

# Sistemi ICT per l'Ottimizzazione del Trasporto Comodale

**Mariagrazia Dotoli,**  
Prorettore alla Ricerca  
Politecnico di Bari  
[dotoli@poliba.it](mailto:dotoli@poliba.it)

Slim Hammadi (Ecole Centrale de Lille), Carmine Russo  
(Politecnico di Bari)

# Schema della Presentazione

- **Obiettivi della presentazione**
- **Il trasporto comodale**
- **Sistemi multiagente per il trasporto comodale**
- **Ricerca della soluzione: risoluzione del grafo comodale, ottimizzazione genetica, coalizione tra agenti**
- **Un caso in studio**
- **Conclusioni e sviluppi futuri**

# Obiettivi della Presentazione

- **Proporre un sistema di trasporto comodale generico.**
- Il sistema presentato deve essere in grado di:
  - gestire richieste in ambiente di trasporto co-modal
  - fornire soluzioni multi-modali;
  - permettere agli utenti di personalizzare il percorso
  - considerare più indici di prestazione.



**Realizzazione, su piattaforma Java/JADE, di un sistema multi-agente**

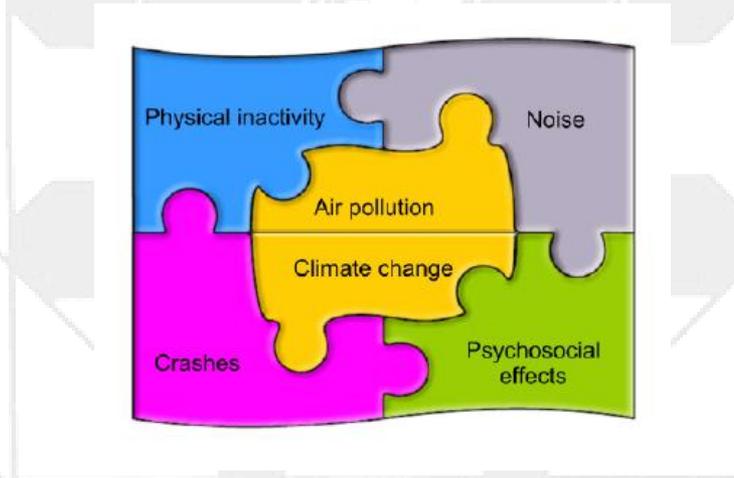


# Schema della Presentazione

- Obiettivi della presentazione
- Il trasporto comodale
- Sistemi multiagente per il trasporto comodale
- Ricerca della soluzione: risoluzione del grafo comodale, ottimizzazione genetica, coalizione tra agenti
- Un caso in studio
- Conclusioni e sviluppi futuri

# Il Trasporto Comodale

- Il trasporto è insieme all'industria una delle maggiori cause di inquinamento nelle aree urbane e extraurbane.
- In Italia il trasporto è poco sostenibile: congestione per saturazione infrastrutturale (tempi, costi, sicurezza).
- Vi sono una serie di effetti negativi del traffico veicolare passeggeri:

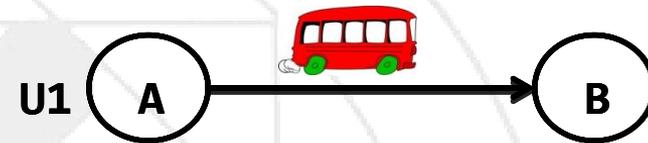


- Soluzione: mobilità sostenibile attraverso l'integrazione delle diverse metodologie di trasporto anche grazie ai moderni strumenti di progettazione e ottimizzazione forniti dalle ICT

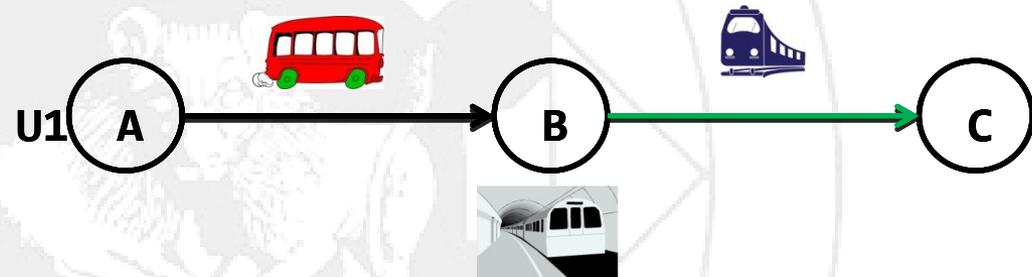
# Il Trasporto Comodale

- Il trasporto comodale consiste nell'uso efficiente di diverse modalità di trasporto singolarmente e in combinazione.

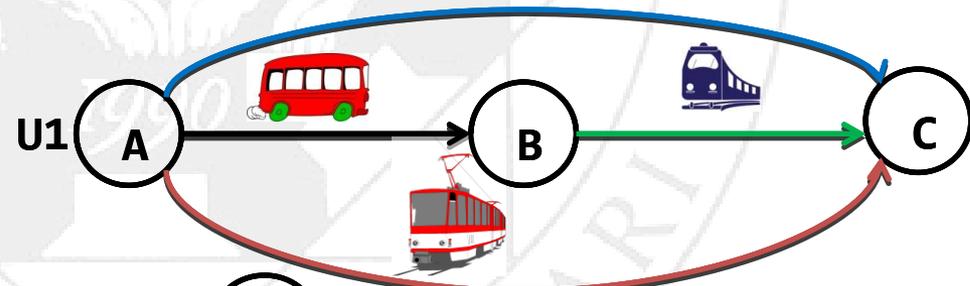
## Trasporto mono-modale



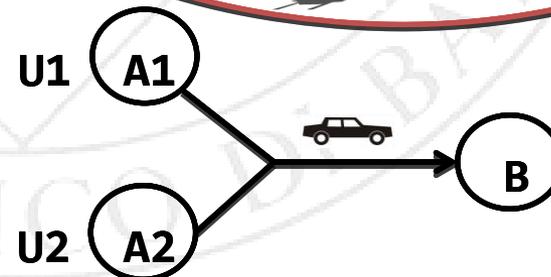
## Trasporto inter-modale



## Trasporto multi-modale



## Trasporto co-modale



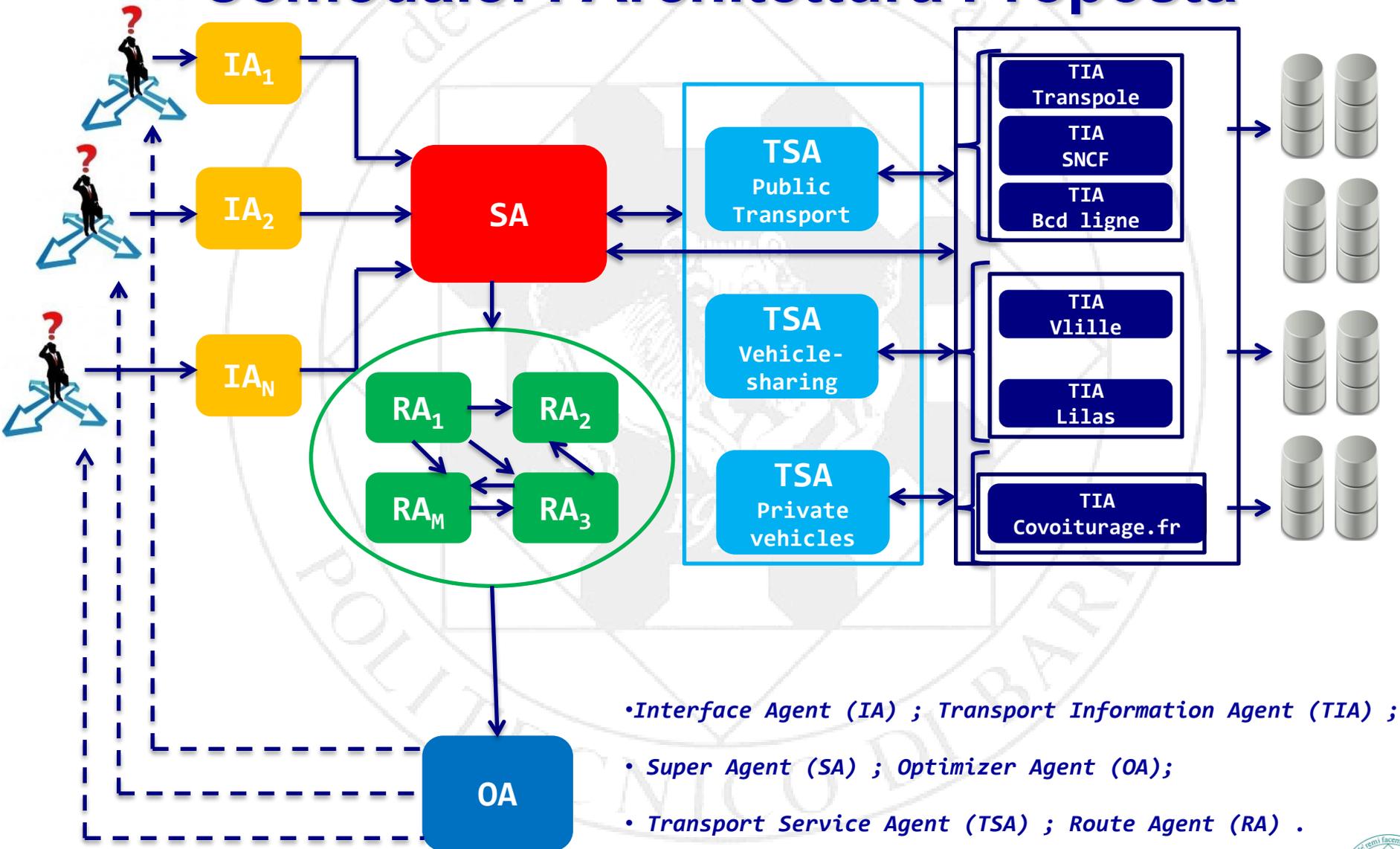
# Schema della Presentazione

- Obiettivi della presentazione
- Il trasporto comodale
- **Sistemi multiagente per il trasporto comodale**
- Ricerca della soluzione: risoluzione del grafo comodale, ottimizzazione genetica, coalizione tra agenti
- Un caso in studio
- Conclusioni e sviluppi futuri

# Sistemi Multiagente per il Trasporto Comodale

- Un sistema multi-agente è un sistema di agenti che interagiscono per cooperare a fronte di un unico obiettivo e negoziare qualora gli obiettivi degli agenti siano conflittuali.
- Un agente è un sistema che percepisce l'ambiente esterno attraverso sensori e lo influenza attraverso degli attuatori.
- Un agente è autonomo, si organizza in base a regole predefinite e può comunicare con altri agenti.
- Un agente può imparare dalla sua esperienza.

# Sistemi Multiagente per il Trasporto Comodale: l'Architettura Proposta

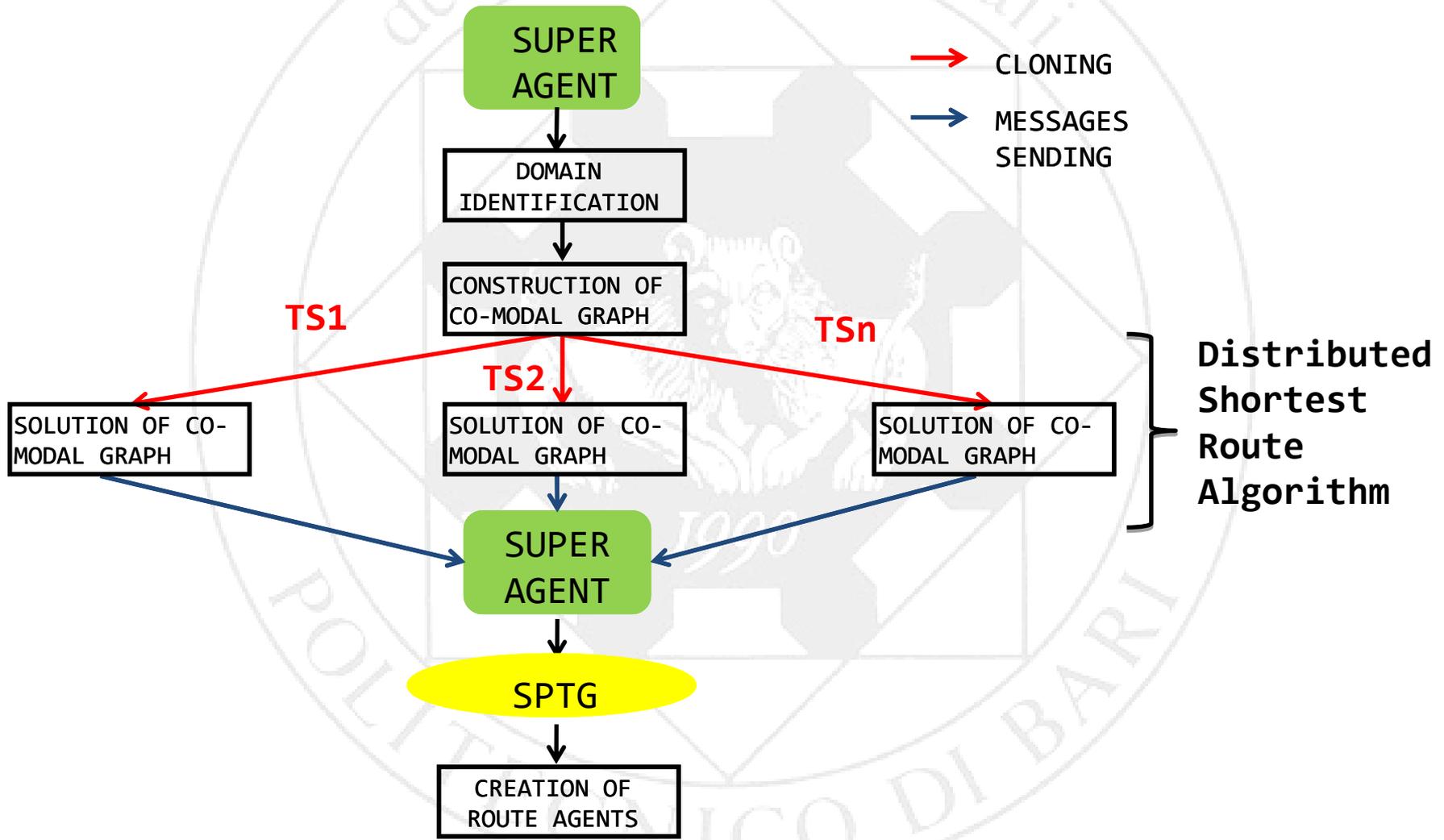


- *Interface Agent (IA) ; Transport Information Agent (TIA) ;*
- *Super Agent (SA) ; Optimizer Agent (OA);*
- *Transport Service Agent (TSA) ; Route Agent (RA) .*

# Schema della Presentazione

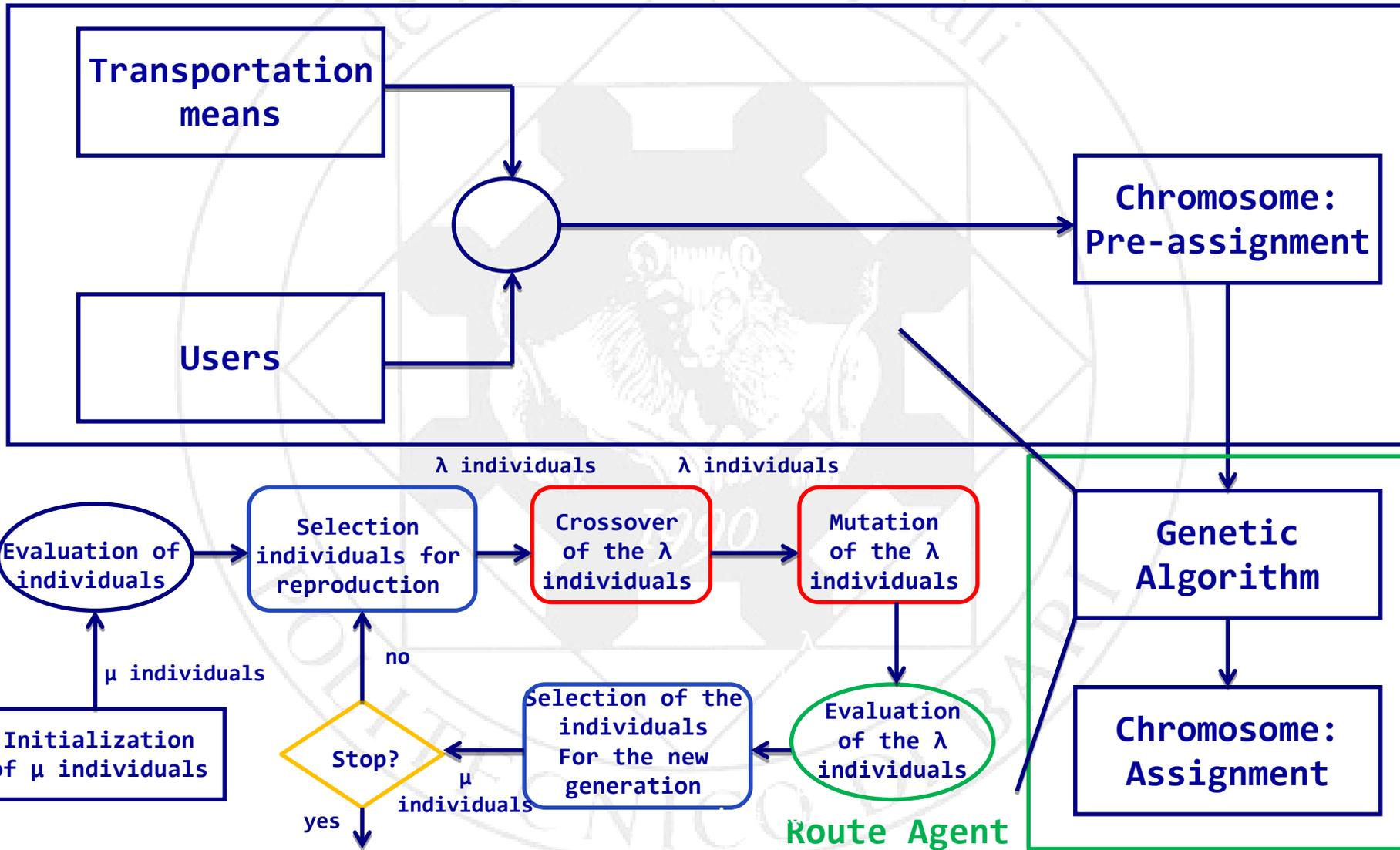
- Obiettivi della presentazione
- Il trasporto comodale
- Sistemi multiagente per il trasporto comodale
- Ricerca della soluzione: risoluzione del grafo comodale, ottimizzazione genetica, coalizione tra agenti
- Un caso in studio
- Conclusioni e sviluppi futuri

# Risoluzione del Grafo Comodale



# Ottimizzazione Genetica

Super Agent



# Ottimizzazione Genetica

## Pre-assegnamento

Percorso \ Mezzo	Auto	Bus	Metro	Bici
P1	x	x	*	*
P3	*	*	x	x
P4	*	x	*	x

## Assegnamento

Percorso \ Mezzo	Auto	Bus	Metro	Bici
P1	x	x	1	*
P3	1	*	x	x
P4	1	x	*	x

$$f_{R_i} = \sum_{k=1}^n f_{R_i}^{(k)}$$

$$f_{R_i}^{(k)} = \frac{\text{time}_{Vh_{R_i}^k}^k}{\text{max\_time}_{R_i}} \cdot c_t^k + \frac{\text{cost}_{Vh_{R_i}^k}^k}{\text{max\_cost}_{R_i}} \cdot c_c^k + \frac{\text{environment}_{Vh_{R_i}^k}^k}{\text{max\_environment}_{R_i}} \cdot c_e^k$$

# Coalizione tra gli Agenti

Ogni **Route Agent** è un pezzo di itinerario



Una coalizione tra **Route Agents** è un possibile itinerario

## Route Agents Communication Steps

**While**(*the neighbor receivers list is not empty && time is not expired*)

1. **Receive a message**
2. **Verify if the sender wants to be deleted**

*if it is verified, delete the sender from the neighbor receivers list*

3. **Verify if the message is valid:**

*if it is valid, send a message to each other neighbor sender agents;  
if neighbor receivers list is empty, communicate to the agents of  
neighbor senders list that RA wants to be deleted*

# Schema della Presentazione

- Obiettivi della presentazione
- Il trasporto comodale
- Sistemi multiagente per il trasporto comodale
- Ricerca della soluzione: risoluzione del grafo comodale, ottimizzazione genetica, coalizione tra agenti
- **Un caso in studio**
- Conclusioni e sviluppi futuri

# Un Caso in Studio

Il sistema realizzato è stato testato nella regione francese ***Nord Pas de Calais*** ed in particolare nell'area di ***Lille***.

Sono stati considerati alcuni mezzi di trasporto di quest'area, tra cui:

- **treni**: Ter1, Ter2, Ter3;
- **autobus extra-urbani**: Boulogne-Calais-Dunkerque,  
Dunkerque-Calais-Boulogne;
- **metro**: linea 1, linea 2;
- **autobus urbani**: 43, 44;
- **car-sharing**;
- **bike-sharing**;
- **car-pooling**.

Vengono considerati gli spostamenti nella fascia oraria **[6:00-10:00]**

# Un Caso in Studio: Scenario Extraurbano

- *Boulogne Ville → Port de Lille [6:00-9:15]*
- *Calais Ville → Port de Lille [6:30-9:15]*
- *Port de Lille → Pont de Bois [8:55-9:20]*
- *Gambetta → Triolo [7:10-7:50]*

**Mezzi di trasporto richiesti:** treno, autobus extra-urbano, car-pooling, metro.

## **Criteri di priorità di ottimizzazione del percorso per le varie prove:**

1. minimizzazione del tempo di viaggio, del prezzo, delle emissioni;
2. minimizzazione delle emissioni, del prezzo, del tempo di viaggio.

# Un Caso in Studio: Scenario Urbano

- *Port de Lille → Hellemmes [8:50-10:00]*
- *Rihour → Fives [7:30-8:20]*
- *Cormontaigne → Gambetta [7:00-8:00]*
- *Pont de Bois → Mairie de Mons [7:00-9:00]*

## **Criteria di ottimizzazione del percorso:**

1. minimizzazione del prezzo;
2. minimizzazione del tempo di viaggio;
3. minimizzazione delle emissioni.

## **Mezzi di trasporto richiesti per le varie prove:**

1. metro;
2. car-sharing, car-pooling;
3. car-sharing, car-pooling, bike-sharing.

# Risultati: Scenario Extraurbano (1/4)



**Boulogne Ville 0**  
**Dunkerque 1**  
**Port de Lille 2**

**0 → 1 bus linea BCD**  
**[6:15 → 7:35]**  
**1 → 2 car-pooling**  
**[8:00 → 8:50]**

**Costo: 15,76€**  
**Tempo: 155'**

# Risultati: Scenario Extraurbano (2/4)



**Calais Ville 0**  
**Dunkerque 1**  
**Port de Lille 2**

**0 → 1 bus linea BCD**  
**[6:50 → 7:30]**  
**1 → 2 car-pooling**  
**[8:00 → 8:50]**

**Costo: 8,92€**  
**Tempo: 120'**

# Risultati: Scenario Extraurbano (3/4)



**Boulogne Ville 0**  
**Dunkerque 1**  
**Gare Lille Europe 2**  
**Port de Lille 3**

**0 → 1 bus linea BCD**  
**[6:15 → 7:35]**  
**1 → 2 treno Ter 1**  
**[8:21 → 8:55]**  
**2 → 3 Metro linea 2**  
**[8:55 → 9:05]**

# Risultati: Scenario Extraurbano (4/4)

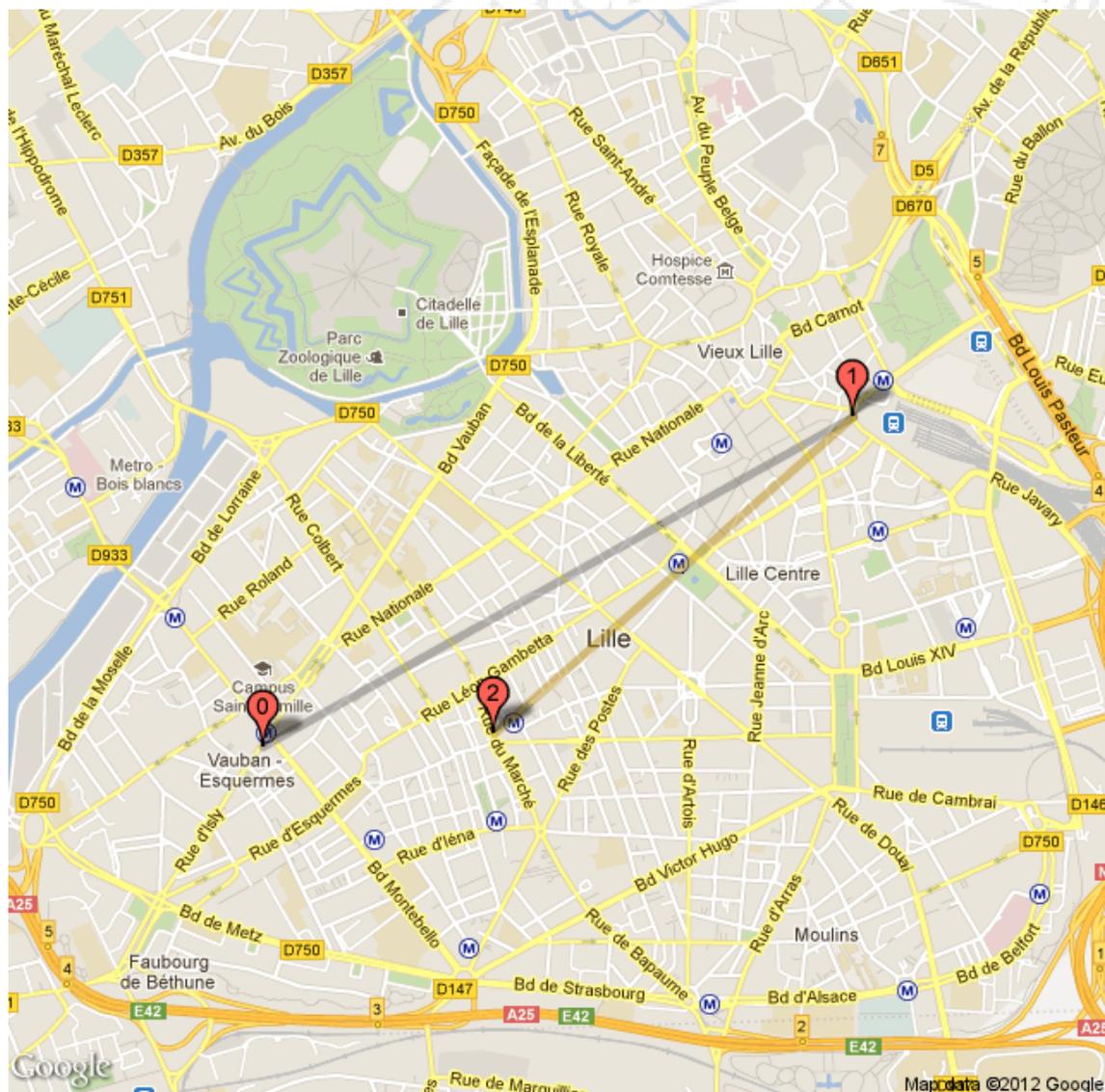


**Calais Ville 0**  
**Dunkerque 1**  
**Gare Lille Europe 2**  
**Port de Lille 3**

**0 → 1 bus linea BCD**  
**[6:50 → 7:30]**  
**1 → 2 treno Ter 1**  
**[8:21 → 8:55]**  
**2 → 3 Metro linea 2**  
**[8:55 → 9:05]**

**Costo: 9,64€**  
**Tempo: 135'**

# Risultati: Scenario Urbano (1/3)

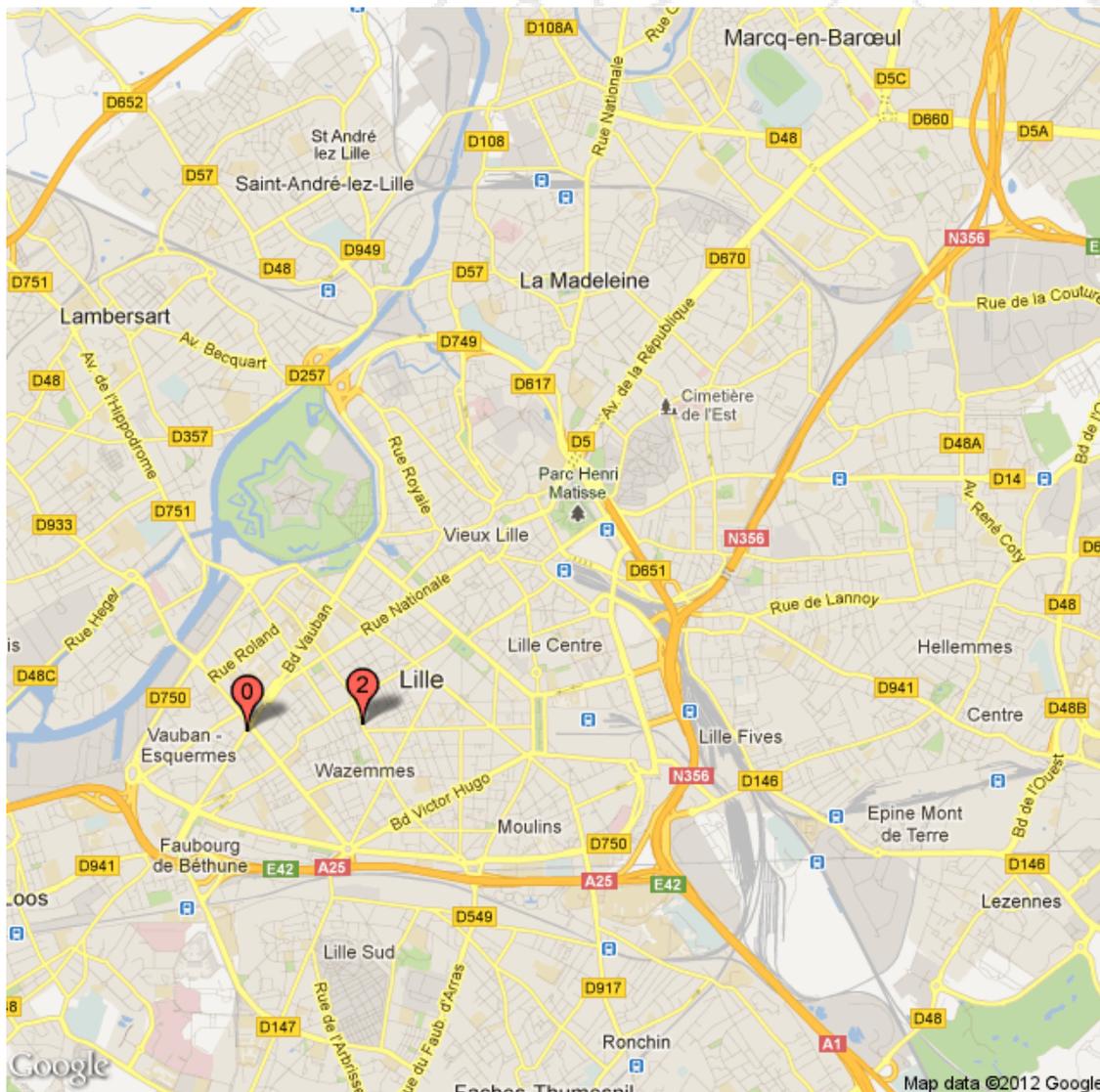


**Cormontaigne 0**  
**Gare Lille Flandres 1**  
**Gambetta 2**

**0 → 1 Metro linea 2**  
**[7:04 → 7:12]**  
**1 → 2 Metro linea 1**  
**[7:12 → 7:15]**

**Costo: 2,80€**  
**Tempo: 11'**

# Risultati: Scenario Urbano (2/3)

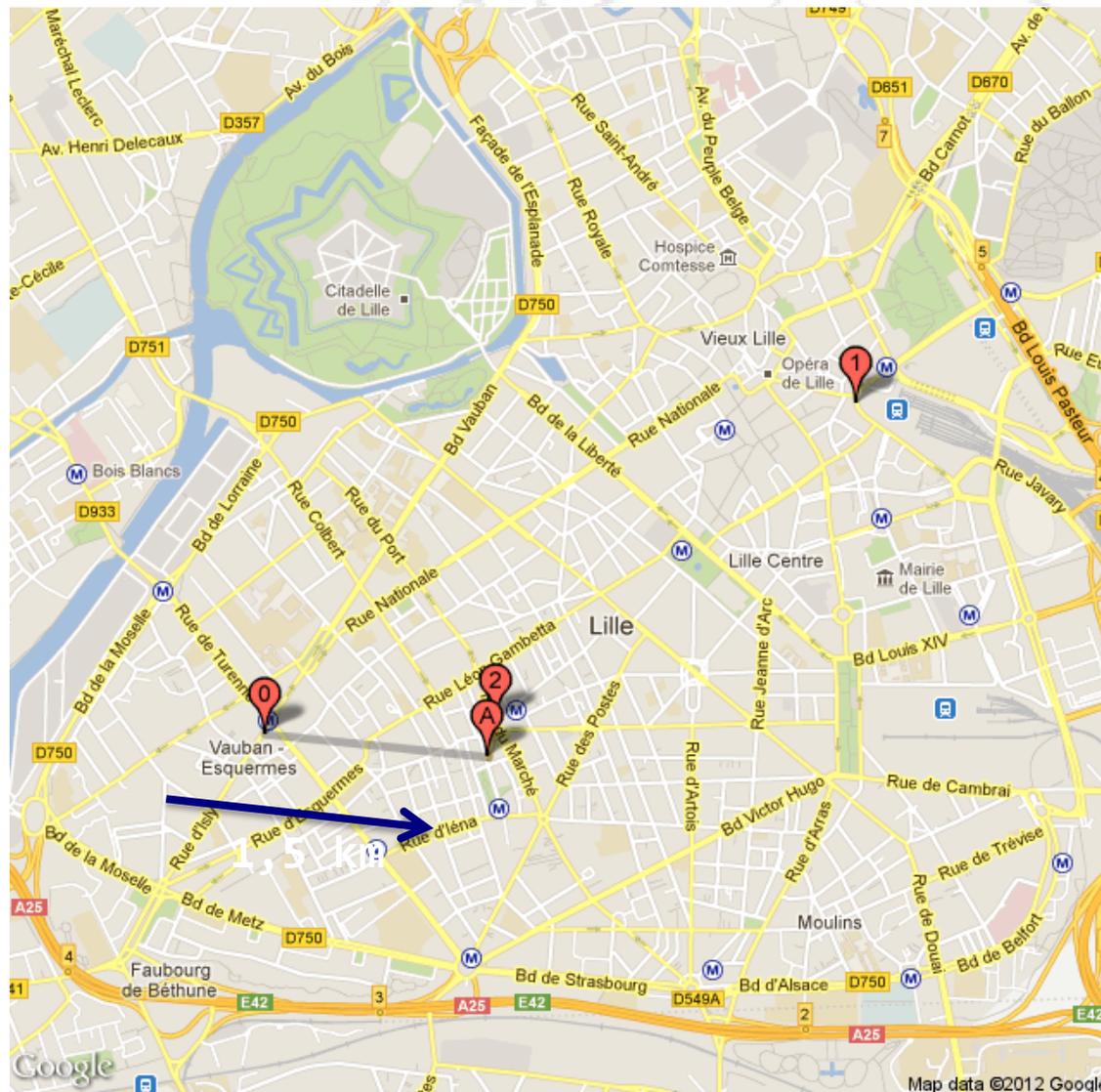


**Gambetta** non è servita da car-sharing e non ci sono itinerari di car-pooling che la riguardano



Non è possibile rispondere a questa richiesta!

# Risultati: Scenario Urbano (3/3)



**Cormontaigne 0**  
**Gare Lille Flandres 1**  
**Wazemmes A**  
**Gambetta 2**

**0 → A car-sharing**  
**[7:00 → 7:03]**  
**A → 2 bike-sharing**  
**[7:03 → 7:04]**

**Costo: 2,60€**  
**Tempo: 4'**

# Schema della Presentazione

- Obiettivi della presentazione
- Il trasporto comodale
- Sistemi multiagente per il trasporto comodale
- Ricerca della soluzione: risoluzione del grafo comodale, ottimizzazione genetica, coalizione tra agenti
- Un caso in studio
- Conclusioni e sviluppi futuri

# Conclusioni e Sviluppi Futuri

## CONCLUSIONI

- Sviluppo e test di un sistema di ottimizzazione di trasporto comodale basato sui sistemi multiagente
- Il contesto multi-modale fornisce la possibilità di scegliere il percorso più idoneo alle richieste dell'utente
- In caso di interruzione di una tipologia di servizi di trasporto, gli altri possono comunque fornire una soluzione.
- Il contesto comodale consente di ridurre il numero di veicoli su strada convogliando diverse persone negli stessi mezzi di trasporto privati.
- Gli itinerari inter-modali sono i più soggetti a variazioni in funzione dei criteri di ottimizzazione del percorso.

## SVILUPPI FUTURI

- Utilizzo delle coordinate geografiche.
- Fornire all'utente la possibilità di personalizzare il percorso in tempo reale.

# Sistemi ICT per l'Ottimizzazione del Trasporto Comodale

**Mariagrazia Dotoli,**  
Prorettore alla Ricerca  
Politecnico di Bari  
[dotoli@poliba.it](mailto:dotoli@poliba.it)

Slim Hammadi (Ecole Centrale de Lille), Carmine Russo  
(Politecnico di Bari)