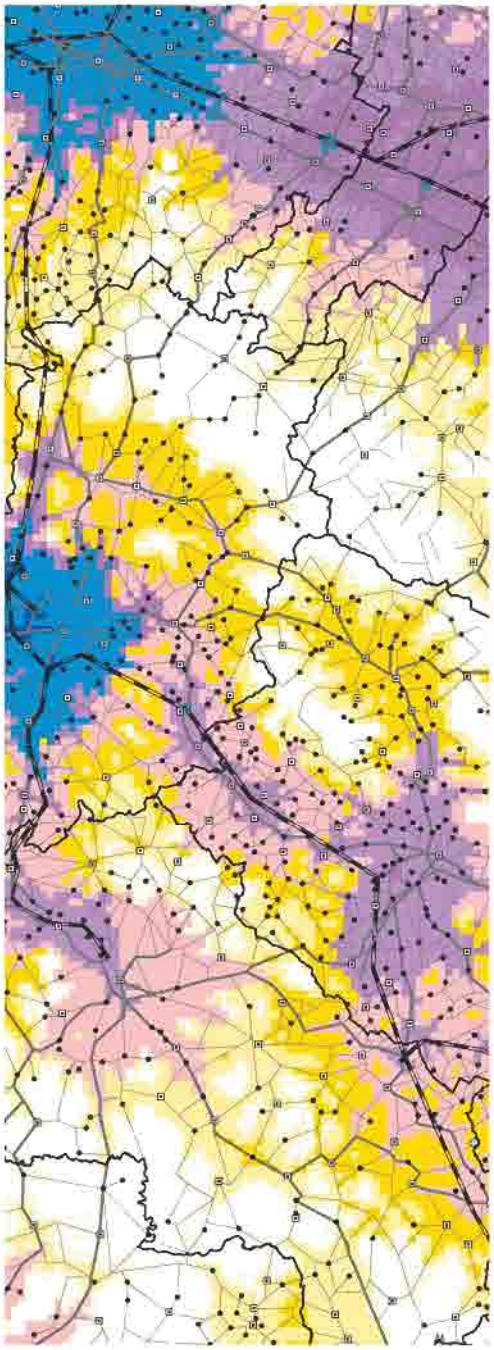
MODELLI PER LA PREVISIONE DEGLI SCENARI E LA COMPARAZIONE DI ALTERNATIVE



▶ Atlante Nazionale del territorio rurale - Accessibilità della popolazione residente

I modelli di assegnazione e simulazione del traffico e dei trasporti giocano oggi un ruolo centrale e insostituibile nella pianificazione territoriale e dei trasporti e rappresentano un elemento fondamentale nell'indirizzo delle scelte logistiche ed insediative, oltre a fornire un valido supporto nel terreno della comunicazione e della comprensione delle scelte stesse.

La profonda evoluzione delle applicazioni modellistiche, unitamente alle potenzialità di calcolo ormai raggiunte dai sistemi informatici, consentono oggi di ampliare notevolmente il numero delle variabili considerate e affinare la qualità dei risultati ottenibili.

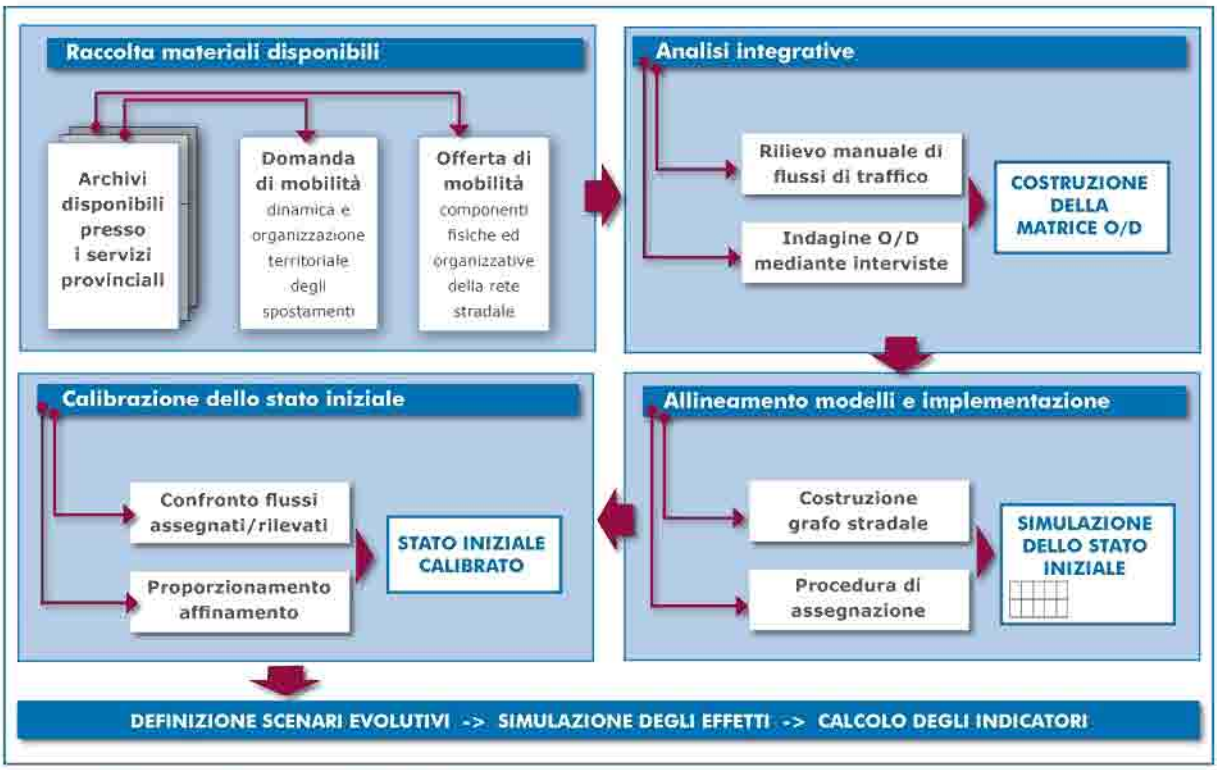
I modelli di simulazione del traffico sono gli unici strumenti in grado di rappresentare gli stati della circolazione (e delle condizioni ambientali indotte) in forma processuale continua[1], e dunque in grado di consentire un grado di sorveglianza sulla evoluzione dei sistemi mentre questa evoluzione si compie.

Oggi i modelli informatizzati della rete stradale si sono affinati nel livello tecnico e nelle strategie di utilizzo, che consentono di valutare gli effetti conseguenti ad interventi previsti non solo in termini trasportistici ma anche ambientali ed urbanistici.

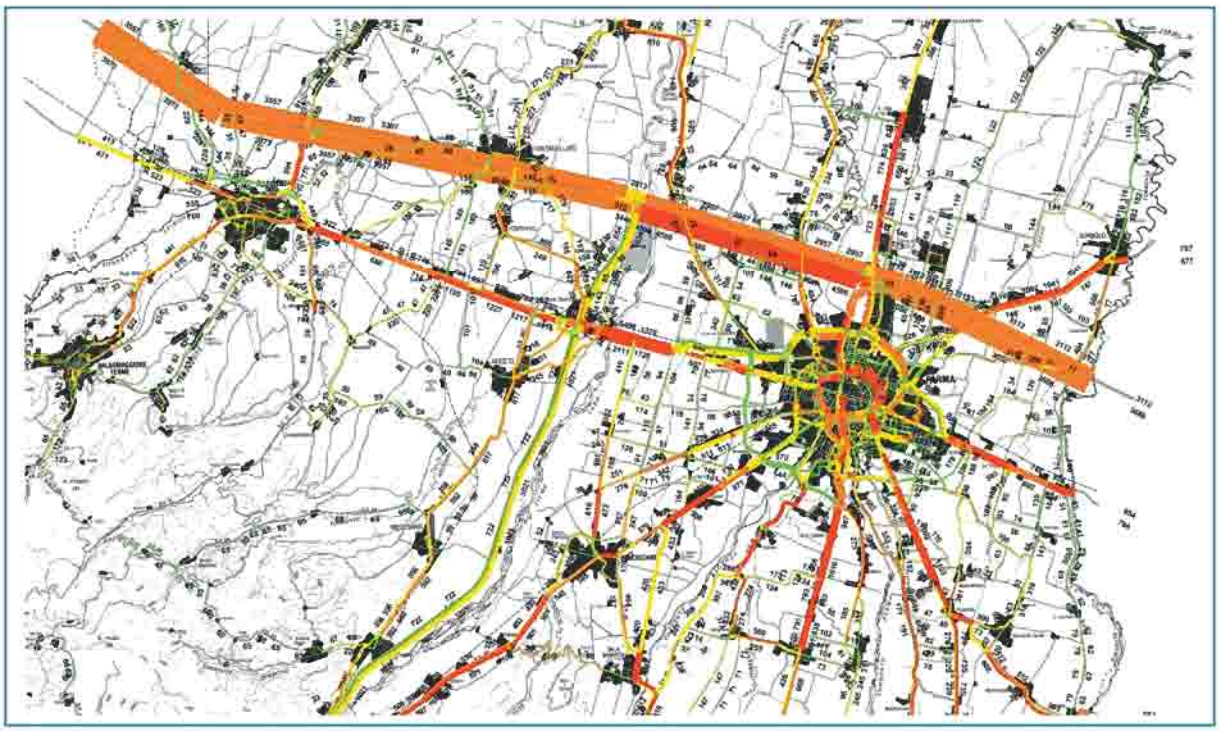
All'interno di una prospettiva di sostenibilità, la modellistica applicata ai trasporti consente per esempio di valutare i carichi di emissioni inquinanti sonore e gassose connesse al traffico veicolare, la variazione dei comportamenti in termini di costo di trasporto tra due o più sistemi insediativi o infrastrutturali alternativi, e a seconda delle trasformazioni prefigurate nella rete e nei nodi, le probabilità di saturazione della capacità di carico di un determinato ambito territoriale.

La redazione di un modello integrato traffico – ambiente – territorio e la sua implementazione presso gli uffici può consentire all'amministrazione un' azione costante di verifica e controllo, possibilità di ritorno sulle soluzioni e sui problemi, capacità di fare emergere le opportunità latenti.

[1] Pianificazione e monitoraggio delle opzioni localizzative e dei regimi di circolazione.



▲ Percorso di costruzione di modello di traffico



▲ Scenario 2004 - Grado di congestione della circolazione

La modellistica informatizzata del sistema traffico ambiente territorio

L'utilità di uno strumento di modellizzazione della mobilità si estende a tutti i livelli di pianificazione, per la sua capacità di gestire banche dati, di analizzare scenari diversi, di tener conto della coesistenza sulla rete di diversi modi di trasporto, di fornire risposte in tempo reale.

Rispetto ad ogni livello il modello presenta una o più caratteristiche in grado di migliorare la qualità della pianificazione, riducendo al contempo tempi ed oneri necessari per la valutazione delle possibili alternative di intervento.

Il modello informatizzato è in grado di memorizzare, elaborare e rappresentare tutti gli elementi che concorrono a determinare le condizioni del traffico, ovvero che da queste sono in qualche modo influenzati.

In estrema sintesi, questi possono essere così riassunti:

- domanda di mobilità;
- offerta di trasporto;
- flussi, tempi, prestazioni;
- meccanismi di incontro tra domanda e offerta.

Per quanto riguarda la domanda, è necessario incorporare nel sistema anche la capacità di ricostruirne la struttura con il massimo dettaglio possibile a partire da informazioni incomplete sulla matrice origine – destinazione delle persone e delle merci, dalle caratteristiche socio-economiche delle varie zone, dai flussi rilevati sugli archi; occorre inoltre essere in grado di proiettare la domanda di mobilità nel tempo in relazione agli scenari ipotizzati di assetto del territorio e dei trasporti.

Flussi, tempi e prestazioni costituiscono in parte dati di ingresso, relativamente all'assetto attuale dei trasporti, che deve essere noto con sufficiente precisione per poter calibrare su di esso i vari modelli utilizzati, ed in parte risultati della simulazione relativamente agli scenari che vengono di volta in volta analizzati e valutati. La struttura della base dati permette un rapido confronto tra i parametri che si riferiscono a scenari diversi.

La rappresentazione dei meccanismi di incontro tra domanda e offerta rappresenta, evidentemente, la parte più delicata dal punto di vista metodologico. Essa richiede l'inclusione nel sistema di adeguati modelli matematici in grado di rappresentare il comportamento di massa degli utenti rispetto sia alla scelta modale, sia all'itinerario tra le varie origini e destinazioni degli spostamenti.

I risultati sono forniti non solo in termini di carichi sulla rete stradale e sul sistema pubblico, ma anche in termini di prestazioni, di variazioni nel sistema delle accessibilità relative delle varie zone (determinante essenziale dei processi di localizzazione) e di impatto sull'ambiente (rumore, inquinamento, etc.).

Il modello è composto da più moduli integrati. Il "cuore" del sistema è, evidentemente, il blocco "modelli e algoritmi" che, a seconda delle richieste dell'utente, preleva automaticamente dalle altre componenti del sistema le informazioni necessarie, effettuando poi le opportune elaborazioni.

Queste ultime, in particolare, possono essere di tre tipi:

- stima e/o previsione della domanda di trasporto;
- calcolo di funzioni specificate dell'utente;
- assegnazione del traffico.

Le valutazioni derivanti dall'utilizzo del modello possono essere proiettate a diversi orizzonti temporali. Gli scenari di fatto valutano l'ottimizzazione delle reti esistenti mediante il cambiamento di funzionalità di archi e nodi (fluidificazione, modificazione tempi semaforici).

Gli scenari di breve periodo valutano l'introduzione di tratte di rete a modalità di trasporto esclusive o quasi esclusive, come pedonalizzazioni o percorsi riservati al trasporto pubblico.

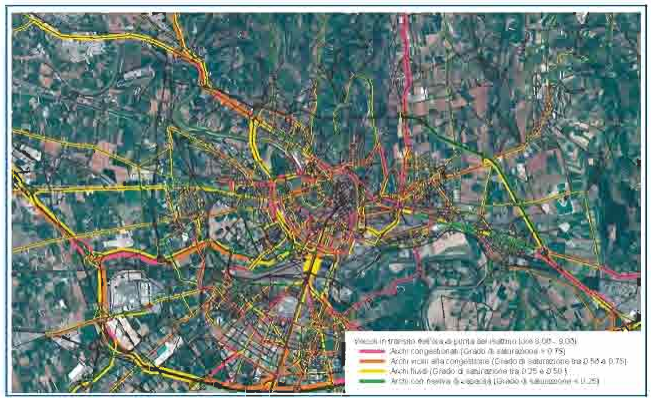
Gli scenari di medio periodo studiano l'introduzione di parti nuove di rete (tronchi stradali, parcheggi, o altro) da prevedere nei programmi finanziari in corso.

Gli scenari di lungo periodo studiano la situazione indotta da interventi previsti da strumenti di pianificazione sovraordinati (ad esempio le scelte logistiche o nuove previsioni) di cui occorre stabilire la compatibilità con il sistema dei trasporti locale.

Scenario Attuale - Situazione del traffico al 2002

La rappresentazione grafica a fianco fotografa la situazione dei flussi di traffico della città di Verona e lo stato della congestione della rete all'anno 2002. L'applicazione del modello di simulazione del traffico consente, infatti, di estendere a tutta la rete la stima dei flussi veicolari presenti, misurati nelle sezioni di riferimento e ricondotte alla matrice Origine/Destinazione degli spostamenti.

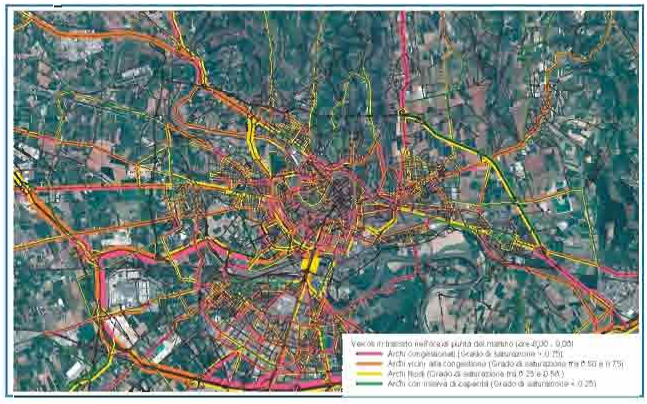
Dalla figura si desume che i viali di circonvallazione interna presentano un'elevata congestione, con un rapporto tra volume di traffico e capacità di deflusso superiore a 0,75 (condizione di saturazione, colore rosso), nonché quasi sempre superiore a 0,5 (colore arancio).



Scenario Tendenziale - Domanda tendenziale al 2010 con rete attuale

Questo scenario valuta le trasformazioni indotte sulla rete veicolare attuale dalla crescita del traffico al 2010.

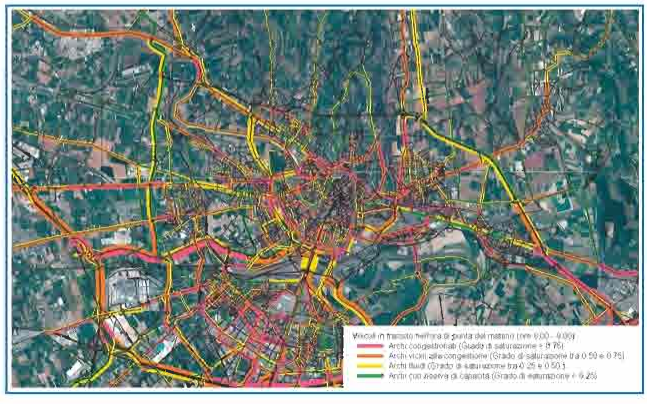
Dalla rappresentazione si vede chiaramente che rispetto alla situazione attuale vanno in crisi anche la complanare est-ovest (con gli attuali svincoli); la bretella di Verona Nord; l'intera rete di penetrazione radiale al centro storico (tratti che assumono il colore rosso).



Attuazione 1 - Incremento mobilità per effetto delle nuove previsioni urbanistiche

L'orizzonte di lunga durata in cui si collocano le previsioni infrastrutturali indica la necessità di valutare uno scenario di riferimento che tenga conto non solo della crescita generalizzata del traffico veicolare, ma anche delle redistribuzioni del traffico indotte dalle trasformazioni del sistema insediativo.

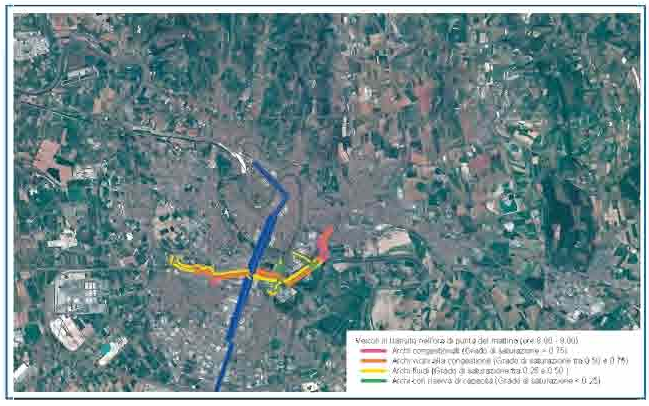
Nello scenario a fianco si tiene quindi conto delle previsioni insediative che si attueranno negli anni a venire. Particolare rilevanza assumono in questo ambito le nuove previsioni del PRG della Città di Verona, che paiono in grado di modificare significativamente le dinamiche della mobilità urbana.



Attuazione 2 - Trasporto pubblico di massa

Lo scenario di progetto del Piano Urbano della Mobilità di Verona raccoglie le indicazioni emerse dall'analisi delle varie proiezioni della domanda e delle diverse alternative infrastrutturali analizzate. Il punto di forza del progetto è rappresentato dalla previsione del Trasporto Rapido di Massa da Verona Sud a Borgo Trento.

Lo scenario del PUM è decisivo per garantire obiettivi di riconversione modale (oltre il 30% degli spostamenti nell'ora di punta utilizzerebbe il trasporto pubblico, con evidenti positive conseguenze in termini ambientali) e di contenimento del costo sociale della mobilità (il tempo medio di spostamento si assesterebbe sui 30', mentre nessuno scenario senza TRM riesce a scendere sotto i 45').



Mobilità e ambiente

La redazione di un sistema informativo della mobilità a corredo delle grandi scelte insediative e delle piattaforme logistiche appare oggi indispensabile per la definizione di schemi di circolazione e la sua sperimentazione: prima con azioni di simulazione e poi sul campo.

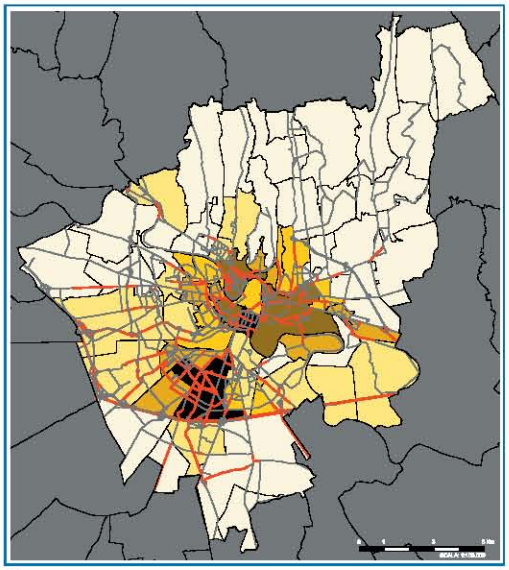
Attraverso l'utilizzo dei modelli di simulazione, infatti, può essere stimata sia l'efficacia degli interventi proposti (cioè le prestazioni fornite a livello di intero contesto territoriale in termini di tempo di viaggio e km percorsi), sia la prestazione localizzata fornita da ogni singolo elemento della rete viaria (archi e nodi).

La prima considerazione consentita dall'impiego dei modelli di simulazione è quella di estendere a tutta la rete, anche per le porzioni sulle quali sono state effettuate misure dirette, una stima dei flussi veicolari e quindi di disporre di indicatori prestazionali relativi agli attuali livelli di servizio che le infrastrutture viabilistiche assicurano alla domanda di mobilità che ad esse si rivolge (individuazione delle criticità nella fluidità della circolazione).

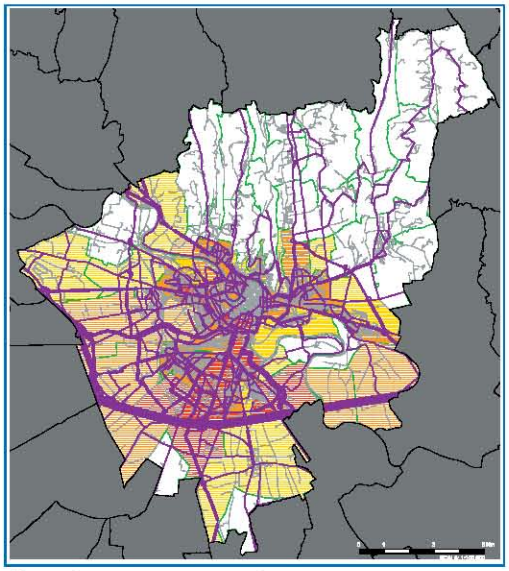
La disponibilità di questi elementi di base assume primaria importanza in chiave di sostenibilità: l'applicazione di appositi algoritmi ai risultati della modellizzazione consente di misurare gli effetti di risparmio energetico, di costo di trasporto in termini di tempo e distanza e di nuovi carichi ambientali connessi ai differenti scenari analizzati.

L'utilizzo di un modello appare inoltre di fondamentale importanza per il monitoraggio del sistema della mobilità e per la sua gestione ed il suo aggiornamento periodico nel tempo, come banca dati di riferimento, e per definire priorità ed integrazioni o varianti alle previsioni di regimazione e riorganizzazione della mobilità.

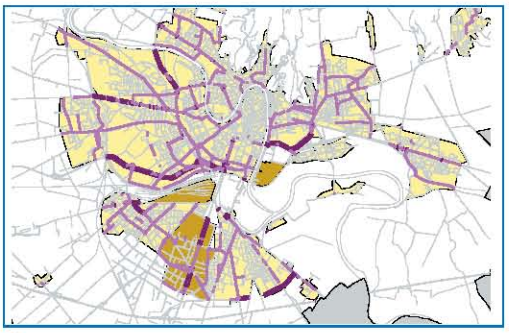
Una completa costruzione di un Ufficio Tecnico della Mobilità deve prevedere la gestione diretta del sistema informativo, da attuare attraverso la formazione di personale per la gestione del sistema modellistico, l'acquisizione da parte dell'amministrazione dei software di gestione ed il costante aggiornamento degli archivi e del modello.



▲ Impatto Territoriale della congestione veicolare

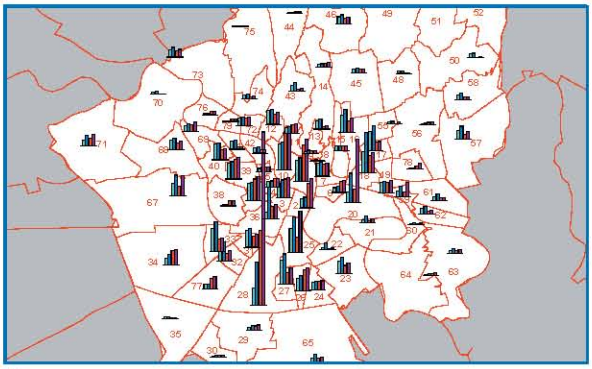


▲ Inquinamento atmosferico

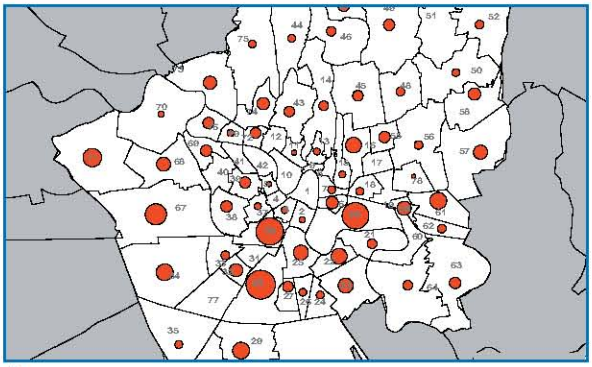


▲ Inquinamento acustico

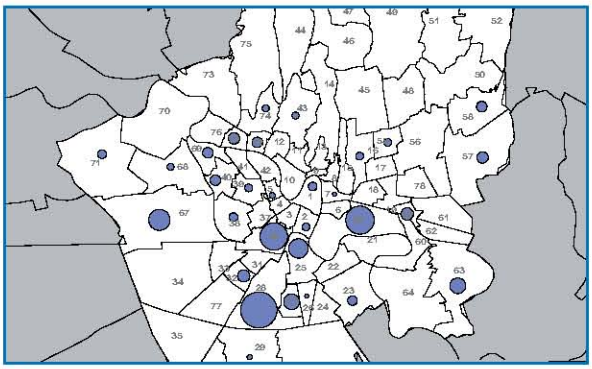
Prospettive future per lo sviluppo di un modello "mobilità - insediamenti"



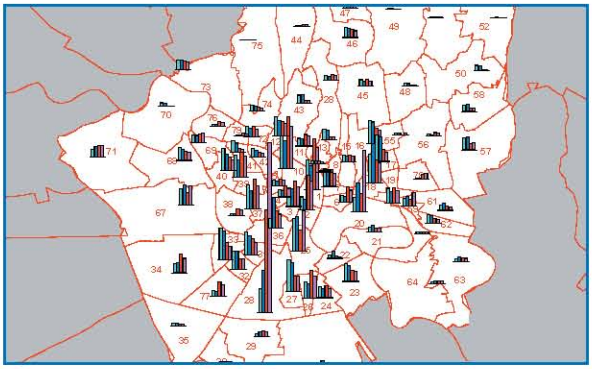
▲ Confronto degli spostamenti attuali



▲ Nuovi volumi residenziali



▲ Nuovi volumi non residenziali



▲ Confronto tra spostamenti previsti al 2020

Un possibile sviluppo futuro potrebbe riguardare la connessione tra mobilità e sviluppo insediativo. Raramente i temi della mobilità e dell'assetto insediativo vengono considerati nella pianificazione rispetto alle relazioni reciproche, anche per la difficoltà di prevedere gli impatti delle previsioni insediative sulla mobilità, e viceversa delle previsioni infrastrutturali sull'as-setto insediativo.

Si tratta di un grave scollamento che ha le sue radici non solo nelle difficoltà tecniche ma anche in una tendenza di storica contrapposizione tra pianificazione territoriale e pianificazione trasporti, e tra i rispettivi assessorati competenti all'interno degli enti.

Un modello combinato insediativo-mobilità dovrebbe consentirlo sviluppo di verifiche, scenari e studi di fattibilità in merito a:

- previsione impatto sulla mobilità della programmazione insediativa degli enti locali
- definizione del grado di coerenza tra programmazione trasportistica e infrastrutturale e sistema insediativo esistente e programmato
- definizione e ottimizzazione di nuovi corridoi per il trasporto pubblico e la viabilità

Lo sviluppo di uno strumento modellistico, che sia in grado di simulare l'evoluzione dell'attività urbanistica/insediativa in funzione di diversi parametri, potrebbe partire dallo studio dell'interazione tra sviluppo degli insediamenti e condizioni di accessibilità.

La scelta dei parametri dovrà tenere conto delle evoluzioni "naturali" del territorio così come delle evoluzioni "governate" dagli strumenti di pianificazione.

Il modello da costruire valuta le caratteristiche del territorio, lette come un database informativo, e stima le possibilità che queste si modifichino in ragione di differenti soglie temporali e cambiamenti spaziali.

Il modello può produrre tavole vocazionali, indicatori di stato e di evoluzione futura, che siano di aiuto nell'indirizzare le scelte dei decisori sul territorio.

La necessità nella pianificazione territoriale di connettere la mobilità e gli aspetti insediativi porta a ritenere che questo sia il fronte su cui maggiormente valga la pena di lavorare prioritariamente nel prossimo futuro.

Esistono tuttavia anche altri modelli che possono dare un aiuto importante in un sistema di supporto alle decisioni. Tra quelli che sono in una fase di sviluppo più avanzata vi sono i modelli legati alla diffusione e concentrazione dei principali inquinanti fisici, e i modelli di evoluzione delle condizioni ecologiche.

Le applicazioni riguardano soprattutto il livello progettuale, in particolare gli studi di impatto ambientale, oppure intorni territoriali limitati, come nel caso dell'ecologia del paesaggio.

Vista l'importanza dei temi ambientali e paesistici nella pianificazione territoriale, e la difficoltà di valutarne gli effetti a livello di area vasta, anche questi sono filoni di sviluppo delle conoscenze che potrebbero fornire un ausilio ai tavoli decisionali, dove questi temi sono spesso trascurati, non sapendo come valutarli, oppure oggetto di soluzioni, talvolta poco incisive talaltra addirittura in contrasto con i concetti di sostenibilità.

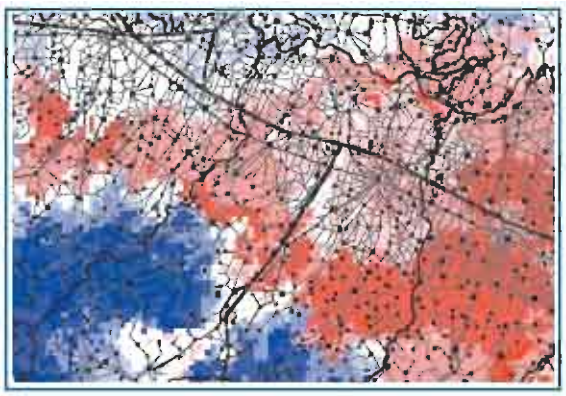
In una prospettiva ideale futura, che tuttavia richiede uno sforzo considerevole di sperimentazione, si potrebbe arrivare ad integrare questi modelli per estendere ulteriormente le possibilità di valutazione ed arrivare ad affrontare problematiche particolarmente complesse, quali:

- la definizione degli impatti delle infrastrutture e del sistema insediativo proposto sul grado di naturalità esistente, e sulle potenzialità di realizzazione di progetti di potenziamento della rete ecologica, e definizione delle mitigazioni e delle misure di compensazione ecologica.
- la valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria delle politiche trasportistiche e infrastrutturali, e più in generale anche delle politiche insediative.

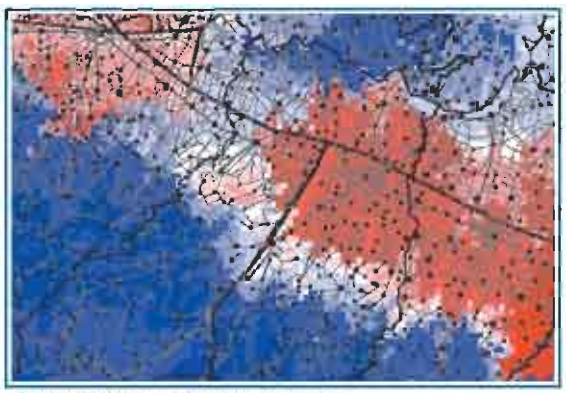
Accessibilità e zone di influenza

Associati alle applicazioni più squisitamente trasportistiche stanno i programmi per aprocci più geografici volti a misurare indicatori quali l'accessibilità e la centralità del territorio o a generare zone di influenza entro le quali operare bilanci. L'accessibilità è la popolazione massima che può accedere a un territorio in un determinato intervallo temporale prefissato (es. 30' o 60').

Una particolare applicazione tra le numerose possibili è quella che riproduce le dinamiche evolutive dell'accessibilità dei residenti: il confronto è sviluppato in termini di differenza percentuale di accessibilità calcolata in periodi temporali diversi (es. dal 1951 al 2001) ed è unicamente dovuto ai mutamenti demografici.



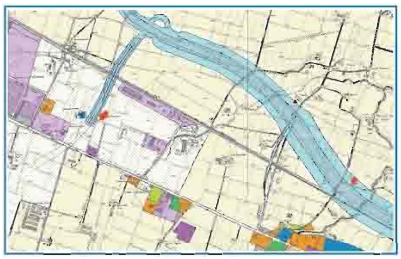
▲ **Piano della Mobilità di Parma - Differenza di accessibilità della popolazione residente 2001 - 1991 tempo 30'**



▲ **Piano della Mobilità di Parma - Differenza di accessibilità della popolazione residente 1991 - 1951 tempo 30'**

L'uso del modello mobilità negli studi di fattibilità

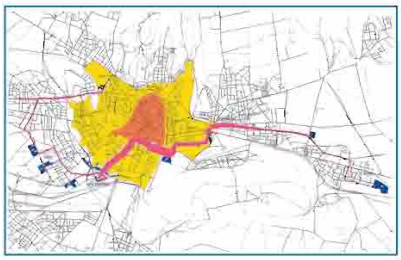
Possibili applicazioni modellistiche ai temi della pianificazione territoriale e delle infrastrutture:



Grandi infrastrutture viarie - la Via Emilia -

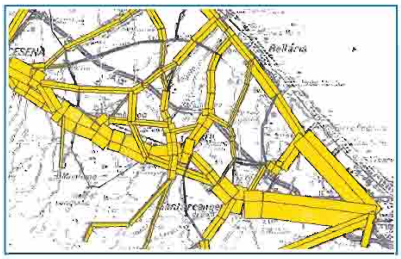
Lo studio propone un nuovo corridoio regionale in variante alla Via Emilia storica, approfondendo la fattibilità dei nuovi percorsi in Provincia di Parma, dove ha definito nel dettaglio le caratteristiche tecniche ed i costi del tracciato.

A supporto delle scelte progettuali sono stati effettuati specifici approfondimenti in materia trasportistica, ambientale e storico-insediativa. La predisposizione di un modello di simulazione del traffico ha consentito di valutare le potenzialità di funzionamento della nuova infrastruttura e le capacità di decongestionamento della rete.



Sistema di trasporto pubblico - la metrotranvia di Verona -

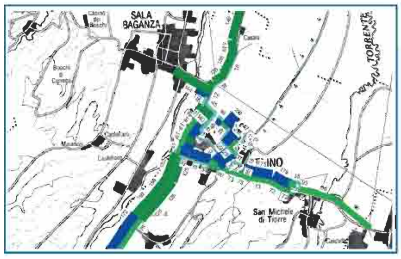
La studio ha stimato attraverso modellizzazione le quote di domanda sulla nuova infrastruttura di trasporto in progetto: in origine dal trasporto pubblico urbano; in diversione dal trasporto pubblico extraurbano; in diversione dalla mobilità veicolare privata.



Nodi complessi: il Casello del Rubicone

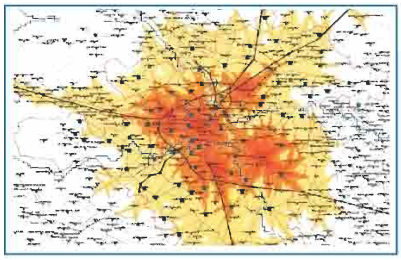
Verifica delle condizioni di fattibilità tecnica e analisi benefici - costi per la realizzazione di un casello autostradale della A14 in prossimità del F Rubicone (in comune di Gatteo) con valutazione comparativa fra differenti ipotesi localizzative.

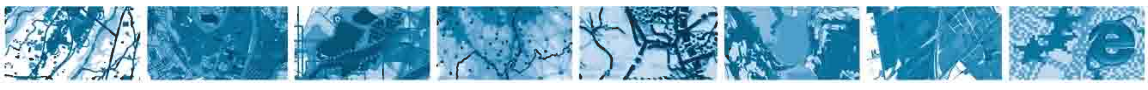
Lo studio prevede valutazioni relative alla possibile utenza prevista nel nuovo casello e stima i benefici della collettività in termini di minor tempo impiegato negli spostamenti annuali.



Attrattori territoriali (il centro commerciale a Felino - PR)

Rappresentazione dello scenario attuale, rappresentativo della domanda di traffico attuale (di cui parte scomposta in flusso di merci, in flusso di addetti delle attività produttive comunali e di utenti) con la attuale configurazione della rete viaria e valutazione della nuova domanda di traffico ipotizzata a seguito della attuazione delle nuove previsioni insediative (anche in questo caso scomposta in flusso di merci, di addetti e di utenti), con la configurazione della rete stradale ipotizzabile nel medio periodo.



Localizzazione di funzioni rare - la rete bibliotecaria di Torino -

Valutazione degli effetti sul sistema dei trasporti attraverso la predisposizione di un modello logistico con valutazione delle differenze di accessibilità e di costo di trasporto di differenti scenari organizzativi ed insediativi, con particolare riferimento alla realizzazione della nuova sede della Biblioteca Civica Centrale di Torino.