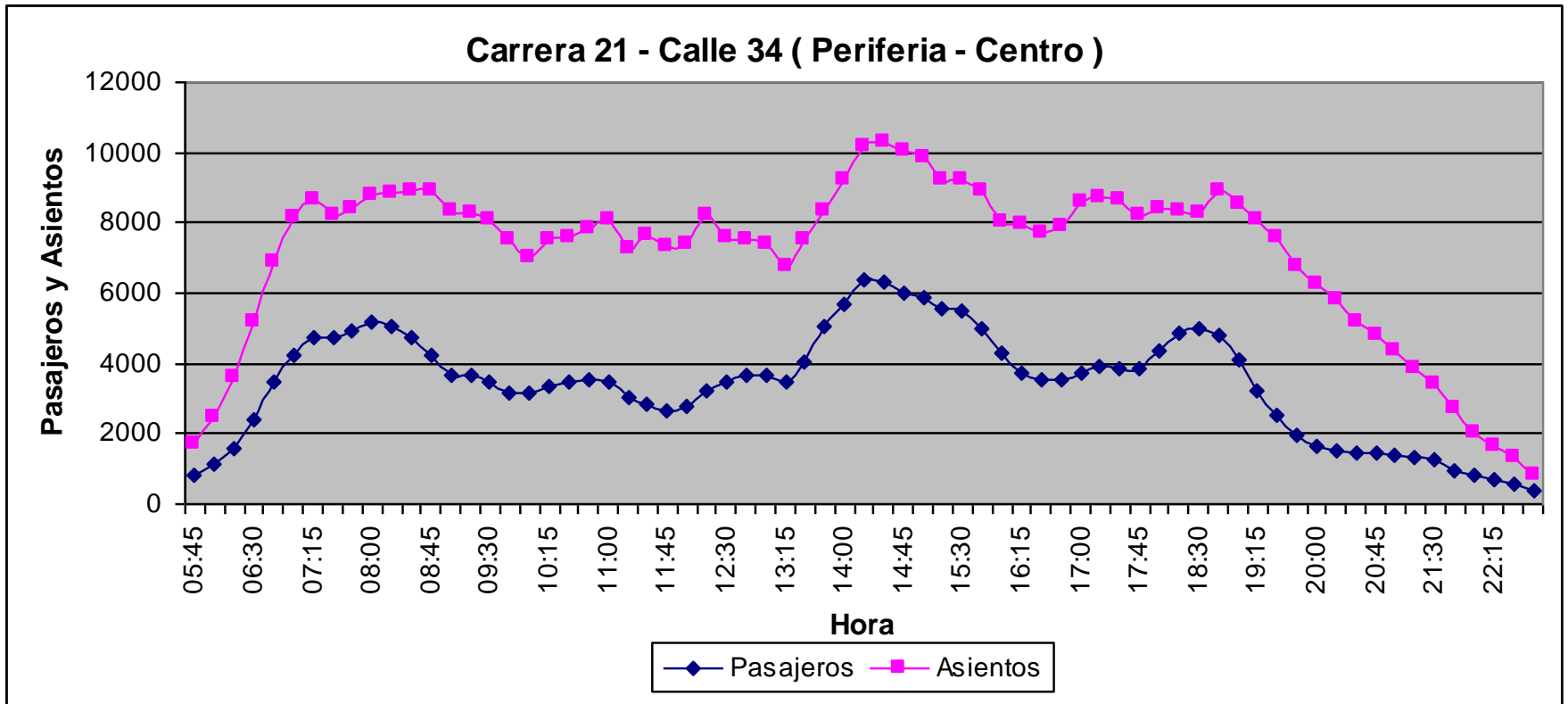
# El transporte público en Colombia:

- La operación del sistema es muy desorganizada.
- Existe una gran sobreoferta de servicio.
- Los buses son lentos, no son calculables, ni confiables.
- Los conductores trabajan durante largas jornadas y sin descansos apropiados.
- Las ganancias para los propietarios y conductores son cada vez más reducidas.
- Se genera gran contaminación ambiental y estrés.
- La zona centro de las ciudades presenta gran congestión vehicular.

- la programación de itinerarios se maneja en el mundo como “*Bus driver scheduling problem*”
- Pero en Colombia se programan vehículos y en el resto del mundo se programan conductores.



# Sobreoferta de asientos



# AG para la programación

Cada cromosoma representa los despachos de todo un día. Cada gen representa una rutina (programación diaria de un solo bus)

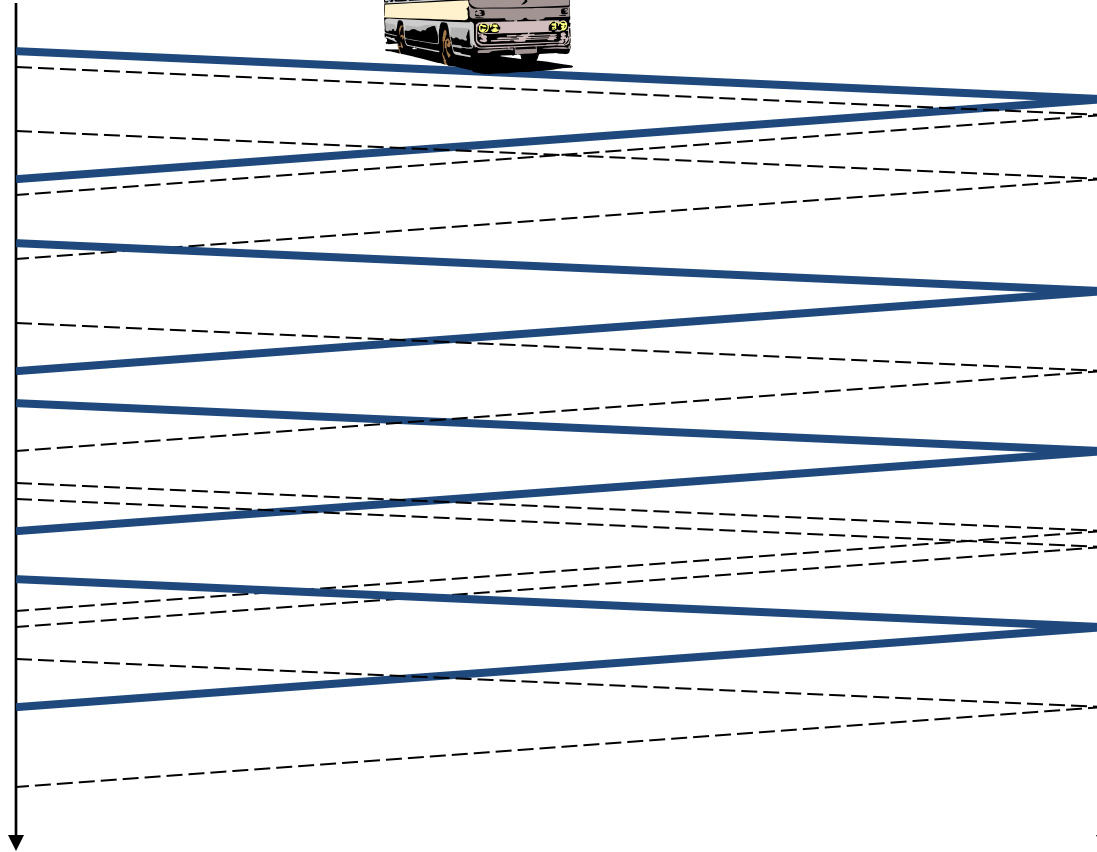
5:00 a.m.	5:30 a.m.	6:00 a.m.	6:10 a.m.	6:20 a.m.	.....	10:00 p.m.
rutina 1	rutina 2	rutina 3	rutina 1	rutina 4	....	rutina 8

## Rutina (bus) i

Terminal



tiempo



# Objetivos: Funciones difusas

1. Equidad en la programación (número de vueltas).

$$\mu_1(x) = f\left(\sum_i \sqrt{(Vueltas(i) - Promedio\_Vueltas)^2}\right)$$

2. Mínimo número de rutinas

$$\mu_2(x) = f\left(\frac{1}{(1 + Número\_Rutinas - Mín\_Num\_Rutinas)}\right)$$

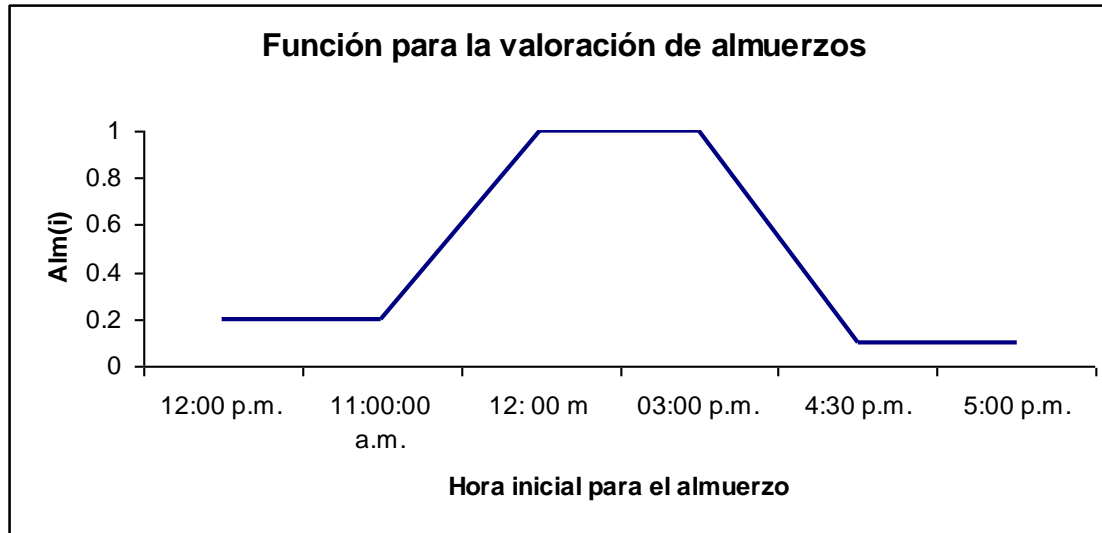
3. Minimizar tiempos de espera en terminal

$$\mu_3(x) = f\left(\sum_i esperas(i)\right)$$

4. Maximizar índice de tiempo del almuerzo:

$$\mu_4(x) = f\left(\frac{\sum_i Alm(i)}{Num\_Rutinas}\right)$$

#### 4. Calidad del tiempo para Almuerzos



Tiempo mínimo aceptable para almorzar: 30 minutos.

# Una de las soluciones de Pareto con AG

RUTINA	VUELTAS	JORNADA	ALMUERZO	HORA ALM.	DESCANSO	ESPERA
0	8	845	70	10:00:00 a.m.	0	00:25:00
1	9	935	36	11:20:00 a.m.	0	00:56:00
2	8	814	36	1:05:00 p.m.	0	00:30:00
3	8	836	55	1:35:00 p.m.	0	00:31:00
4	8	840	68	10:28:00 a.m.	0	00:20:00
5	9	926	47	10:14:00 a.m.	0	00:36:00
6	8	911	48	12:14:00 p.m.	62	00:53:00
7	8	820	50	1:40:00 p.m.	0	00:18:00
8	8	844	54	10:35:00 a.m.	0	00:42:00
9	8	867	68	11:10:00 a.m.	0	00:49:00
10	8	815	35	1:55:00 p.m.	0	00:26:00
11	8	822	0		0	01:14:00
12	8	838	41	2:14:00 p.m.	0	00:49:00
13	7	906	180	11:30:00 a.m.	48	00:21:00
14	8	835	44	11:00:00 a.m.	0	00:41:00
15	7	916	195	5:30:00 p.m.	0	01:08:00
16	7	931	48	11:25:00 a.m.	190	00:36:00
17	6	831	46	9:46:00 a.m.	36	03:03:00
18	6	851	42	11:40:00 a.m.	210	00:37:00