

La simulazione multilivello come strumento di analisi di reti multimodali

New Economic Regulation for Transport in Case of Emergency Events



Progetto finanziato dall'Unione Europea attraverso il Programma di sostegno alle riforme strutturali e realizzato da CIELI - UniGe in collaborazione con la Commissione Europea



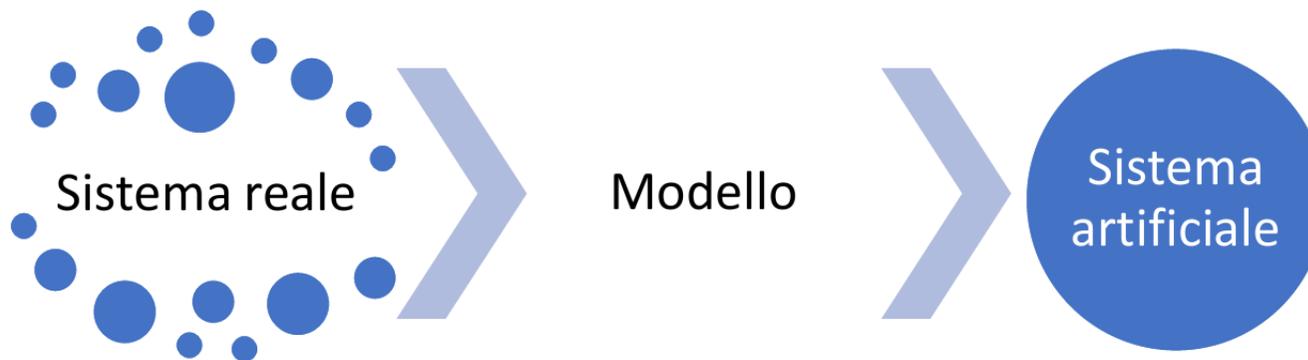
COMUNE DI GENOVA

Premessa

- Eventi critici, come quello rappresentato dal crollo del Ponte Morandi, possono avere un grave impatto anche su reti molto vaste
- Non tutti gli elementi che compongono una rete hanno il medesimo impatto sulle prestazioni della rete stessa e in genere è possibile riscontrare che alcuni collegamenti sono più critici per il funzionamento della rete rispetto ad altri
- L'**analisi di centralità** è un'analisi di tipo **statico**, che ci permette di capire quali sono gli elementi più critici della rete dal punto di vista topologico e dal punto di vista dell'utilizzo medio dell'infrastruttura
- La **simulazione** ci permette di considerare le prestazioni di una rete attraverso una rappresentazione **dinamica** della stessa, ovvero ci consente di analizzare **come evolve nel tempo** il sistema in esame

Premessa: cos'è la simulazione

Con il termine **simulazione** si intende l'attività di creare, attraverso opportuni modelli, un **ambiente artificiale** su cui replicare diversi scenari



- Il modello costituisce un'**astrazione della realtà** il cui comportamento viene approssimato per mezzo di assunzioni e di relazioni matematiche o logiche
- La simulazione consente di valutare le prestazioni del sistema a fronte di **eventi imprevedibili**

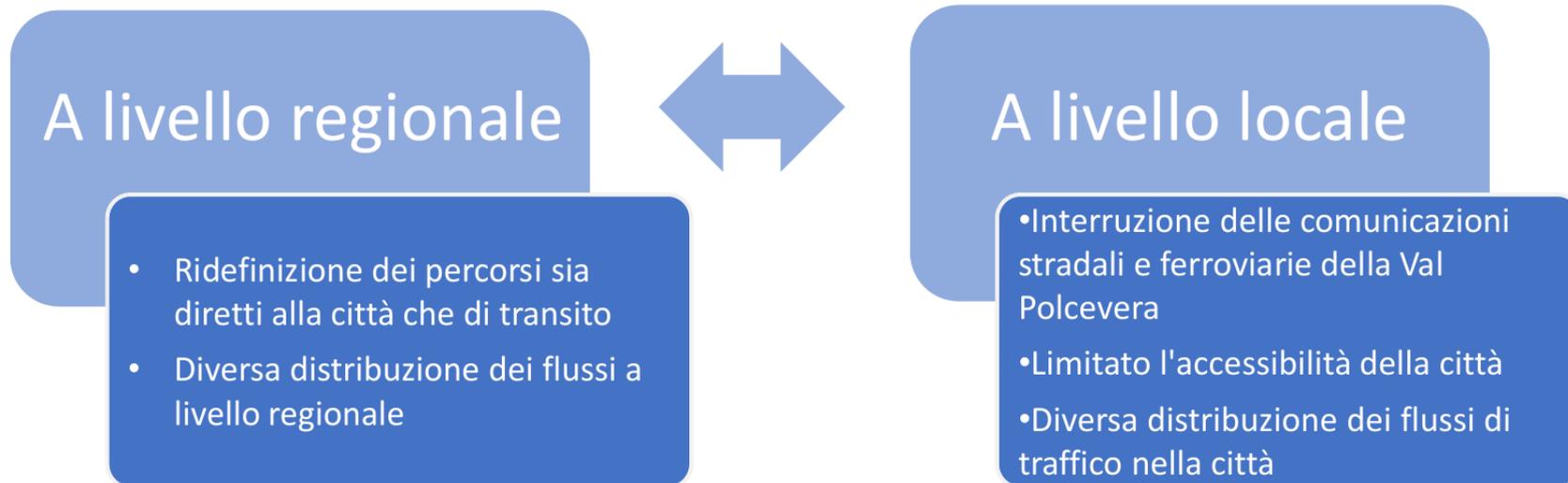
Obiettivi della simulazione nel progetto

Gli obiettivi di questa fase riguardano lo sviluppo di uno strumento di simulazione che deve poter essere utilizzato al fine di:

- implementare **diversi scenari** in cui viene a mancare una connessione critica della rete (compreso il caso del crollo del ponte Morandi)
- valutare la **ridistribuzione dei flussi** sulla rete sia a livello locale che regionale
- valutare la **variazione dei tempi di percorrenza** sui nuovi percorsi e con nuovi carichi di traffico
- valutare gli effetti dovuti ad una **ridistribuzione dei flussi su più modalità di trasporto**, o a seguito di diverse **azioni di mitigazione**

Perché un'analisi multilivello

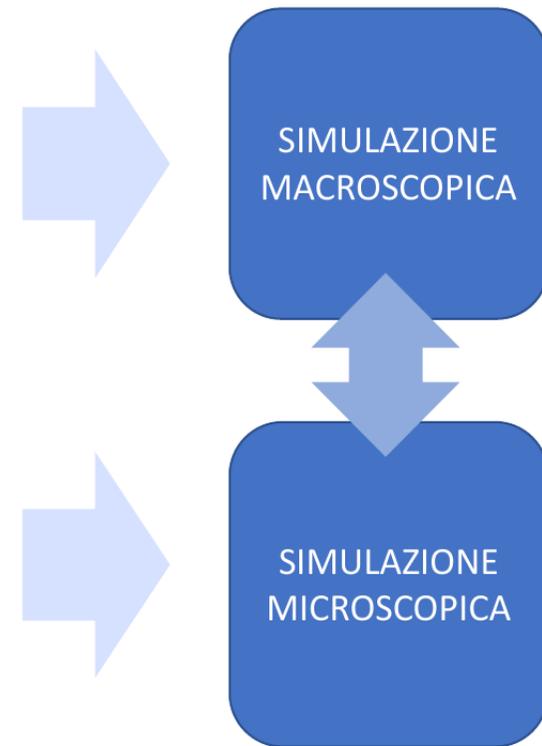
Il crollo del Ponte Morandi ha causato molteplici effetti sia dovuti dal crollo di per sé che dalla rimozione di questa importante connessione dalla rete infrastrutturale:



Perché un'analisi multilivello

Il comportamento del sistema a **livello regionale** corrisponde ad un livello di simulazione macroscopica il cui obiettivo è di valutare attraverso un modello matematico aggregato come i **flussi si ridistribuiscono sui percorsi** e con quali **tempi di percorrenza** a seguito dell'interruzione di un collegamento e in funzione di diverse **azioni di controllo**

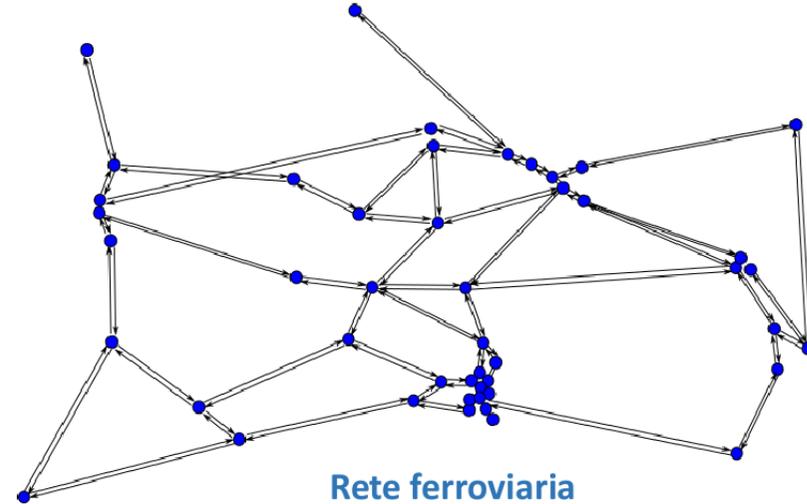
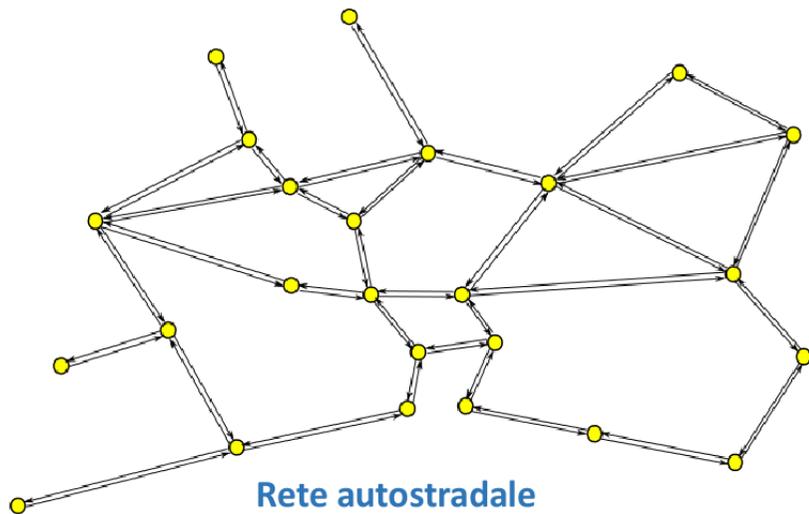
Il comportamento del sistema a **livello locale** corrisponde ad un livello di simulazione microscopica il cui obiettivo è di valutare le prestazioni della **rete di trasporto urbana** anche valutando gli effetti ottenuti dall'implementazione di **diverse azioni di controllo**



Livello regionale

Per questo livello di simulazione è stato sviluppato un **nuovo modello matematico** con l'obiettivo di rappresentare, a livello macroscopico, il comportamento dinamico di una **rete di trasporto multimodale di grandi dimensioni**, i.e. la rete di trasporto dell'Italia del Nord-Ovest

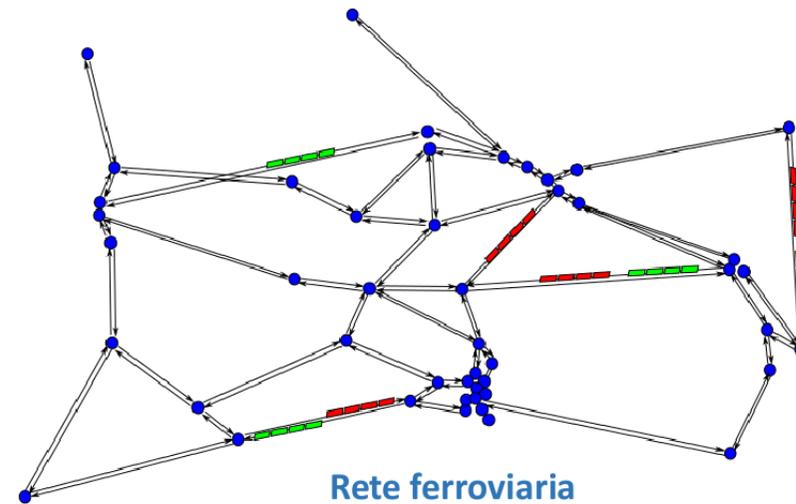
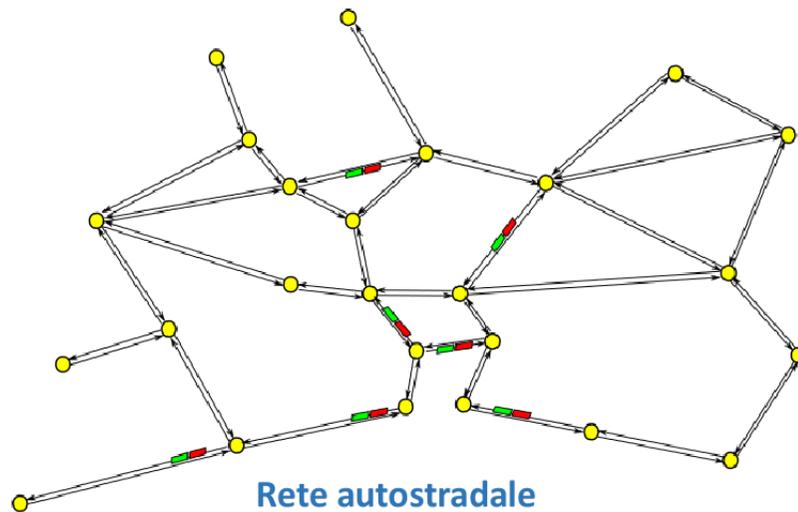
Le modalità di trasporto considerate sono il **trasporto su strada**, rappresentato attraverso la rete autostradale che è la rete stradale a maggiore capacità, e il **trasporto ferroviario**



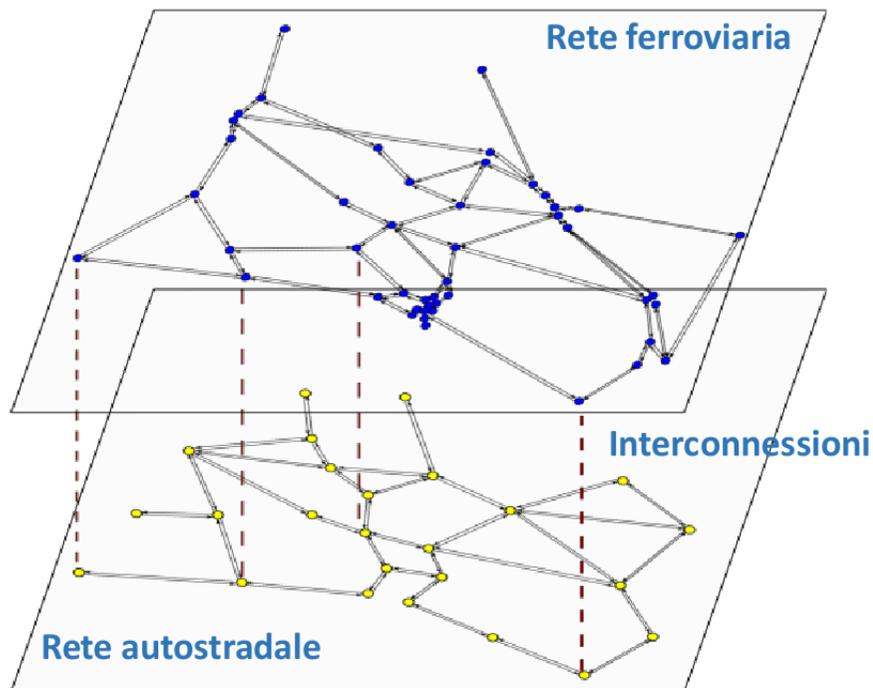
Livello regionale

Per entrambe le modalità di trasporto i flussi vengono distinti in **merci** e **passengeri**

 PASSEGGERI
 MERCI



Livello regionale

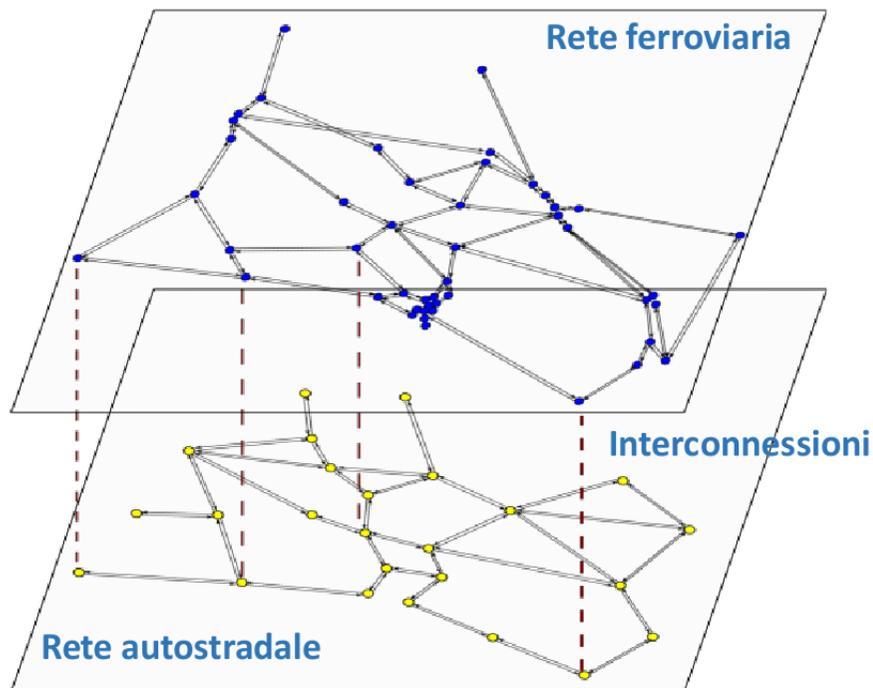


La rete di trasporto multimodale viene rappresentata considerando **un unico grafo** in cui vengono introdotti dei **collegamenti fittizi** che rappresentano le possibili **interconnessioni** tra le due reti.

Sulla base di questo grafo è stato sviluppato un modello:

- macroscopico e deterministico, discreto sia nel tempo che nello spazio
- in cui la dinamica dei flussi viene descritta attraverso delle **equazioni di conservazione**

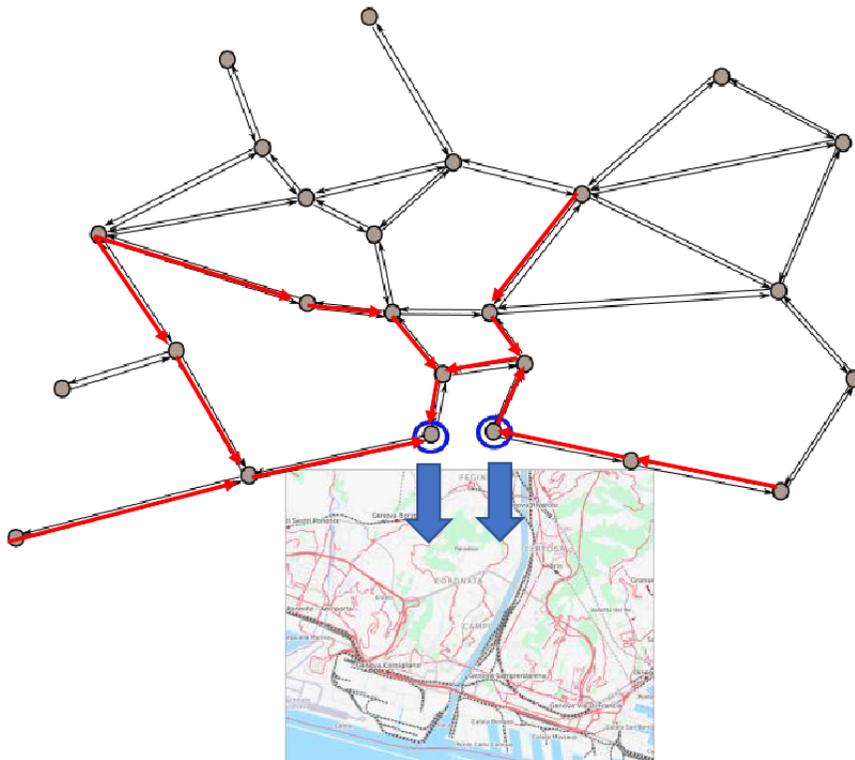
Livello regionale



Sul modello così formulato è possibile condurre diversi tipi di analisi, tra cui:

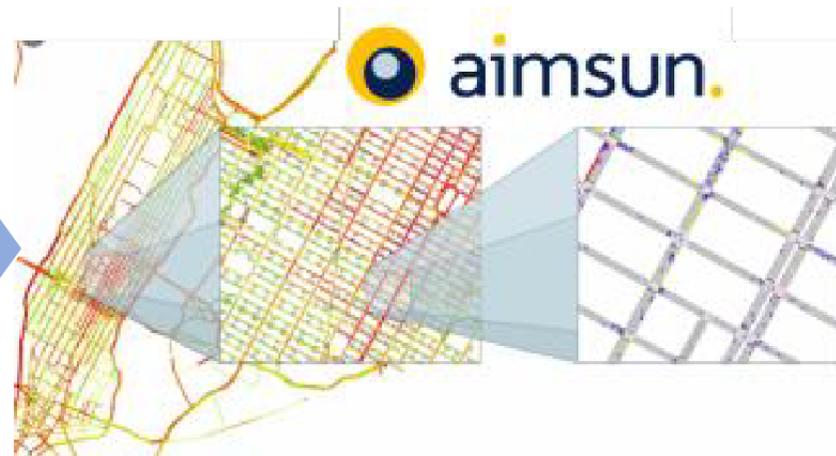
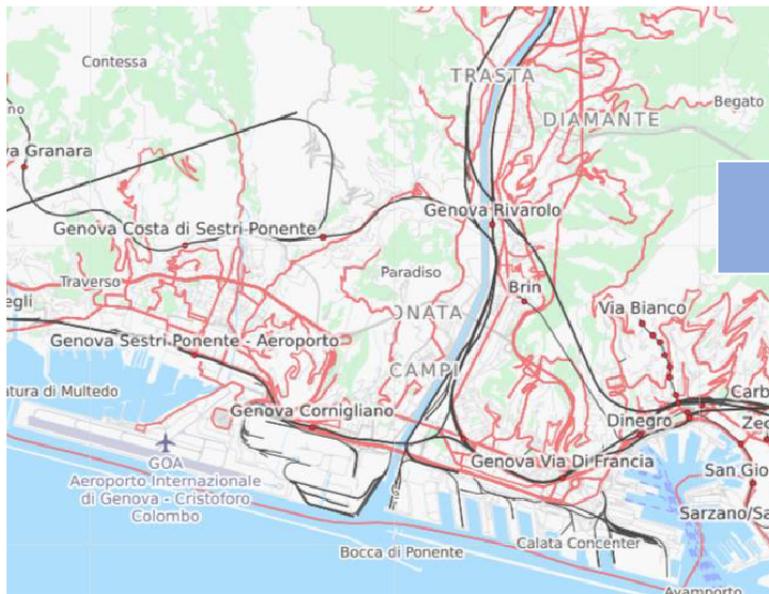
- Individuazione di **percorsi alternativi** nel caso uno degli elementi della rete venga a mancare
- valutazione degli effetti dovuti all'attuazione di **politiche di regolazione**
- variazioni nella **capacità della rete** (ad es. incremento dei treni su una linea ferroviaria)
- variazione nelle **interconnessioni tra le due reti** (ad es. aggiungendo dei nodi di interscambio modale)

Interconnessione tra livello regionale e livello locale



- Il modello regionale si interfaccia e si integra con lo strumento di **microsimulazione** fornendo la **matrice origine/destinazione** aggiornata a seguito di eventi che modificano l'assetto della rete regionale o ad esempio a seguito di politiche regolatorie definite a livello regionale.
- I dati risultanti dalla macrosimulazione uniti ai dati già esistenti per la città di Genova forniranno l'input del **secondo livello di simulazione**

Livello locale



A **livello locale**, la porzione della città di Genova maggiormente interessata dagli effetti causati dal crollo del ponte Morandi verrà rappresentata in **Aimsun**, uno strumento di **microsimulazione del traffico** attraverso il quale sarà possibile testare diverse azioni di **regolamentazione del traffico**

Conclusioni

- La simulazione viene effettuata su **due livelli** a cui corrispondono **scale spaziali** e **temporali diverse** e che richiedono di conseguenza lo sviluppo o l'utilizzo di strumenti adeguati al livello di dettaglio che si vuole analizzare
- Lo strumento di simulazione a livello regionale è particolarmente **innovativo** perché consente di analizzare il comportamento di una rete multimodale di dimensioni molto vaste
- Lo scopo è quello di produrre uno **strumento a supporto delle decisioni** che le autorità competenti sono chiamate compiere e a valutare nella gestione di scenari complessi