

Sicurezza



A noi non può succedere!









Gestione della Mobilità

Questi sono i risultati dell'applicazione del nuovo P.U.T.



A noi non può succedere!

LAGS

LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE SECONDO CORSO SPECIALISTICO: LE ROTATORIE DI SECONDA GENERAZIONE

La modellistica applicata alle rotatorie e le valutazioni di impatto. Il trattamento delle intersezioni nel quadro della gestione della rete viaria e della mobilità

Torino, 14 dicembre 2009

Marco Dellasette (335.638.08.39)

LAGS
LABORATORIO PER IL GOVERNO DELLA SICUREZZA STRADALE
SECONDO CORSO SPECIALISTICO: LE ROTATORIE DI SECONDA GENERAZIONE

1. Dinamiche del traffico e gestione della mobilità
2. Le intersezioni come strumenti di regolazione del traffico: tipologie e funzioni
3. Ambiti territoriali di riferimento
4. Gli strumenti di analisi, valutazione e simulazione
5. Applicazioni
 - a. reti e mobilità (Novara)
 - b. valutazioni di impatto (Novara ex ospedale psichiatrico)
 - c. intersezioni (Rimini)
 - d. rotatorie (Torino Maroncelli)

Il governo della mobilità

Il **governo della mobilità** è un'attività assai complessa, che coinvolge diverse competenze, numerose professionalità e procedure articolate.

Le complesse problematiche non possono essere risolte con “ricette” semplici, ma soltanto attraverso l'adozione di **un insieme di strategie coordinate fra loro**, in cui ciascun intervento fornisce il suo piccolo contributo al raggiungimento degli obiettivi prefissati.

Se i vari temi non vengono affrontati in modo congiunto, omogeneo e coordinato, non è possibile ottenere gli effetti desiderati.

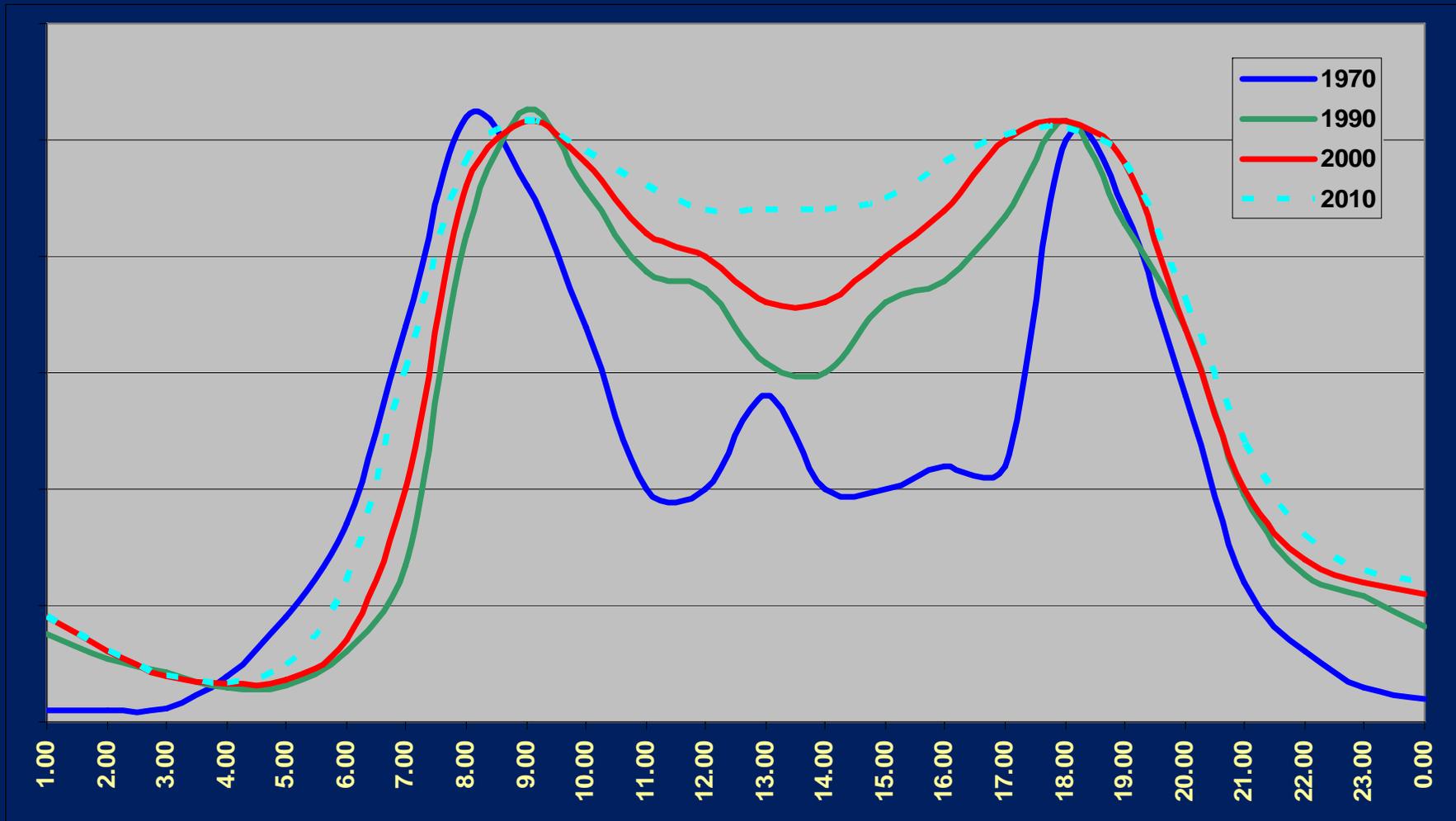
Le dinamiche del traffico

Il traffico è una componente della mobilità
con caratteristiche **dinamiche**



L'approccio deve essere di tipo dinamico
(**analisi spazio-temporale**)

Variazione dell'andamento dei flussi orari giornalieri urbani



Le dinamiche del traffico

Il traffico si sviluppa sull'intera rete stradale adottando regole **comportamentali di equilibrio**

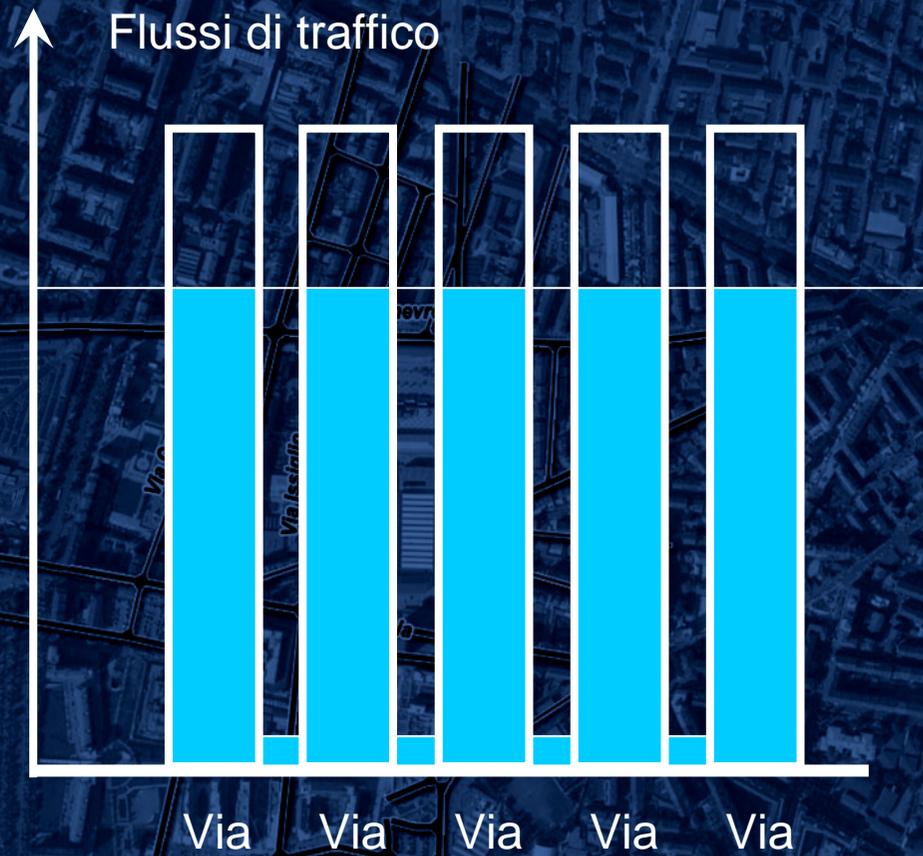


L'approccio deve essere di tipo distribuito
(**analisi di rete**)

Torino - Area ex Lancia



Equilibrio di rete



Le dinamiche del traffico

I nodi sono gli elementi
di **conflitto**
e di **regolazione**
della rete

Alessandria - Spalto Borgoglio







Le dinamiche del traffico

Non risulta indispensabile ottimizzare
le dinamiche **di nodo**



Risulta indispensabile ottimizzare
le dinamiche **di rete**



Rotatoria Maroncelli

+20% rispetto al semaforo
Code invariate (6/7 km)

Le intersezioni

Le intersezioni

si differenziano tra loro per

tipologia

ambito

funzione

Le intersezioni

Pertanto le intersezioni

**NON POSSONO
ESSERE
TUTTE UGUALI**



Gli strumenti di Simulazione

I simulatori di traffico sono strumenti di **supporto alle decisioni** durante i processi di **Pianificazione del Traffico**

Sono altresì **indispensabili** per analizzare nel dettaglio gli **effetti di rete** derivanti dalla riprogettazione delle intersezioni

Schema del processo di Pianificazione



Applicazione del modello



Definizione di MODELLO

MODELLO
Rappresentazione
della realtà
esistente e/o
prevista

FISICI
(in scala)



MATEMATICI
(virtuali)



Tipologie di modelli di traffico

- macro-simulatori statici di nodo
- macro-simulatori statici di rete
- micro-simulatori statici di nodo
- micro-simulatori dinamici di rete

I modelli di macro-simulazione

I **macro-simulatori** di traffico rappresentano i flussi medi in un contesto:

- di **flusso statico**
- di **flusso libero**
- in assenza di **congestioni**



I modelli di macro-simulazione

I macro-simulatori si basano su metodologie di simulazione **semplici**,

che utilizzano una serie di algoritmi **semplici** alimentati da parametri **semplici**.

Sono utili nella valutazione strategica di scenari di grande respiro, ma solitamente non forniscono indicazioni di carattere progettuale e non consentono valutazioni relative ad interventi locali e puntuali.

Dovrebbero pertanto essere utilizzati prevalentemente nelle **analisi di rete in ambito extraurbano e autostradale**.

LA MACRO-SIMULAZIONE

Descrizione delle caratteristiche
fondamentali

Principali parametri di traffico

- **Flusso:** quantità di veicoli che transitano in una sezione stradale in un dato intervallo di tempo [veicoli/ora]
- **Densità:** quantità di veicoli presenti in un tratto di strada [veicoli/km]
- **Capacità:** massimo flusso che un tratto stradale può smaltire nell'unità di tempo [veicoli/ora]

Flussi stradali

- **THP:** Traffico dell'Ora di Punta [veicoli/ora]
- **TGM:** Traffico Giornaliero Medio [veicoli/giorno]

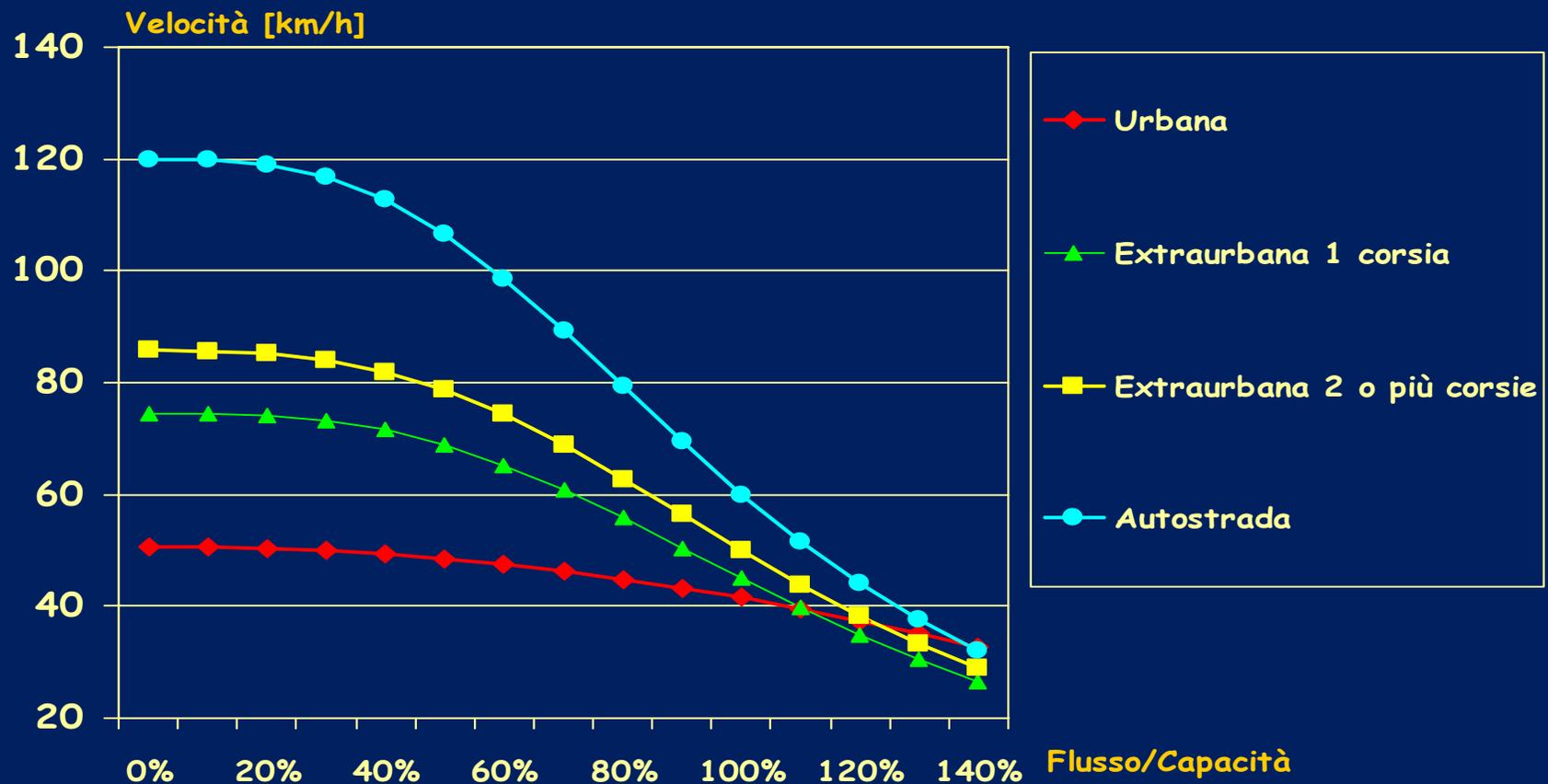
Caratteristiche dei dati richiesti

Grafo della rete



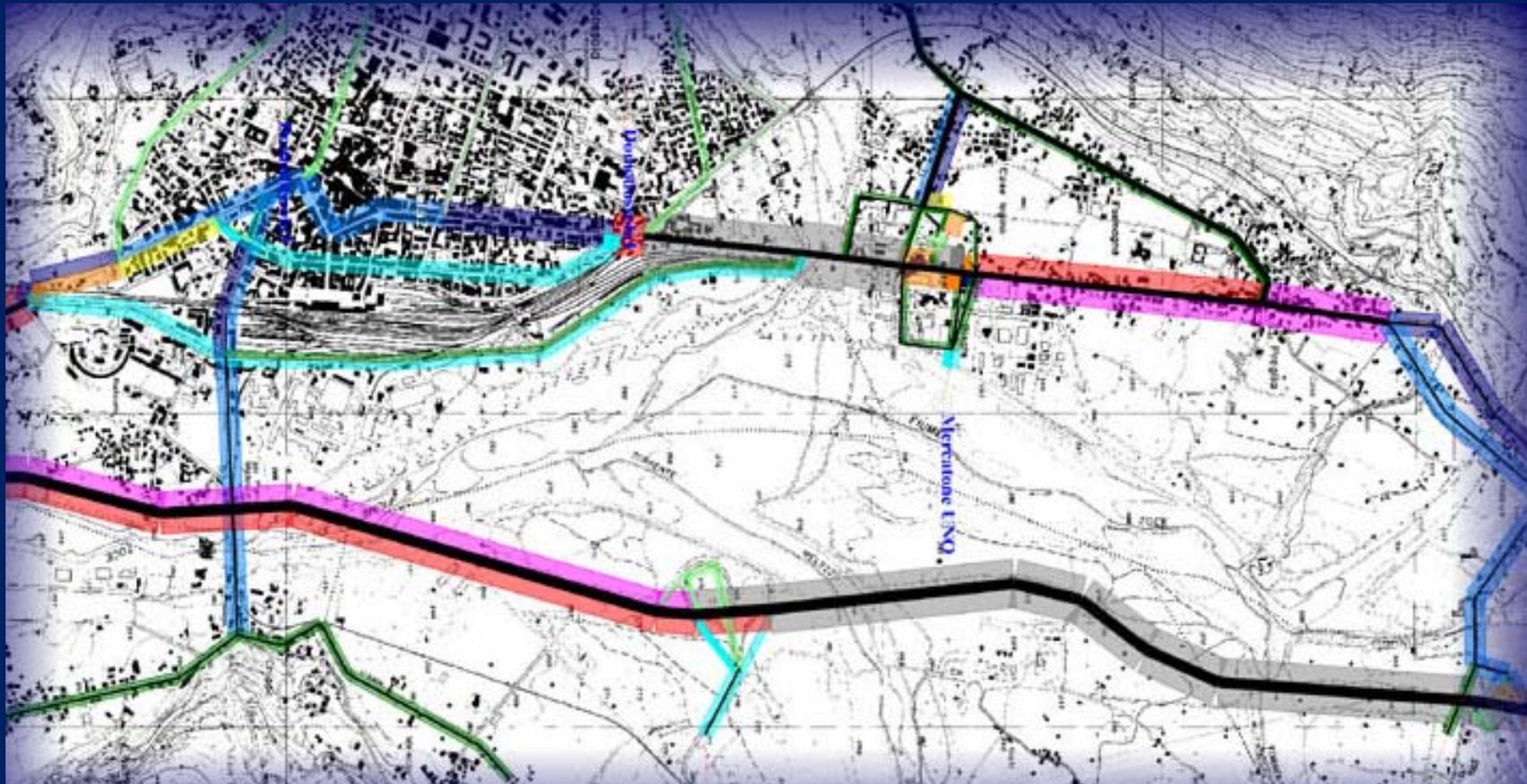
Caratteristiche dei dati richiesti

Curve di deflusso stradali



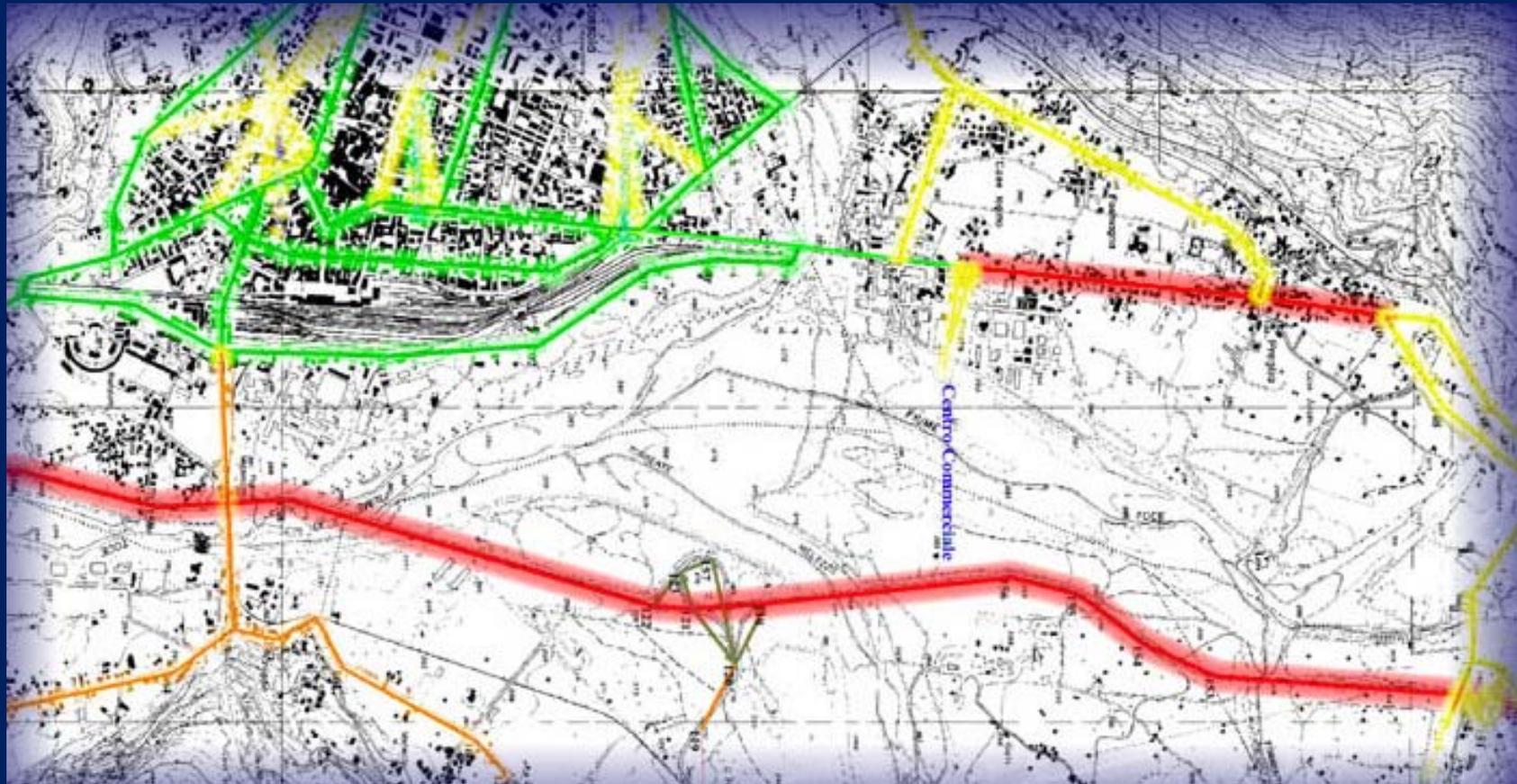
I risultati della simulazione

Flussi medi orari sulle tratte



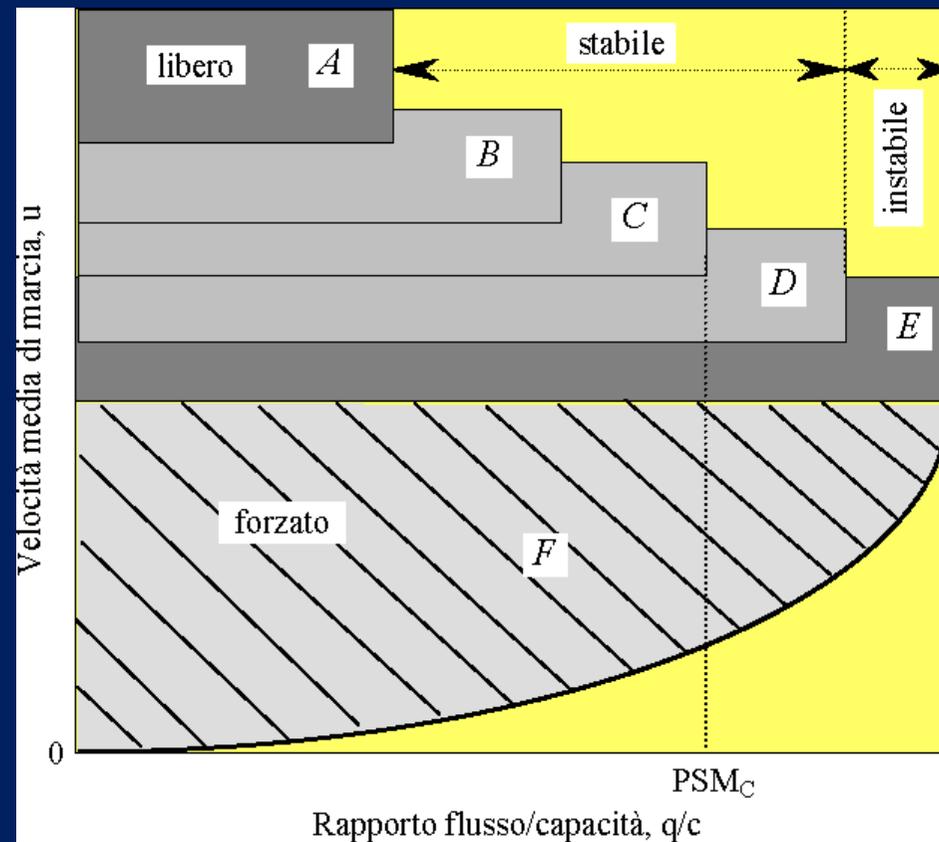
I risultati della simulazione

Indici di criticità della rete



I risultati della simulazione

Livelli di servizio (LOS)



Limiti degli strumenti di macro-simulazione

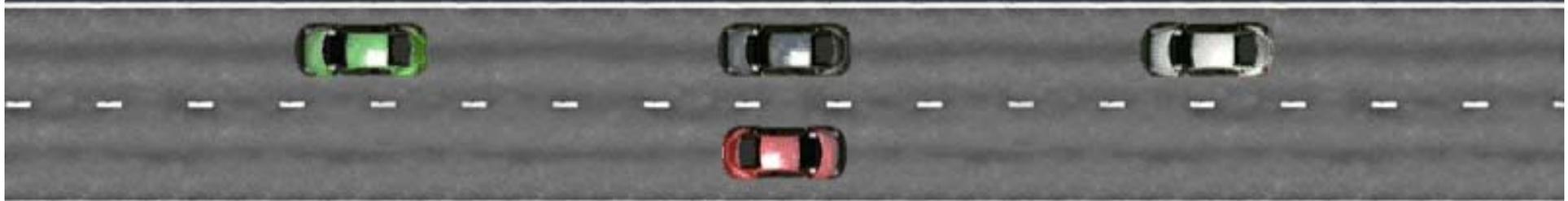
- Visione statica
- Valutazioni statistiche medie
- Mancanza di dettaglio
- Carenza di informazioni su code e criticità **ai nodi**

La visione statica del fenomeno

**Veicolo
equivalente**

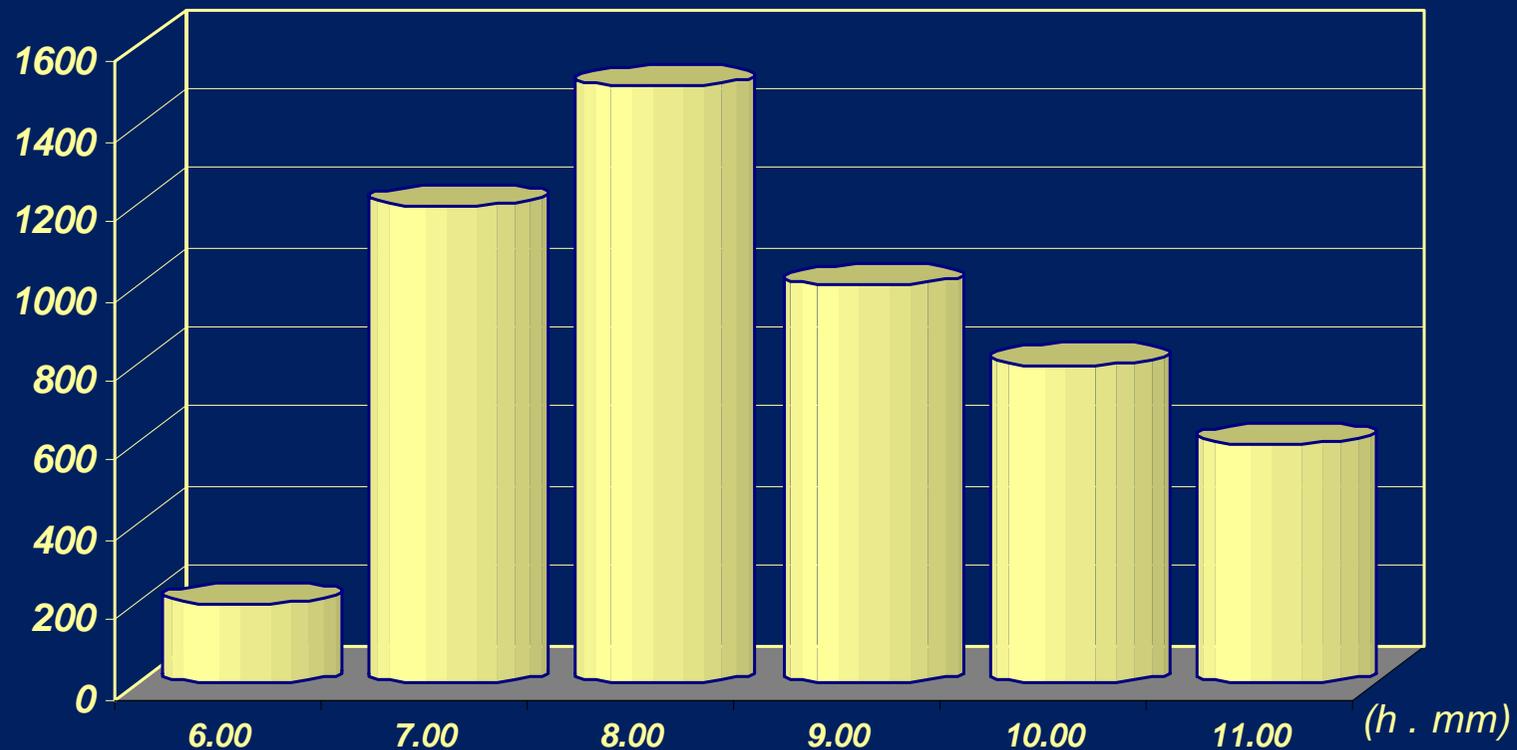
**Flusso, Densità,
Velocità medi**

**Distribuzione uniforme
degli arrivi**



Distribuzione media degli arrivi

Flussi



LA MICRO-SIMULAZIONE

Descrizione delle caratteristiche
fondamentali

Principi teorici dei micro-simulatori

- Car-following
- Lane-changing
- Gap-acceptance

il modello valuta due componenti del moto: accelerazione e decelerazione. Il primo rappresenta l'intenzione del veicolo a raggiungere una velocità desiderata, mentre il secondo rappresenta le limitazioni imposte dal precedente veicolo o da altre esternalità. Un veicolo che può muoversi liberamente è in grado di raggiungere la massima velocità desiderata in funzione delle caratteristiche del veicolo, del guidatore, della geometria della strada e delle eventuali manovre. Un veicolo che segue un altro ne è condizionato.

Principi teorici dei micro-simulatori

- Car-following

- Lane-changing

- Gap-acceptance

rappresenta un processo di decisione che, analizzando la necessità della manovra, la desiderabilità e le condizioni locali di attuabilità, determina, istante per istante, la scelta più opportuna.

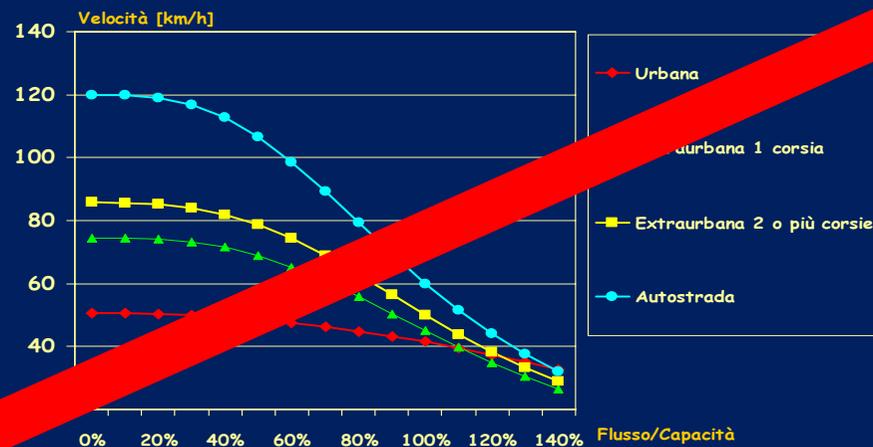
Principi teorici dei micro-simulatori

- Car-following
- Lane-changing
- Gap-acceptance

l'algoritmo si basa sulla probabilità statistica che il singolo conducente in avvicinamento all'intersezione accetti di inserirsi nel flusso di manovra (o in rotatoria) sulla base del tempo che ha a disposizione prima dell'arrivo del successivo veicolo in conflitto. Tale scelta dipende da una serie di fattori geometrici e dalle condizioni di traffico, e porta ad una variazione del distanziamento dei veicoli e, di conseguenza, ad una variazione della capacità dell'intersezione e della lunghezza delle code di attesa.

Caratteristiche dei micro-simulatori

- Simulazione **completamente dinamica**
- Strumenti off-line e/o on-line
- Rappresentazione fedele della realtà in termini di domanda e di offerta

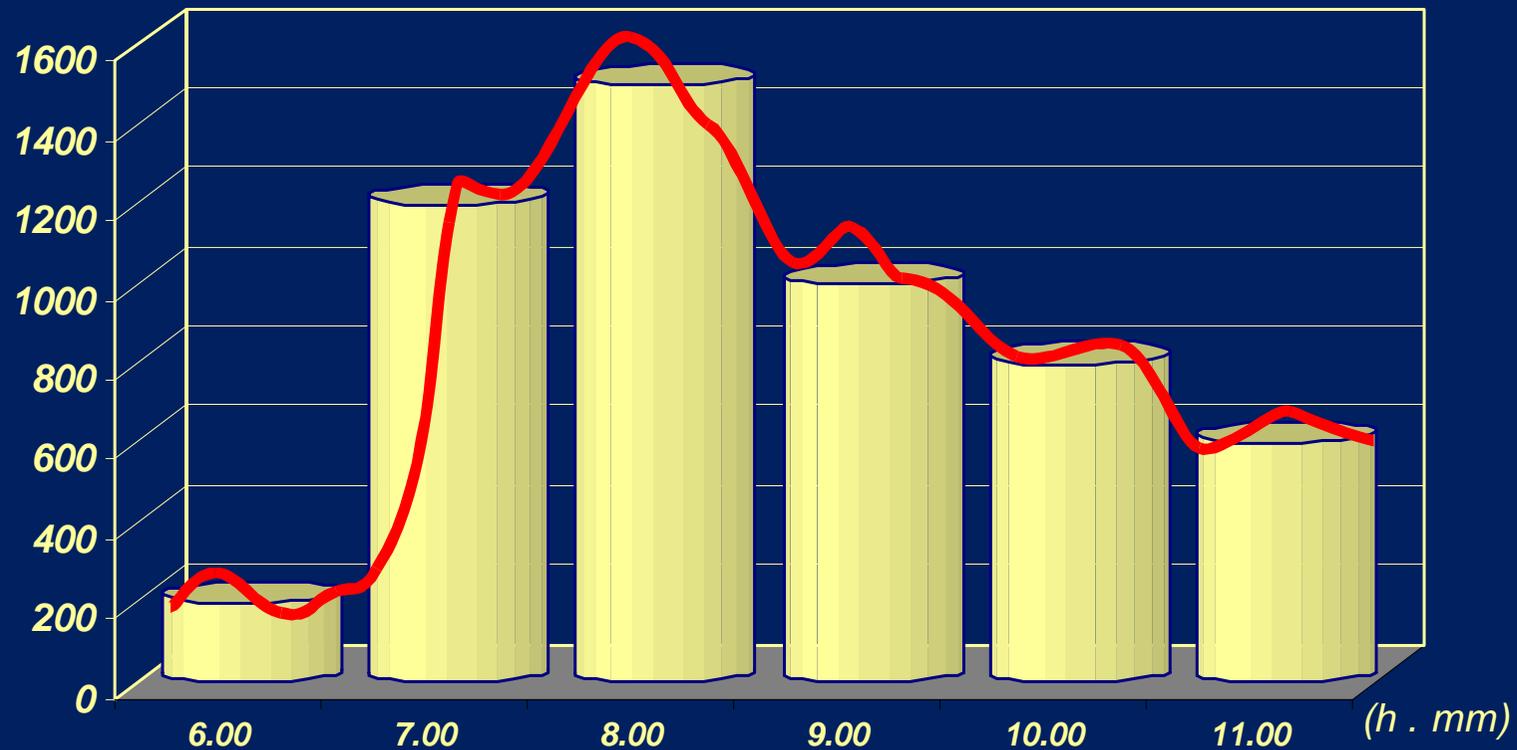


La descrizione della domanda

- Tipologie diverse di conducenti
- Tipologie diverse di veicoli
- Parametri caratteristici del comportamento guidatore/veicolo (acc., dec., aggressività, T. reazione, ecc.)
- Differenti periodi temporali a domanda multipla

Distribuzione reale degli arrivi

Flussi



La visione dinamica del fenomeno

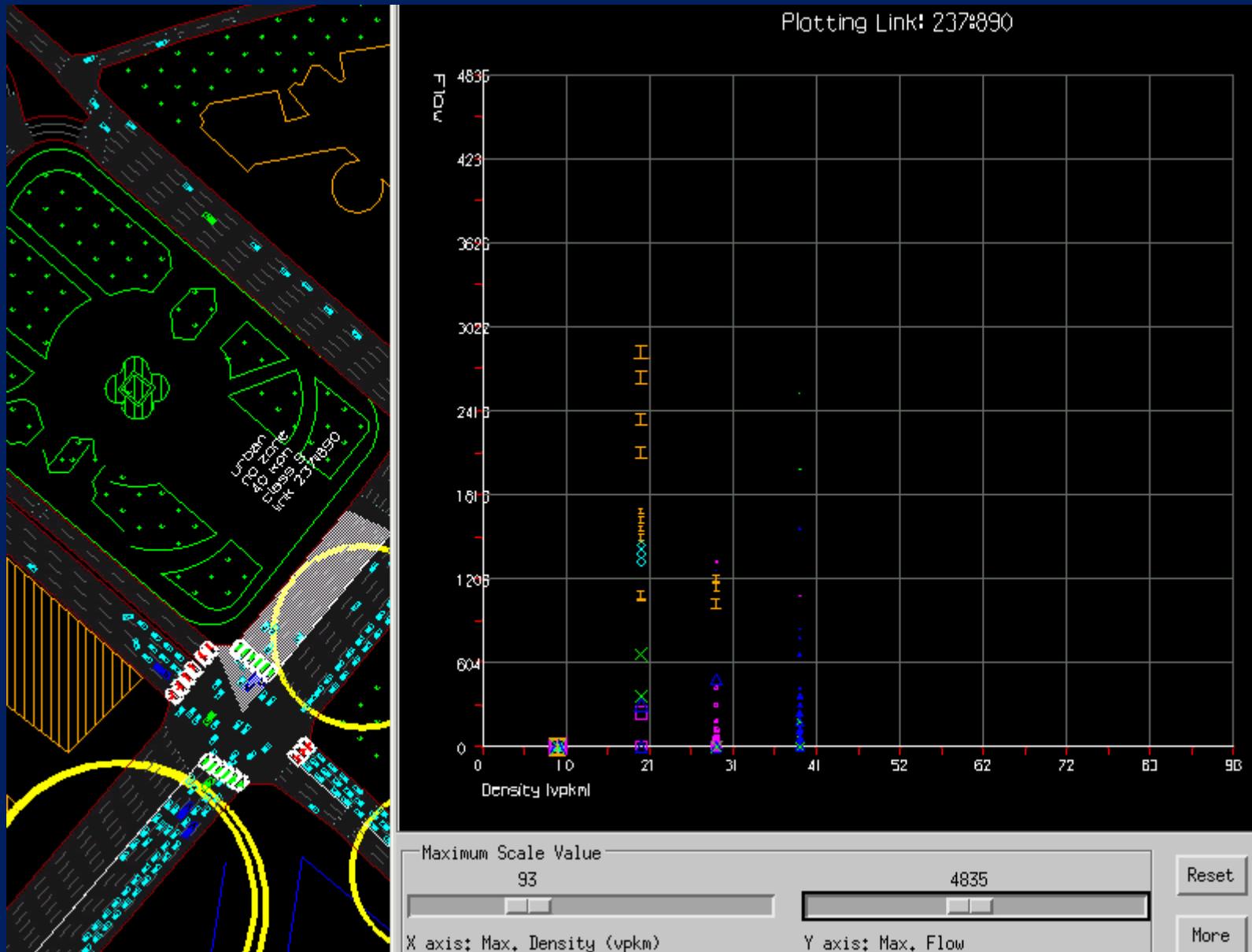
Velocità, accelerazione e caratteristiche comportamentali del singolo veicolo

Flussi simulati realisticamente

Principali risultati della micro-simulazione

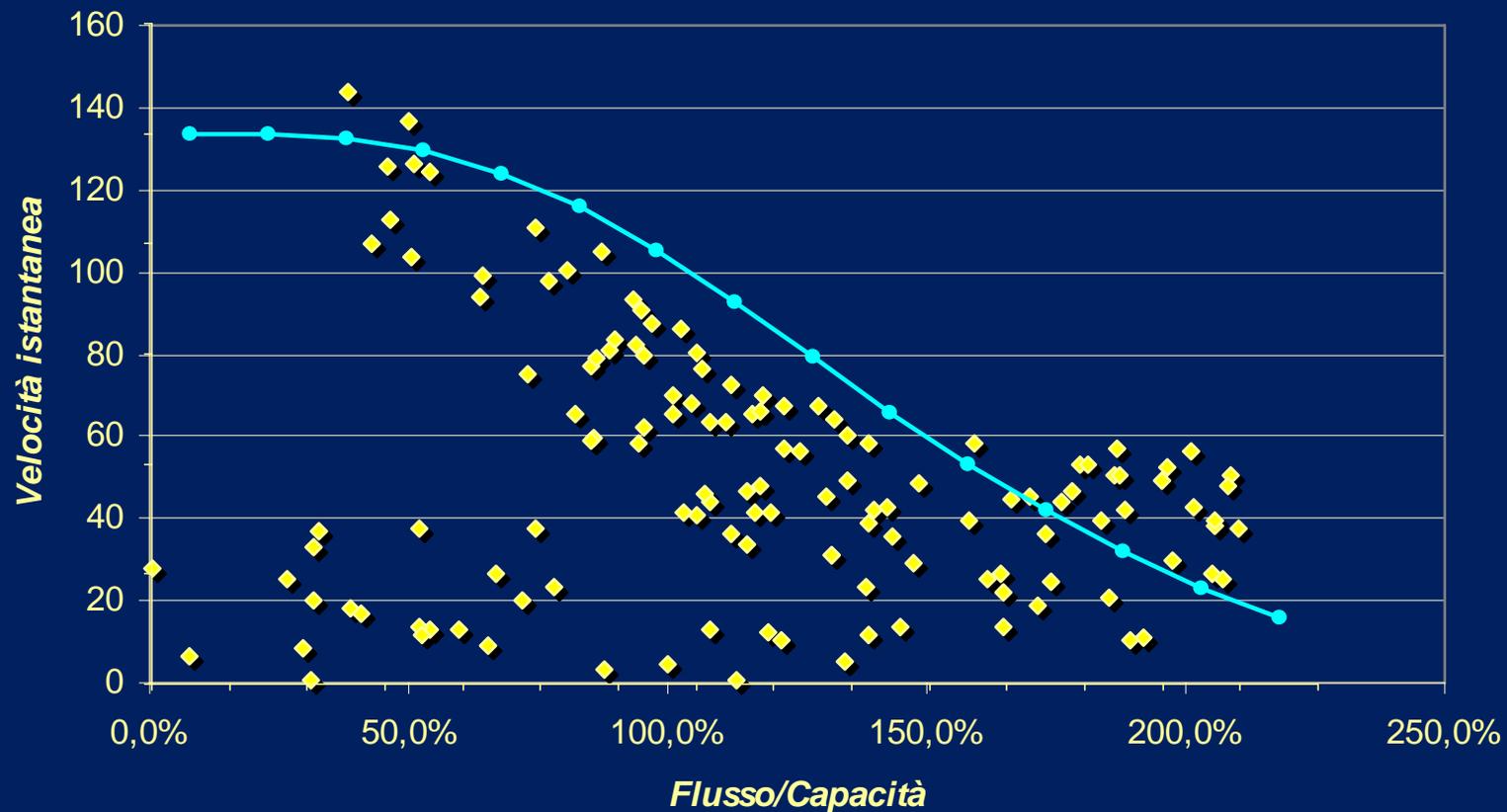
- Individuazione dei percorsi
- Volumi di traffico e manovre di svolta
- Lunghezza delle code
- Densità, velocità, tempi di attesa
- Livelli di servizio
- Emissioni
- **Qualsiasi scala temporale (minuto, ora, giorno, ...)**

Risultati dinamici della micro-simulazione

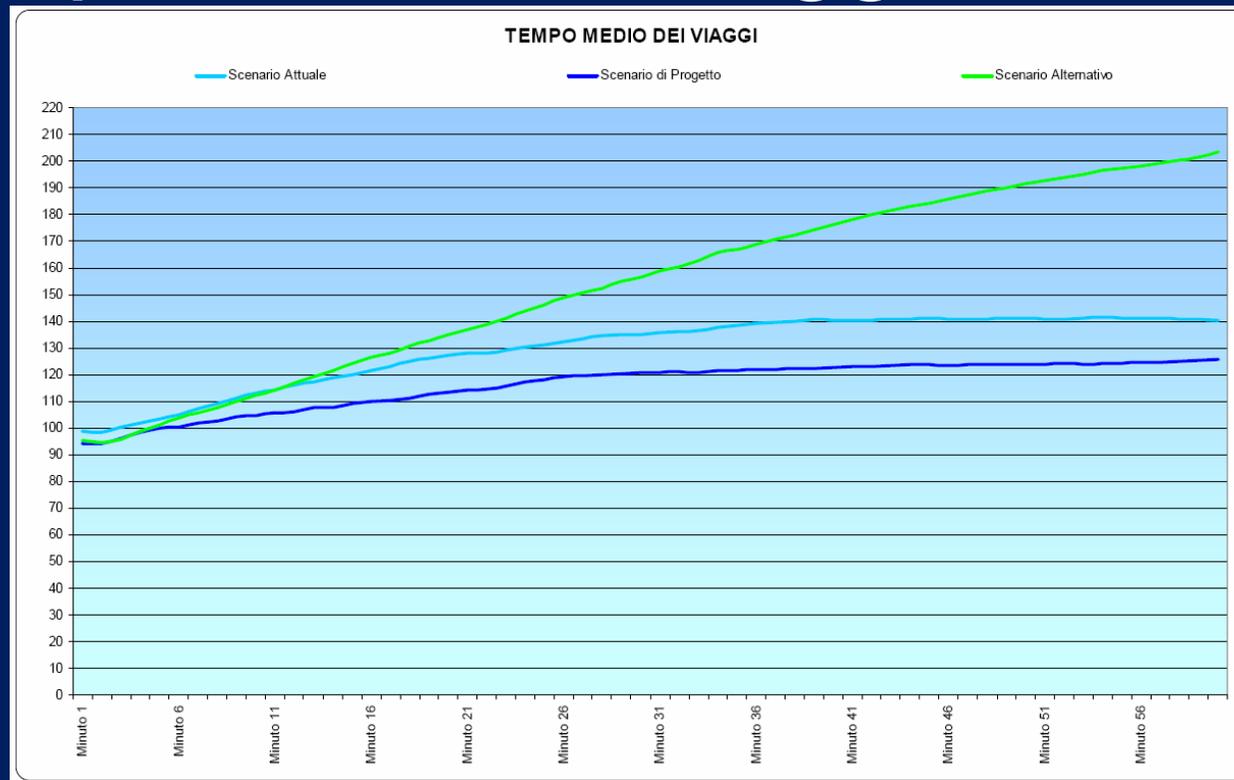


Parametri dinamici di deflusso

Velocità istantanea (rif. 1 minuto)

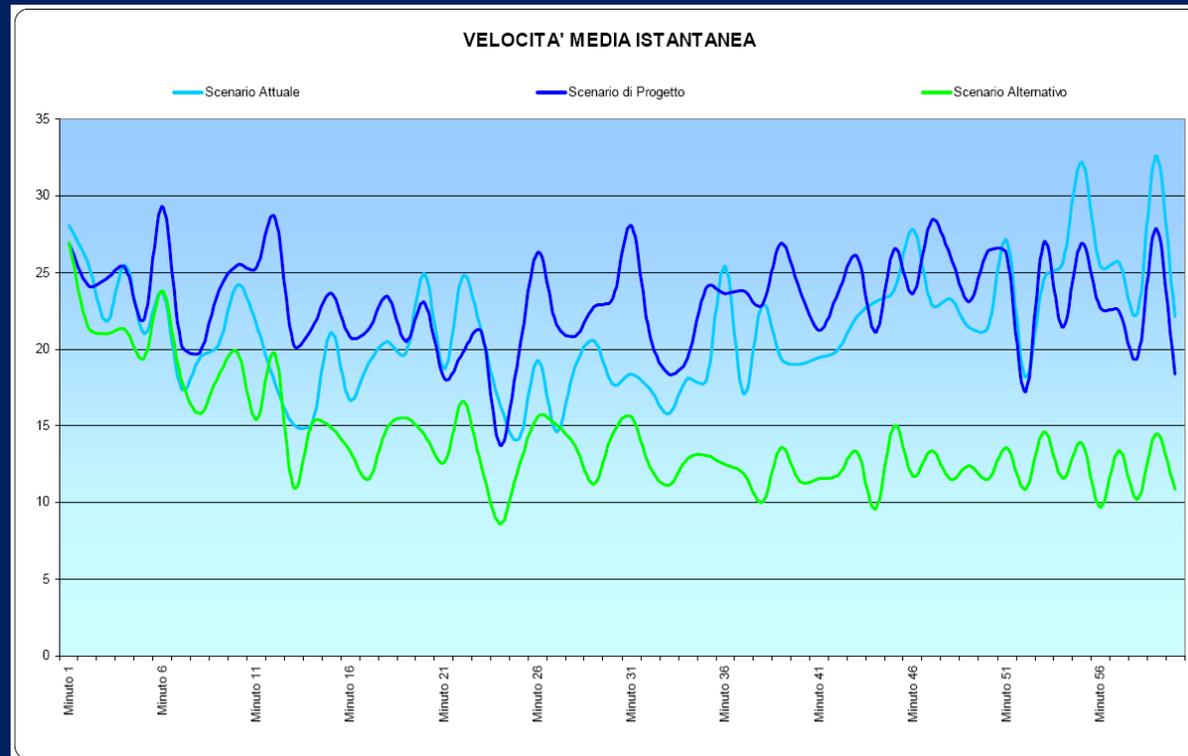


Tempo medio di viaggio simulato



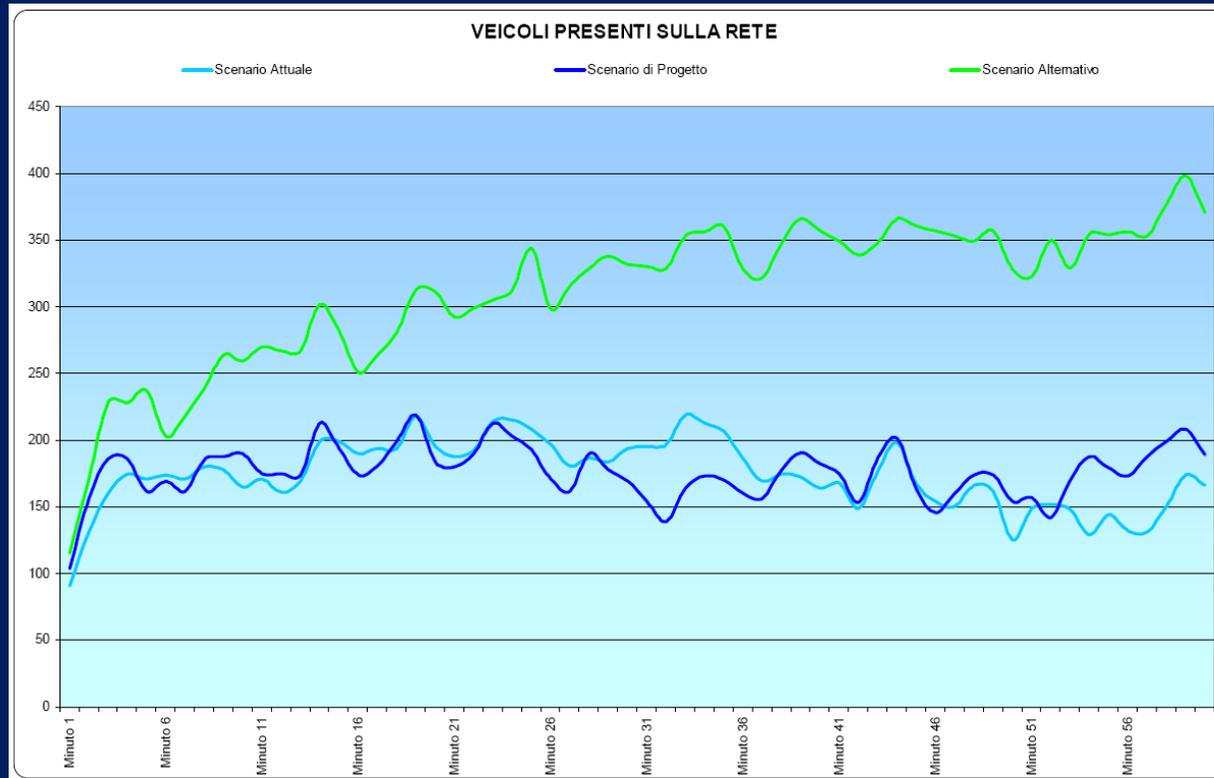
- Rappresenta, per ogni istante della simulazione, il tempo medio di viaggio di tutti i veicoli presenti sulla rete
- Al crescere dei tempi di viaggio si assiste ad un sempre maggiore congestionamento della rete

Velocità media istantanea simulata



- Rappresenta, per ogni istante della simulazione, la media delle velocità di ciascun veicolo presente sulla rete
- Maggiore è la velocità media simulata e migliore risulta essere la fluidità della circolazione

Numero di veicoli simulati sulla rete



- Rappresenta il numero di veicoli contemporaneamente presenti sulla rete ogni istante della simulazione
- Minore è il numero dei veicoli presenti sulla rete in un dato istante e minore è il grado di congestione sulla rete

La simulazione dinamica



La simulazione dinamica



Caratteristiche del micro-simulatore in esame

- Fino a un milione di nodi
- Fino a quattro milioni di archi
- Fino a 32.000 zone O/D
- Strade fino a 32 corsie
- Numero illimitato di veicoli sulla rete
- Centinaia di migliaia di veicoli contemporaneamente simulati*

* Simulazione in tempo reale di circa 400.000 veicoli contemporaneamente

Esempio di costruzione della rete

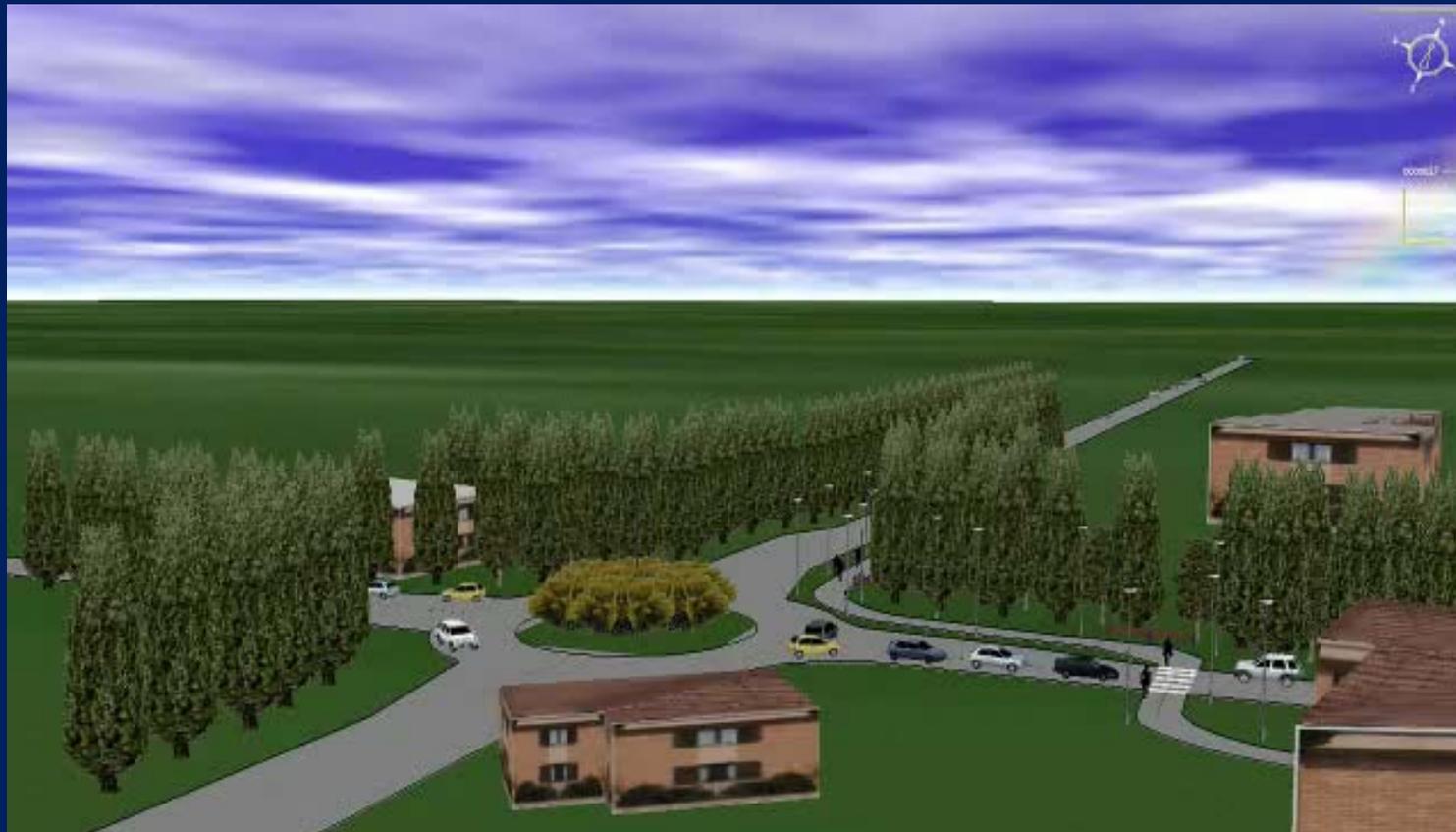
The screenshot displays the Modeller 6.4.1 software interface. The main window shows an aerial map with a road network being constructed. The network consists of several road segments, with a central intersection marked by a red cross. The road segments are highlighted in orange, and the intersection is marked with a red cross. The software's menu bar includes File, Edit, View, Tools, Presentation, Simulate, and Help. The status bar at the bottom shows the time 18:13:00 / 19:00:00 (1/1), navigation controls, and coordinates X:-240.3 Y:446.1.

The Editor Palette on the right side of the screen is open, showing the following settings:

- Selected Objects:** Empty list.
- Core** (selected), Movements, Roundabout
- Position:**
 - X Coordinate (m): []
 - Y Coordinate (m): []
 - Z Coordinate (m): []
 - Move control points
 - Preview [Apply]
- Name & Type:**
 - Node ID: [] [Apply]
 - Node type: Normal [v]
 - Non blocking compliance (%): 0 []
 - All way stop
- Default Attributes:**
 - Minimum node ID: 1 []
 - ID prefix: []

At the bottom of the Editor Palette, there is a dropdown menu set to "Junctions" and several icons for undo, redo, and other functions.

Valutazione degli attraversamenti pedonali



Possibili applicazioni

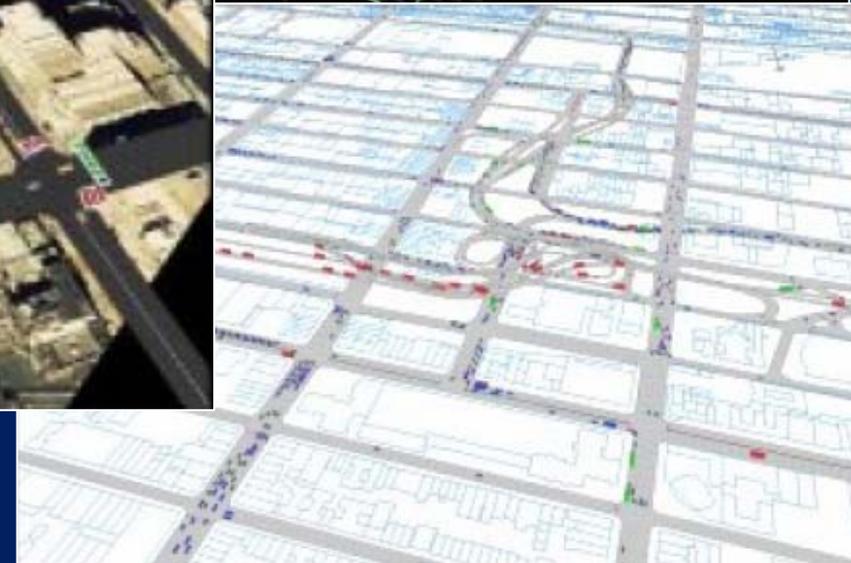
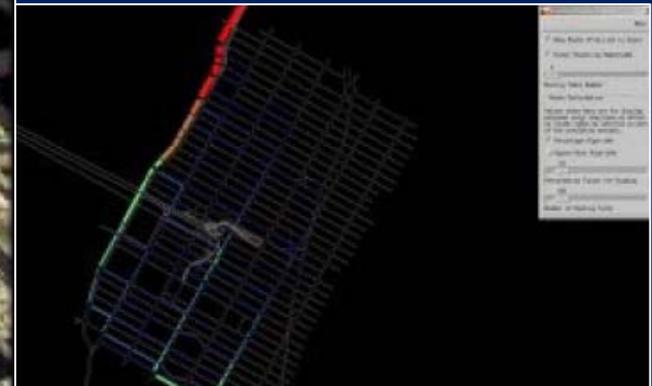
1. analisi e valutazione di progetti di viabilità;
2. analisi della criticità della rete e dei nodi;
3. analisi e risoluzione di intersezioni problematiche;
4. analisi e risoluzione di percorsi critici;
5. gestione dei cantieri stradali;
6. valutazione di impatto sulla viabilità dei veicoli pesanti di cantiere;
7. individuazione di viabilità alternative da segnalare in situazioni di emergenza;
8. Gestione di informazioni all'utenza;
9. analisi sull'incidentalità e sulla sicurezza;
10. analisi di compatibilità ambientale;
11. valutazioni di impatto sulla viabilità di nuovi insediamenti;
12. analisi e valutazione del trasporto pubblico locale;
13. analisi ed organizzazione della mobilità delle merci;
14. analisi della sicurezza della circolazione
15. progettazione stradale.

La nuova frontiera della pianificazione

Simulazione dinamica su grandi reti

Alcuni esempi nel mondo

Manhattan



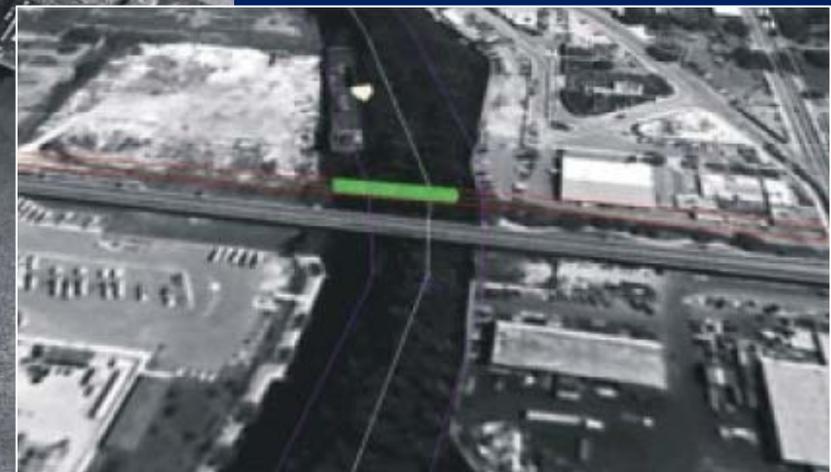
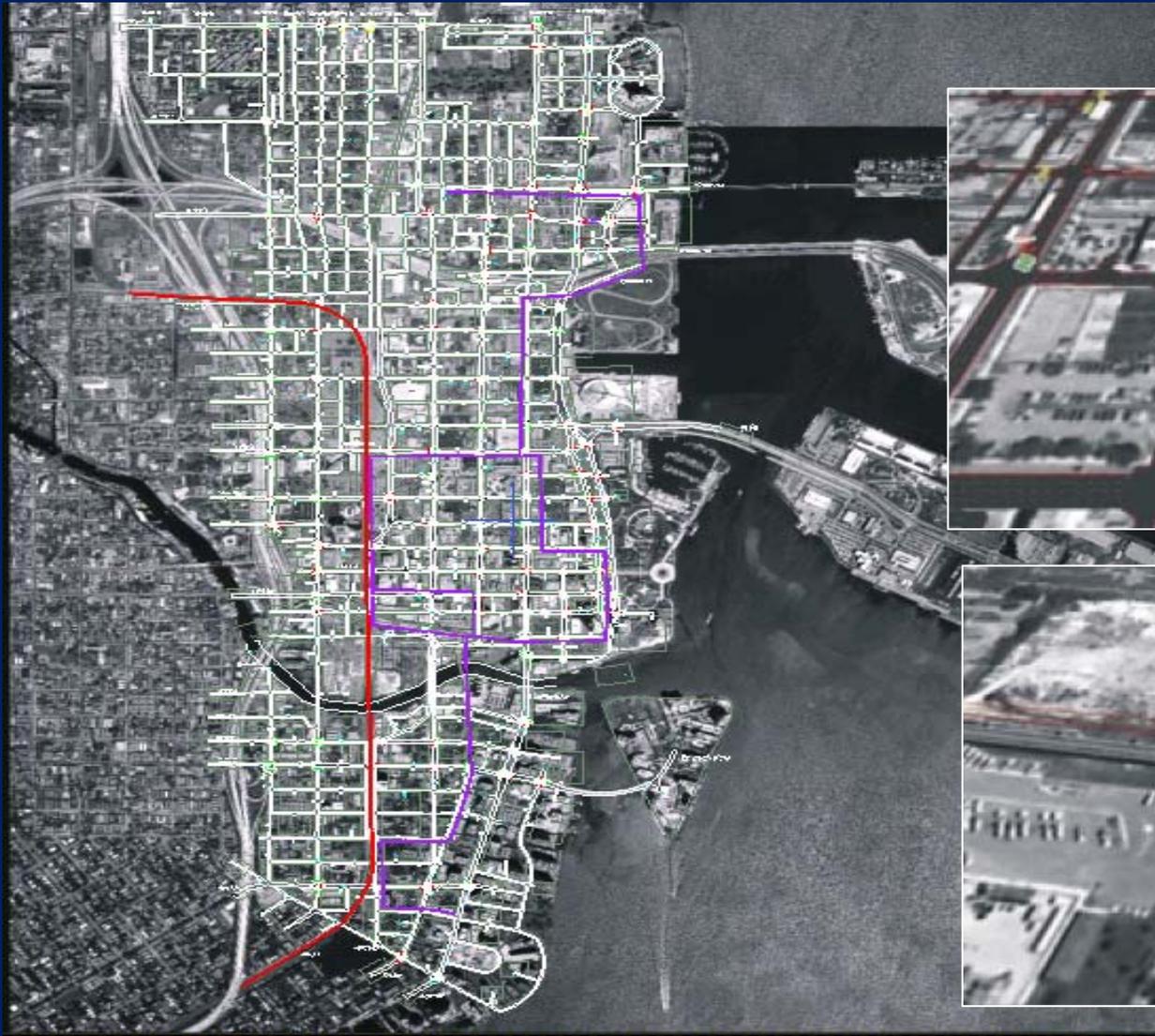
New York, Giants Stadium



Disneyland, California



Miami



In Italia poco usati

Perchè?

Le difficoltà di attuazione

- scarsa conoscenza delle potenzialità
- **carezza di risorse economiche**
- carezza di personale e di competenze interne
- difficoltà di controllo e verifica del lavoro esterno
- discontinuità nel monitoraggio

Le difficoltà di attuazione

In altri termini:

le Amministrazioni hanno difficoltà a pianificare in quanto è un'attività che richiede competenze molto specifiche che necessitano di consulenze esterne difficilmente gestibili, che spesso generano strumenti scarsamente applicativi e di difficile attuazione.

Inoltre, la mancanza di competenze dirette comporta l'impossibilità di aggiornamenti rapidi e tempestivi, necessari in un'ottica di pianificazione dinamica.

Attività in ambito trasporti

Inoltre le attività delle P.A. sono molto articolate:

- Pianificazione, programmazione e progettazione di nuove infrastrutture
- Manutenzione ordinaria e straordinaria
- Compatibilità ambientale
- Gestione dei cantieri
- Verifica di impatto sulla viabilità di nuovi insediamenti
- Trasporto merci
- Trasporto pubblico
- Gestione di eventi eccezionali

Orizzonti temporali

... e gestiscono orizzonti temporali assai differenti:

- Lungo termine  attività sporadiche
 - pianificazione strategica
- Medio termine  attività frequenti
 - programmazione, valutazione, ambiente, regolazione, ecc.
- **Breve termine**  **attività quotidiane**
 - progettazione, manutenzione, gestione, ecc.

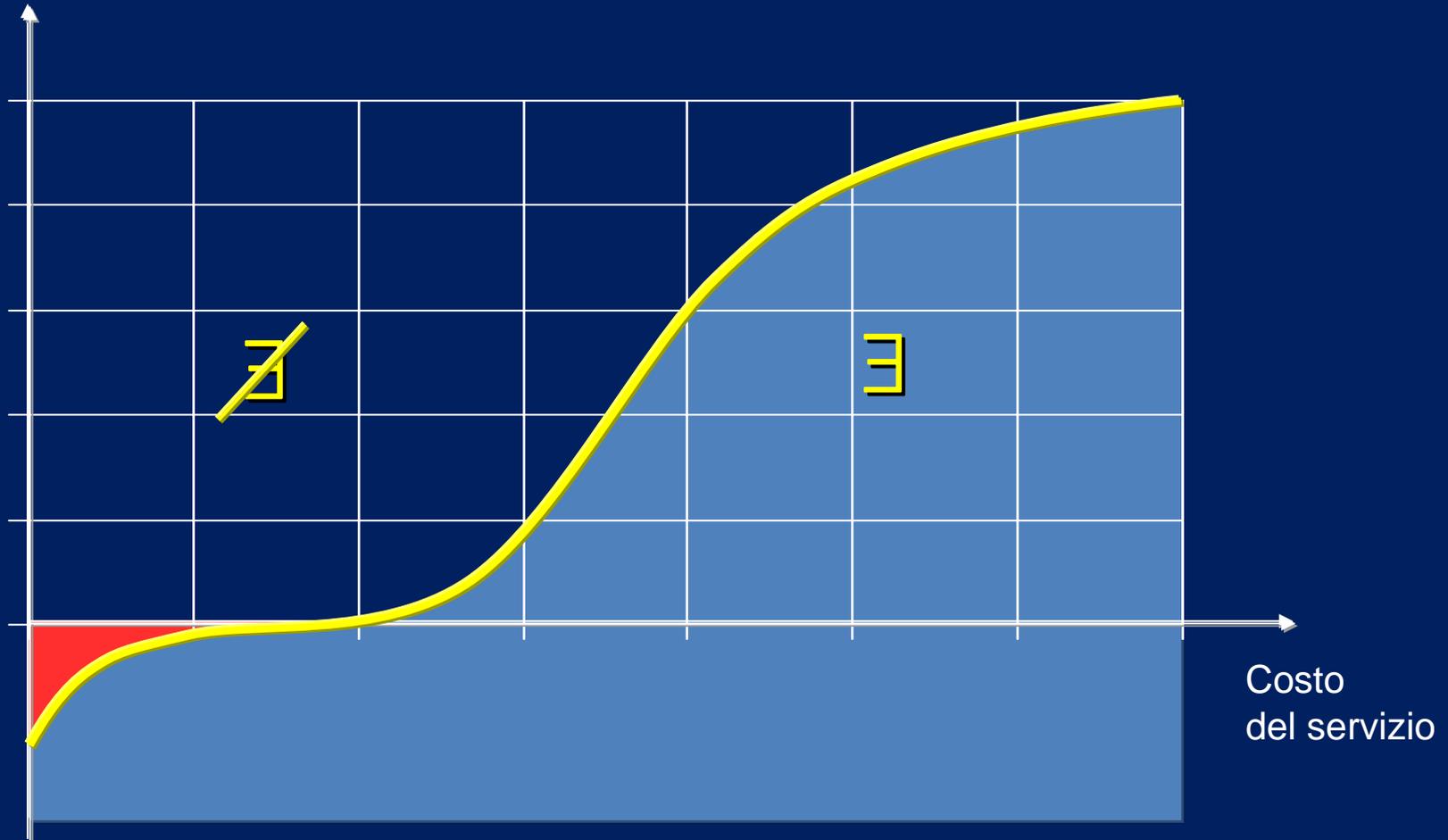
Problematiche emergenti

In conclusione, le Amministrazioni Locali hanno competenze e funzioni assai articolate, prevalentemente orientate verso l'individuazione, l'analisi e la risoluzione di problematiche legate ad aspetti molto concreti e progettuali.

Tali attività costituiscono la quotidianità.

Gestione delle risorse

Qualità del servizio
Efficacia delle soluzioni



L'amministrazione chiede

- meno teoria e più soluzioni concrete
- più progettualità spicciola
- risoluzione di problematiche reali e contingenti
- coinvolgimento della cittadinanza e ricerca del consenso
- politiche attuabili a piccoli passi
- individuazione degli interventi e ordinamento delle priorità in funzione delle risorse disponibili e della massima efficacia

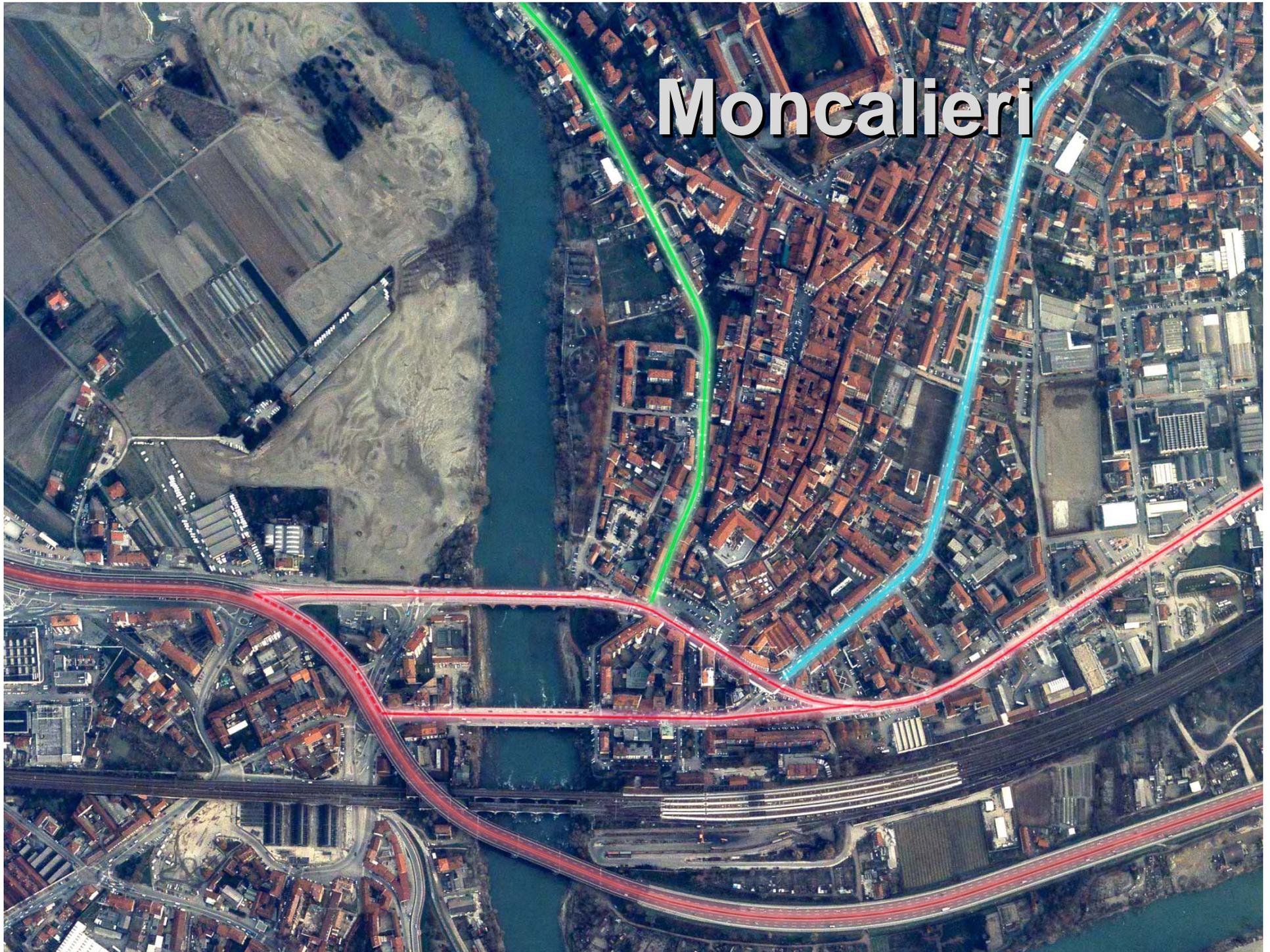


Sono strumenti
utili?

Esempio

Moncalieri

Moncalieri



**Situazione preesistente
al Piano Urbano del Traffico**



**Situazione adottata
dal Piano Urbano del Traffico**

Obiettivi

- Ridurre le criticità
- Migliorare la funzionalità
- Ridurre l'impatto ambientale
- Aumentare la sicurezza



Situazione con il
P.U.T. attuato

Criticità



Situazione con il
P.U.T. attuato

Funzionalità



Situazione con il
P.U.T. attuato

Ambiente



Situazione con il
P.U.T. attuato

Sicurezza !!!!!



Situazione con il
P.U.T. attuato

Sicurezza !!!!!



Situazione con il
P.U.T. attuato

Sicurezza !!!!!



In conclusione

La corretta applicazione di strumenti di analisi e valutazione preventiva degli interventi consente:

- individuare le soluzioni più efficienti in termini di mobilità
- individuare le soluzioni più efficaci in termini di impatto e sicurezza
- evitare errori di progettazione
- evitare/limitare i disagi alla circolazione
- evitare sprechi di risorse economiche

In altri termini si risparmia anche!

Applicazioni

Reti e mobilità



COMUNE DI NOVARA



CITTA' DI NOVARA

P.U.T. e P.C.S.S.

PARAMETRI di RETE

~ 500 intersezioni

16 rotatorie

40 impianti semaforici

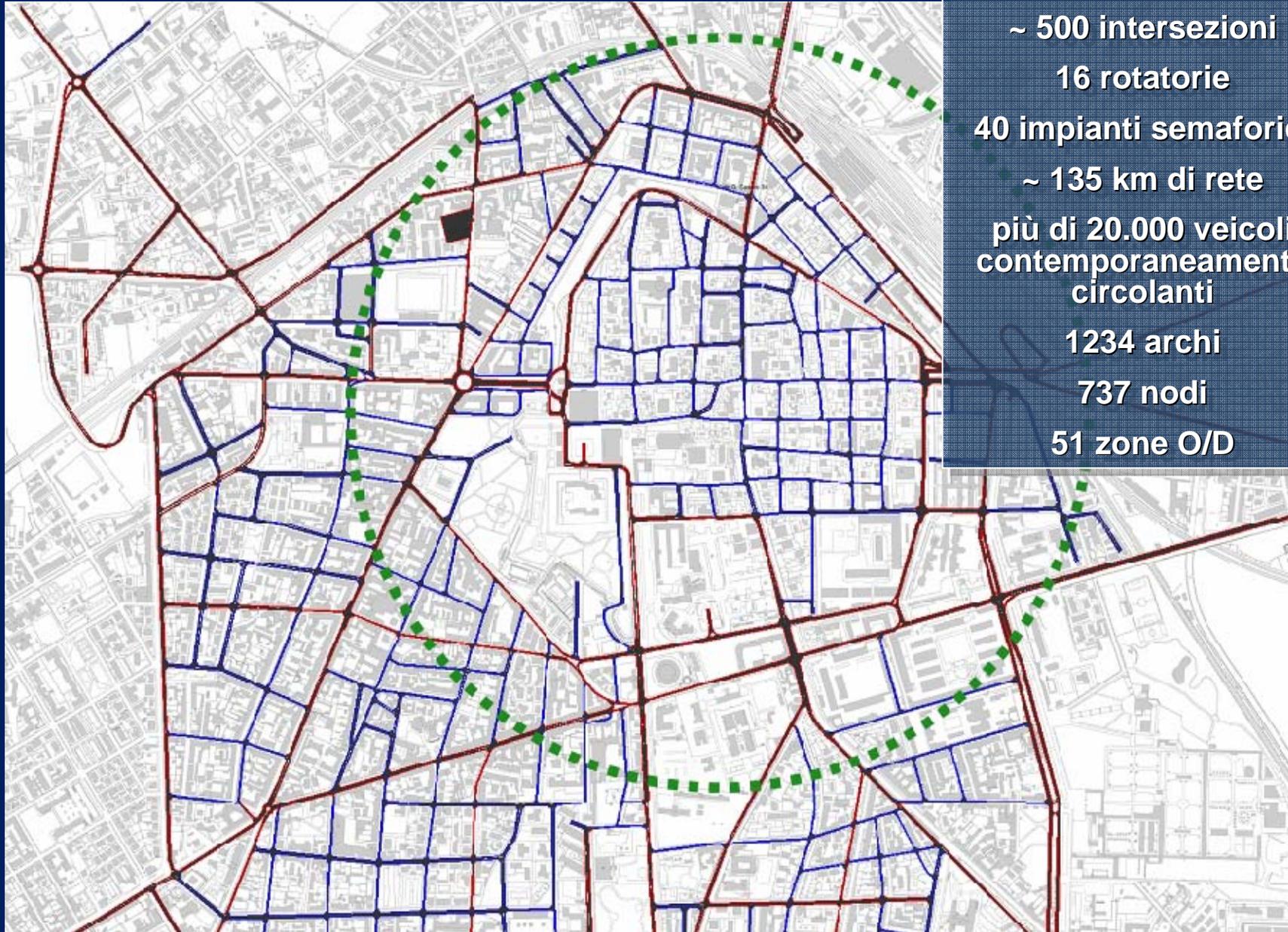
~ 135 km di rete

più di 20.000 veicoli
contemporaneamente
circolanti

1234 archi

737 nodi

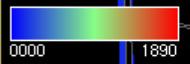
51 zone O/D



Mode: Single
Data set: Dataset-1 (Simulated)
Statistics: Link Flows (pcus/hour)
Interval: 07:30:00 - 08:30:00 (2)



Key title: Link Flows (pcus/hour)
Min / Max: [0, 1890]
Clipped Min / Max: N/A



Date: 2005/10/20
Time: 08:30:00 (2)
xRT : 0.0
nV : 0

INFO: Saved analyser workspace "L:\Novara_PUT\Paramics\Reti_Work\novara_attuale\Run31.aws".
INFO: Writing image file L:\Novara_PUT\Paramics\Reti_Work\novara_attuale\Log\run-031\stills\velocità.dxf...

Micro-simulazione del traffico

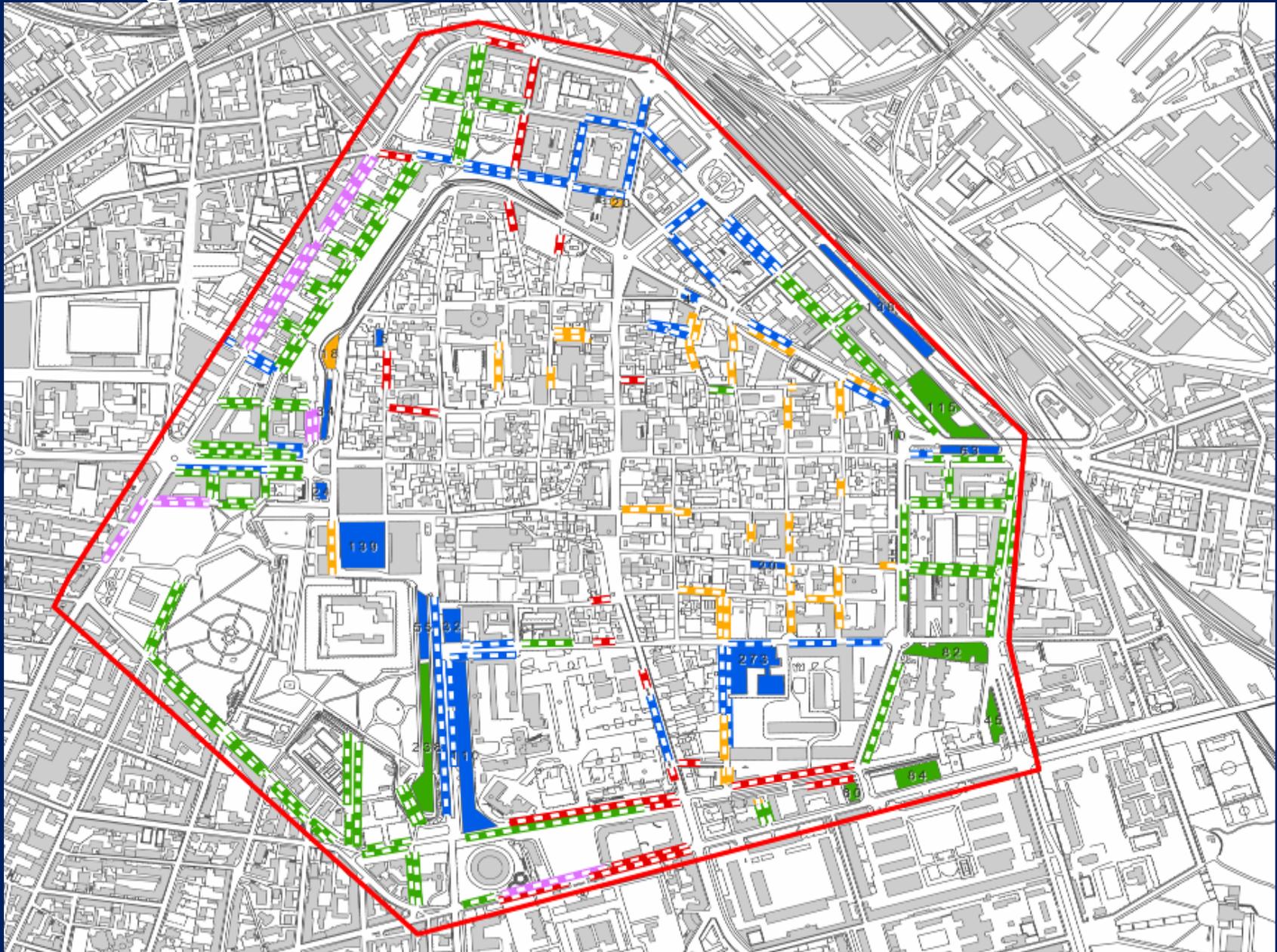


Micro-simulazione del traffico

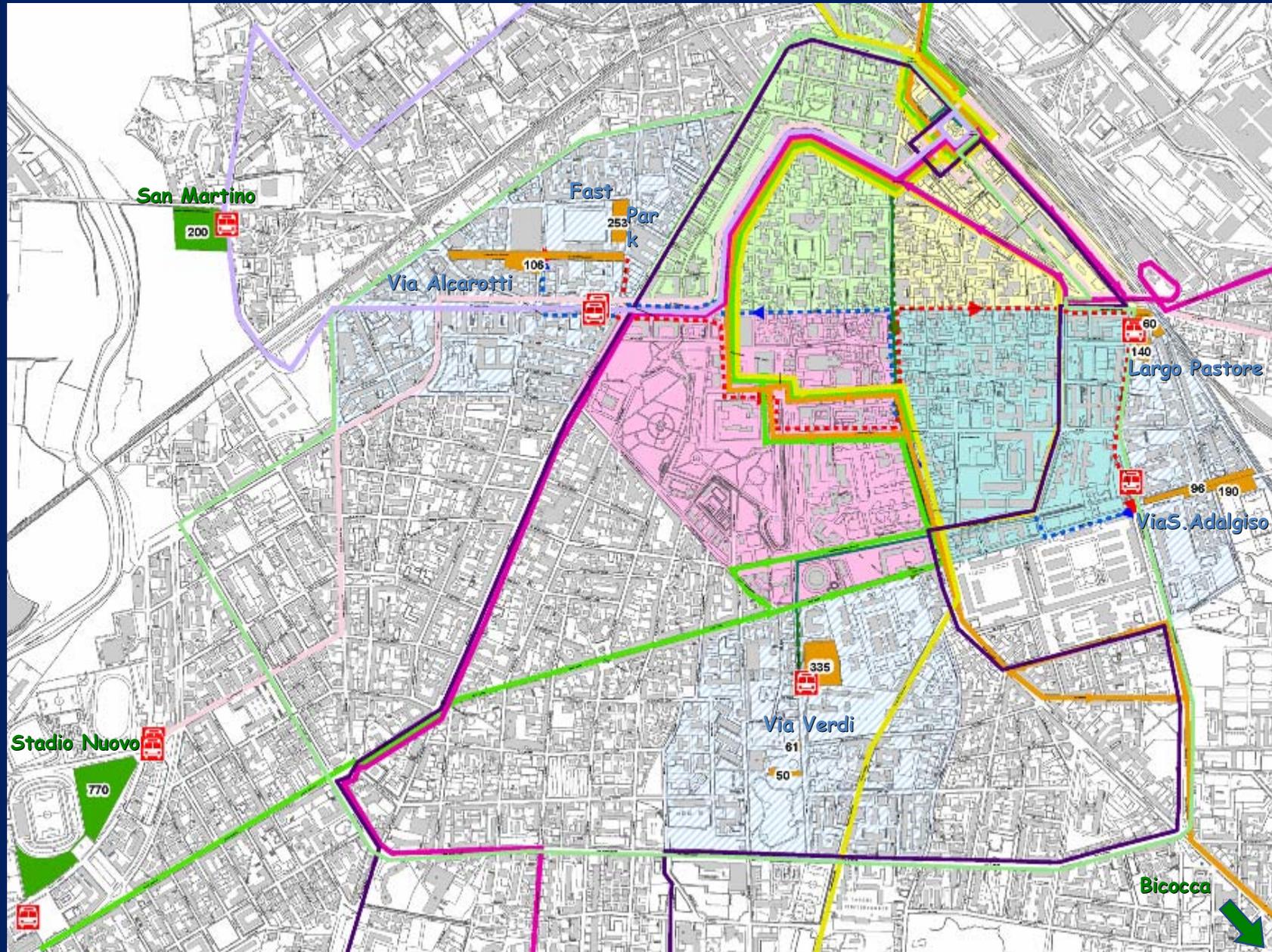


Stato attuale

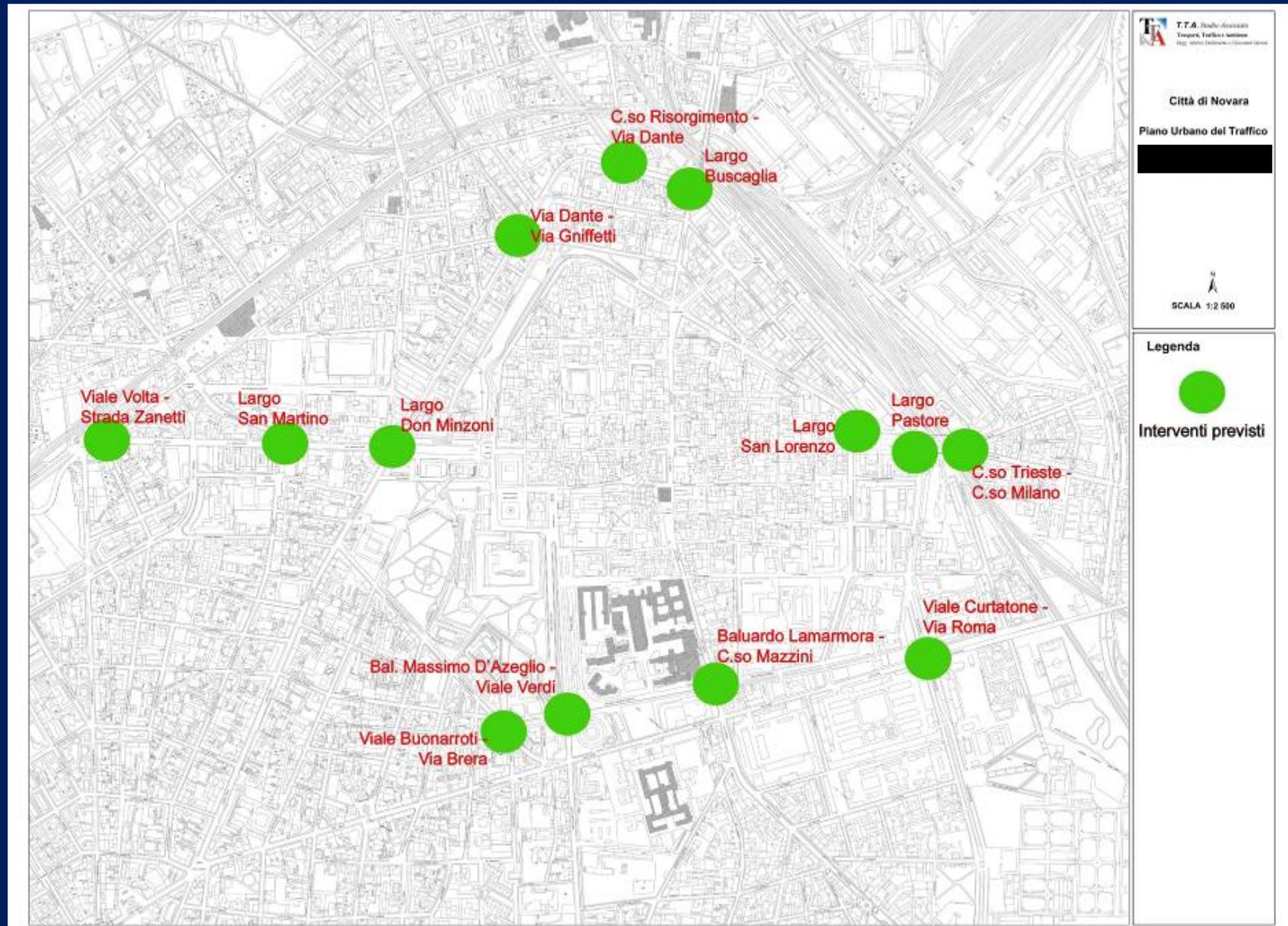
Regolamentazione della sosta



Parcheeggi di attestamento e navette

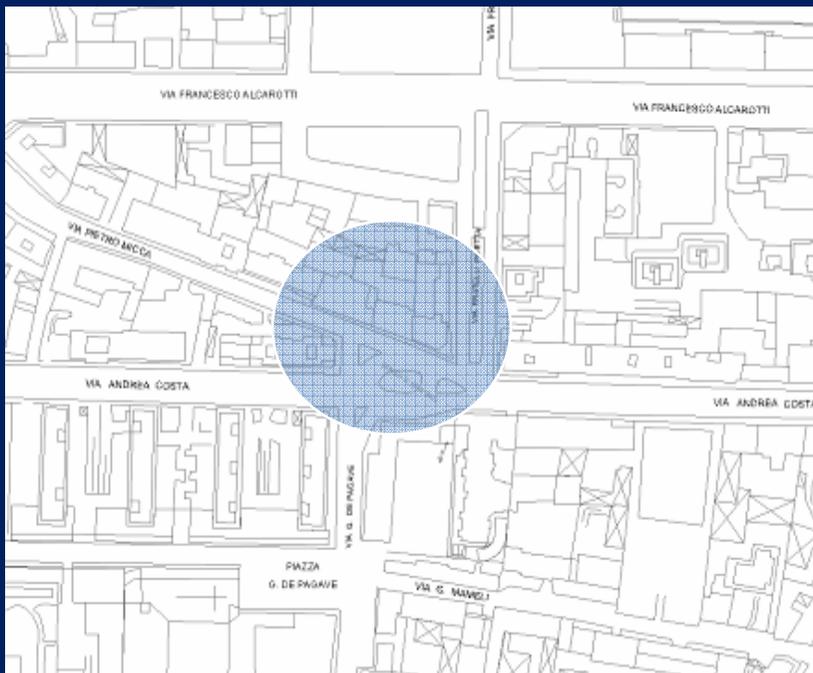


Principali interventi previsti ai nodi



Largo San Martino

Scheda tecnica dell'intervento



- L'intersezione è spesso causa di accodamenti lungo via Costa a causa dei ridotti spazi di manovra per gli scambi via Micca, via Paietta, via de Pagave
- Sarebbe opportuna una risistemazione degli spazi di manovra



Applicazioni

Valutazioni di impatto



COMUNE DI NOVARA

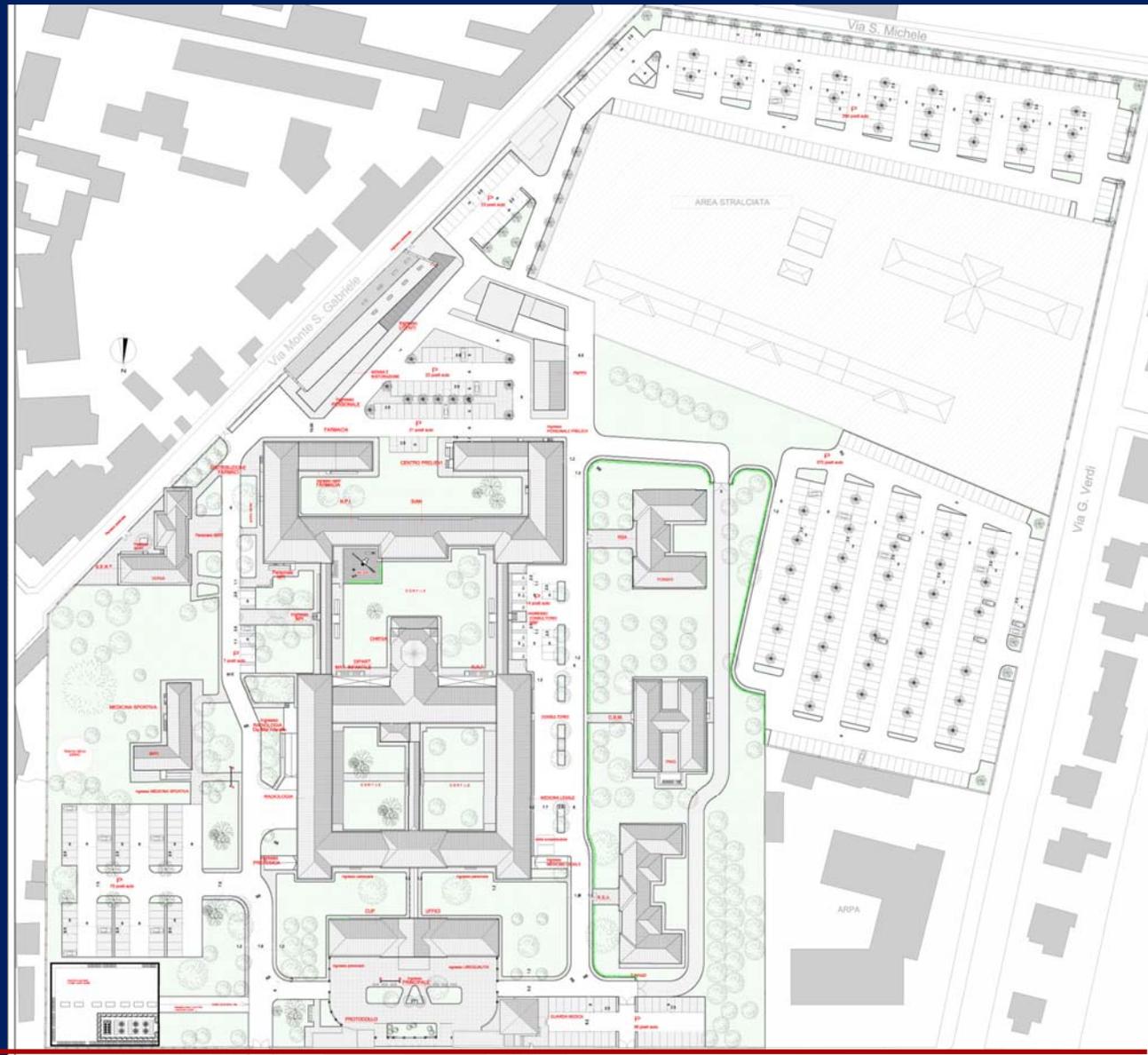


CITTA' DI NOVARA

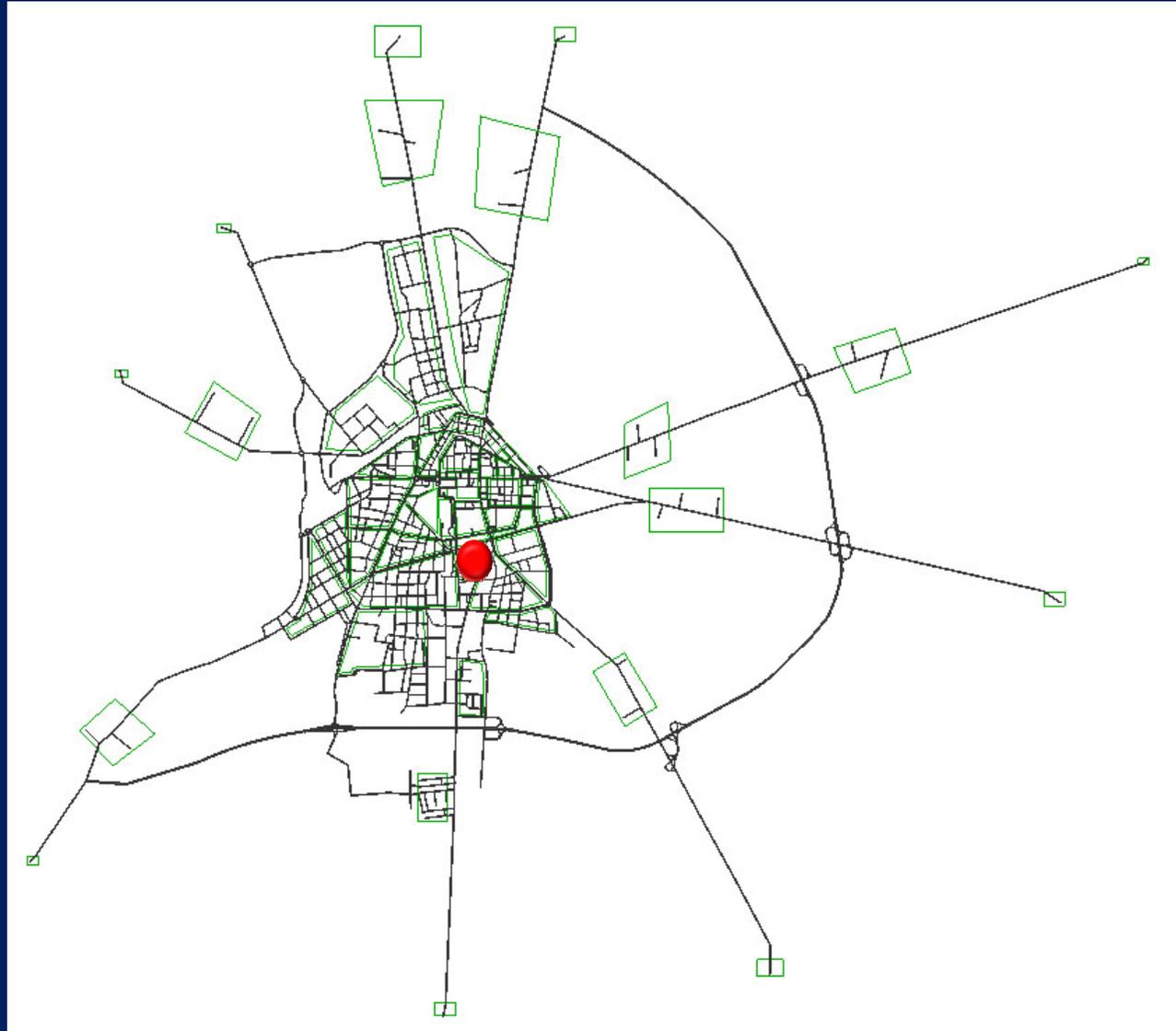
Area ex ospedale psichiatrico

Area dell'intervento

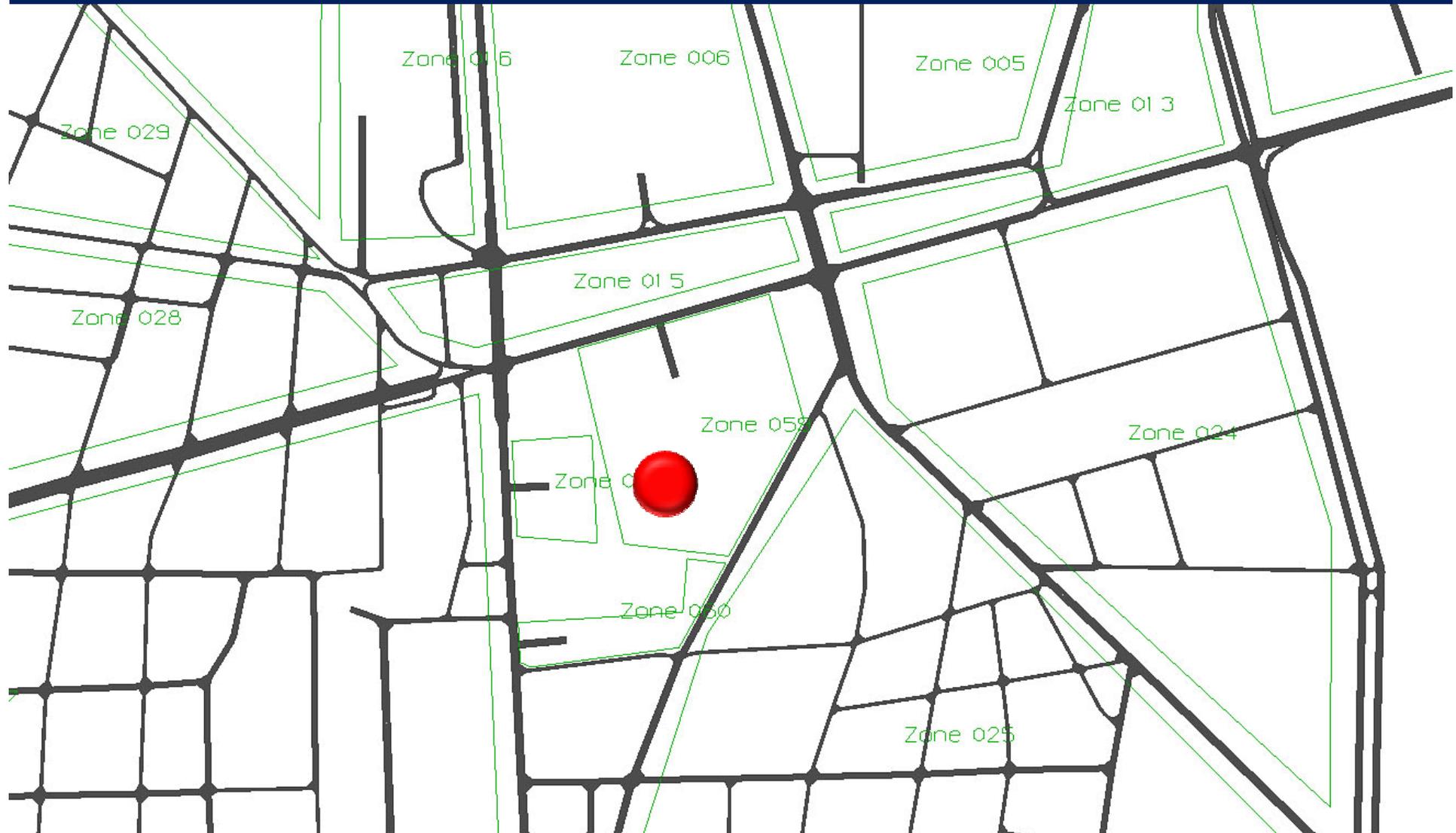
850 nuovi parcheggi
350 dipendenti
700 utenti/giorno



Grafo della rete



Grafo della rete



Micro-simulazione del traffico



Lunghezza media delle code



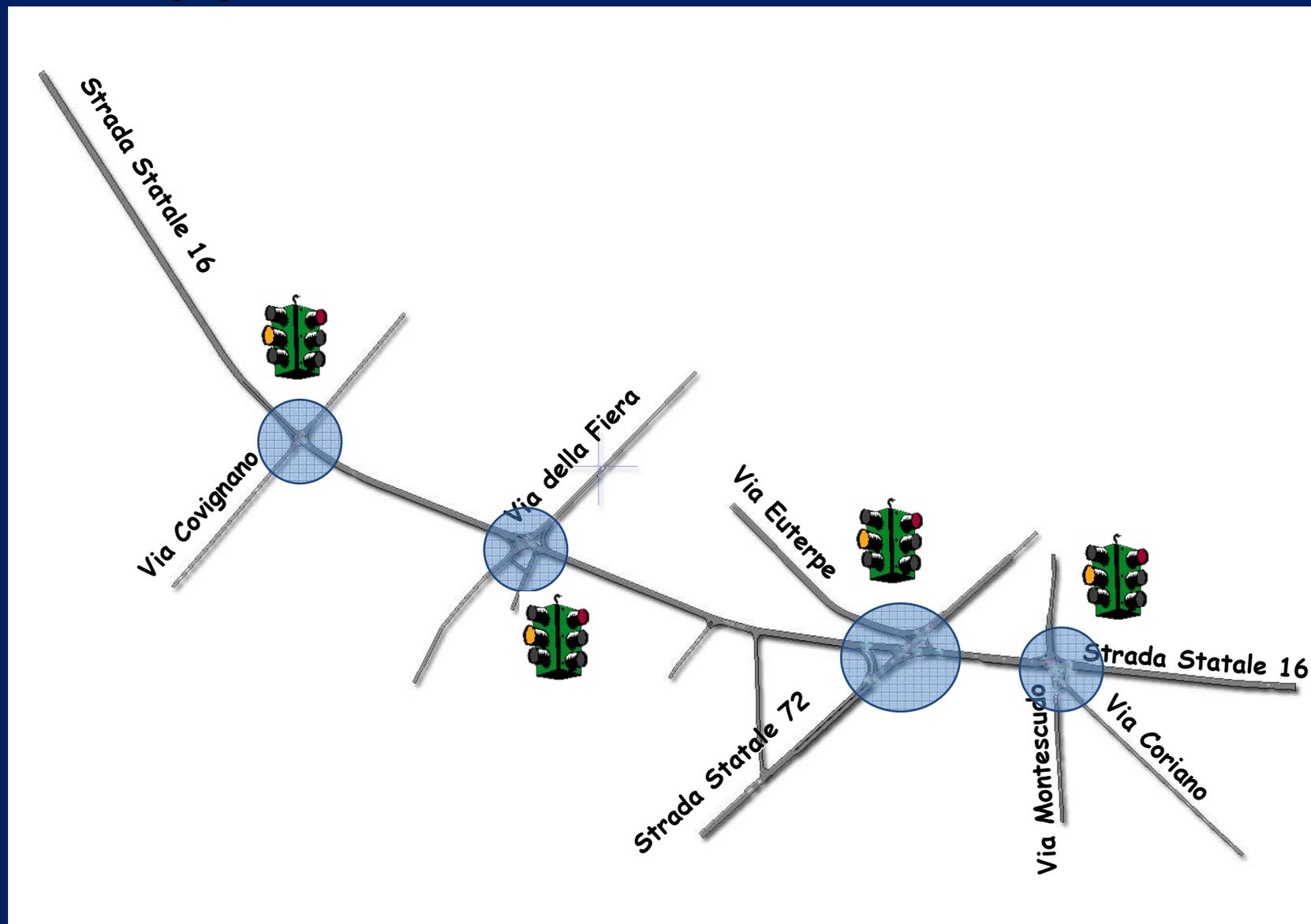
Applicazioni

Intersezioni

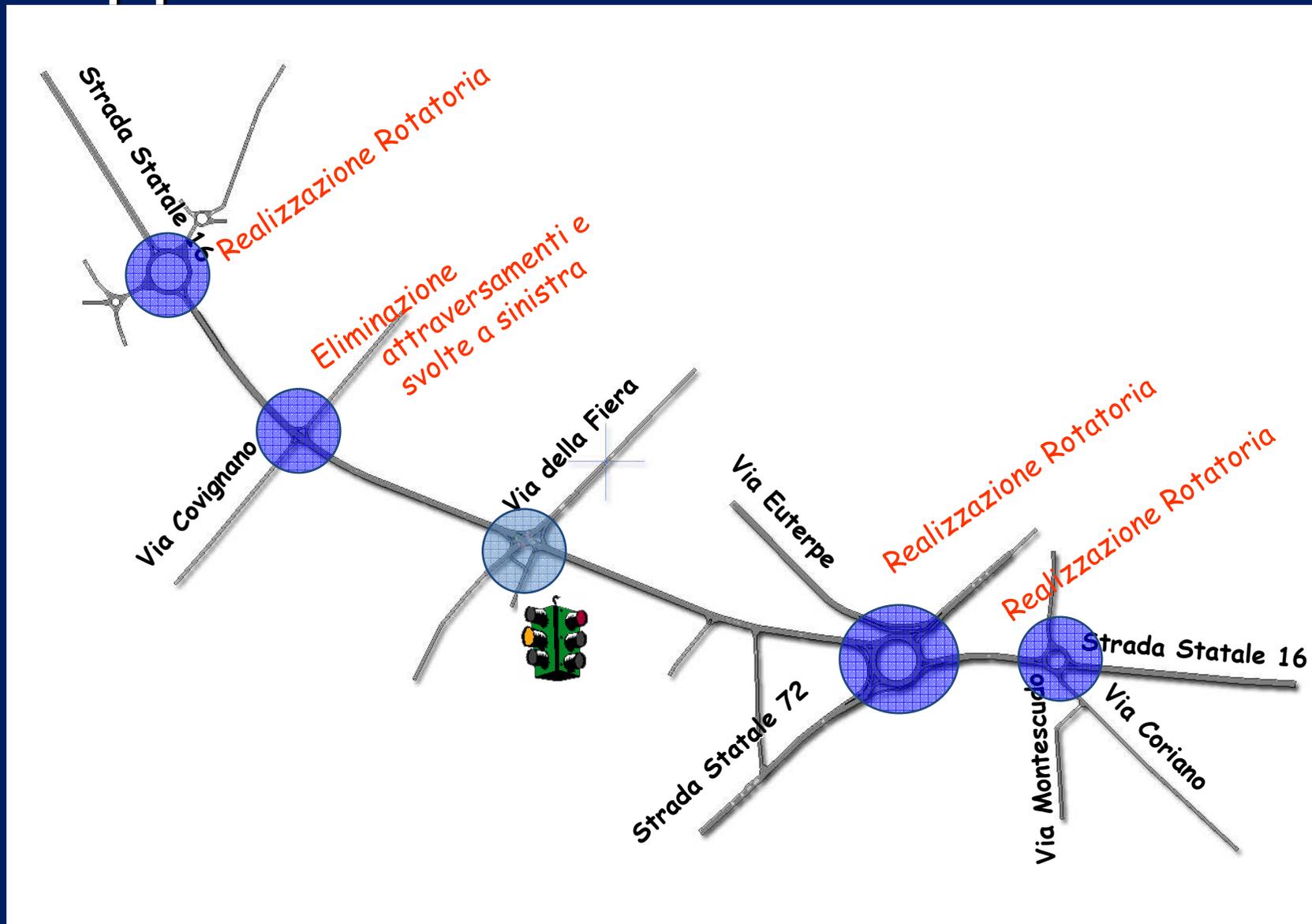
CITTA' DI RIMINI

**Valutazione della riprogettazione delle
intersezioni nel tratto di SS16 compreso
tra le intersezioni di Via Covignano e Via
Montescudo-Via Coriano**

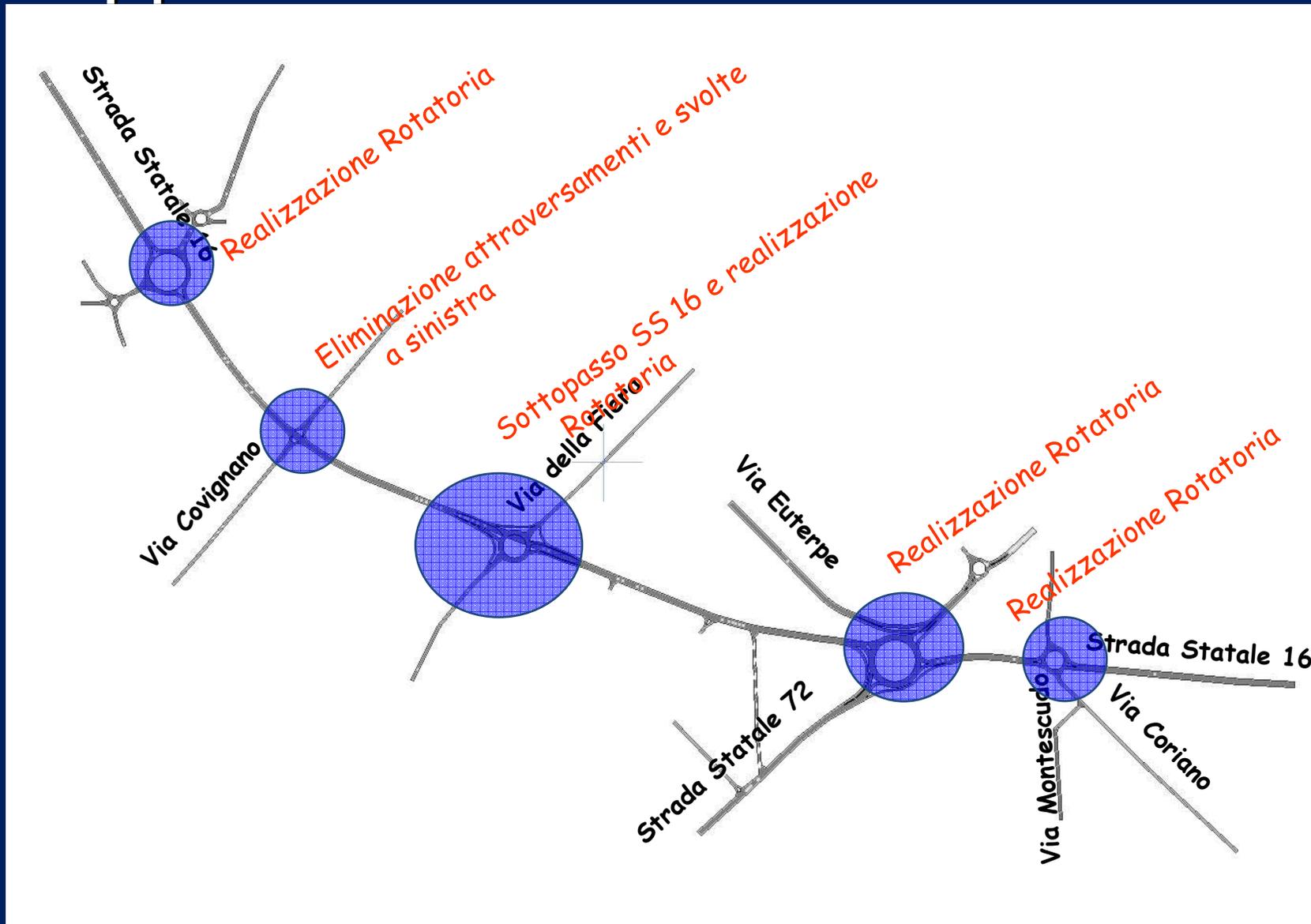
Rappresentazione Stato Attuale



Rappresentazione Scenario Fase 1



Rappresentazione Scenario Fase 2



I principali elementi da considerare

- *il traffico indotto da nuovi insediamenti previsti in prossimità dell'area di studio*
- *la modificazione degli attuali percorsi*

Criteri di valutazione dei risultati

Su un traffico complessivo orario pari a circa 12000 veicoli circolanti sulla rete in esame, circa il 13% subiranno obbligatoriamente una modifica degli attuali percorsi.

Il traffico totale attuale è stato incrementato di oltre il 7% per tenere in conto dei nuovi insediamenti.

I risultati delle simulazioni

Tutti gli scenari sono stati valutati in termini di

- *Ritardi istantanei simulati*
- *Velocità media istantanea*
- *Numero di veicoli presenti sulla rete*

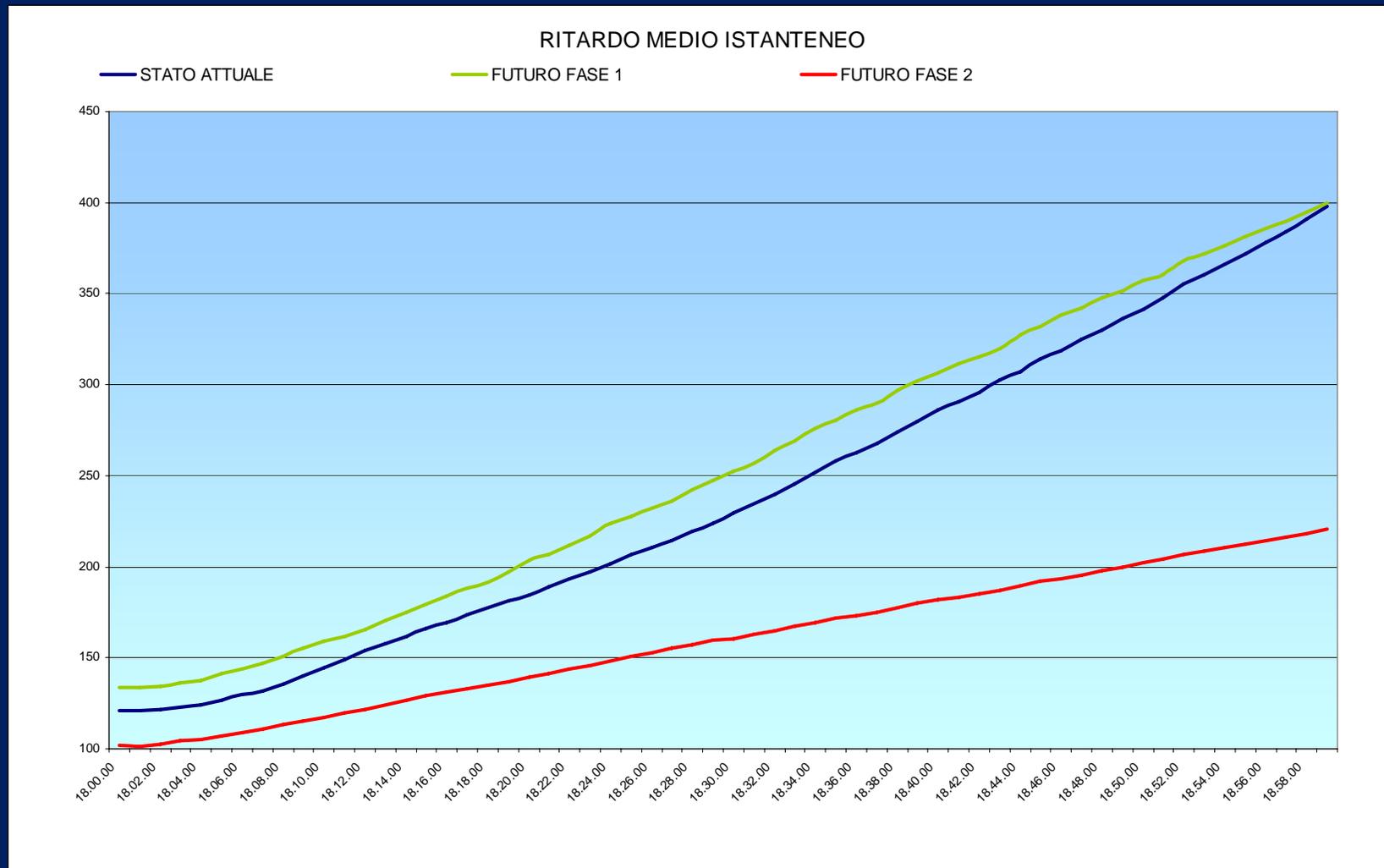
Ritardo medio istantaneo simulato sulla rete

Rappresenta, per ogni istante della simulazione, la somma dei ritardi accumulati da tutti i veicoli presenti sulla rete

Come si valuta?

Minori sono i ritardi accumulati dai veicoli istante per istante e migliore risulta essere lo scenario

Ritardo medio istantaneo simulato sulla rete



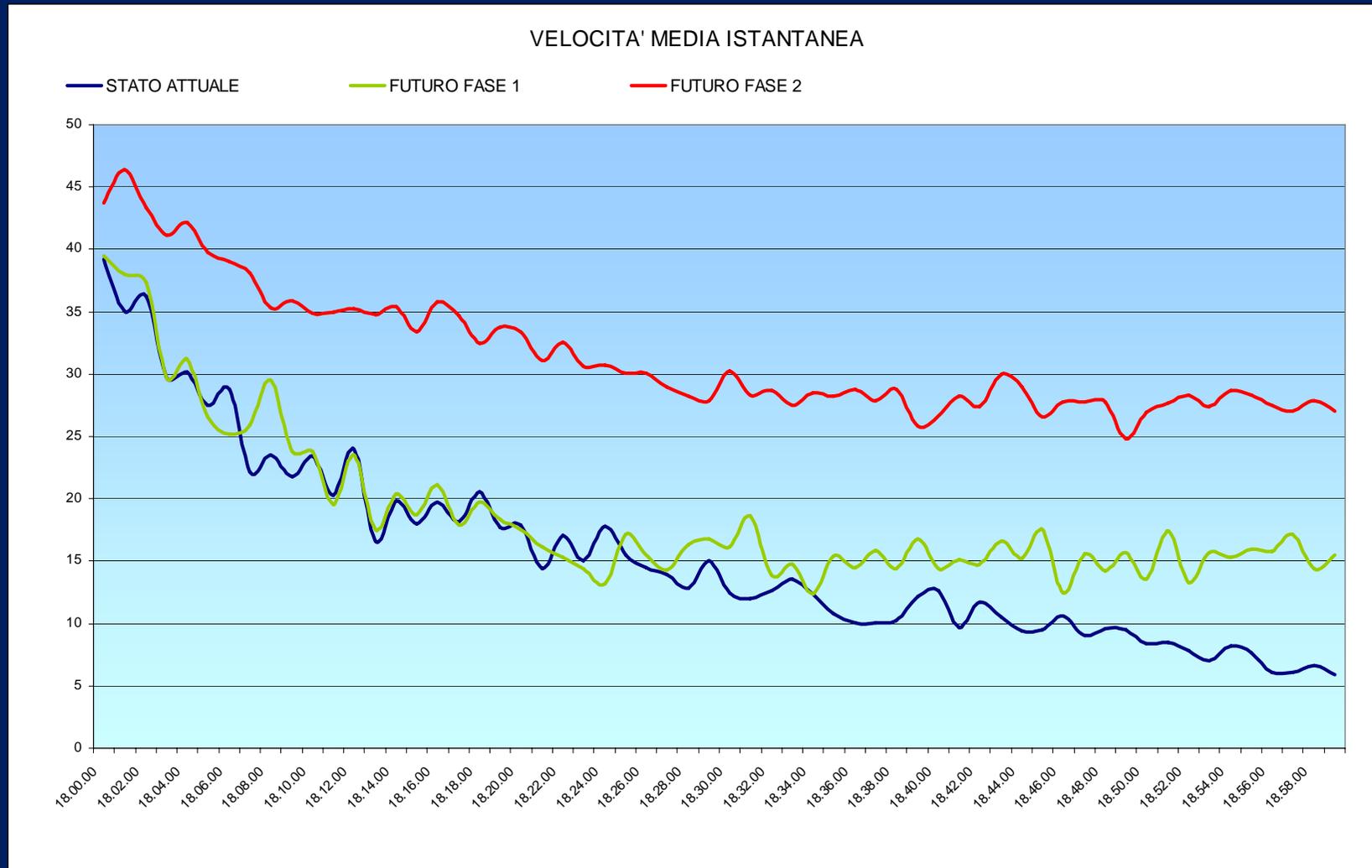
Velocità media istantanea simulata sulla rete

Rappresenta, per ogni istante della simulazione, la media delle velocità di ciascun veicolo presente sulla rete

Come si valuta?

Maggiore è la velocità media simulata istante per istante sulla rete e migliore risulta essere la fluidità dello scenario

Velocità media istantanea simulata sulla rete



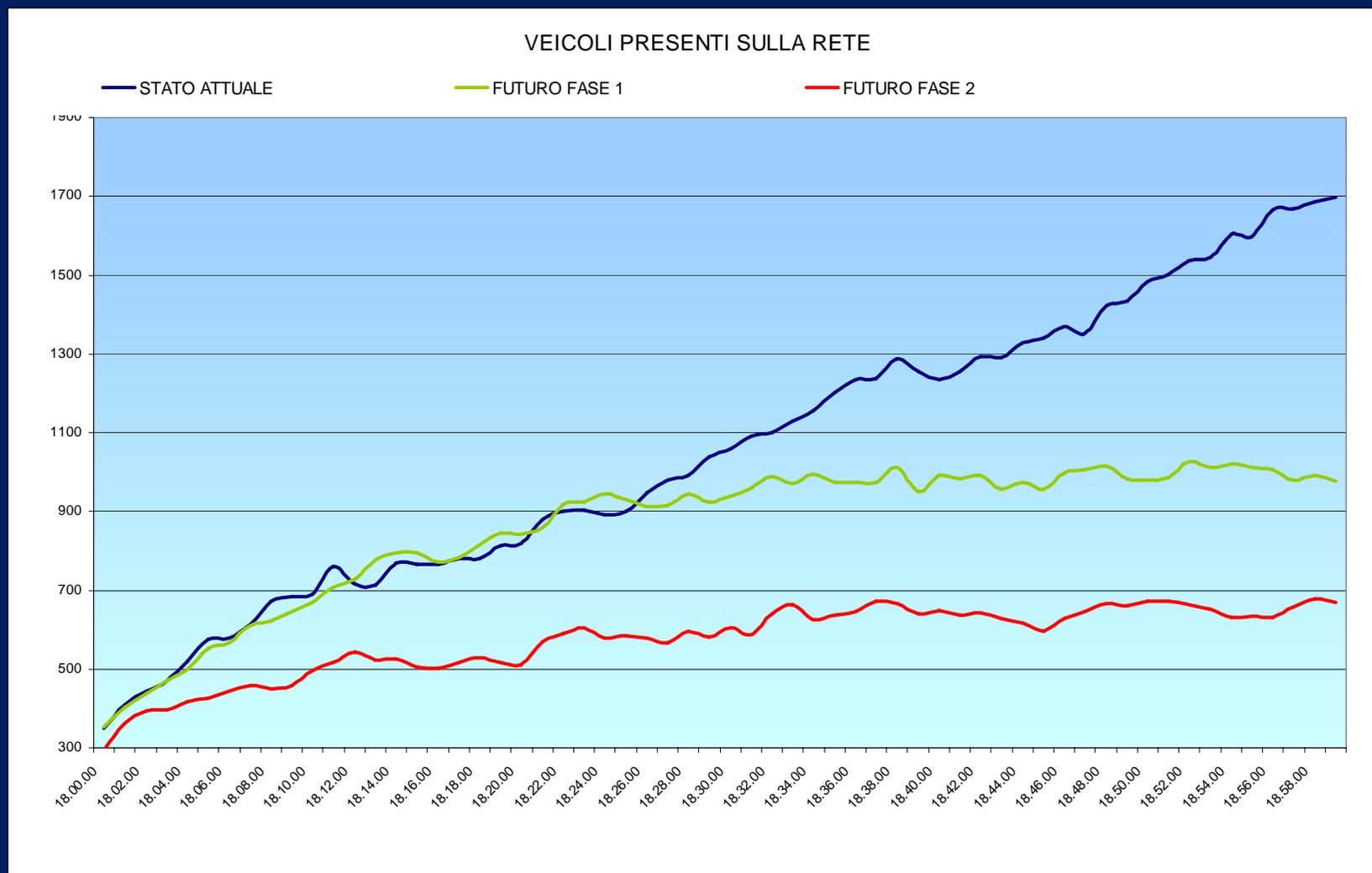
Numero di veicoli simulati sulla rete

Lo Stato Attuale è stato calibrato mediante il rilievo dei flussi di traffico condotti nell'ora di punta

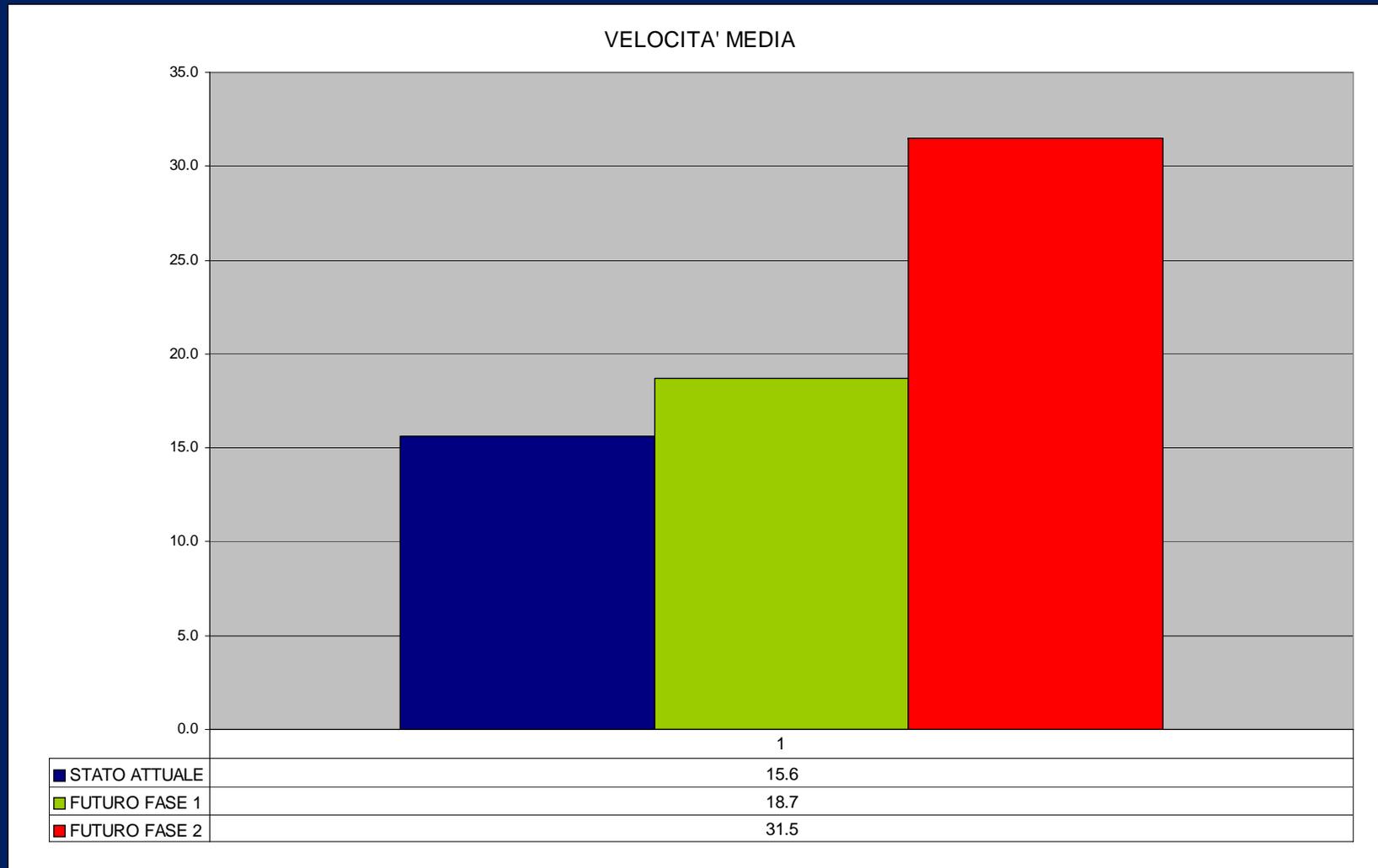
Come si valuta?

Minore è il numero dei veicoli presenti sulla rete in un dato istante e minore è il grado di congestione simulato sulla rete

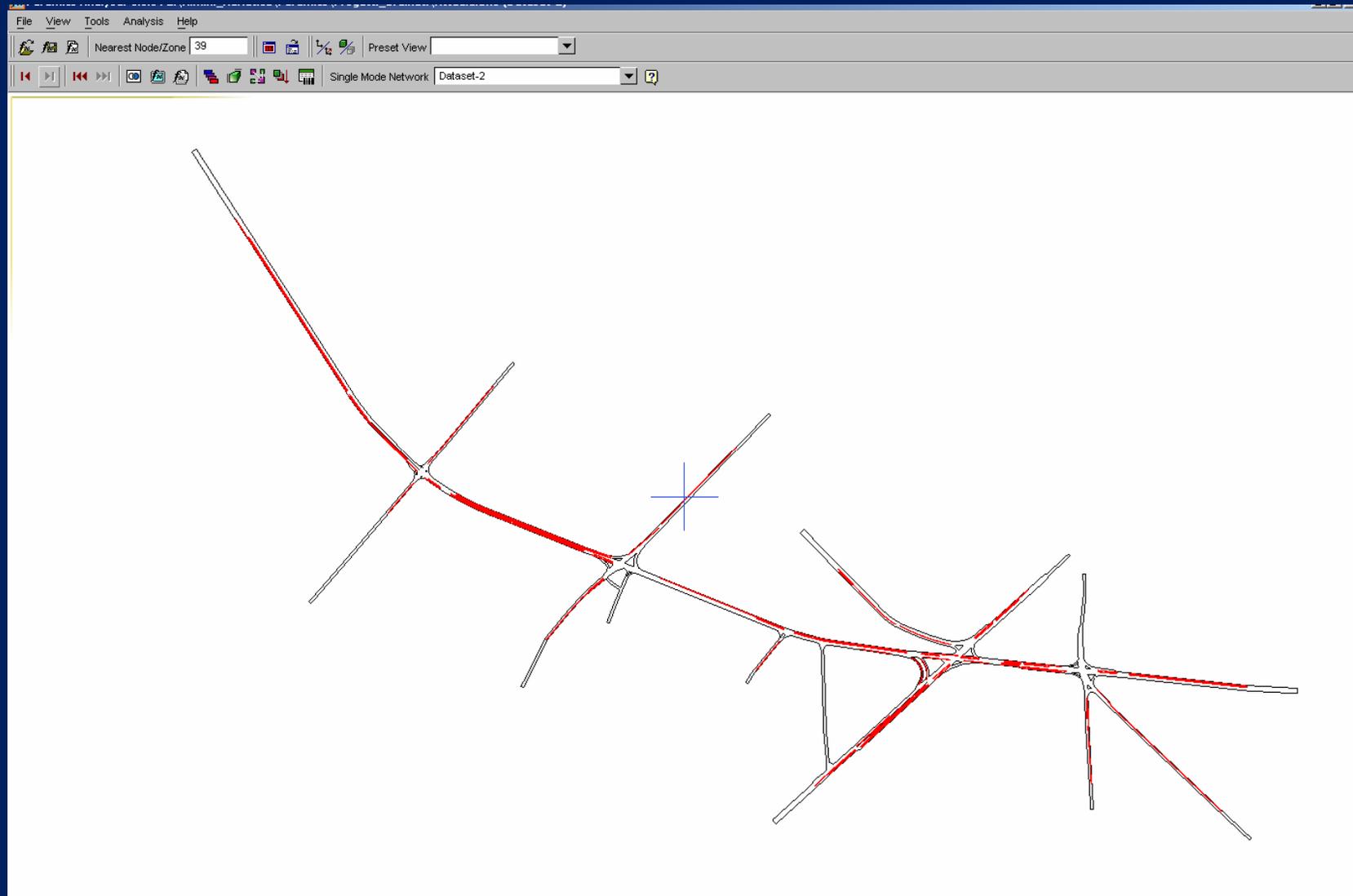
Numero di veicoli presenti sulla rete



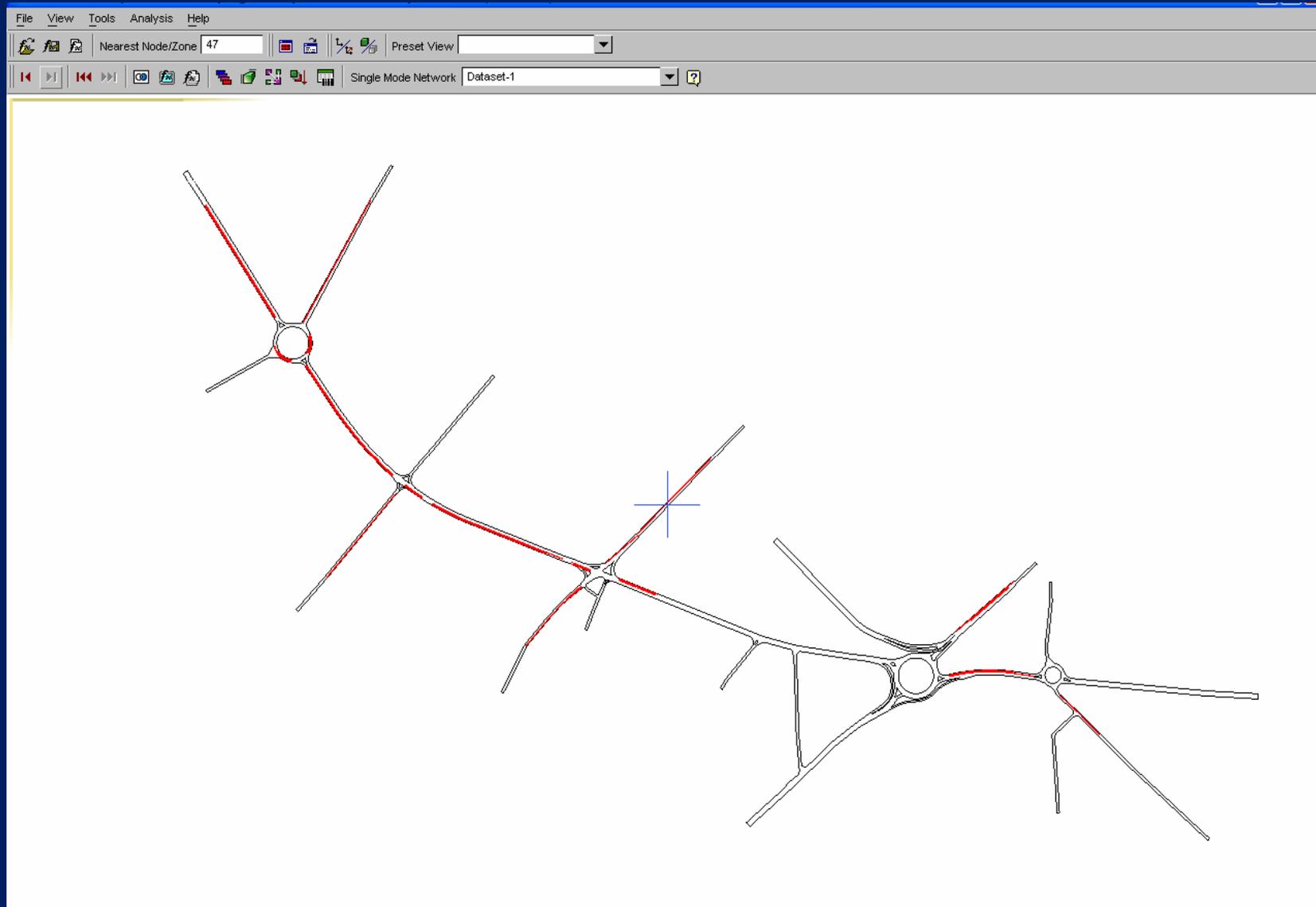
Confronto delle velocità medie simulate



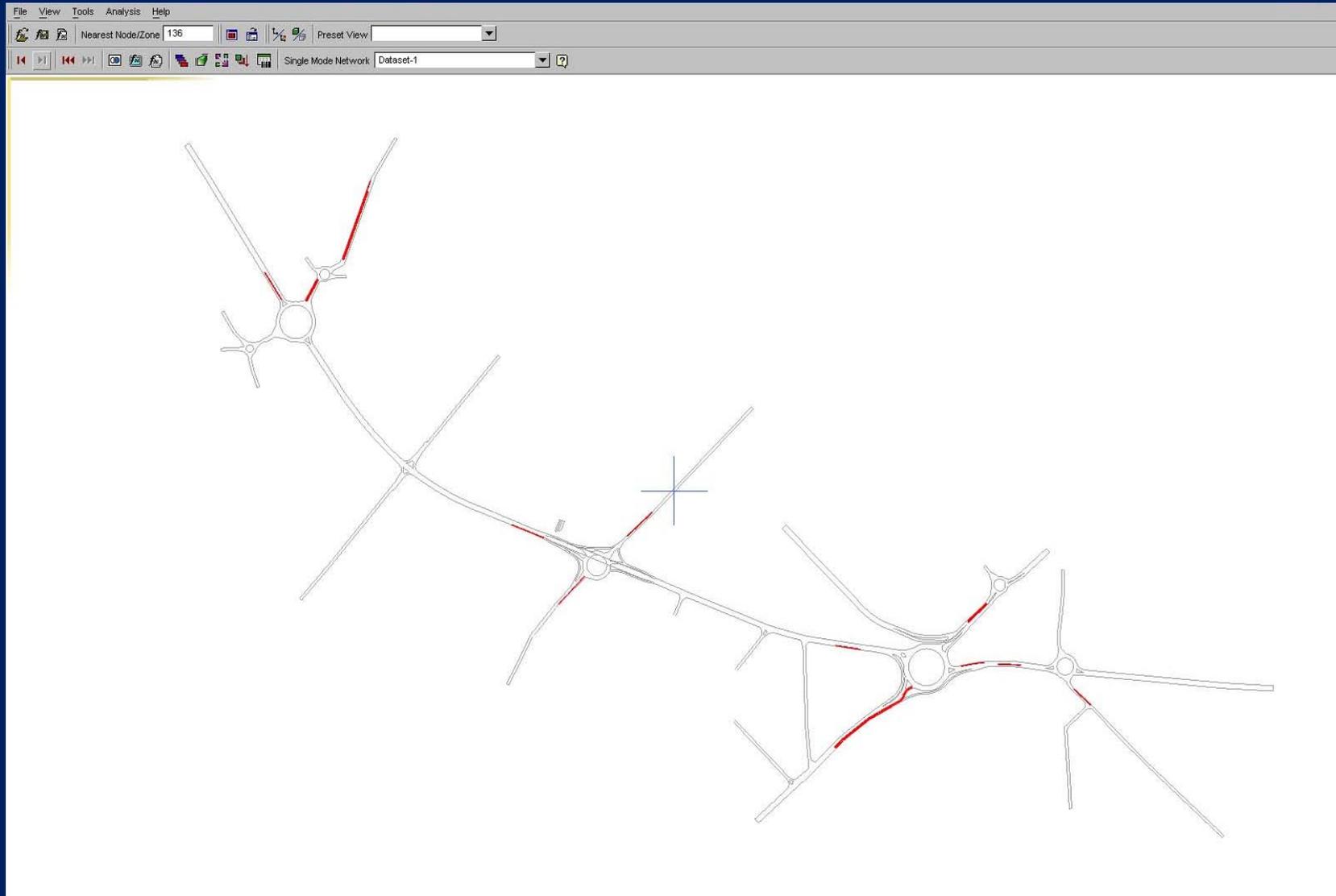
Code simulate dello Stato Attuale



Code simulate Scenario Fase 1



Code simulate Scenario Fase 2



Tempi di percorrenza

Coloro che percorrono la SS 16 nella sua lunghezza subiscono dei rallentamenti nella Fase 1. Questi sono causati principalmente dai ritardi provocati dall'intersezione con Via della Fiera che non risulta in grado, in questa prima Fase, di assorbire i flussi insistenti sul nodo.

Nella Fase 1 i tempi di percorrenza aumentano in modo sostanziale a causa dell'aumento dei traffici sulla Statale 16 rispetto a quelli attuali.



Tempi di percorrenza

La Fase 2 risulta notevolmente migliore rispetto alla precedente, infatti il sottopasso dell'intersezione con Via della Fiera permette bypassare un nodo critico assai trafficato.



Risultati

Dalle numerose simulazioni condotte sugli scenari progettuali analizzati risulta che gli interventi previsti in prossimità delle intersezioni della SS 16 con Via Coriano e la SS 72 producono degli effetti positivi locali, in particolare per gli attraversamenti verso Rimini.

Le simulazioni condotte per lo scenario progettuale “Fase 2” denotano un complesso miglioramento rispetto allo Scenario Attuale in termini di ritardi accumulati e di velocità media simulata lungo la rete.

Tuttavia, dati gli elevatissimi flussi rilevati allo stato attuale, permangono alcuni fenomeni di accodamento in prossimità dei nodi maggiormente trafficati.

Tali rallentamenti, comunque, rimangono contenuti e non compromettono la circolazione lungo la tratta analizzata.

Risultati

Giova sottolineare che attraverso gli interventi proposti è stato possibile conseguire dei considerevoli miglioramenti relativamente alla fluidità dei flussi veicolari, e tutto ciò si traduce non solamente in un puro e semplice risparmio di tempo, ma soprattutto in una nuova e rinnovata sicurezza lungo l'arteria considerata.

Sono stati infatti eliminati, grazie all'introduzione delle nuove rotatorie, i molteplici conflitti tra i diversi flussi veicolari indotti dalle svolte a sinistra presso le intersezioni, conflitti che erano all'origine dei numerosi incidenti gravi registrati nel corso degli anni.

Applicazioni

Rotatorie

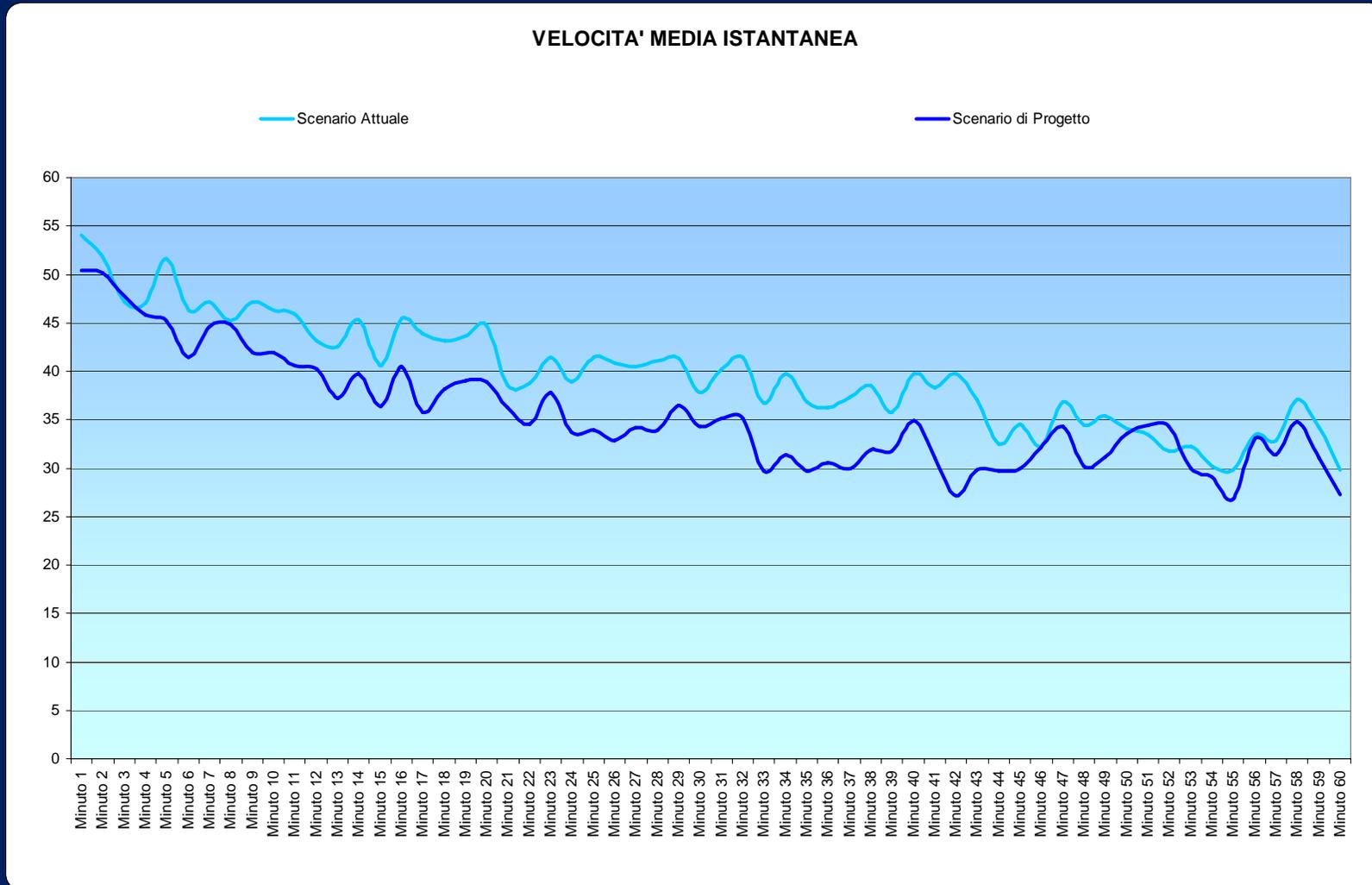
CITTA' DI TORINO

Rotatoria Maroncelli

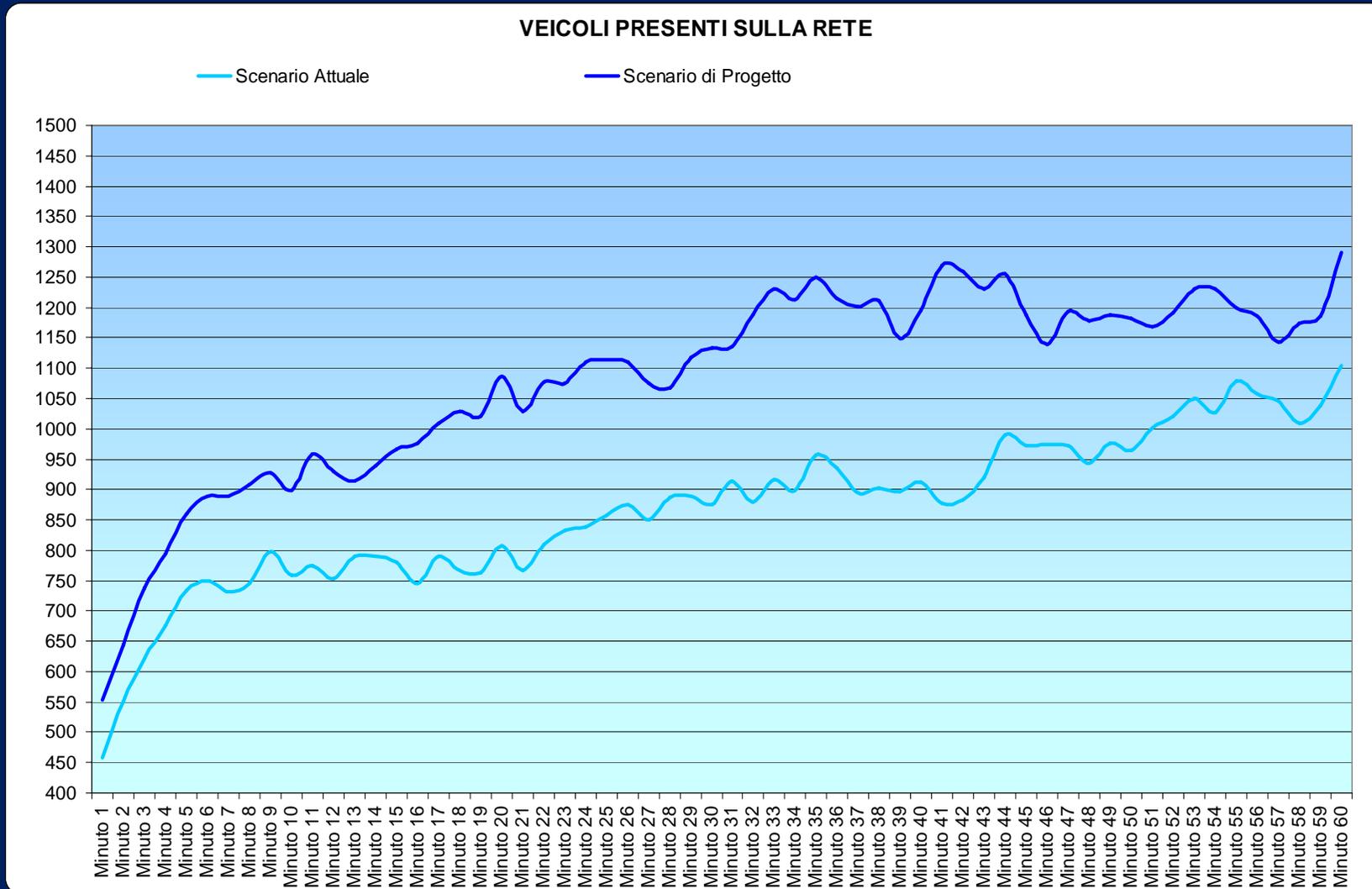
Rotatoria Maroncelli



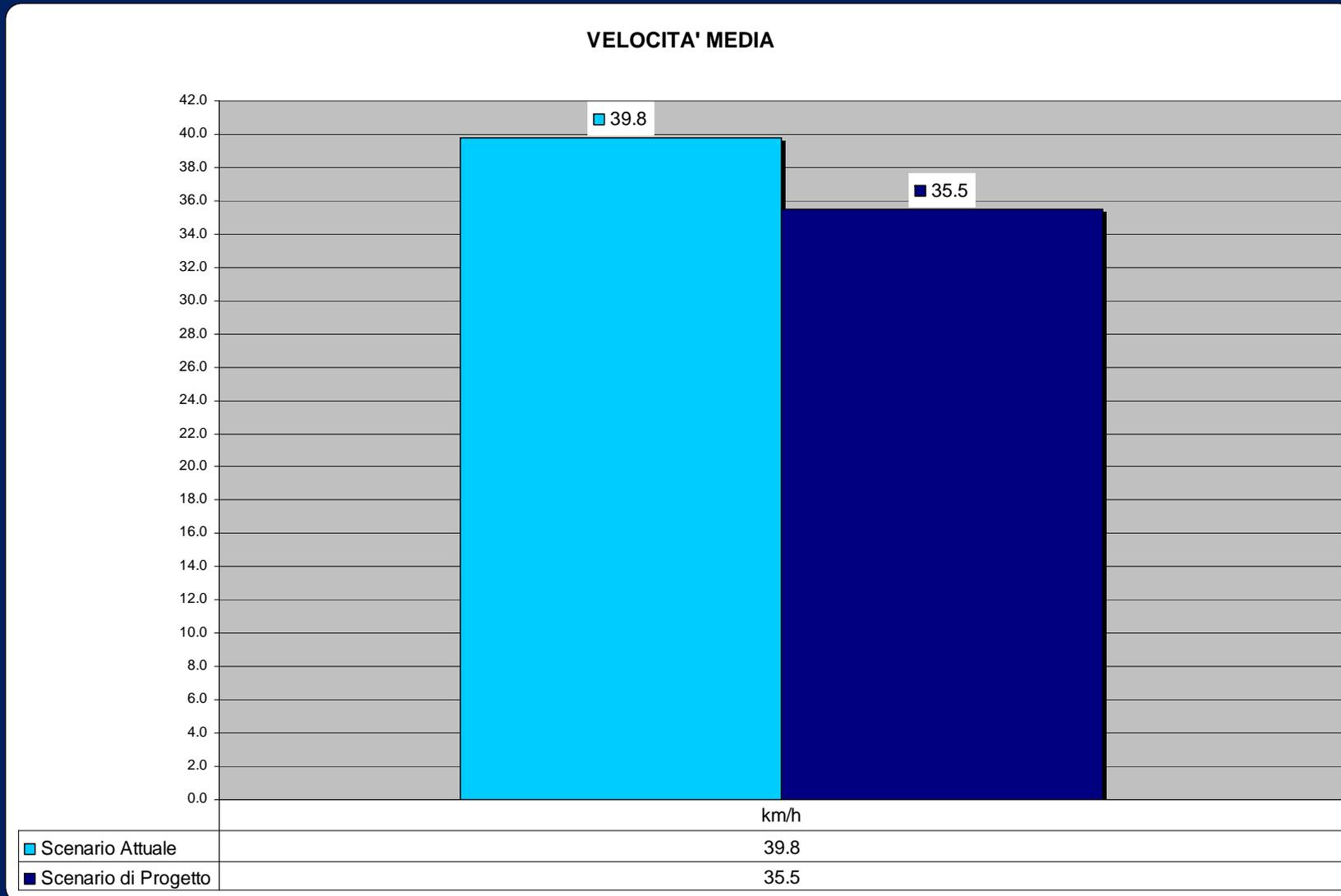
Velocità media istantanea simulata sulla rete



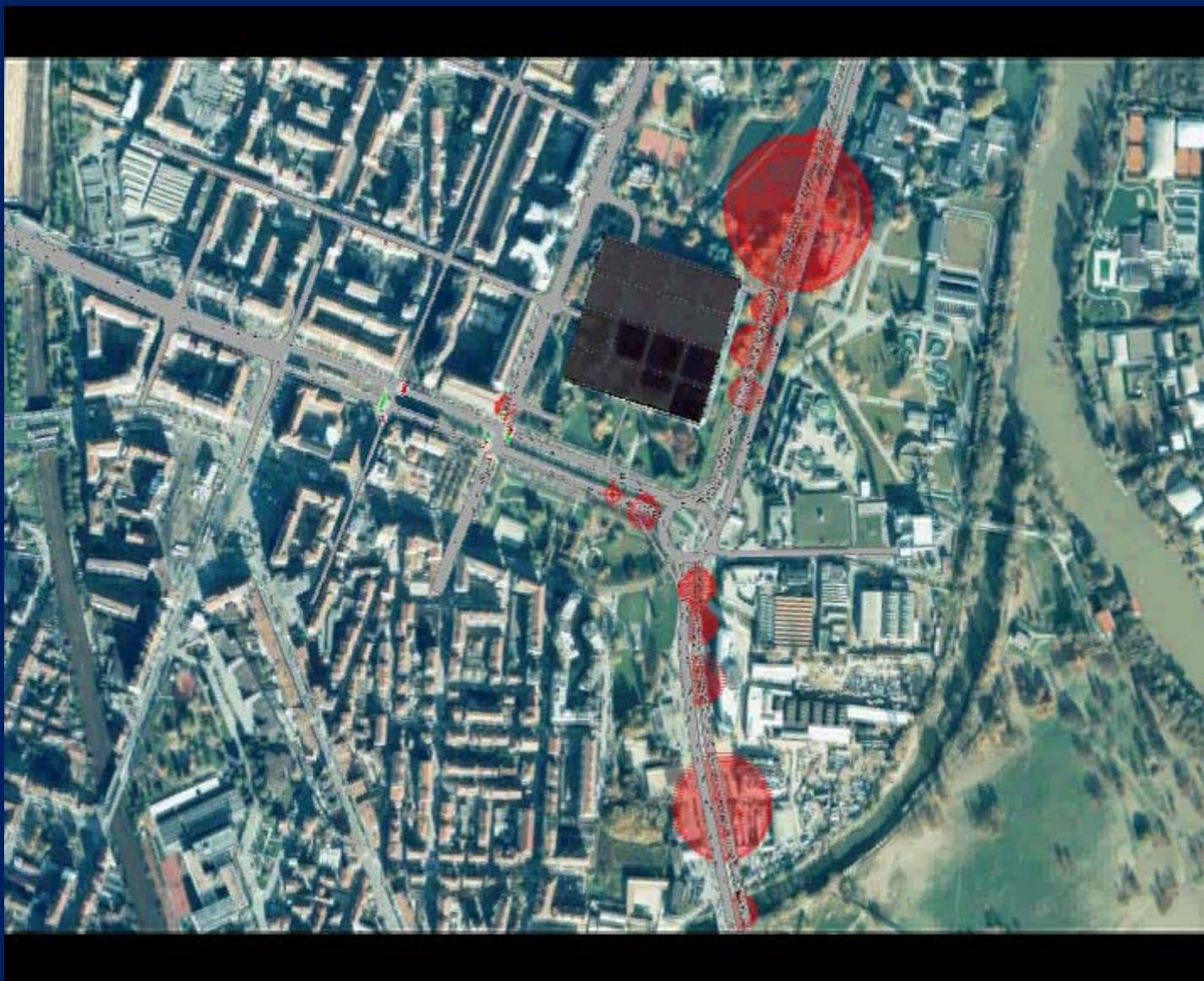
Numero di veicoli presenti sulla rete



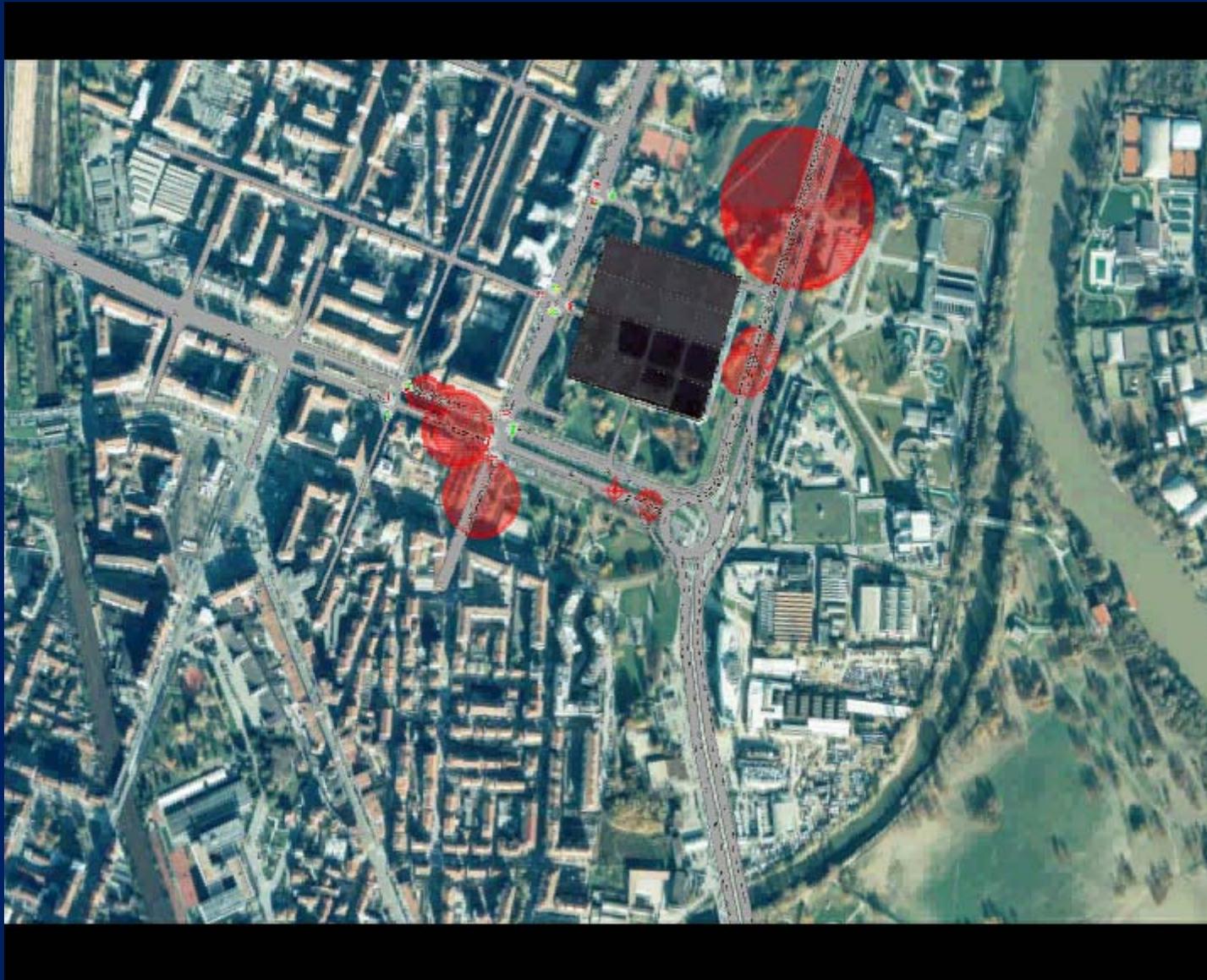
Confronto delle velocità medie simulate



Stato Attuale



Scenario Futuro



IN CONCLUSIONE

"Ad un problema difficile
esiste sempre una soluzione semplice:
ma non è quella giusta!"

George Bernard Shaw

Governare la Mobilità non
significa gestire le
emergenze, ma programmare
il futuro in un'ottica di
costante miglioramento.

Grazie

Marco Dellasette