

XXV CONFERENZA ITALIANA DI SCIENZE REGIONALI

LA MICRO-SIMULAZIONE DINAMICA DEL TRAFFICO COME STRUMENTO DI VERIFICA DELLE POLITICHE DI SVILUPPO DEL TERRITORIO - IL CASO DELLA PROVINCIA DI NOVARA

Marco DELLASETTE

Ingegnere del traffico - Libero Professionista - T.T.A. Studio Associato - Torino

Vicedirettore Master "Trasporti e Mobilità Sostenibile" - COREP - Politecnico di Torino

SOMMARIO

E' indubbio come la gestione delle reti di trasporto e della mobilità sia un fattore sempre più strategico e determinante al fine di uno sviluppo territoriale corretto, armonico e sostenibile.

Il problema "traffico", anche a livello extraurbano, ha raggiunto ormai complessità tali da non poter più essere affrontato con metodologie statistiche e parametri medi orari classici.

Si intende qui fornire alcune brevi note sulla metodologia di analisi e sui primi risultati di uno studio, tuttora in corso, inerente l'analisi della rete viabile della Provincia di Novara attraverso l'utilizzo di strumenti innovativi di micro-simulazione di tipo "dinamico".

Con tali strumenti è stato possibile individuare lo stato attuale e futuro della rete individuando criticità non solo relative agli archi, ma anche a quelle dei nodi (intersezioni, rotatorie, semafori, ecc.) e degli altri elementi singolari della rete.

L'area in esame risulta particolarmente significativa in quanto, già oggi, comprende importanti insediamenti produttivi in fase di sviluppo e, nei prossimi anni, sarà oggetto di forti trasformazioni ed espansioni di attività produttive, logistiche, commerciali e ricreative.

Lo studio ha effettuato una prima analisi sullo stato attuale della rete, individuando e classificando le principali criticità emergenti. Lo strumento sarà in grado, in una fase successiva, di simulare una serie di scenari evolutivi sulla base delle indicazioni progettuali relative agli interventi di carattere urbanistico già programmati o prevedibili e del conseguente sviluppo della mobilità passeggeri e merci nella zona.

1 PRINCIPALI OBIETTIVI DELLO STUDIO

L'obiettivo a medio-lungo termine consiste nell'implementare un modello di micro-simulazione del traffico a scala provinciale, comprendente l'intera rete stradale, in grado di costituire il sistema informativo della mobilità di riferimento per qualsiasi studio o analisi degli effetti della pianificazione/programmazione territoriale e dei trasporti sul traffico e sulla mobilità.

L'analisi qui proposta è la prima parte dello studio, ed ha l'obiettivo di individuare e codificare una prima porzione significativa del territorio provinciale, al fine di sperimentarne le potenzialità.

2 L'AREA OGGETTO DI STUDIO

La provincia di Novara, con circa 344.000 abitanti su 1339 km², rappresenta il 7,9% della popolazione regionale ed il 5,2% del territorio. La popolazione è distribuita su centri di medie-piccole dimensioni, soltanto 6 località hanno popolazione superiore a 10.000 abitanti.

Nell'ambito di questa prima sperimentazione, l'area di riferimento (ZONA 1) si inquadra nella pianura Novarese del fiume Sesia, comprendendo le seguenti località:

- Biandrate
- Carpignano Sesia
- Caslbeltrame
- Casleggio Novara
- Castellazzo Novarese
- Landiona
- Mandello Vitta
- Recetto
- San Nazzaro Sesia
- Sillavengo
- Vicolungo

Tale zona rappresenta il 9% del territorio provinciale (121 km²) ed il 3% della popolazione, con una densità abitativa di circa 75,3 abitanti/km².

Allo scopo di caratterizzare meglio l'area, è stata presa in considerazione un'area più estesa, la ZONA 2 a corona della ZONA 1 ed interagente con la stessa. Tale Area si caratterizza da centri di maggiori dimensioni ed importanza, quali Gattinara e Romagnano Sesia.

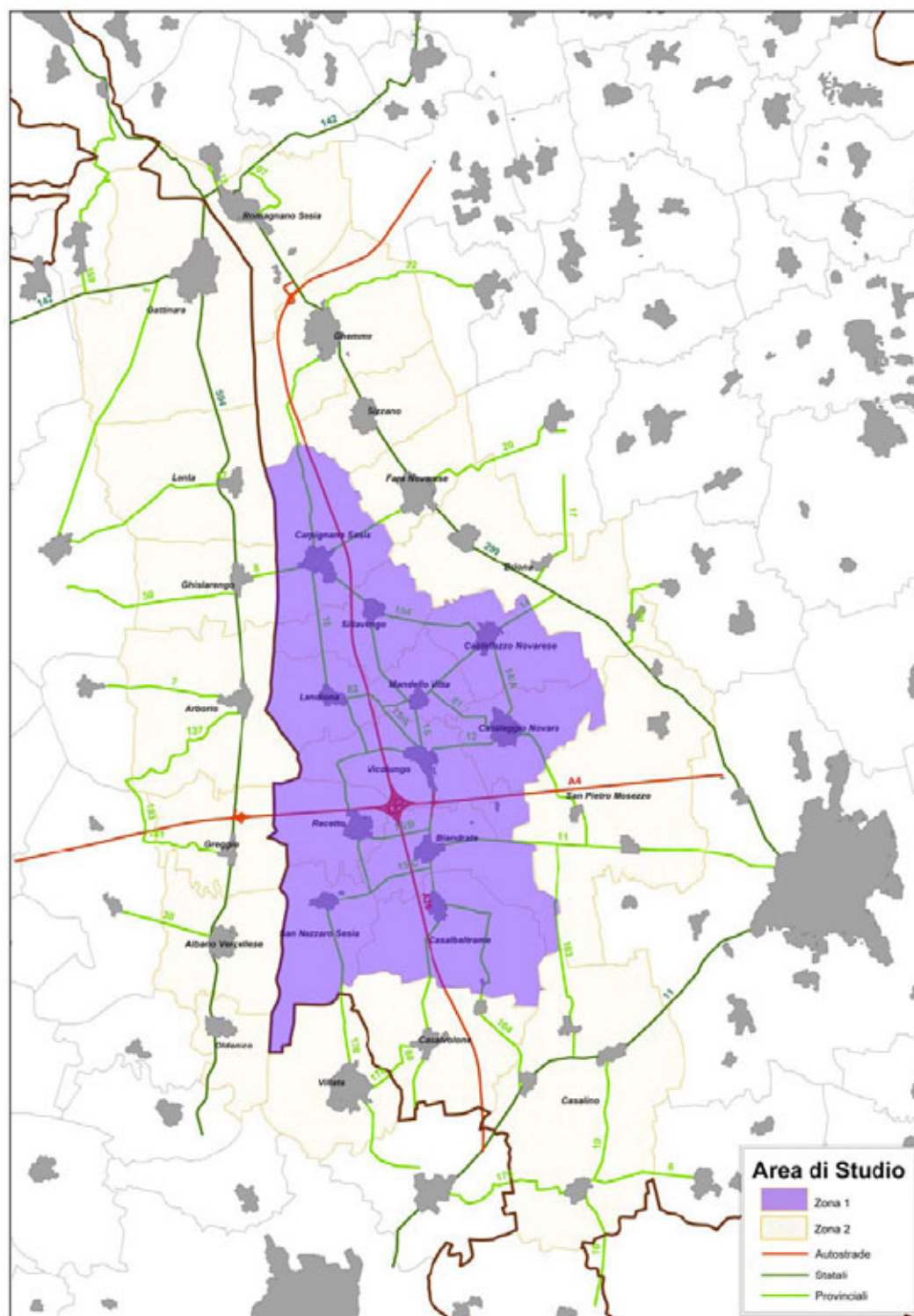


Figura 1 – L'area oggetto dello studio

2.1 Le caratteristiche Socio-Economiche

Due sono i settori di occupazione che caratterizzano l'area di analisi, e precisamente, l'industria, con oltre il 34% della manodopera e l'agricoltura, con quasi il 28% .

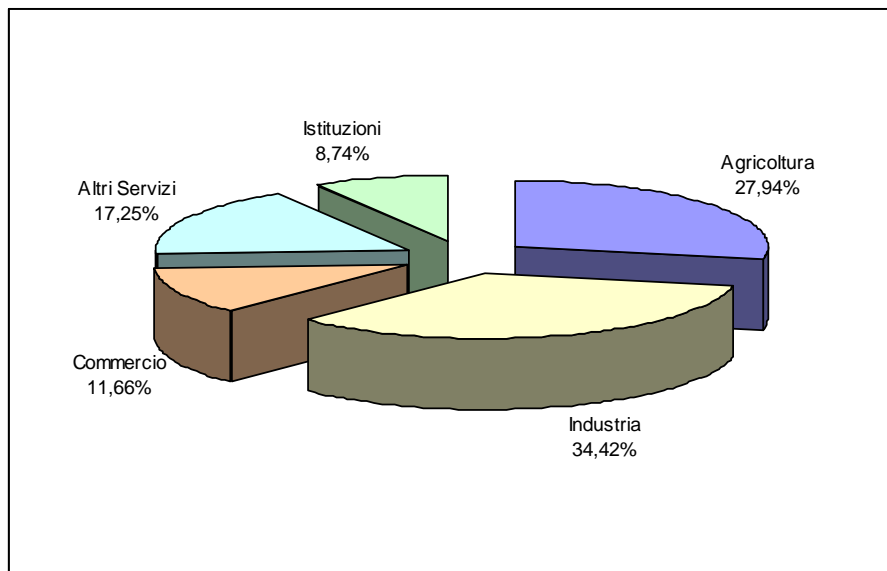


Figura 2 – Ripartizione degli addetti nell'area oggetto di studio

Per quanto concerne l'industria sono presenti poli ben definiti, come Landiona e tutta la direttrice di collegamento tra Novara e Biandrate, ove sono distribuite molteplici aziende. La forte presenza di agricoltura è giustificata con l'appartenenza di una porzione di territorio alla pianura risicola ben saldata al Pavese ed al Vercellese.

Una approfondita analisi dei redditi ha permesso di evidenziare come l'area oggetto dello studio, nonostante il carattere industriale e la forte presenza di agricoltura sul territorio, sia caratterizzata da un reddito pro-capite medio inferiore alla media provinciale.

Per quanto concerne il tasso medio di motorizzazione, nel 2001 quest'ultimo è risultato pari a 0,72 veicoli/abitante, leggermente inferiore al dato medio provinciale di 0,78 veicoli/abitante.

2.2 La mobilità sistematica

Al fine di definire la capacità di attrarre/generare spostamenti dell'area oggetto di studio, sono stati consultati i dati ISTAT relativi al censimento della popolazione ed altre fonti dati locali reperibili, da cui è stato possibile ricavare il quadro della mobilità sistematica.

Per quanto attiene alla zona oggetto di studio, vengono giornalmente generati circa 1.800 spostamenti intercomunali in auto.

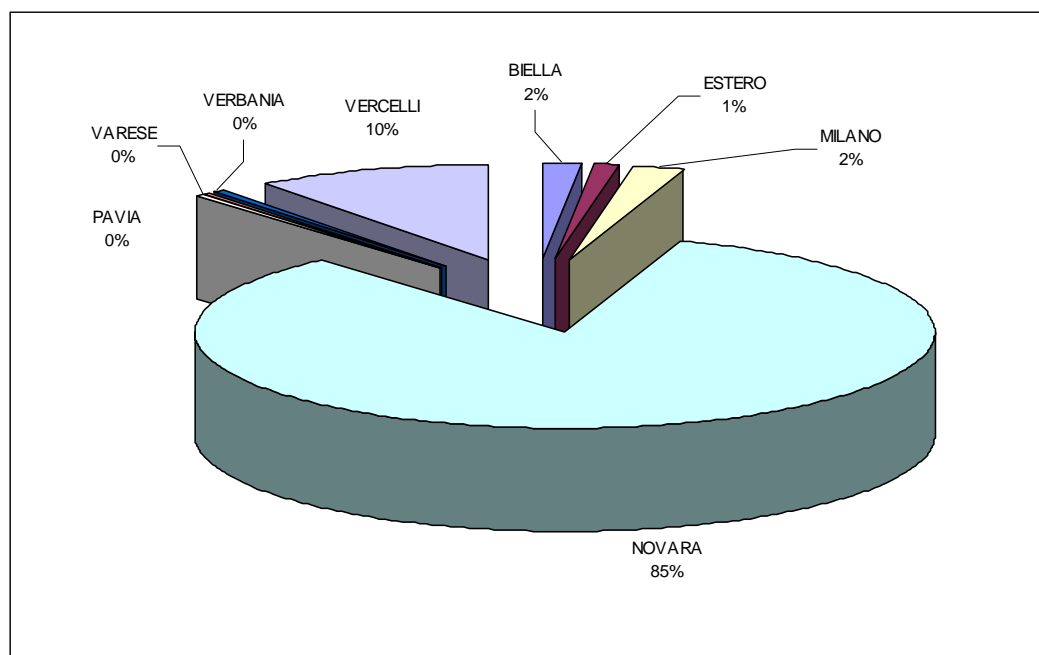


Figura 3 – Ripartizione degli spostamenti intercomunali generati dalla ZONA 1 e diretti verso le diverse province

2.3 *I poli di attrazione e le infrastrutture*

La provincia di Novara trova una particolare collocazione geografica che la pone lungo una ideale intersezione tra una dorsale europea di sviluppo nord-sud ed una di sviluppo est-ovest. A conferma dell'importante ruolo che la provincia riveste nello scenario della mobilità concorre la presenza dell'aeroporto di Malpensa 2000; un'altra rilevante componente dello scenario è il C.I.M., per il quale il sistema della mobilità previsto fornisce le condizioni generali per lo sfruttamento pieno delle potenzialità territoriali.

La rete primaria di servizio all'area oggetto dello studio si compone di una rete primaria, composta da autostrade e strade statali/regionali, a cui si affianca una importante rete di strade provinciali di collegamento dei vari comuni.

2.4 I flussi di traffico rilevato

Per definire i flussi di traffico presenti nella zona ed a ridosso della stessa, ed al fine di poter calibrare nella maniera più adeguata il modello di micro-simulazione, sono stati acquisiti i dati provinciali di mobilità riferiti all'anno 2003 relativi alle dieci sezioni di rilevamento provinciali, a cui sono stati affiancati i dati di traffico dei cinque caselli autostradali presenti in zona.

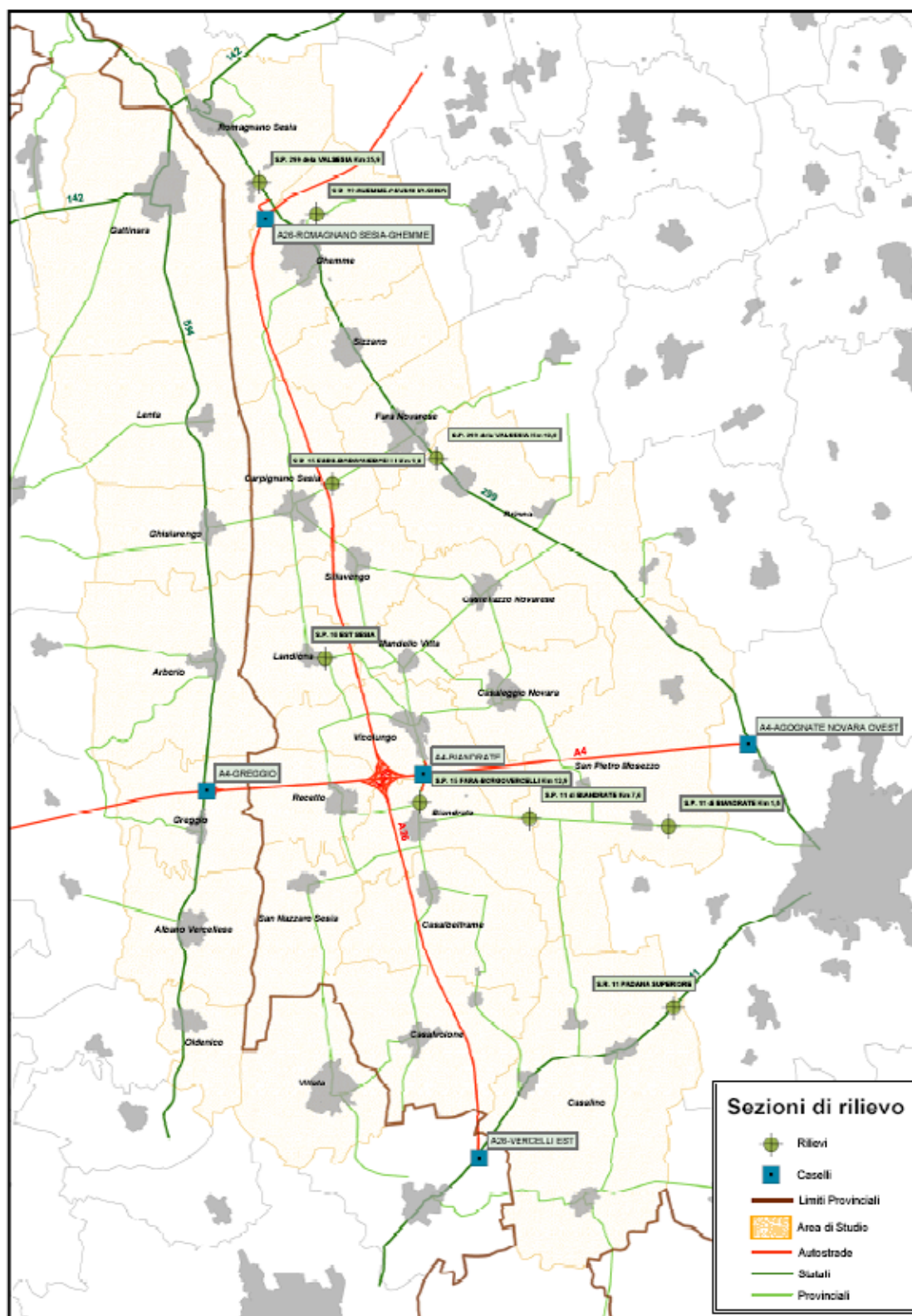


Figura 4 – Le sezioni di rilevamento ed i caselli considerati ai fini dello studio

Le maggiori quote di traffico sono state registrate sulle strade statali in esame, sulla SP 11 “di Biandrate”, in accesso a Novara, sulla SP 299 “della Val Sesia” tra Ghemme e Romagnano Sesia e sulla SP 15 tra Biandrate e Vicolungo.

I caselli contraddistinti dai maggiori flussi veicolari sono quelli di Agognate e di Romagnano Sesia.

3 LE PRINCIPALI TRASFORMAZIONI TERRITORIALI PREVISTE E ANALIZZATE

Nella zona oggetto di studio sono previsti, nel medio termine, molteplici interventi che porteranno un inevitabile impatto sulla viabilità a servizio dell'area, tra cui, nel seguito, si elencano i principali.

3.1 Area commerciale/industriale di Biandrate

Il maggiore intervento previsto nella zona oggetto di studio è la creazione di un'area commerciale/industriale nella zona di Biandrate delimitata dal quadrilatero definito dalle infrastrutture autostradali esistenti, dalla SP 15 e dalla SP 15 bis.

Tale area produttiva sorgerà quindi a nord del centro abitato e si affaccerà direttamente su uno dei nodi autostradali più importanti del nord Italia: A4 (Torino-Milano) a Nord e A26 (Genova-Gravellona) a Ovest; in virtù della propria localizzazione rispetto a tali reti infrastrutturali di collegamento internazionale, tale porzione di territorio sarà oggetto nel medio termine di un'iniziativa tesa a creare nuove condizioni di sviluppo economico, con l'obiettivo di qualificare l'area come nodo primario nel contesto dell'intero nord-ovest italiano.



Figura 5 – L'area oggetto dell'intervento

3.2 Parco tematico di Vicolungo

La posizione del parco è da considerarsi assolutamente strategica in quanto all'incrocio tra le autostrade A4 e la A26, posizione che consente di avere un bacino d'utenza di 11.000.000 residenti in un ora di viaggio e 18.000.000 nell'arco delle due ore di viaggio.

Al fine di rispondere alle esigenze della viabilità, è stato previsto l'ampliamento del casello autostradale di Biandrate.

L'area acquisita si caratterizzerà di zone verdi, giostre, bacini d'acqua, percorsi pedonali, e zone di ristorazione. A lato del parco è stato inoltre previsto un albergo.

3.3 Area commerciale con Outlet di Vicolungo

Tale intervento risponde ad obiettivi di sviluppo ben definiti nel Piano Territoriale Provinciale di Novara.

L'intervento sarà costituito da un'aggregazione di servizi e attività, quali il commercio tradizionale, aree per il tempo libero, servizi di ristorazione, uffici e servizi.

3.4 Parco acquatico di Recetto

Il potenziamento del grande Parco nautico sul fiume Sesia a Recetto per la pratica dello sci nautico, con nuove e rinnovate strutture di servizio ed accoglienza, rientra nei progetti previsti per le Opere di Accompagnamento alle Olimpiadi del 2006; in particolare l'opera rientra tra gli interventi promossi per lo sviluppo omogeneo dei territori non direttamente interessati dalle Olimpiadi.

Riguardo al problema "accessibilità", il Parco risulterà inserito in un circuito di ottima accessibilità, sia rispetto ad un raggio di utenza locale, sia rispetto ad un raggio di rilevanza internazionale, essendo localizzato in prossimità dell'incrocio autostradale Torino-Milano e Voltri-Sempione.

4 METODOLOGIA DI STUDIO ADOTTATA

Per raggiungere l'obiettivo dello studio si è ricorso alla Micro-Simulazione dinamica del traffico, supportati da un applicativo tra i più evoluti attualmente disponibili: il *Quadstone Paramics*.

Mentre gli strumenti di macro-simulazione rappresentano l'approccio tradizionale alle specifiche analisi trasportistiche e sono in grado di fornire valori di tipo medio delle caratteristiche di deflusso sulle strade, la micro-simulazione è in grado di ricostruire una rappresentazione puntuale, precisa e specifica del traffico e della sua evoluzione istante per istante, consentendo una maggiore caratterizzazione degli effetti indotti dalle trasformazioni territoriali sul traffico e sulla mobilità.

Nonostante l'approccio fortemente innovativo adottato, l'implementazione del modello di micro-simulazione passa attraverso le medesime fasi richieste dalla macro-simulazione:

- delimitazione dell'area di studio;
- definizione degli scenari di valutazione;
- individuazione delle zone di traffico (zonizzazione);
- costruzione del grafo della rete stradale attuale e prevista;
- analisi e valutazione dei flussi di traffico rilevati;
- definizione delle componenti della domanda (matrici O/D) per lo stato attuale e per i differenti scenari temporali di valutazione;
- calibrazione della matrici O/D dello stato attuale;
- assegnazione dei flussi veicolari sulla rete attraverso la micro-simulazione del traffico nei vari scenari prefigurati;
- analisi dei risultati delle simulazioni.

Ciascuno scenario individuato può rappresentare una particolare combinazione di trasformazioni territoriali e di modificazioni della struttura della mobilità in un dato riferimento temporale.

4.1 La micro-simulazione

La micro-simulazione del traffico, come anticipato, fornisce una visione dinamica e puntuale del fenomeno. Allo scopo devono essere prese in considerazione le caratteristiche del moto dei singoli veicoli che interagiscono tra loro.

Attraverso la micro-simulazione è quindi possibile rappresentare più famiglie di spostamenti, ognuna caratterizzata da differenti parametri comportamentali (accelerazione, decelerazione, aggressività di guida del conducente, grado di conoscenza della rete da parte dell'utente, tempo di reazione ecc.) e da diverse tipologie di veicolo (velocità massima, dimensioni, prestazioni, parametri di emissione ecc.), che di fatto interagiscono tra loro. Per risultati più precisi, oltre alla definizione delle famiglie, è necessaria una attenta rappresentazione geometrica della rete stradale. Le trasformazioni territoriali generano un incremento del traffico indotto (generato e/o attratto) che il modello prende in considerazione sotto forma puntuale e dettagliata.

Il micro-simulatore analizza ed elabora istante per istante il movimento di ogni singolo veicolo presente sulla rete, sulla base di leggi legate al moto del veicolo ed al comportamento del conducente (accelerazione-decelerazione, teoria dell'inseguitore, teoria di cambio corsia, ecc.)

I molteplici strumenti di rappresentazione offerti dal micro-simulatore consentono di localizzare e analizzare in modo semplice ed immediato le criticità della rete.

I risultati che fornisce il micro-simulatore sono vari e articolati; comprendono tutti quei parametri solitamente forniti dai macro-simulatori (velocità, flussi, livelli di servizio, indici di criticità ecc.), espressi anche in termini puntuali ed istantanei, ed una serie di informazioni integrative di dettaglio. In particolare, le principali informazioni fornite dal micro-simulatore sono:

A) Informazioni sui singoli veicoli:

- numero e tipologia di veicoli circolanti sulla rete nel periodo di simulazione;
- velocità media di ciascun veicolo;
- ritardo medio;
- distanza totale percorsa;

- tempo di attesa in coda;
- numero di arresti (stop);
- tempo totale di arresto.

B) Informazioni sui percorsi:

- tracciato dei percorsi alternativi;
- tempo medio di viaggio.

C) Informazioni sui flussi veicolari e sulle criticità:

- flussi di manovra alle intersezioni selezionate;
- indici di criticità;
- Livelli di Servizio.

D) Informazioni su eventuali incidenti:

- tipo di incidente (tamponamento, scontro frontale, ecc.);
- istante in cui si è verificato;
- tratto di strada interessato;
- durata dell'incidente;
- lunghezza delle code.

E) Informazioni sui parametri ambientali:

- emissioni atmosferiche per singolo veicolo;
- emissioni totali per sezione, per arco e per nodo;
- indicatori di criticità ambientale.



Figura 6 – Localizzazione delle criticità e quantificazione delle code

Tutte le informazioni possono essere richieste su una base temporale qualsiasi.

4.2 Gli indicatori prestazionali di riferimento

Al fine di poter analizzare e confrontare gli scenari simulati, si è reso necessario individuare una serie di indicatori in grado di fornire parametri di giudizio sulla corretta corrispondenza tra gli interventi territoriali individuati, le infrastrutture previste e la mobilità.

In quest'ottica sono stati individuati tre parametri fondamentali:

- Livello di servizio delle strade (LOS);
- tempi medi di percorrenza dei percorsi;
- lunghezza media delle eventuali code e dei rallentamenti.

Il modello di microsimulazione procede al calcolo dei LOS attuali (determinati sulla base dei rilevamenti di traffico forniti ed analizzati) e previsti (definiti sulla base dei risultati derivanti dall'utilizzo di quest'ultimo, applicato ai differenti scenari prefigurati), sulle basi della metodologia classica contenuta nel manuale dell'HCM.

I tempi di percorrenza e le code sono formulati sulla base dei risultati della micro-simulazione dinamica del traffico reale sulla rete.

5 IMPLEMENTAZIONE DEL MODELLO DI MICRO-SIMULAZIONE

5.1 Il modello dell'Offerta

Al fine di poter correttamente valutare lo stato attuale e gli interventi infrastrutturali previsti, è stato codificato il grafo della rete viaria (grafo dell'offerta stradale attuale), comprensiva dell'intera viabilità regionale e provinciale a servizio dell'area di studio, nonché delle più importanti strade comunali. È stato inoltre costruito il grafo della rete autostradale a servizio dell'area oggetto dello studio e le maggiori direttrici di collegamento dirette all'esterno della provincia di Novara.

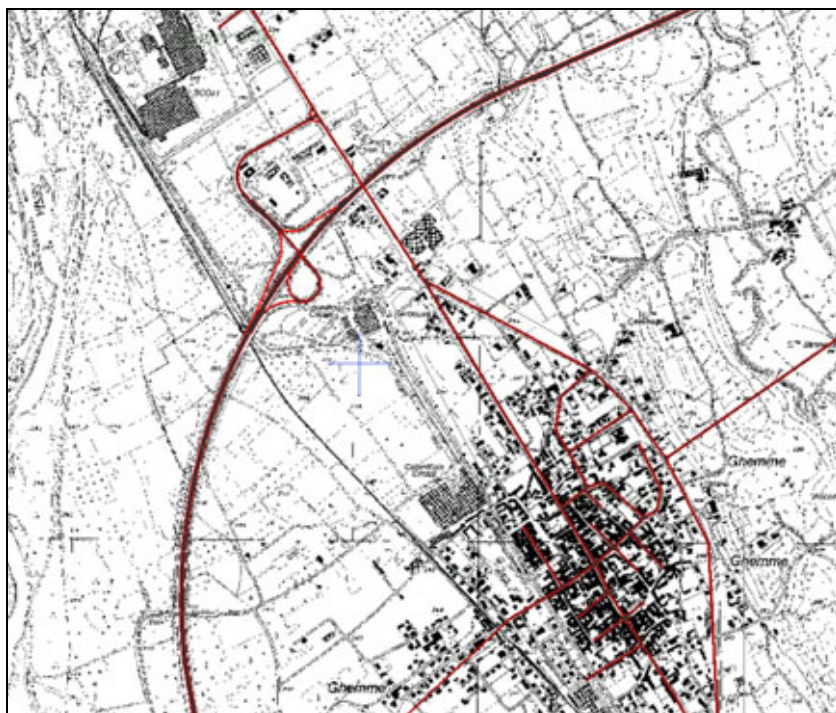


Figura 7 – Svincolo autostradale di Ghemme-Romagnano Sesia

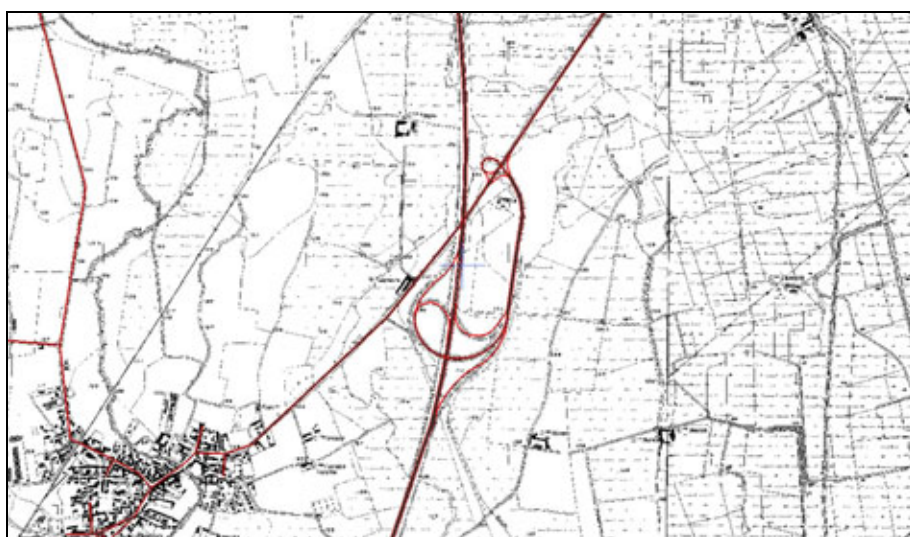


Figura 8 – Svincolo autostradale di Vercelli Est

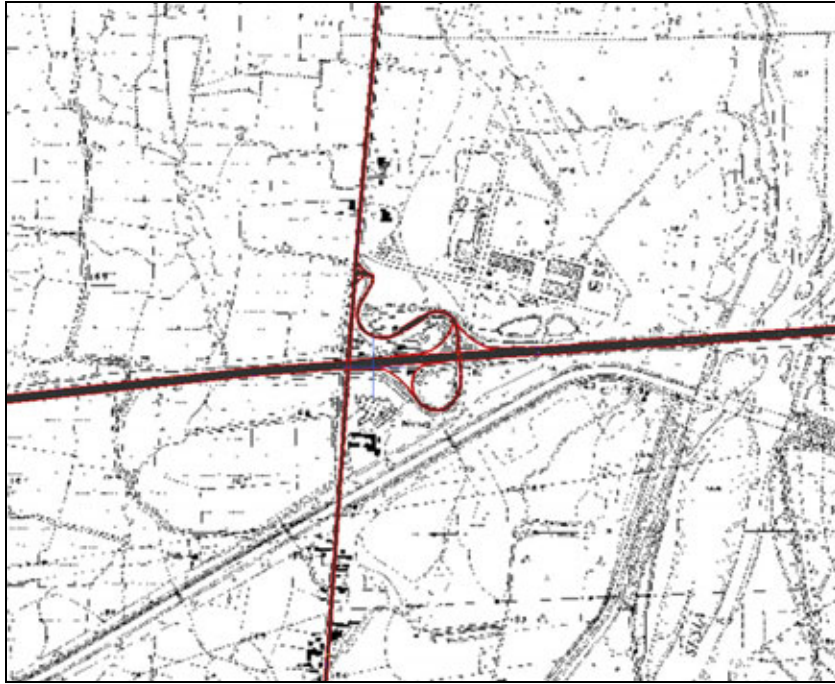


Figura 9 – Svincolo autostradale di Greggio



Figura 10 – Svincolo autostradale di Biandrate



Figura 11 – Svincolo autostradale di Agognate



Figura 12 – Restituzione modellata dell'interconnessione tra la A4 e la A26

Il grafo della rete è stato costruito riproducendo fedelmente l'attuale geometria delle strade anche in regimi di precedenza caratterizzanti i singoli incroci, di cicli semaforici, di rotatorie, e la geometria e la funzionalità dei caselli autostradali.

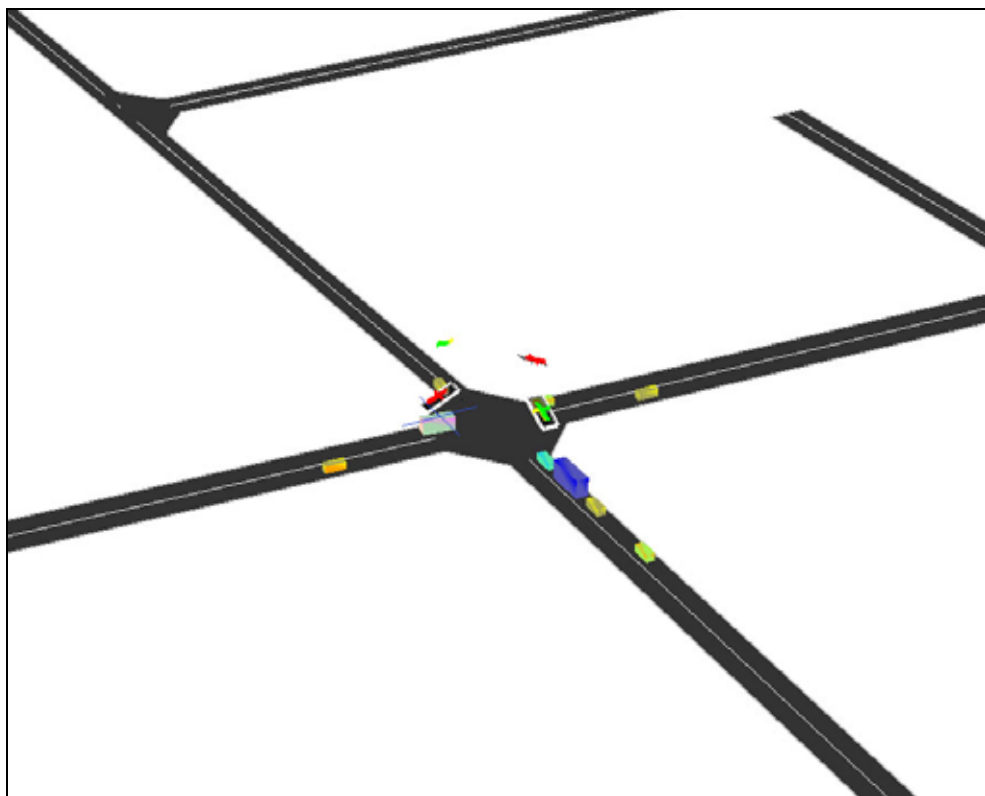


Figura 13 – Restituzione modellata di incrocio semaforizzato

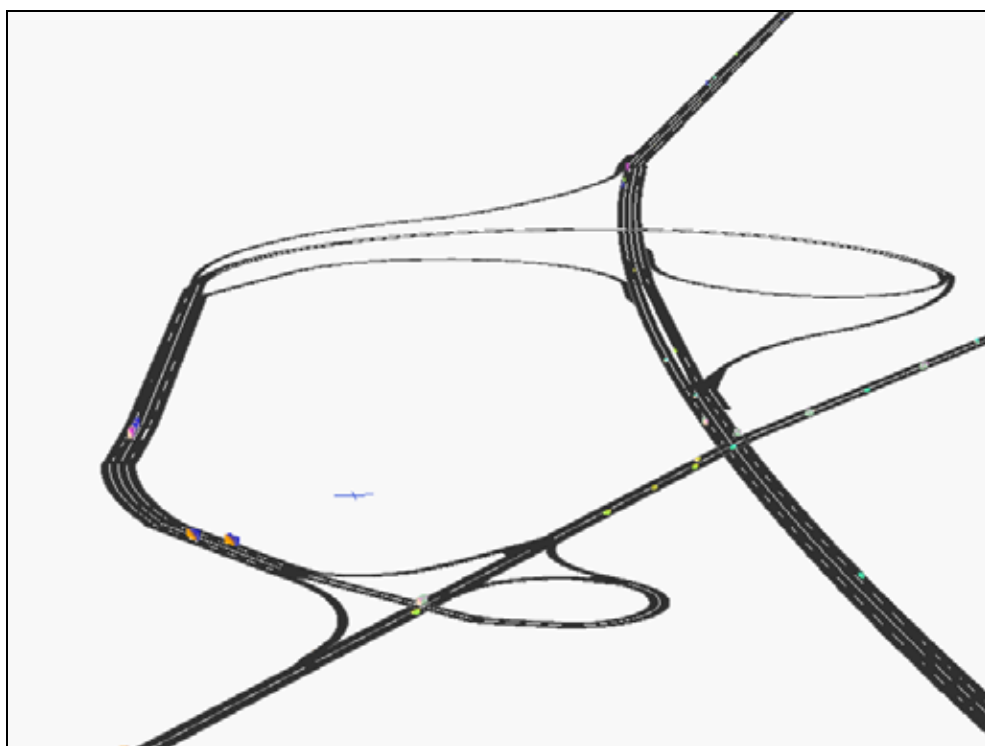


Figura 14 – Restituzione modellata un casello autostradale

Al fine di operare, tramite la microsimulazione, le previsioni a medio/lungo termine necessarie per comprendere il reale impatto sulla viabilità prevista degli interventi precedentemente menzionati, si è proceduto a tracciare tutti gli interventi viari in progetto.

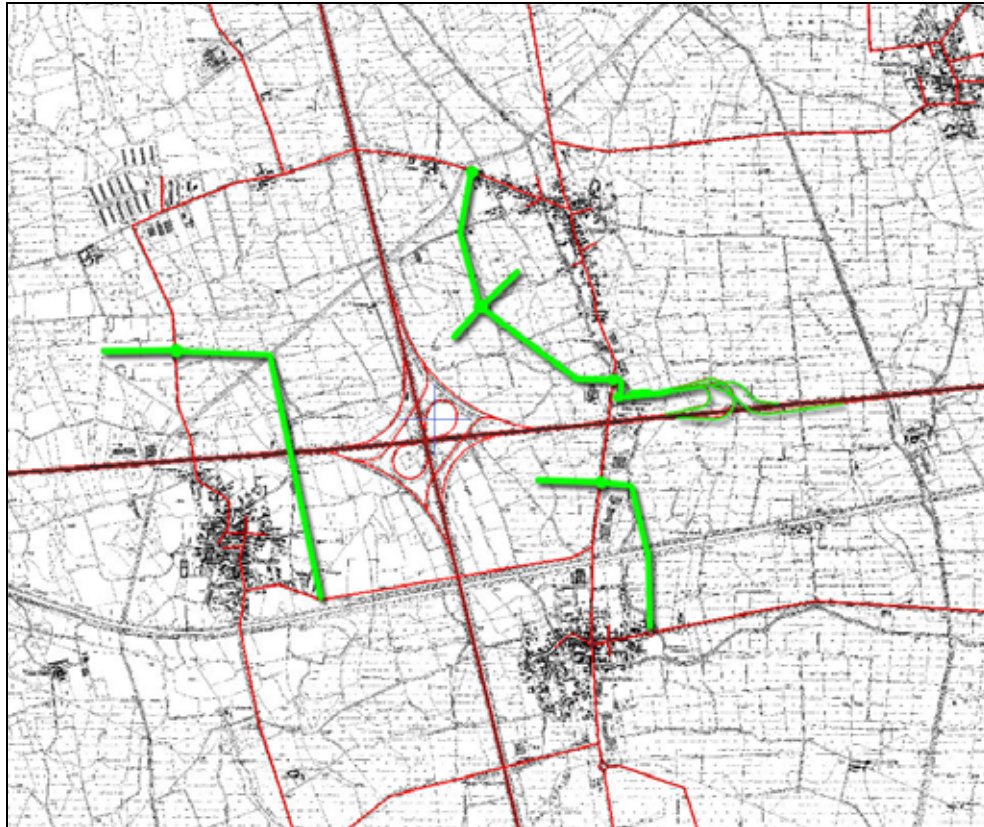


Figura 15 – Gli interventi previsti nell'area oggetto dello studio all'anno 2010



Figura 16 – Vicolungo: gli interventi previsti nell'area oggetto dello studio all'anno 2010

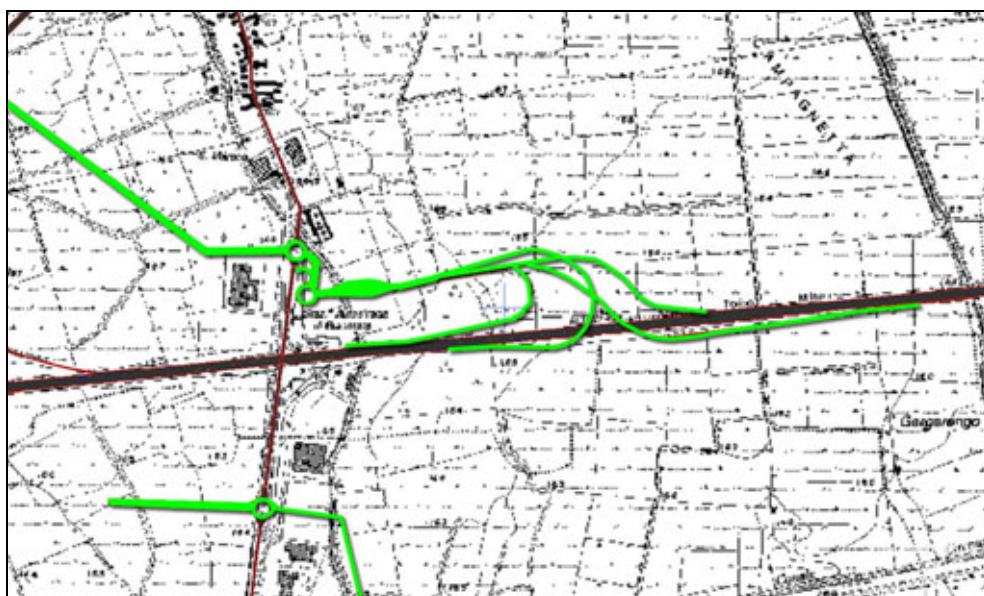


Figura 17 – Il nuovo casello autostradale di Biandrate

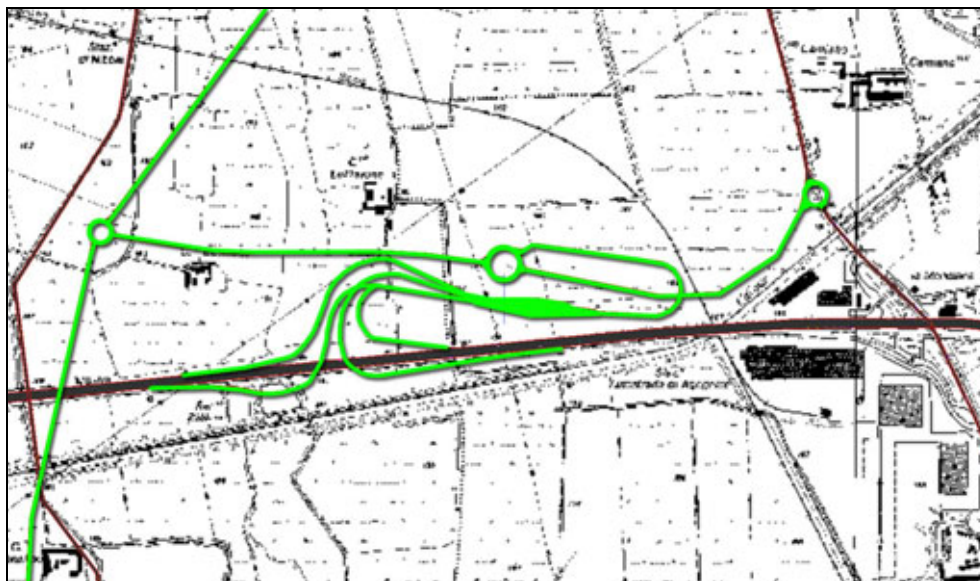


Figura 18 – Il nuovo casello autostradale di Novara Ovest

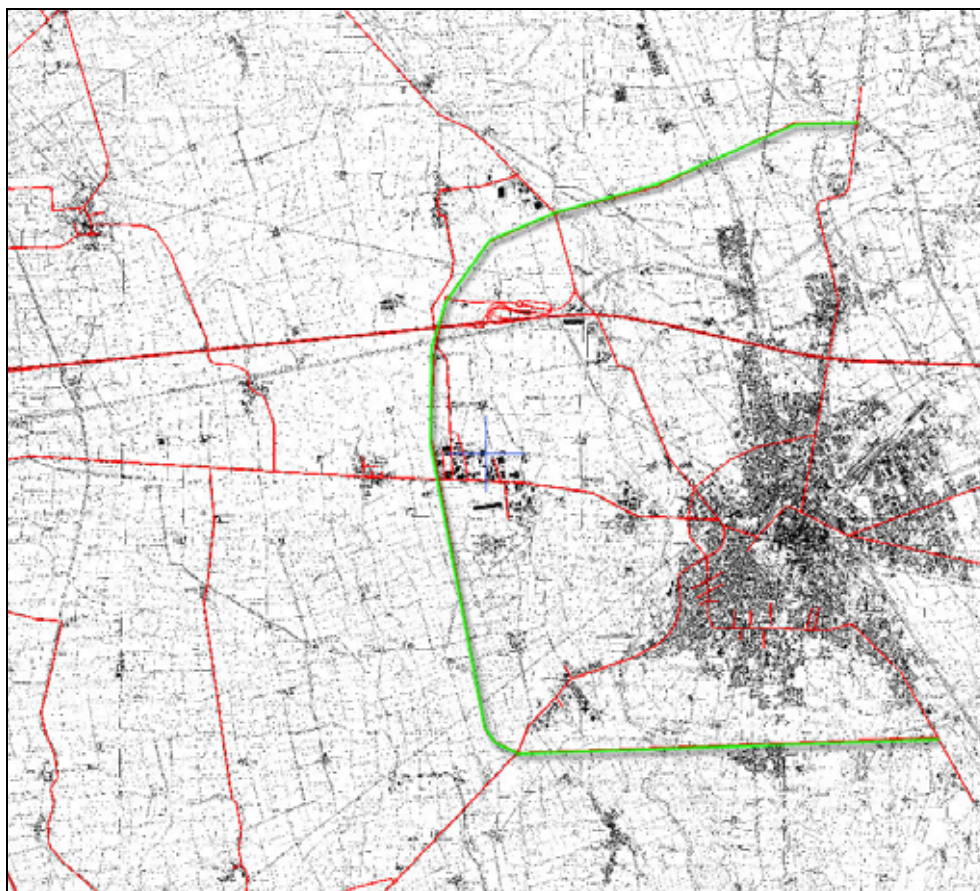


Figura 19 –La tangenziale di Novara

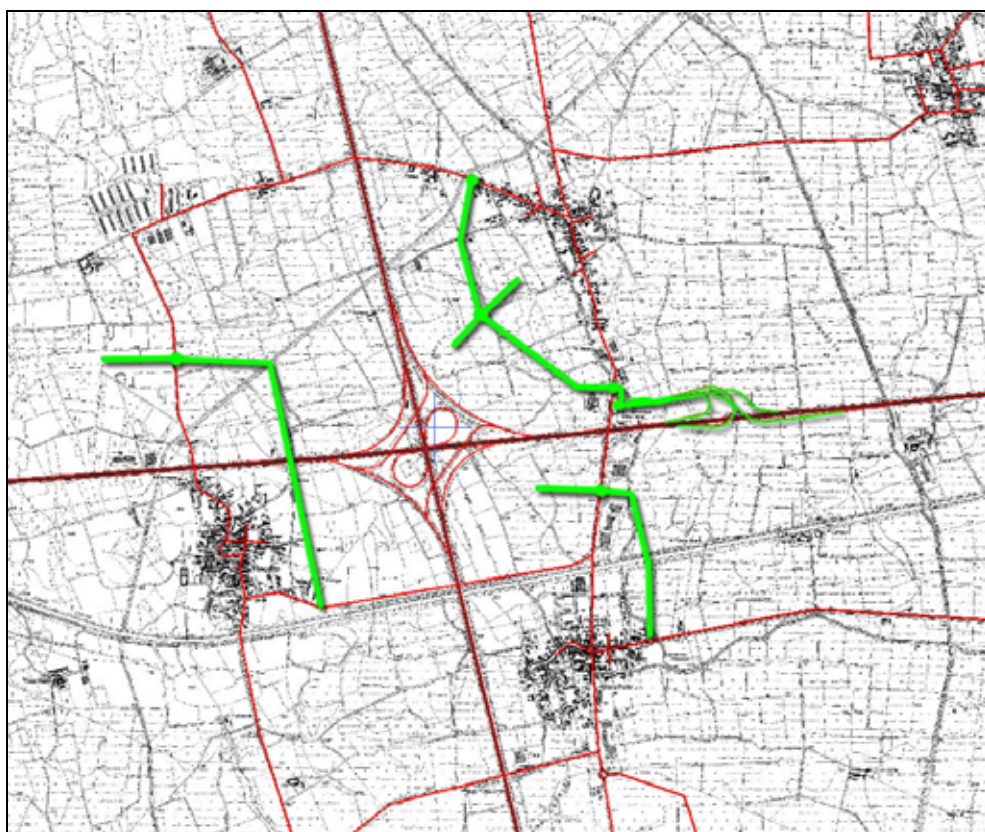


Figura 20 – Adeguamento delle infrastrutture viarie in funzione degli interventi di espansione commerciale ed industriale previsti

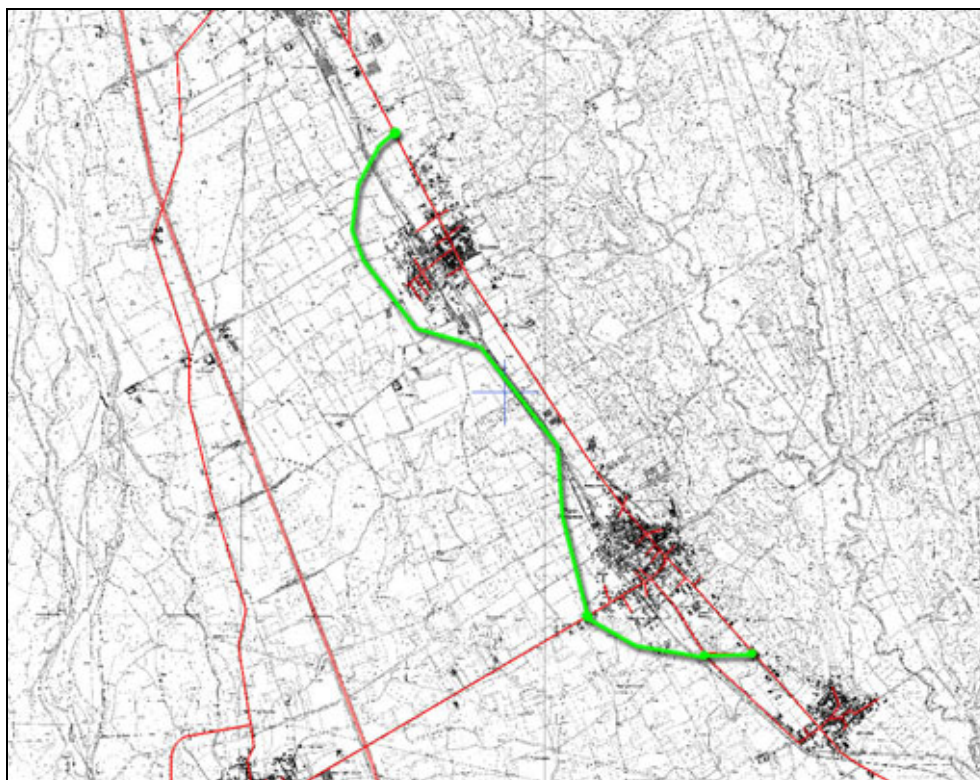


Figura 21 – Le circonvallazioni di Fara e Sizzano

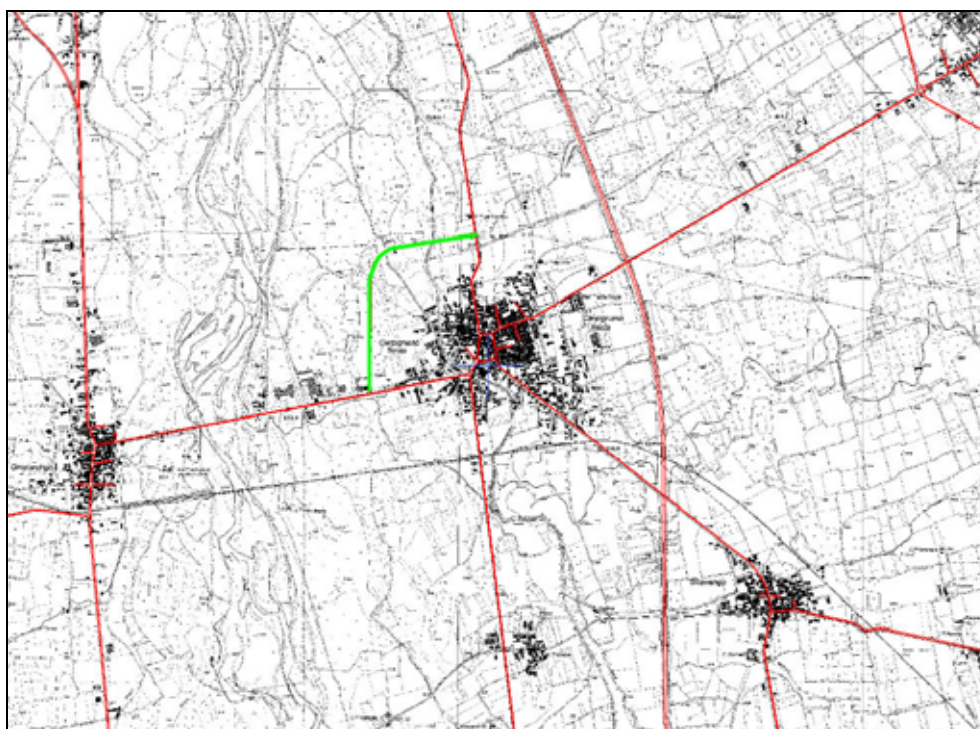


Figura 22 – La circonvallazione di Carpignano Sesia

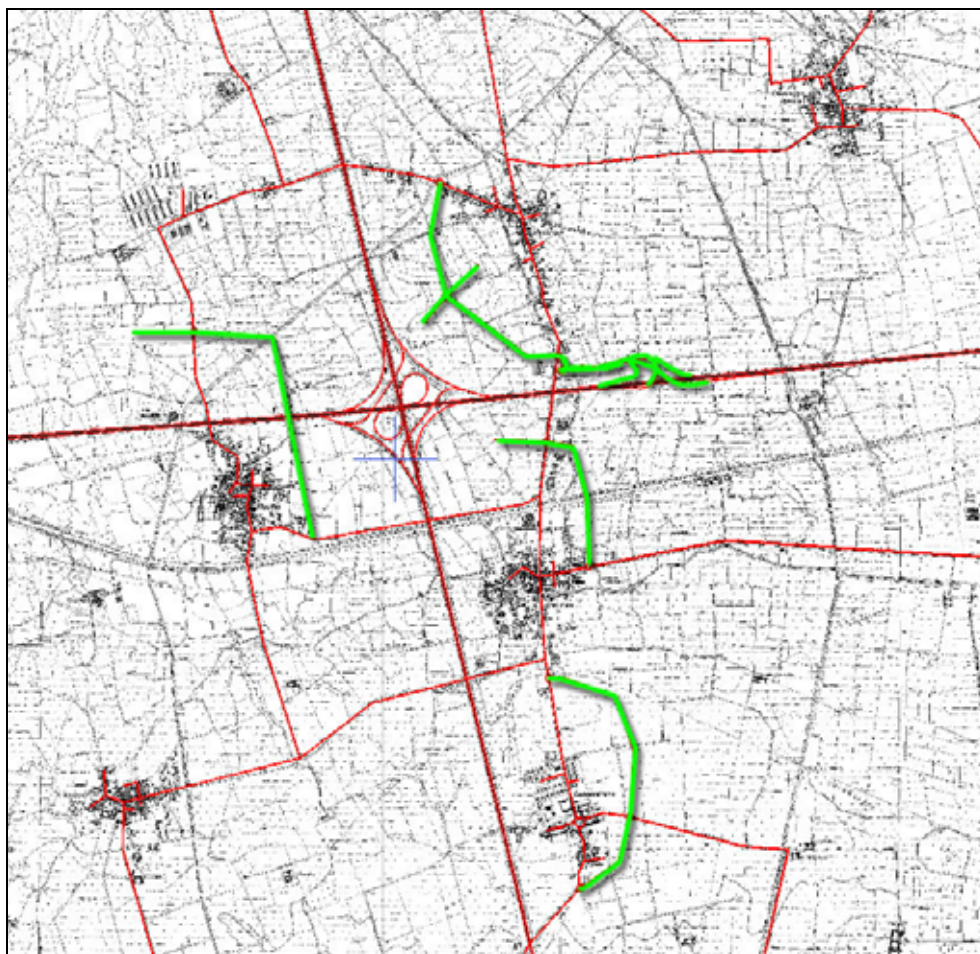


Figura 23 – Le circonvallazioni di Recetto, Vicolungo, Biandrate, Casalbeltrame e Casalvolone

5.2 *La Domanda e la calibrazione del modello*

Una volta definita l'attuale rete stradale rilevata, dopo aver codificato le zone di origine e di destinazione ed aver individuato la matrice O/D degli spostamenti attuali, si è proceduto all'assegnazione del traffico sulla rete ed alla calibrazione della matrice O/D sulla base dei flussi reali in nostro possesso.

Per la calibrazione della matrice è stato utilizzato l'apposito modulo del micro-simulatore, in grado di effettuare una procedura "guidata" sulla base dei medesimi algoritmi di micro-simulazione del traffico precedentemente descritti.

La scelta delle tipologie di veicoli e di conducenti è stata effettuata con particolare attenzione, andando ad individuare 15 categorie di veicoli, intesi come accoppiamento caratteristiche veicolo - caratteristiche conducente. Tra queste vi sono quattro categorie di veicoli leggeri, tre di furgoni, tre di camion, tre di veicoli pesanti e due di mezzi agricoli.

5.3 *Gli scenari*

Per quanto riguarda i diversi scenari considerati nell'ambito della micro-simulazione, si è assunto di analizzare i seguenti:

- scenario 1: simulazione effettuata alla data del 2003 sulla rete infrastrutturale attuale;
- scenario 2: simulazione effettuata alla data del 2010, in condizione di rete infrastrutturale attuale, ma considerando come già esistenti ed operativi i diversi interventi di espansione commerciale ed industriale previsti alla data del 2010;
- scenario 3: simulazione condotta alla data del 2010, considerando come realizzate tutte le infrastrutture di trasporto previste a tale data e come presenti sul territorio i diversi interventi di espansione commerciale e industriale.

Il confronto diretto tra gli scenari 2 e 3 consente di valutare, in prima analisi, la compatibilità delle infrastrutture viarie previste con gli sviluppi territoriali ipotizzati.

Sulla base delle risultanze delle simulazioni sopra individuate, è in corso di definizione l'implementazione di ulteriori e più articolati scenari di analisi, in grado di fornire un quadro esaustivo delle dinamiche di sviluppo territoriale e delle infrastrutture stradali nell'area.

6 I PRIMI RISULTATI

La micro-simulazione ha consentito di valutare correttamente tutti gli interventi previsti e di raggiungere gli scopi prefissati, evidenziando e quantificando le dinamiche di sviluppo della mobilità e dei traffici indotti dai nuovi insediamenti previsti.

6.1 Scenario 1: simulazione dello stato attuale

La simulazione della situazione attuale ha evidenziato come la rete non presenti rilevanti criticità né sotto forma di forti accodamenti né di pesanti ritardi lungo le arterie; tuttavia sono emersi alcuni fenomeni di rallentamento, con la conseguente formazione di piccole e puntuali congestioni in prossimità degli impianti semaforici rilevati all'interno dei centri di Briona e Fara Novarese.

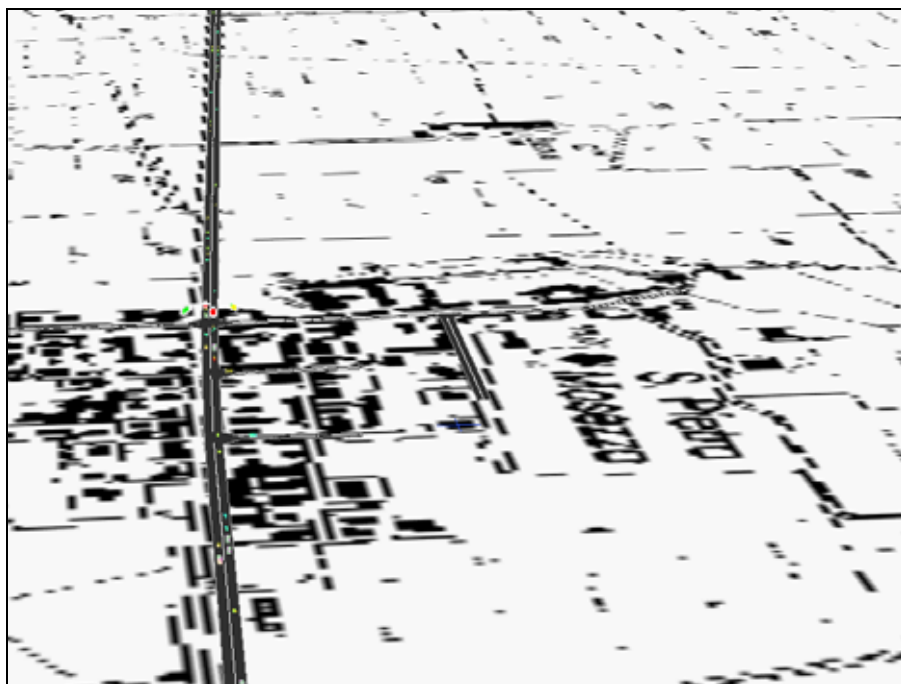


Figura 24 - Accodamento presso intersezione semaforizzata in San Pietro Sotese

Alcuni centri abitati dell'area oggetto di studio, seppur di modesta dimensione, risultano interessati da elevati flussi di traffico in attraversamento, spesso costretti a percorrere le vie dei centri storici, causando alcune problematiche non indifferenti, tra cui:

- a. la generazione di rallentamenti dovuti alla dimensione ridotta delle arterie costituenti la rete urbana;
- b. l'introduzione di notevoli conflitti tra i flussi veicolari di attraversamento ed il traffico locale, per lo più ciclo-pedonale, che caratterizza il centro abitato, con conseguenti problematiche di sicurezza.

Tuttavia, la circolazione rimane piuttosto fluida e non presenta criticità particolarmente rilevanti.

6.2 Scenario 2: simulazione con la rete stradale attuale e interventi previsti al 2010

Appariva di particolare interesse simulare l'introduzione di tutti gli interventi previsti per il 2010 e sopra elencati, sulla rete infrastrutturale attuale, in mancanza degli interventi di potenziamento della viabilità previsti.

La rete risulta presenta elevate criticità intorno all'area dell'Outlet di Vicolungo e intorno all'area terziaria di Biandrate: le criticità sono causate principalmente dall'incapacità della rete urbana di assorbire e smistare i traffici provenienti e diretti verso i nuovi poli di attrazione. Tale situazione viene ulteriormente compromessa dall'incapacità del casello di Biandrate di smaltire i flussi provenienti dalle direttrici autostradali.

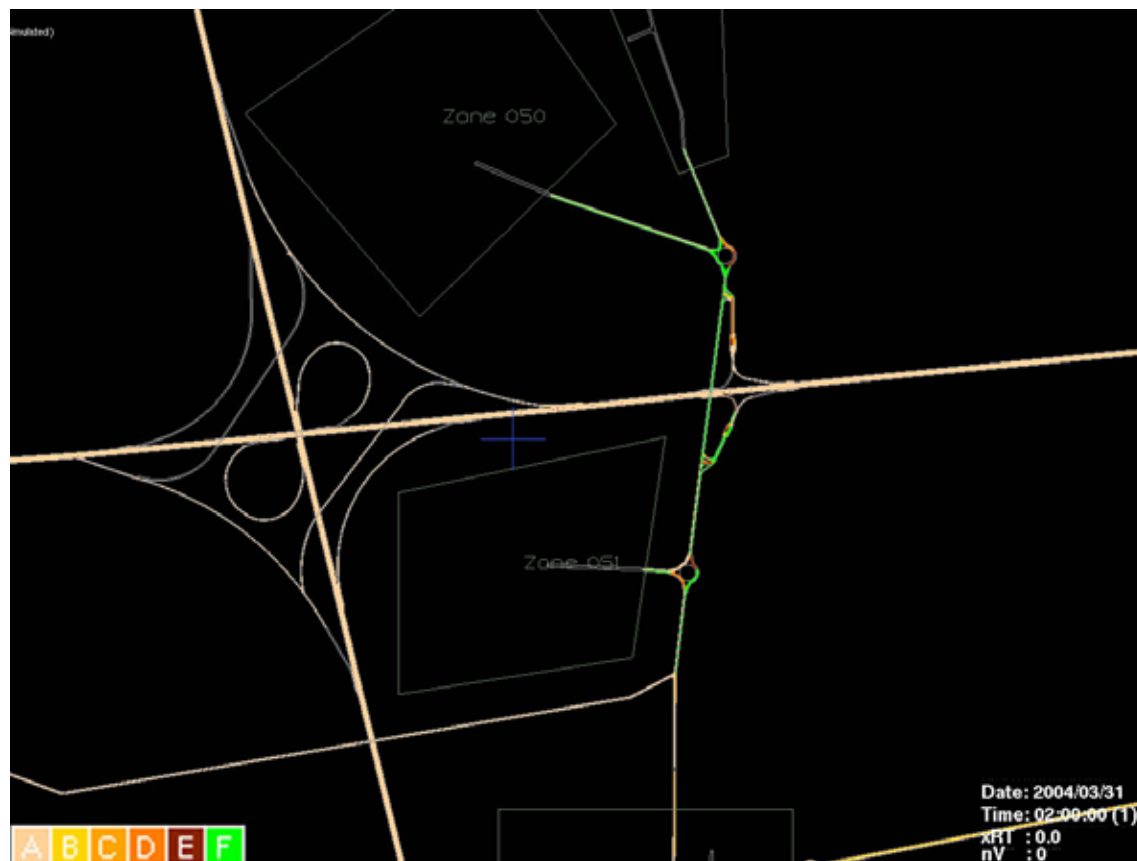


Figura 25 – Livelli di Servizio sulla porzione di rete nei pressi dell'Outlet di Vicolungo

Si assiste quindi alla formazione di code sulle arterie interessate dai principali flussi indotti, provocando il generale congestionamento della rete stradale, come riportato nella successiva Figura 26.



Figura 26 - Formazione dei fenomeni di accodamento al termine della prima ora di simulazione, qui rappresentati in rosso.



Figura 27 - Stato della rete alla fine della terza ora di simulazione

6.3 Scenario 3: simulazione al 2010 sulla base della rete viaria potenziata e degli insediamenti previsti

In tale scenario è stata condotta una simulazione al 2010 sulla base degli interventi di potenziamento della attuale rete infrastrutturale previsti e con la presenza dei diversi insediamenti previsti.

La simulazione condotta nel corso dell'ora di punta ha fornito dei risultati soddisfacenti; il carico veicolare viene infatti smaltito dalla nuova viabilità, ed i livelli di servizio relativi alla nuova configurazione viaria non superano il Livello di Servizio "D" (traffico mediamente intenso ma scorrevole).

Gli interventi stradali previsti consentono di ottenere l'intento di fluidificare il traffico nelle aree urbane e di limitare le interferenze all'interno dei centri abitati.

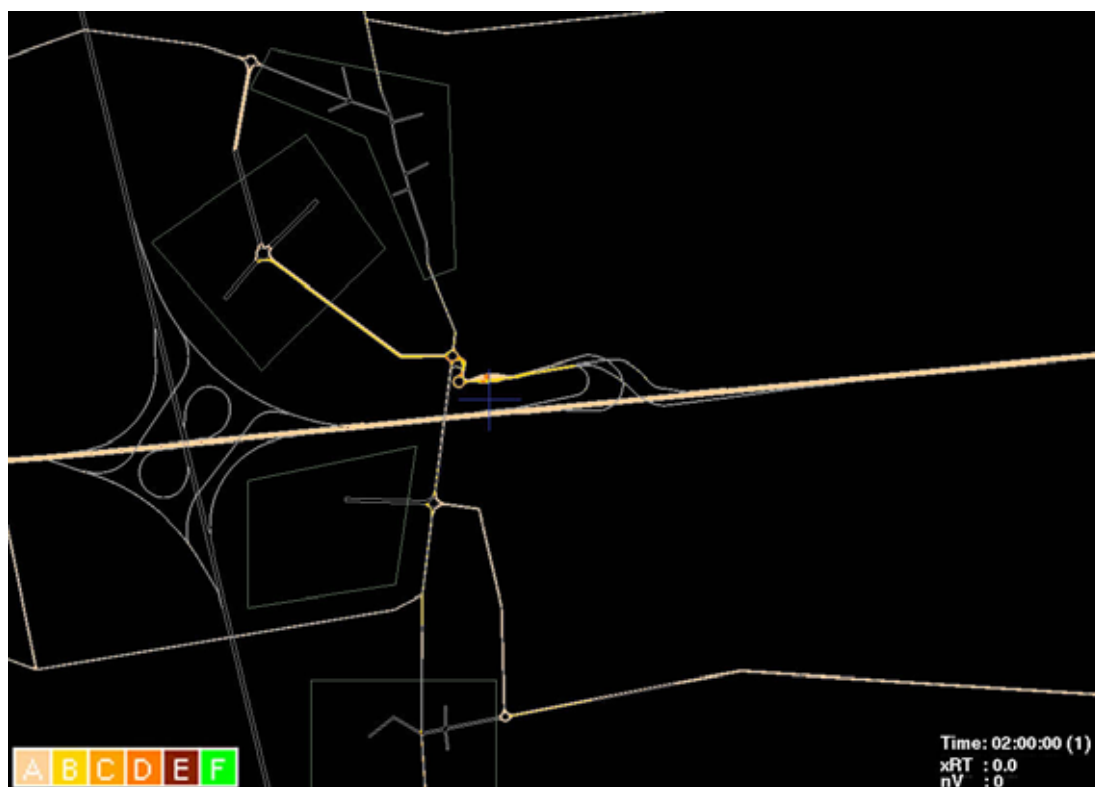


Figura 28 – Anno 2010: livelli di servizio soddisfacenti sulla rete

L'analisi ha evidenziato pertanto come gli interventi previsti consentano di porre le necessarie basi per lo sviluppo delle aree insediative previste, garantendo una adeguata rete infrastrutturale compatibile con il territorio.

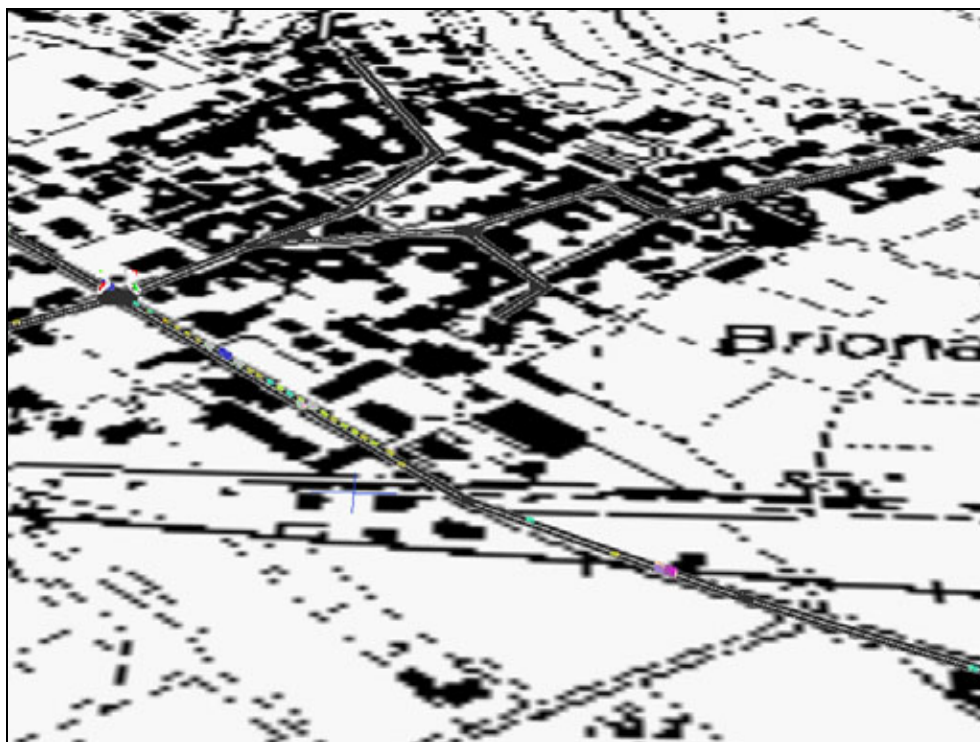


Figura 29 – Anno 2010: fenomeni di accodamento presso l'attuale impianto semaforico nel centro abitato di Briona

7 Bibliografia

- Dellasette M (2002), *Pianificazione del traffico: l'uso della micro-simulazione su area vasta*, Le Strade n. 1381.
- Millar M (1999), *The Application of Paramics Microscopic Simulation in Solving Real Transportation Problems*.