

AUTOSTRADA (A11) : FIRENZE - PISA NORD

**AMPLIAMENTO ALLA TERZA CORSIA
DEL TRATTO FIRENZE - PISTOIA**

PROGETTO DEFINITIVO

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE



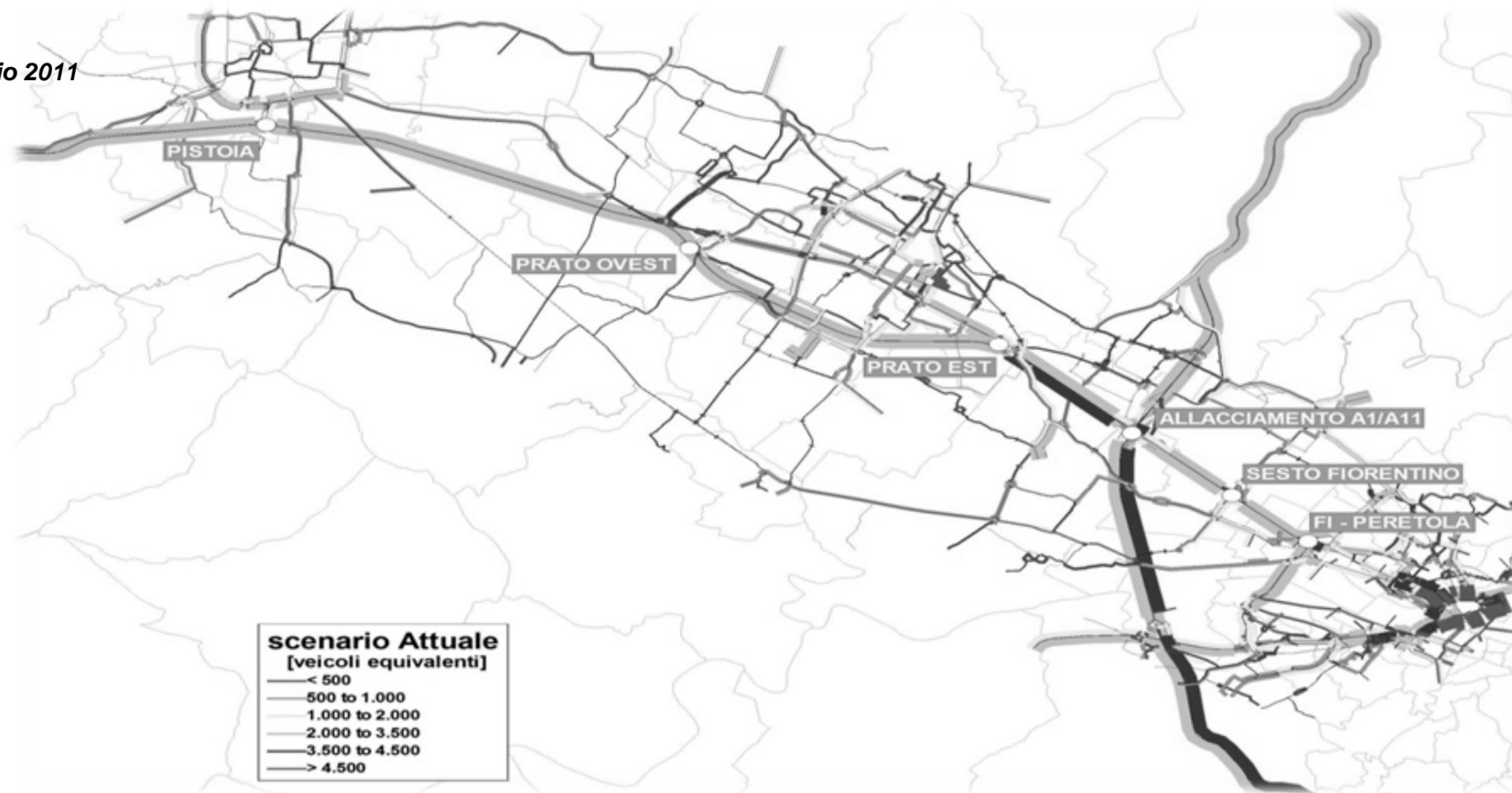
**QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE
ALLEGATO: STUDIO DI TRAFFICO**

AUTOSTRADA A11 FIRENZE – PISA NORD

**Ampliamento alla terza corsia nel tratto Firenze-Pistoia.
Adeguamento del nodo di Firenze Peretola.**

Studio di traffico tramite macrosimulazioni a supporto della fase di progettazione definitiva.

24 Maggio 2011



Gruppo di lavoro:

ing. Vittorio Marzano

prof. Andrea Papola

ing. Fulvio Simonelli

ing. Roberta Vitillo

ing. Lucia Ciciarelli

ing. Iolanda Vitiello

Sommario

1	Obiettivi dello studio e metodologia.....	3
2	Strumenti di analisi della mobilità e banche dati utilizzate.....	6
2.1	Il modello di simulazione dell'offerta di trasporto	6
2.1.1	Area di studio, zonizzazione ed estrazione delle infrastrutture rilevanti	6
2.1.2	Modello topologico.....	6
2.1.3	Modello analitico	9
2.2	La stima della domanda di mobilità.....	9
2.2.1	Mobilità passeggeri.....	10
2.2.2	Mobilità merci	11
2.3	Interazione domanda/offerta e calcolo di flussi e indicatori di prestazione	11
2.4	Conteggi di traffico utilizzati per le simulazioni trasportistiche	11
3	Definizione dello scenario attuale.....	15
3.1	Correzione e validazione del modello di traffico sui dati rilevati.....	15
3.2	La distribuzione attuale del traffico	17
4	Evoluzione della domanda e dell'offerta negli orizzonti futuri	22
4.1	Collocazione degli scenari trasportistici.....	22
4.2	L'evoluzione programmatica del sistema di domanda di trasporto.....	22
4.3	L'evoluzione programmatica del sistema di offerta di trasporto.....	23
4.4	L'evoluzione programmatica del sistema territoriale	26
5	Scenari di evoluzione programmatica	29
5.1	Tratta Firenze-Pistoia	29
5.2	Nodo di Peretola	36
6	Scenari progettuali	37
6.1	Tratta Firenze-Pistoia	37
6.2	Nodo di Peretola	44
6.3	Svincolo di Pistoia Est.....	45
7	Performance di servizio della A11 nella tratta Firenze-Pistoia	46
7.1	Metodologia di calcolo	46
7.2	LOS nell'ora di punta del giorno feriale medio invernale.....	47
7.3	Distribuzione dei LOS nelle 24 ore del giorno feriale medio invernale.....	48
7.4	Distribuzione del LOS nelle 8760 ore dell'anno.....	50
8	Benefici per l'utenza	53
9	Conclusioni	55

1 Obiettivi dello studio e metodologia

Il presente studio di traffico si inquadra nella fase propedeutica alla progettazione definitiva dell'intervento di ampliamento alla terza corsia della tratta Firenze-Pistoia della Autostrada A11 Firenze-Pisa Nord e dell'adeguamento del nodo di Firenze Peretola. L'intervento di adeguamento funzionale della tratta autostradale richiamata si inserisce tra le opere sul sistema autostradale delineate nel V Atto Aggiuntivo sottoscritto da ANAS S.p.A. ed Autostrade per l'Italia S.p.A., che nel complesso si riferisce ai seguenti interventi realizzativi:

- IV corsia sulla tratta Allacciamento Tang. Ovest - Lodi dell'autostrada A1;
- IV corsia sulla tratta Piacenza Sud - Allacciamento A15 dell'autostrada A1;
- IV corsia sulla tratta Allacciamento A15 - Reggio Emilia dell'autostrada A1;
- IV corsia sulla tratta Reggio Emilia - Allacciamento A22 dell'autostrada A1;
- IV corsia sulla tratta Bologna San Lazzaro - Diramazione Ravenna dell'autostrada A14;
- III corsia sulla tratta Bologna Arcoveggio - Ferrara Sud dell'autostrada A13;
- III corsia sulla tratta Padova Sud - Monselice dell'autostrada A13;
- III corsia sulla tratta Firenze - Pistoia dell'autostrada A11;
- III corsia sulla tratta Pistoia - Montecatini dell'autostrada A11;
- III corsia sulla tratta Incisa - Valdarno dell'autostrada A1;
- IV corsia sulla tratta All. A1/Racc. Roma Sud - Colleferro dell'autostrada A1;
- IV corsia sulla tratta Colleferro - Frosinone dell'autostrada A1;
- III corsia sulla tratta S. Marinella - Torrimpietra dell'autostrada A12.

In ragione della localizzazione geografica e della connessione tra sotto-sistemi autostradali cui afferiscono i diversi tratti oggetto di potenziamento inclusi nel V Atto Aggiuntivo, la fase di modellazione del sistema e della domanda di trasporto è stata organizzata su una scala più ampia di quella relativa all'intervento oggetto di questo studio di traffico, e tale da ricomprendere gli interventi previsti sull'autostrada A1 nella tratta funzionale Firenze-Roma e sull'autostrada A11 Firenze-Pisa Nord.

L'intervento oggetto di questo studio di traffico è, in dettaglio, rappresentato dall'allargamento alla terza corsia della tratta Firenze-Pistoia e dall'adeguamento del nodo di Firenze Peretola. In particolare, l'intervento di allargamento si sviluppa per circa 23 chilometri, a partire dal km 00+620, dove è prevista la rifunzionalizzazione del Nodo di Peretola fino al km 27+390 in corrispondenza delle

rampe dell'attuale svincolo di Pistoia. L'opera di progetto prevede l'allargamento dell'attuale sede stradale tra il Nodo di Peretola e lo svincolo di Pistoia con una ulteriore corsia di marcia in aggiunta alle due corsie attuali, per una larghezza complessiva del nastro di circa 30 m. Ciascuna direzione di percorrenza sarà organizzata, pertanto, con tre corsie di marcia da 3,75 m ed una corsia di emergenza di 3,00 m. In posizione intermedia rispetto alla tratta elementare Prato Ovest - Pistoia si colloca inoltre il nuovo svincolo di Pistoia Est alla progressiva km 21+900. Con riferimento al riassetto del nodo di Peretola, si è fatto riferimento alle tavole di progetto definitivo adottando lo schema geometrico riportato nella seguente Figura 1.

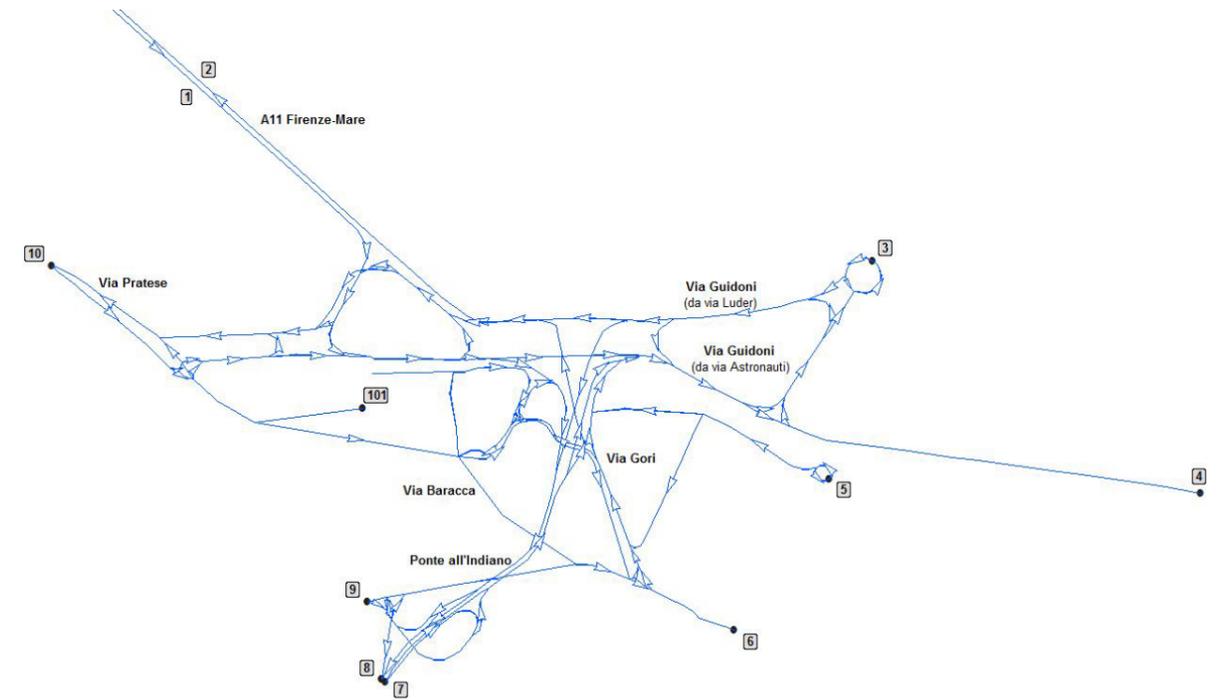


Figura 1 – Rifunzionalizzazione del nodo di Peretola

Obiettivo dello studio di traffico per l'intervento di progetto citato è fornire le necessarie valutazioni di carattere trasportistico con la finalità di evidenziare:

- la necessità dell'adeguamento previsto in ragione delle attuali e future criticità in assenza di potenziamento;
- la capacità dell'intervento di ricondurre il tratto autostradale in esame a livelli di funzionalità adeguati anche sul lungo termine;
- i benefici per l'utenza in termini di miglioramento delle condizioni di deflusso, risparmi di tempo nelle percorrenze e velocità di marcia più regolari ed elevate.

A tal fine, oltre allo scenario attuale, sono stati simulati sei scenari futuri, di cui tre programmatici (ovvero in assenza dell'intervento di progetto) e tre progettuali per ciascun orizzonte temporale 2015, 2025 e 2035 rispettivamente. Per ciascuno scenario si sono stimati innanzitutto i flussi di traffico su ciascun elemento infrastrutturale (tratte in linea e rampe) nella fascia oraria di punta del giorno feriale medio invernale; successivamente, a partire da tale dato, sono stati stimati il traffico giornaliero medio del giorno feriale invernale tipo (TGMFI) e il traffico giornaliero medio (TGM). La

valutazione delle performance degli scenari di progetto è stata poi condotta analizzando la distribuzione dei livelli di servizio (LOS) sia per fascia oraria nelle 24 ore del giorno ferialo medio invernale sia nelle 8760 ore dell'anno. Infine, si sono calcolati indicatori di prestazione aggregati da utilizzarsi come input per le successive analisi economica e ambientale.

Tali output sono stati ottenuti con una metodologia di lavoro articolata nei seguenti passi:

- reperimento delle basi dati necessarie per lo studio di traffico;
 - conteggi di traffico e dati o-d
 - dati socioeconomici, territoriali e macroeconomici
- implementazione di un modello di simulazione del sistema di offerta di trasporto passeggeri e merci;
- stima delle matrici o-d passeggeri e merci all'attualità;
- correzione delle matrici o-d con i conteggi di traffico e validazione del modello di simulazione
- implementazione degli scenari programmatici attraverso:
 - ricognizione dei documenti di pianificazione del quadro programmatico per la costruzione degli scenari di offerta
 - implementazione di metodologie per la previsione delle matrici o-d passeggeri e merci negli scenari futuri
 - implementazione degli scenari di progetto inserendo l'infrastruttura di progetto nell'ambito degli scenari programmatici
- simulazione degli scenari programmatici e di progetto e calcolo degli indicatori locali e globali;
- calcolo della distribuzione dei flussi per ciascuna ora dell'anno e calcolo dei livelli di servizio;
- valutazione dei benefici per gli utenti derivanti dalla realizzazione dell'intervento di progetto.

Rimandando ai rispettivi capitoli della relazione per il dettaglio di ciascuna attività, si riassumono qui i principali approfondimenti rispetto al preliminare.

In primo luogo, per quanto attiene alla raccolta dei dati necessari per le simulazioni, si sono resi disponibili ulteriori conteggi sulla rete ASPI. Inoltre, si sono utilizzati ulteriori dati a disposizione del gruppo di lavoro, relativi sia a matrici o-d autostradali leggeri e pesanti riferiti all'intera rete nazionale, sia ad altri conteggi su infrastrutture rilevanti della rete stradale regionale. Tali dati aggiuntivi hanno permesso di migliorare significativamente la qualità della stima della matrice o-d all'attualità, sia per quanto riguarda la stima iniziale da modello sia con riferimento alla sua correzione utilizzando conteggi di traffico. Una ulteriore fase di aggiornamento delle basi dati ha riguardato tutte le informazioni di carattere socioeconomico e demografico utili come input nella stima della domanda di trasporto. Infine, è stata effettuata un'accurata ricognizione dei dati di PIL storici e tendenziali delle regioni italiane, utilizzando diverse fonti nazionali e internazionali, al fine di supportare correttamente la fase di previsione della domanda futura.

Nella fase di implementazione del modello di offerta di trasporto si sono curate particolarmente le fasi integrate di zonizzazione ed estrazione delle infrastrutture rilevanti per i comuni di Firenze, Prato, Pistoia e Lucca. Infatti, in corrispondenza di tali centri si registra la presenza di caselli di ingresso e uscita dalle autostrade A1 e A11 abbastanza ravvicinati, con la duplice difficoltà di dover rappresentare correttamente il bacino di influenza di ogni casello e di evitare che una estrazione di infrastrutture non sufficientemente adeguata porti a caricare erroneamente gli archi autostradali con spostamenti "corti" che, nella realtà, avverrebbero sulla rete urbana. Complessivamente, dunque, si

sono considerate 506 zone, di cui 409 interne alla Toscana e 97 esterne (corrispondenti alle province italiane delle altre regioni). Per quanto riguarda il modello analitico, sono state utilizzate funzioni di prestazione differenziate per veicoli leggeri e pesanti, scelte tra quelle normalmente utilizzate in contesti suburbani e regionali simili. Inoltre, ai fini della stima della matrice di scambio e attraversamento, si è anche utilizzato un modello di offerta a scala nazionale, con zonizzazione di livello provinciale.

Per quanto attiene alla stima della matrice o-d all'attualità si è fatto ricorso a modelli matematici. In particolare, relativamente ai veicoli leggeri (passeggeri), la domanda di trasporto intraregionale con livello di zonizzazione comunale è stata stimata a partire dal censimento ISTAT per la mobilità sistematica e con un modello ad aliquote parziali per la mobilità non sistematica. La domanda di scambio e attraversamento è stata invece ottenuta a partire da una matrice interprovinciale a livello nazionale a disposizione del gruppo di lavoro, successivamente disaggregata con un modello di tipo gravitazionale fino al livello geografico della zonizzazione adottata per il modello di offerta. Relativamente alle merci, si è partiti anche qui da una matrice interprovinciale a livello nazionale ottenuta da un modello di tipo input-output multiregionale (MRIO) successivamente disaggregata con un modello gravitazionale fino al livello geografico della zonizzazione adottata per il modello di offerta. Infine, la correzione delle matrici o-d passeggeri e merci è stata condotta attraverso una procedura di tipo GLS *Generalized Least Squares*, nella quale sono stati utilizzati i conteggi di traffico aggiuntivi effettuati per la progettazione definitiva.

Nella predisposizione degli scenari di offerta di progetto, con riferimento al quadro strategico si è effettuata la rilevazione dei documenti di pianificazione.

Per la stima della futura domanda di trasporto di leggeri e pesanti (tassi di crescita) si è utilizzato un modello di tipo gravitazionale log-lineare, che restituisce la domanda di trasporto in un dato istante in funzione, tra l'altro, del PIL della zona di origine e di destinazione. In particolare, la struttura matematica del modello consente di calcolare la variazione di domanda tra due scenari come la variazione di PIL tra gli scenari elevata ad un opportuno coefficiente di elasticità, desunto dalla letteratura e da precedenti calibrature effettuate dal gruppo di lavoro, e differenziato per i veicoli leggeri e pesanti. Dunque, noti tali coefficienti di elasticità, a partire da previsioni di crescita del PIL si possono valutare i corrispondenti incrementi di domanda. A tal fine, sono state utilizzate le previsioni di ripresa del PIL per ciascuna regione italiana rilevati nella fase di aggiornamento delle basi dati. Poiché si è osservata una non trascurabile eterogeneità nelle previsioni, si è deciso di adottare un indice di variazione media per ciascun anno di riferimento (2015, 2025 e 2035). Una volta calcolate, le percentuali di variazione di domanda per ciascun anno di riferimento sono state applicate alle matrici attuali in modo da ottenere le stime future.

La simulazione degli scenari di progetto è avvenuta con un'assegnazione all'equilibrio relativa alla fascia oraria di punta del mattino del **giorno ferialo invernale medio**. Inoltre, sulla base di dati aggiornati desunti da conteggi di traffico effettuati da SPEA per il presente studio, si sono calcolati i coefficienti di espansione dall'ora di punta al giorno ferialo invernale medio per i mezzi leggeri e pesanti, con effetti in particolare sul calcolo del TGMFI e del TGM. A partire dai risultati di assegnazione di ciascuno scenario si sono poi calcolati gli indicatori di prestazione.

Infine, il calcolo delle percentuali annuali dei livelli di servizio è stato condotto prendendo in considerazione la distribuzione dei flussi sulle ore dell'anno rilevata su di una spirale in linea, a partire

dalla quale sono stati stimati coefficienti di peso di ciascuna ora sul totale annuo. Ciò ha consentito quindi di calcolare le distribuzioni dei livelli di servizio – determinati secondo la procedura HCM – sia nelle 24 ore del giorno feriale invernale medio sia nelle 8760 ore dell'anno.

Le ipotesi di lavoro e la metodologia utilizzata per ciascuna di tali attività sono descritte nei rispettivi capitoli della presente relazione. In particolare nel capitolo 2 si descrivono il sistema di modelli utilizzato per le simulazioni e le basi dati utilizzate per lo studio; nel capitolo 3 il modello, validato e corretto sulla base dei conteggi di traffico disponibili, è utilizzato per riprodurre lo scenario attuale; nel capitolo 4 si descrivono dati e metodologie utilizzate per costruire gli scenari (programmatici e di progetto) simulati ed analizzati nei successivi capitoli 5 e 6 rispettivamente. Infine, nel capitolo 7 si propone il calcolo del livello di servizio sulle tratte elementari dell'intervento di progetto e nel capitolo 8 si riportano i principali risultati ottenuti in termini di macroindicatori locali e globali.

2 Strumenti di analisi della mobilità e banche dati utilizzate

Il presente capitolo illustra il sistema di modelli matematici implementato per lo studio di traffico a supporto della progettazione definitiva dell'intervento di ampliamento alla terza corsia del tratto Firenze-Pistoia della Autostrada A11 Firenze-Pisa Nord e dell'adeguamento del nodo di Firenze Peretola. In particolare, si è adottato come base di partenza un sistema di modelli per la simulazione del sistema di trasporto individuale della regione Toscana, messo a punto ad hoc per lo studio di traffico in oggetto. Nel dettaglio, in coerenza con i principi teorici dell'ingegneria dei sistemi di trasporto, si sono sviluppati un modello di simulazione dell'offerta di trasporto individuale (paragrafo 2.1), una procedura di stima della domanda di mobilità (paragrafo 2.2) e opportune procedure d'interazione domanda/offerta per il calcolo delle prestazioni e degli impatti (paragrafo 2.3). Infine, si riporta una descrizione delle sezioni di conteggio utilizzate nel corso dello studio (paragrafo 2.4).

2.1 Il modello di simulazione dell'offerta di trasporto

I sistemi di offerta di trasporto individuale e collettivo devono essere opportunamente modellati attraverso strumenti quantitativi, al fine di poterne calcolare prestazioni e impatti (tempi di attesa e di viaggio, costi monetari, accessibilità, emissioni, ecc.) sia nello scenario attuale sia negli scenari di progetto. In tal senso, l'implementazione di modelli matematici di simulazione dell'offerta di trasporto è una prassi consolidata nell'ingegneria dei sistemi di trasporto (e.g. Cascetta E. *Modelli e metodi per l'ingegneria dei trasporti*. UTET Ed. 2008), e può ritenersi articolata nei seguenti passi metodologici:

- delimitazione dell'area di studio;
- zonizzazione dell'area di studio e estrazione delle infrastrutture rilevanti;
- implementazione del modello topologico;
- implementazione del modello analitico.

2.1.1 Area di studio, zonizzazione ed estrazione delle infrastrutture rilevanti

L'area di studio è definita come quell'area che contiene il sistema di trasporto oggetto di intervento e all'interno della quale si ritengono esauriti gli effetti dell'intervento stesso. Concettualmente tale area potrebbe coincidere con quella della sola regione Toscana, il che comporterebbe però una serie di problemi per la stima della domanda di scambio e attraversamento. Dunque, sfruttando la disponibilità di modelli e stime di matrici o-d al livello nazionale a disposizione del gruppo di lavoro in

virtù di precedenti lavori eseguiti in tema di mobilità sia passeggeri sia merci, si è deciso di assumere come area di implementazione del sistema di modelli l'intero territorio nazionale. Evidentemente, il livello di dettaglio utilizzato sia in fase di zonizzazione sia in fase di estrazione delle infrastrutture rilevanti è diverso in funzione della vicinanza con l'infrastruttura di progetto. In particolare, il territorio nazionale esterno alla regione Toscana è zonizzato a livello provinciale, mentre la regione Toscana è zonizzata a livello comunale e più che comunale per le città di Firenze, Prato, Pistoia e Lucca. Come risultato, l'area di studio è stata suddivisa in un totale di 506 zone, di cui 97 province al di fuori della regione Toscana, 283 comuni della regione Toscana e 126 zone di traffico interne alle predette città. Una restituzione grafica della zonizzazione complessiva è riportata nella seguente Figura 2, mentre il dettaglio relativo alla Toscana è in Figura 3. Parallelamente si è proceduto alla selezione delle infrastrutture rilevanti, ovvero delle infrastrutture più significative per rappresentare la mobilità in coerenza con il livello di dettaglio della zonizzazione. In particolare, per il territorio nazionale esterno alla regione Toscana sono state considerate solo le autostrade e le superstrade, mentre all'interno della regione Toscana sono state considerate tutte le infrastrutture necessarie per i collegamenti tra le zone di traffico ed escluse le sole infrastrutture a servizio di spostamenti di tipo intrazonale.

2.1.2 Modello topologico

La rappresentazione topologica delle infrastrutture rilevanti identificate per il sistema di offerta di trasporto individuale consiste in un grafo orientato, costituito da una coppia ordinata di insiemi di nodi e di archi. Per quanto attiene ai nodi, si individuano nodi reali e nodi fittizi: i primi sono rappresentativi di intersezioni tra diversi archi e/o da punti di variazione significativa delle caratteristiche fisico/funzionali di un arco, i secondi sono invece nodi corrispondenti a intersezioni/punti non reali ma necessari per la simulazione, ad es. i centroidi di zona e i centroidi al cordone. In tal senso, la connessione tra zonizzazione e grafo, in termini sia di posizionamento di centroidi sia di connettori, è stata condotta a partire da una procedura di connessione automatica con successiva correzione manuale in post-processo per garantire massima efficacia nella rappresentazione dell'accesso ed egresso da ciascuna zona.

Per quanto attiene agli archi, si identificano sostanzialmente archi reali, archi connettori e archi di manovra. Gli archi reali sono gli archi della rete effettivamente utilizzati dai veicoli; gli archi connettori sono archi fittizi che connettono i centroidi interni alla rete, gli archi di manovra permettono di esplosare le intersezioni rappresentando esplicitamente ogni singola manovra di svolta. In particolare, gli archi di manovra per la rappresentazione di intersezioni esplose si dividono in archi di accesso, per considerare l'attesa per l'attraversamento dell'intersezione che dipende dalla manovra che il veicolo va ad effettuare, e archi di svolta, connessi al tempo di attraversamento dell'intersezione. Con riferimento agli obiettivi dello studio di traffico, è opportuno sottolineare esplicitamente che tutte le rampe di accesso/egresso alla viabilità autostradale e alle strade a carreggiate separate sono rappresentate in maniera esplosa ai fini di una corretta rappresentazione delle manovre di svolta e alla immediata ricostruzione dei flussi su ciascuna manovra nei nodi. Il grafo complessivamente estratto è costituito da più di 37.000 archi e 25.000 nodi; una rappresentazione generale è riportata nella seguente Figura 4, mentre uno zoom relativo alla Toscana e all'area di intervento nelle seguenti Figura 5 e Figura 6 rispettivamente.



Figura 2 – Zonizzazione complessiva dell'area di studio nazionale utilizzata per lo studio di traffico



Figura 3 – Dettaglio della zonizzazione della regione Toscana (in alto) e stralcio della zonizzazione di Firenze (in basso)

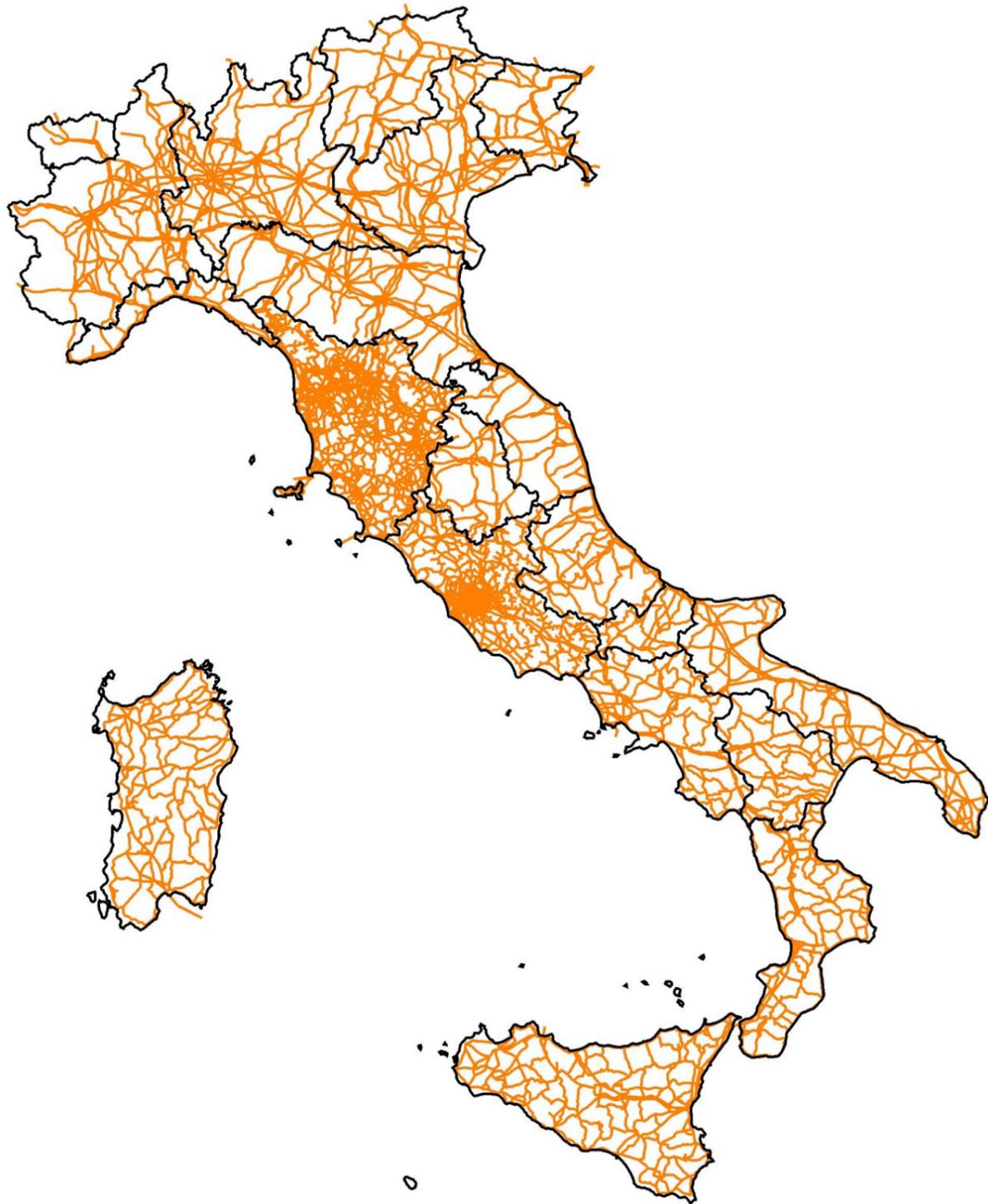


Figura 4 - Grafo del trasporto individuale (livello nazionale)

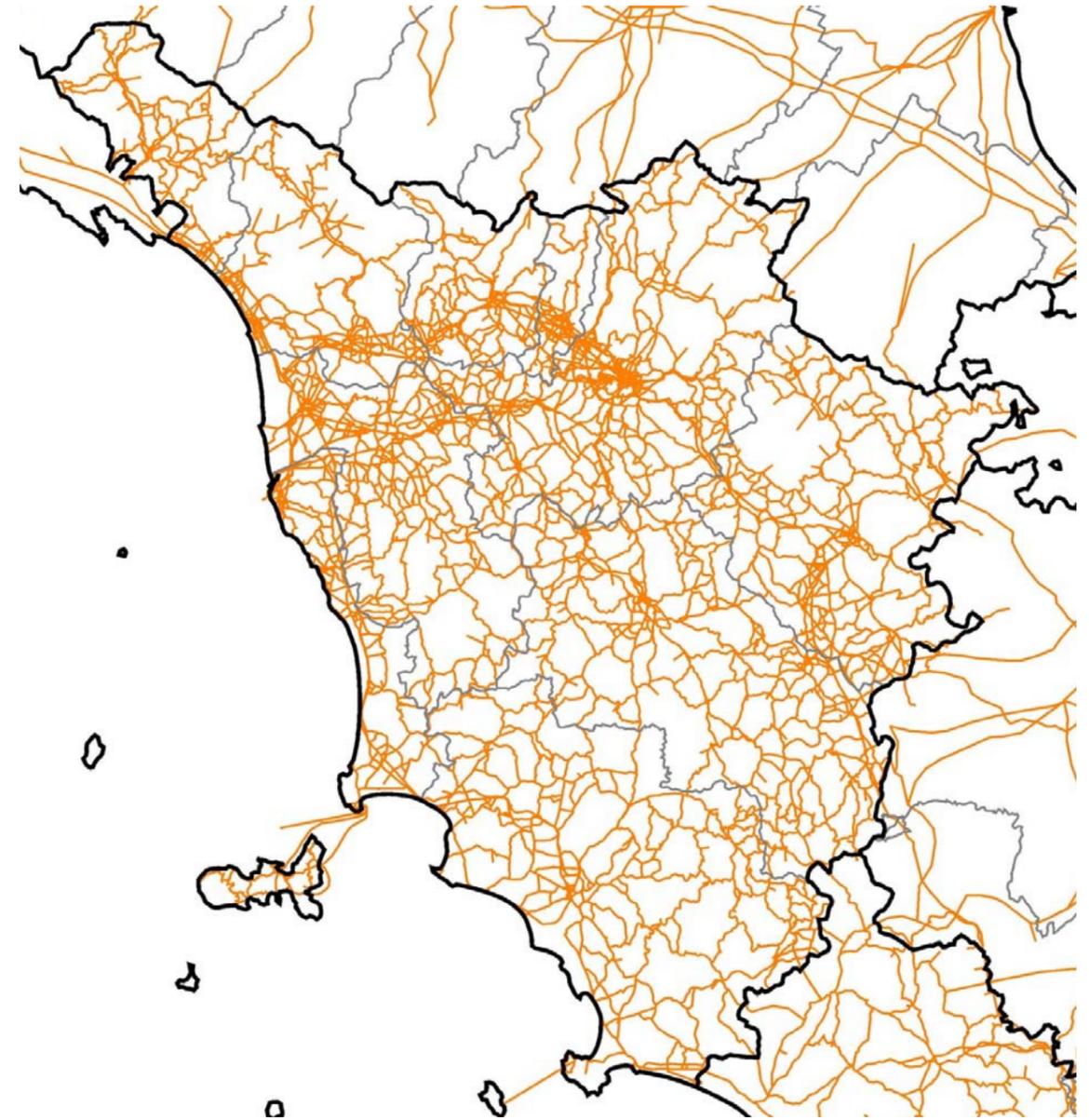


Figura 5 - Grafo del trasporto individuale (regione Toscana)

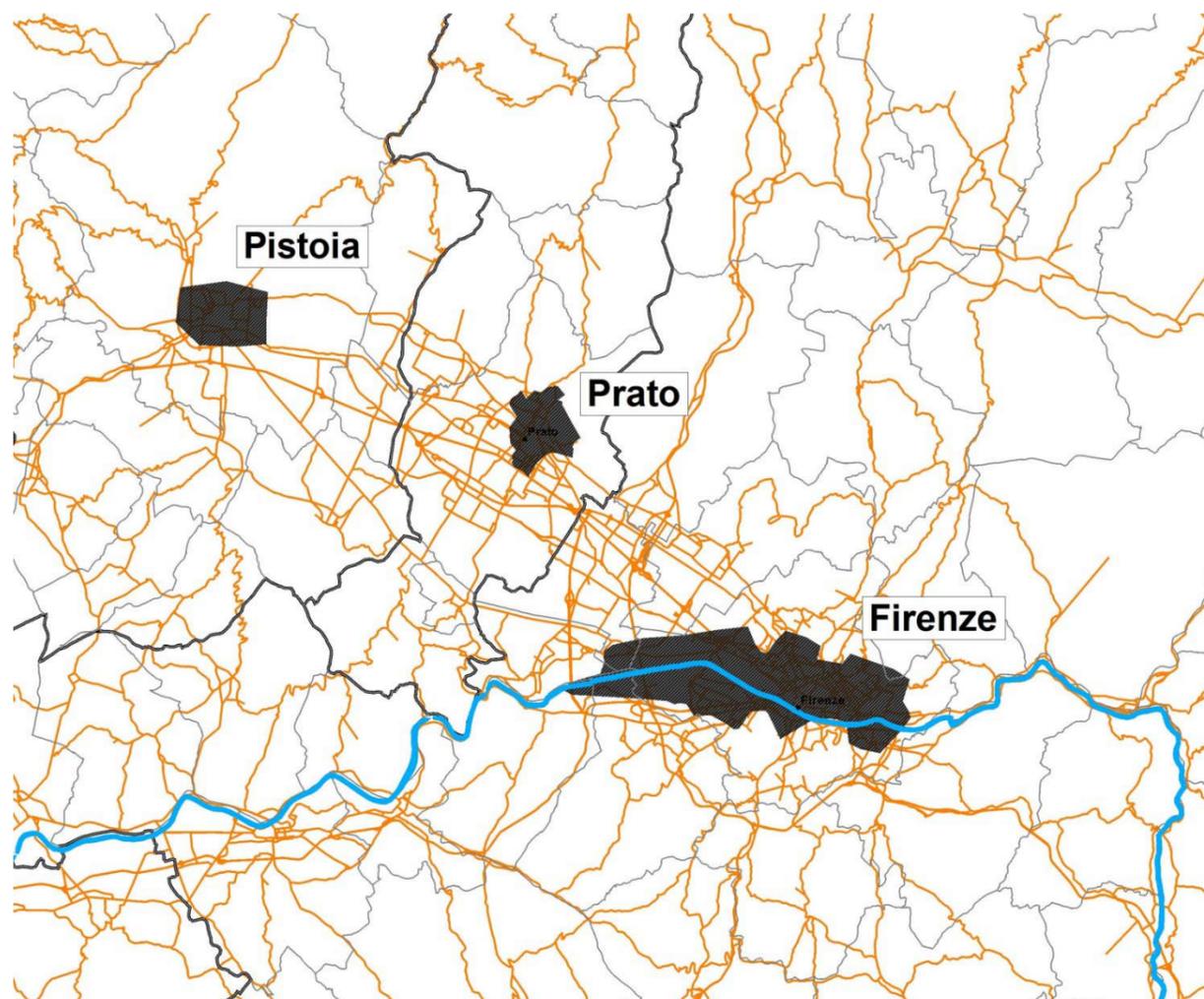


Figura 6 - Grafo del trasporto individuale (stralcio dell'area di intervento)

2.1.3 Modello analitico

Il modello analitico di offerta di trasporto permette di associare caratteristiche prestazionali (tempi, costi ecc.) a ciascun elemento del modello topologico definito in precedenza. In particolare, a ciascun arco stradale è stato associato un costo generalizzato di trasporto, espresso come combinazione lineare del tempo di percorrenza dell'arco e del costo monetario eventualmente presente:

$$c_a(f_a) = \beta_1 tr_a(f_a) + \beta_2 mc_a$$

dove $tr_a(f_a)$ è la funzione additiva che lega il tempo di percorrenza sull'arco a al vettore dei flussi e mc_a la funzione che esprime il costo monetario.

Per quanto riguarda le autovetture, il tempo di percorrenza è stato calcolato con una classica funzione BPR:

$$tr_a(f_a) = \frac{L_a}{V_a^0} \cdot \left[1 + \alpha \left(\frac{f_a}{Cap_a} \right)^\beta \right]$$

dove:

- L_a è la lunghezza del ramo a in chilometri;
- V_a^0 è la velocità di percorrenza a flusso nullo del ramo a funzione del tipo di veicolo e del tipo di strada, posta uguale a 130 km/h per le autostrade, 110 km/h per le superstrade, 90 km/h per le strade extraurbane, 50 km/h per le strade urbane e 40 km/h per le rampe monocorsia;
- f_a è il flusso sul ramo a ;
- Cap_a è la capacità del ramo a calcolata come 525 veic/h per la larghezza utile della carreggiata, ovvero desunta direttamente dal preliminare laddove disponibile;
- β_1 e β_2 sono coefficienti posti rispettivamente pari a 0.5 e 4, tenendo conto del contesto suburbano dell'area di intervento progettuale.

Per i veicoli pesanti si è invece assunto un tempo di percorrenza a flusso nullo pari a 80 km/h per le autostrade e 50 km/h per la viabilità ordinaria, ed un tempo a carico pari per ciascun arco al minimo tra il tempo a flusso nullo dei veicoli pesanti e il tempo di percorrenza a carico dei veicoli leggeri.

I costi di carburante sono stati calcolati in funzione di consumi medi/km per tipologia di veicolo e di lunghezza dell'arco, utilizzando per le autovetture un costo chilometrico di 0,10 €/km per le autostrade ed i raccordi autostradali e di 0,15 €/km per le strade urbane, e per i mezzi pesanti un costo chilometrico di 0.25 €/km.

Per il calcolo dei pedaggi autostradali è stato necessario considerare, a seconda del tipo di autostrada, il costo per km di strada percorsa (autostrada con ticket prelevato in ingresso e pagamento in uscita) oppure il costo fisso (per le autostrade con pagamento alla barriera). In particolare, per il pedaggio chilometrico sono stati utilizzati i valori riportati in Figura 7.

TARIFE UNITARIE DI AUTOSTRADALE PER L'ITALIA €/KM (ANNO 2010)⁽¹⁾

Classi di Veicolo	A	B	3	4	5
Tariffa di pianura €/km	0,05830	0,05968	0,07751	0,11866	0,14058
Tariffa di montagna €/km	0,06912	0,07076	0,09028	0,13973	0,16608

CLASSE A Altezza ≤ 1.3 m (misurata all'asse anteriore)

CLASSE B Altezza > 1.3 m (misurata all'asse anteriore)

CLASSE 3

CLASSE 4

CLASSE 5

⁽¹⁾ Le tariffe indicate sono comprensive dell'IVA e sono in vigore dal 1° luglio 2010

Figura 7 – Pedaggi chilometrici per tipologia di veicolo (fonte: Autostrade per l'Italia)

Il modello di offerta così implementato è stato validato procedendo ad una verifica a campione su coppie o/d.

2.2 La stima della domanda di mobilità

La stima della domanda di trasporto nell'area di studio è stata effettuata sulla base delle matrici origine-destinazione ISTAT 2001, di un modello matematico su base regionale per la domanda di trasporto passeggeri e di matrici od provinciali a livello nazionale di mobilità sia passeggeri che merci provenienti da precedenti studi effettuati dal gruppo di lavoro. Le matrici od risultanti, passeggeri e

merci, sono state successivamente corrette utilizzando conteggi di traffico a disposizione per l'area di studio.

Nel dettaglio, con riferimento all'area di studio definita nel paragrafo 2.1, il presente paragrafo descrive la procedura di stima della domanda passeggeri (paragrafo 2.2.1) e merci (paragrafo 2.2.2).

2.2.1 Mobilità passeggeri

Per la stima della domanda di mobilità passeggeri si sono utilizzate le matrici origine-destinazione ISTAT 2001, un modello matematico su base regionale per la domanda di trasporto passeggeri e una matrice od provinciale a livello nazionale. In particolare, per la stima della domanda interna alla regione Toscana, si sono utilizzate le matrici origine-destinazione ISTAT 2001 per ricostruire la mobilità sistematica e un modello matematico su base regionale per ricostruire la mobilità non sistematica.

Il censimento ISTAT sulla mobilità sistematica riporta il numero di individui che si spostano da e verso tutti i comuni italiani per studio o lavoro con le seguenti informazioni socioeconomiche e trasportistiche: comune (o stato estero) di origine; comune (o stato estero) di destinazione; mezzo di trasporto; orario di partenza; tempo di viaggio; sesso; motivo dello spostamento. In particolare, l'orario di partenza è fornito aggregato in quattro fasce orarie - prima delle 7:15, tra le 7:15 e le 8:15, tra le 8:15 e le 9:15, dopo le 9:15 - mentre i mezzi di trasporto censiti sono riportati nella seguente Tabella 1.

Tabella 1 - Mezzi di trasporto rilevati dal censimento mobilità sistematica ISTAT 2001

codice ISTAT	descrizione mezzo
1	treno
2	tram
3	metropolitana
4	autobus urbano, filobus
5	corriera, autobus extraurbano
6	autobus aziendale o scolastico
7	auto privata (conducente)
8	auto privata (passeggero)
9	moto, scooter
10	bicicletta, piedi, altro mezzo

A partire da tali dati è pertanto possibile costruire delle matrici od a livello comunale per le predette fasce orarie (e naturalmente per l'intero giorno), per i motivi di spostamento studio e lavoro e per le modalità di trasporto individuale e collettivo. Successivamente, al fine di allineare tali matrici con la zonizzazione introdotta nel paragrafo 3.1.1, le stesse sono state disaggregate a livello sub-comunale per i comuni di Firenze, Prato, Pistoia e Lucca. A tale scopo si è utilizzato un modello gravitazionale con variabili di massa delle zone in generazione ed attrazione. Nel dettaglio, si sono utilizzate come variabili di massa la popolazione residente all'interno di ciascuna zona con riferimento agli spostamenti emessi e gli addetti che lavorano in ciascuna zona con riferimento agli spostamenti attratti. Analiticamente, la procedura di disaggregazione adottata è descritta dalla seguente formula, per spostamenti emessi dal comune o verso il generico centroide c :

$$d_{o,c} = \frac{Pop_o}{\sum_{o' \in Com_o} Pop_{o'}} \cdot d_{Com_o,c}$$

e dalla seguente formula per spostamenti attratti dal comune d provenienti dal generico centroide c :

$$d_{c,d} = \frac{Add_d}{\sum_{d' \in Com_d} Add_{d'}} \cdot d_{c,Com_d}$$

nelle quali con d si sono indicati i vettori di domanda, Pop_o è la popolazione residente nella zona di origine o e Add_d il numero di addetti della zona di destinazione d .

Per quanto riguarda la mobilità non sistematica interna alla regione Toscana si è utilizzato invece un modello ad aliquote parziali, nel quale formalmente il flusso di domanda da simulare può essere indicato con $d_{od}^i[s, h, m]$ essendo s il motivo dello spostamento, h la fascia oraria di riferimento, o l'origine dello spostamento, d la destinazione, m il modo di trasporto e i la categoria di utenti. Conseguentemente, la struttura formale del modello di domanda ad aliquote parziali può essere espressa nel modo seguente:

$$d_{od}^i[s, h, m] = d_{o,}^i[s, h](SE, T) \cdot p^i[d/osh](SE, T) \cdot p^i[m/oshd](SE, T)$$

dove:

- $d_{o,}^i[s, h](SE, T)$, modello di emissione (o generazione), fornisce il numero medio di individui di categoria i che si spostano da o per il motivo s nell'intervallo temporale h ;
- $p^i[d/osh](SE, T)$, modello di distribuzione degli spostamenti, fornisce la percentuale di utenti di categoria i che, spostandosi da o per il motivo s nell'intervallo temporale h , si recano nella zona di destinazione d ;
- $p^i[m/oshd](SE, T)$, modello di scelta del modo (o di ripartizione modale), fornisce la percentuale di utenti di categoria i che, spostandosi fra o e d per il motivo s nell'intervallo temporale h , utilizzano il modo di trasporto m .

I vettori SE e T definiscono rispettivamente un insieme di variabili esplicative socioeconomiche e trasportistiche, che rappresentano i dati di input del modello. Tale modello è in grado di fornire una stima della mobilità relativa sia alla fascia di punta che all'intera giornata cambiando opportunamente il periodo di riferimento h e il corrispondente coefficiente di emissione nel modello di generazione.

Per la stima della domanda di scambio della regione Toscana con il resto del territorio nazionale si è invece utilizzata una matrice od provinciale a livello nazionale che – coerentemente con la zonizzazione effettuata - è stata disaggregata, lato regione Toscana, con un modello gravitazionale identico a quello appena descritto per la disaggregazione della mobilità interna ISTAT. La domanda di attraversamento della regione Toscana, cioè la domanda tra province italiane esterne alla regione Toscana, era di fatto, come precedentemente detto, già disponibile.

La matrice complessiva così ottenuta, espressa in numero di spostamenti, è stata poi convertita in autovetture assumendo un coefficiente di riempimento medio pari a 1.3.

2.2.2 Mobilità merci

Per la stima della domanda di trasporto merci si è utilizzata una matrice origine-destinazione nazionale a livello provinciale, disaggregata per tipologia di veicoli merci (fino a 3.5 t, tra 3.5 e 16 t, più di 16 t), stimata dal gruppo di lavoro attraverso un sistema di modelli matematici di tipo input-output multi-regionale (MRIO). La matrice è espressa in veicoli/giorno per il giorno feriale medio invernale e tiene esplicitamente conto della presenza di veicoli vuoti circolanti; la trasformazione dal giorno all'ora di punta è stata eseguita utilizzando le basi dati di conteggi di traffico in varie aree italiane a disposizione del gruppo di lavoro. Infine, seguendo la stessa procedura appena descritta per il calcolo della domanda di scambio e attraversamento passeggeri, la matrice nazionale in veicoli per la fascia di punta del mattino è stata disaggregata a livello comunale e sub-comunale solo per le relazioni od in cui l'origine e/o la destinazione coincidessero con una zona interna alla regione Toscana, utilizzando un modello gravitazionale concettualmente analogo a quello descritto nel paragrafo 2.2.1.

2.3 Interazione domanda/offerta e calcolo di flussi e indicatori di prestazione

Le matrici origine-destinazione in autoveicoli leggeri e pesanti, per fascia oraria di punta e/o per l'intera giornata, stimate come descritto nei paragrafi precedenti, possono essere assegnate al modello di offerta in modo da calcolare i flussi su ciascun elemento infrastrutturale, fornendo una rappresentazione dettagliata delle prestazioni del sistema di trasporto. Nel presente studio si è utilizzata un'assegnazione di equilibrio deterministico per i veicoli leggeri, mentre per i veicoli pesanti si è effettuato un caricamento stocastico della rete utilizzando come tempi di arco il massimo tra il tempo a flusso nullo dei veicoli pesanti e il tempo a carico dei veicoli leggeri, in modo da tener esplicitamente conto degli effetti della congestione veicolare.

Tali assegnazioni restituiscono come output i flussi sugli archi della rete, distinti tra leggeri e pesanti, i tempi di percorrenza a carico e il grado di congestione di ciascun arco. In forma grafica, è possibile produrre per ogni assegnazione un tematismo della rete rappresentativo sia dell'intensità dei flussi di traffico, proporzionale allo spessore dell'arco, sia del valore del suo grado di congestione, rappresentato mediante successive gradazioni di colore dal verde al rosso. Inoltre, a partire dai flussi di arco e dalle velocità a carico ottenute dalla procedura di assegnazione, è possibile caratterizzare il funzionamento della rete, in termini di criticità locali e globali, con riferimento sia alle prestazioni trasportistiche in senso stretto sia agli impatti esterni.

Nel presente studio, in particolare, sono stati calcolati i seguenti indicatori:

- i *veicoli chilometro*, quantificati come somma complessiva dei chilometri percorsi dai veicoli in movimento sulla rete, distinti nelle componenti leggera e pesante;
- il *tempo totale*, cioè il tempo complessivamente speso dai veicoli per compiere il tragitto dal punto di origine al punto di destinazione, distinguendo le quote imputabili ai mezzi leggeri e pesanti;
- la *velocità media* di percorrenza sulla rete, media delle velocità reali calcolate su ciascun arco della rete nelle condizioni di traffico simulate.

Il calcolo degli indicatori è stato effettuato su una porzione dell'area di studio definita in precedenza, comprendente tutte le infrastrutture in una fascia territoriale di ampiezza 10 km a cavallo dell'asse dell'infrastruttura di progetto.

2.4 Conteggi di traffico utilizzati per le simulazioni trasportistiche

Nella predisposizione del presente studio di traffico si sono utilizzate sia basi dati di conteggi di traffico relativi all'area di intervento sia ulteriori dati a disposizione a livello sia regionale sia nazionale. In particolare, i conteggi di traffico hanno assunto una triplice funzione nell'ambito dello studio:

- costruire un insieme di flussi osservati di veicoli leggeri e pesanti per l'ora di punta del mattino, da utilizzarsi per la correzione delle matrici o-d e per la validazione del sistema di modelli all'attualità;
- permettere di stimare i coefficienti di espansione dalla punta del mattino alla giornata, per la stima dei TGM (Figura 15 nel capitolo 3);
- permettere di stimare la distribuzione dei flussi nelle 8760 ore dell'anno, in modo da supportare il calcolo delle frequenze di osservazione dei livelli di servizio (capitolo 7).

In particolare, la seguente Figura 8 riporta la localizzazione delle sezioni di conteggio e utilizzate per la correzione delle matrici origine-destinazione. A tal proposito, si sottolinea che dovendo riferirsi al giorno feriale invernale medio, sono stati utilizzati a fini di correzione i conteggi di traffico relativi ai giorni di martedì, mercoledì e giovedì.

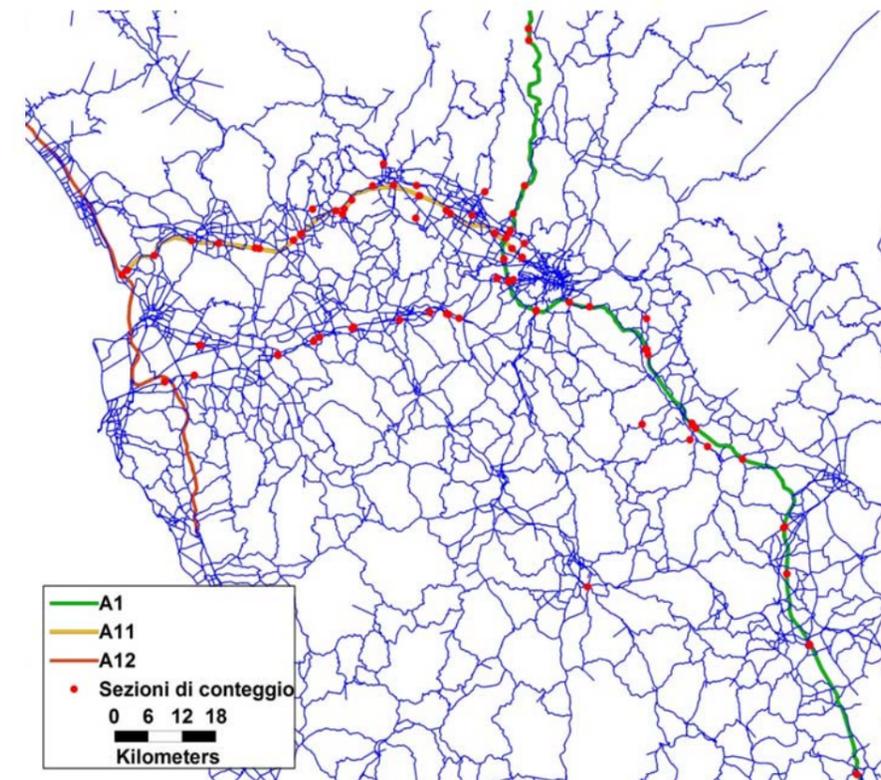


Figura 8 – Posizionamento delle sezioni di conteggio per la correzione delle matrici o-d leggeri e pesanti

Ai fini della validazione del modello di simulazione sulla tratta della A11 oggetto di studio, si richiama in particolare l'attenzione sulla disponibilità dei seguenti dati:

- TGM su base annua del 2009 su ciascuna tratta elementare da Peretola a Pistoia;

- manovre di ingresso e uscita ai caselli di Pistoia, Prato Ovest e Prato Est nell'ora di punta del giorno feriale medio di una settimana del mese di marzo 2010;
- manovre di ingresso e uscita allo svincolo di Sesto Fiorentino nell'ora di punta del giorno feriale medio di una settimana del mese di marzo 2011.

Tali conteggi sono stati integrati ed armonizzati, relativamente al nodo di Peretola, con un'ulteriore rilevazione effettuata da SPEA il 16 marzo 2011 (mercoledì) nella fascia oraria di punta del mattino utilizzando sette rilevatori più una telecamera, distribuiti tra le varie sezioni numerate in Figura 9 come indicato nella seguente Tabella 2.

Tabella 2 – Organizzazione campagna di conteggi al nodo di Peretola (16 marzo 2011)

n°	sezione	rilevatore							telecamera	calcolato per differenza
		1	2*	3	4	5	6**	7**		
6	via Piantanida		①							
7	svolta dalla uscita A11 verso via Palagio degli Spini		①							
8	ingresso A11									☒
9	svolta dalla uscita A11 verso via Zoroastro	☒								
10	svolta da via Palagio degli Spini a via Zoroastro		①							
11	via Palagio degli Spini (altezza incrocio via Piantanida)		①							
12	svolta da Aeroporto verso A11								☒	
13	svolta da Aeroporto verso via Zoroastro								☒	
14	svolta da via Luder verso Aeroporto								☒	
15	flusso da via Luder verso A11								☒	
16	svolta da via Luder verso via Zoroastro									☒
17	viale Zoroastro									☒
18	via Palagio degli Spini (altezza incrocio via Basili)									☒
19	svolta da via Zoroastro verso viadotto Ponte all'Indiano			☒						
20	flusso da via Zoroastro verso viale Astronauti									☒
21	svolta da viale Gori verso viale Astronauti									☒
22	via Luder					①				
23	viale Astronauti (dopo immissione da viale Gori)				☒			①		
24	svolta da viale Guidoni a viale Astronauti					①	①			
25	viale Guidoni									☒
26	viale Astronauti (dopo immissione da viale Guidoni)									☒
27	via Geminiani						①	①		
28	viale Guidoni (dopo svolta su via Geminiani)						①	①		
29	svolta da via Basili verso viadotto Ponte all'Indiano			☒						

① dalle 7:30 alle 9:30

☒ dalle 8:00 alle 9:00

Note:

* rilevazione alternata delle manovre 7-10 e 6-11 a intervalli di 30 minuti

** rilevati i flussi di percorso tra le manovre 23, 24, 27 e 28 (zona di scambio)

Il conteggio è stato effettuato per intervalli di 10 minuti nel periodo di rilevazione, con disaggregazione del flusso nelle seguenti componenti veicolari: auto, veicoli commerciali leggeri

(lunghezza inferiore a 5 metri), veicoli commerciali pesanti (lunghezza superiore a 5 metri). Tale classificazione è stata eseguita in post-processo nelle sezioni rilevate con telecamera e manualmente, durante la rilevazione, per le rimanenti sezioni; in particolare, per le sezioni in linea si è fornita una ulteriore disaggregazione conteggiando anche i veicoli a due ruote e gli autobus in servizio urbano e turistico. Infine, per le sezioni nei tratti di scambio, in cui sono stati rilevati i flussi di percorso, ci si è limitati a distinguere tra auto e veicoli commerciali, disaggregando ulteriormente questi ultimi tra veicoli leggeri e pesanti in post-processo sulla base dei valori medi sul nodo. Le condizioni meteo durante la rilevazione, con pioggia dalle 8:30, hanno prodotto una ridotta incidenza della componente veicolare a due ruote, determinando una condizione di giorno feriale invernale medio a vantaggio di sicurezza nelle analisi dello studio di traffico.

I risultati delle rilevazioni sono sintetizzati rispettivamente in Tabella 3 per le auto, Tabella 4 per i veicoli commerciali leggeri e Tabella 5 per i veicoli commerciali pesanti.



Figura 9 – Posizionamento delle sezioni di conteggio nell'area del nodo di Peretola

Tabella 3 – Rilevazione del 16 marzo 2011: flussi di auto per intervalli di 10 minuti nella fascia oraria 8-9

n°	sezione	categoria di veicoli: AUTO						
		08:00	08:10	08:20	08:30	08:40	08:50	Totale
		08:10	08:20	08:30	08:40	08:50	09:00	8:00 - 9:00
6	via Piantanida	9	10	11	12	11	10	62
7	svolta dalla uscita A11 verso via Palagio degli Spini	4	4	3	4	5	5	26
8	ingresso A11	343	350	378	411	391	343	2216
9	svolta dalla uscita A11 verso via Zoroastro	445	401	357	383	399	413	2398
10	svolta da via Palagio degli Spini a via Zoroastro	70	63	56	84	71	46	389
11	via Palagio degli Spini (altezza incrocio via Piantanida)	254	274	268	305	291	255	1647
12	svolta da Aeroporto verso A11	3	4	4	2	4	5	22
13	svolta da Aeroporto verso via Zoroastro	7	5	14	14	13	8	61
14	svolta da via Luder verso Aeroporto	23	25	31	38	33	31	181
15	flusso da via Luder verso A11	340	346	374	409	387	338	2194
16	svolta da via Luder verso via Zoroastro	168	136	133	138	67	140	782
17	viale Zoroastro	690	605	560	619	550	607	3630
18	via Palagio degli Spini (altezza incrocio via Basili)	324	337	324	389	362	301	2036
19	svolta da via Zoroastro verso viadotto Ponte all'Indiano	86	86	87	68	68	68	463
20	flusso da via Zoroastro verso via Astronauti	604	519	473	551	482	539	3167
21	svolta da via Gori verso via Astronauti	279	361	413	347	390	341	2132
22	via Luder	531	507	538	585	487	509	3157
23	viale Astronauti (dopo immissione da via Gori)	883	880	886	898	872	880	5299
24	svolta da via Guidoni a via Astronauti	47	40	50	59	41	52	289
25	viale Guidoni	578	547	588	644	528	561	3446
26	viale Astronauti (dopo immissione da via Guidoni)	930	920	936	957	913	932	5588
27	via Geminiani	16	15	21	16	9	9	86
28	viale Guidoni (dopo svolta su via Geminiani)	914	905	915	941	904	923	5502
29	svolta da via Basili verso viadotto Ponte all'Indiano	180	181	181	161	161	161	1025

Tabella 4 – Rilevazione del 16 marzo 2011: flussi di veicoli commerciali leggeri per intervalli di 10 minuti nella fascia oraria 8-9

n°	sezione	categoria di veicoli: COMMERCIALI LEGGERI						
		08:00	08:10	08:20	08:30	08:40	08:50	Totale
		08:10	08:20	08:30	08:40	08:50	09:00	8:00 - 9:00
6	via Piantanida	0	0	0	0	0	0	0
7	svolta dalla uscita A11 verso via Palagio degli Spini	0	0	0	1	1	3	5
8	ingresso A11	28	6	33	20	24	16	127
9	svolta dalla uscita A11 verso via Zoroastro	21	27	34	32	33	33	180
10	svolta da via Palagio degli Spini a via Zoroastro	2	3	3	2	3	2	15
11	via Palagio degli Spini (altezza incrocio via Piantanida)	3	6	5	4	5	3	27
12	svolta da Aeroporto verso A11	0	1	0	0	0	0	1
13	svolta da Aeroporto verso via Zoroastro	0	0	0	0	1	1	2
14	svolta da via Luder verso Aeroporto	1	1	0	1	0	0	3
15	flusso da via Luder verso A11	28	5	33	20	24	16	126
16	svolta da via Luder verso via Zoroastro	8	16	3	11	9	8	55
17	viale Zoroastro	31	46	40	45	46	44	252
18	via Palagio degli Spini (altezza incrocio via Basili)	5	9	8	6	8	5	41
19	svolta da via Zoroastro verso viadotto Ponte all'Indiano	8	8	8	7	7	6	44
20	flusso da via Zoroastro verso via Astronauti	23	38	32	38	39	38	208
21	svolta da via Gori verso via Astronauti	16	2	7	2	0	1	28
22	via Luder	37	22	36	32	33	24	184
23	viale Astronauti (dopo immissione da via Gori)	39	40	39	40	39	39	236
24	svolta da via Guidoni a via Astronauti	2	1	2	0	2	4	11
25	viale Guidoni	39	23	38	32	35	28	195
26	viale Astronauti (dopo immissione da via Guidoni)	41	41	41	40	41	43	247
27	via Geminiani	2	0	1	4	1	1	9
28	viale Guidoni (dopo svolta su via Geminiani)	39	41	40	36	40	42	238
29	svolta da via Basili verso viadotto Ponte all'Indiano	17	17	17	17	16	17	101

Tabella 5 – Rilevazione del 16 marzo 2011: flussi di veicoli commerciali pesanti per intervalli di 10 minuti nella fascia oraria 8-9

n°	sezione	categoria di veicoli: COMMERCIALI PESANTI						
		08:00	08:10	08:20	08:30	08:40	08:50	Totale
		08:10	08:20	08:30	08:40	08:50	09:00	8:00 - 9:00
6	via Piantanida	0	0	0	0	0	0	0
7	svolta dalla uscita A11 verso via Palagio degli Spini	1	0	0	1	0	0	2
8	ingresso A11	17	31	4	11	14	13	90
9	svolta dalla uscita A11 verso viale Zoroastro	27	19	11	8	9	11	85
10	svolta da via Palagio degli Spini a viale Zoroastro	1	1	1	0	1	1	4
11	via Palagio degli Spini (altezza incrocio via Piantanida)	1	2	3	1	2	2	10
12	svolta da Aeroporto verso A11	0	0	0	0	0	0	0
13	svolta da Aeroporto verso viale Zoroastro	1	1	0	1	0	0	3
14	svolta da viale Luder verso Aeroporto	0	1	1	0	0	2	4
15	flusso da viale Luder verso A11	17	31	4	11	14	13	90
16	svolta da viale Luder verso viale Zoroastro	1	0	5	9	1	4	20
17	viale Zoroastro	30	21	17	18	11	16	112
18	via Palagio degli Spini (altezza incrocio via Basili)	2	3	4	1	3	3	15
19	svolta da viale Zoroastro verso viadotto Ponte all'Indiano	4	4	4	3	3	3	21
20	flusso da viale Zoroastro verso viale Astronauti	26	17	13	15	8	13	91
21	svolta da viale Gori verso viale Astronauti	4	3	4	12	9	4	37
22	via Luder	18	32	10	20	15	19	114
23	viale Astronauti (dopo immissione da viale Gori)	30	20	17	27	17	17	128
24	svolta da viale Guidoni a viale Astronauti	2	1	0	2	4	7	16
25	viale Guidoni	20	33	10	22	19	26	130
26	viale Astronauti (dopo immissione da viale Guidoni)	32	21	17	29	21	24	144
27	via Geminiani	0	0	0	0	0	0	0
28	viale Guidoni (dopo svolta su via Geminiani)	32	21	17	29	21	24	144
29	svolta da via Basili verso viadotto Ponte all'Indiano	12	11	11	11	11	12	68

3 Definizione dello scenario attuale

3.1 Correzione e validazione del modello di traffico sui dati rilevati

Il sistema di modelli messo a punto così come descritto nel capitolo precedente è stato validato utilizzando i conteggi di traffico di veicoli leggeri e pesanti descritti nel paragrafo 2.4. In altri termini, si è verificata la capacità del sistema di modelli nel suo complesso di riprodurre i flussi di arco di veicoli leggeri e pesanti conteggiati mediante rilevazione diretta sulle sezioni stradali riportate nel paragrafo 2.4. La valutazione della qualità del modello di riprodurre lo scenario attuale a monte della correzione delle matrici o-d, attraverso diagrammi che relazionano i flussi conteggiati con quelli riprodotti da modello, è riportata rispettivamente in Figura 10 per i veicoli leggeri e in Figura 11 per i veicoli pesanti.

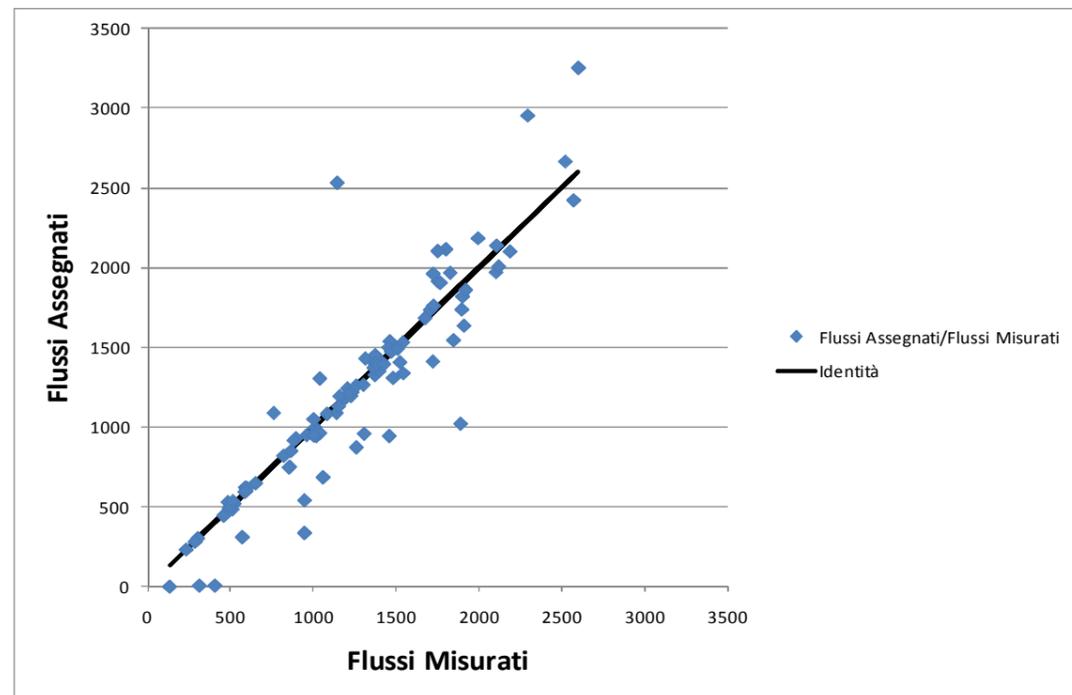


Figura 10 – Confronto tra flussi osservati e flussi simulati a monte della correzione della matrice o-d (leggeri)

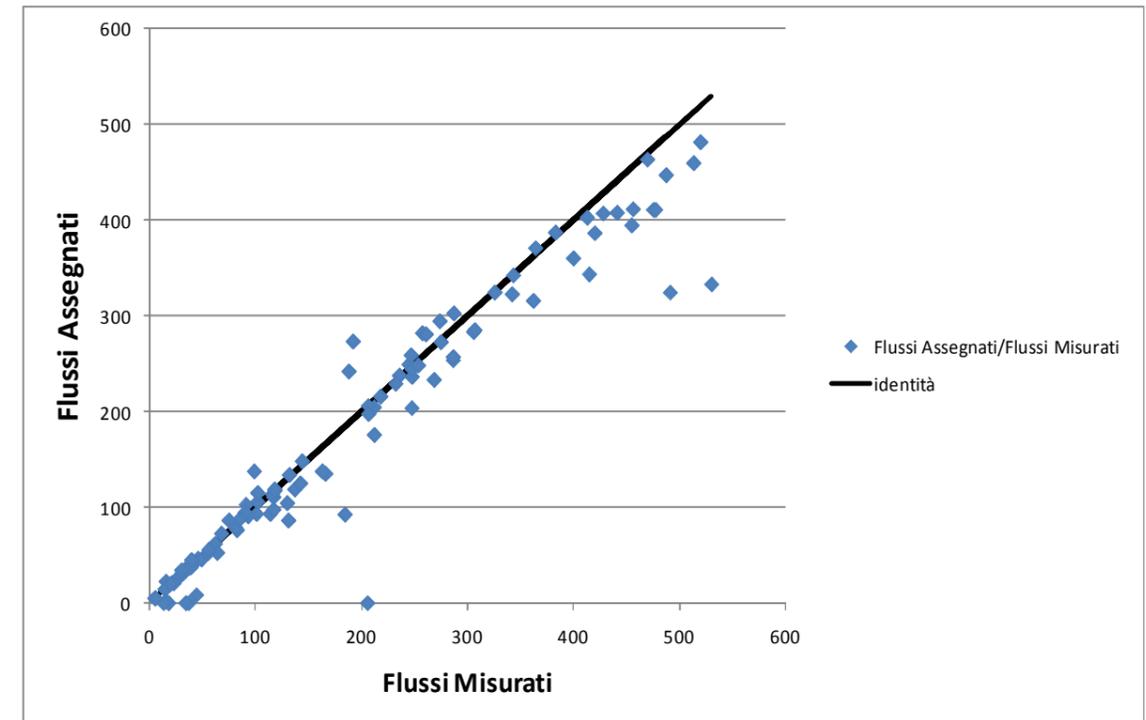


Figura 11 – Confronto tra flussi osservati e flussi simulati a monte della correzione della matrice o-d (pesanti)

A valle dei risultati di validazione forniti dal modello di simulazione in termini di capacità di riprodurre i flussi di arco a disposizione, si è proceduto, come è prassi consolidata nell'ingegneria dei trasporti, alla correzione della matrice o-d sia passeggeri che merci sulla base dei conteggi di traffico disponibili, utilizzando una procedura di tipo GLS (*generalized least squares*) data dalla seguente relazione:

$$d^{GLS} = \underset{x \in S}{\operatorname{argmin}} \left[(\hat{\mathbf{d}} - \mathbf{x})^T \mathbf{Z}^{-1} (\hat{\mathbf{d}} - \mathbf{x}) + (\hat{\mathbf{f}} - \hat{\mathbf{M}}\mathbf{x})^T \mathbf{W}^{-1} (\hat{\mathbf{f}} - \hat{\mathbf{M}}\mathbf{x}) \right]$$

nella quale $\hat{\mathbf{d}}$ è la stima iniziale della domanda, $\hat{\mathbf{f}}$ il vettore di conteggi di traffico disponibili, $\hat{\mathbf{M}}$ la matrice di assegnazione e \mathbf{Z} e \mathbf{W} matrici di covarianze degli errori di domanda e di misura/assegnazione rispettivamente. In altri termini, con la procedura GLS si cerca una nuova matrice di domanda che sia il più possibile vicina alla stima iniziale e che, assegnata alla rete di trasporto, fornisca risultati i più vicini possibile ai flussi conteggiati.

La stima iniziale all'attualità delle matrici origine-destinazione sia passeggeri che merci, determinata con le procedure descritte nel capitolo precedente, è stata corretta utilizzando tale procedura GLS sulla base dei conteggi di traffico nelle sezioni stradali riportate nel paragrafo 2.4. Nei diagrammi riportati nelle seguenti Figura 12 (veicoli leggeri) e Figura 13 (veicoli pesanti) (analoghi a quelli di Figura 10 e Figura 11) sono messi a confronto flussi osservati e flussi simulati a valle della correzione delle matrici origine-destinazione. Come si può notare, i risultati della correzione sono pienamente soddisfacenti.

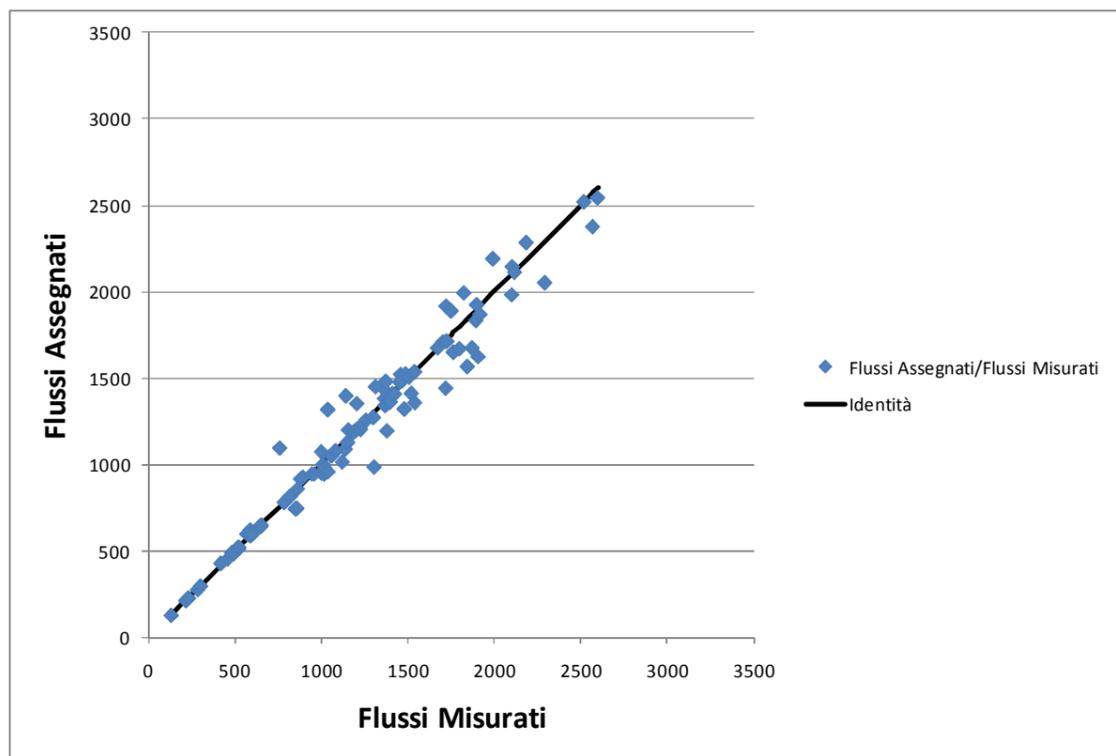


Figura 12 – Confronto tra flussi osservati e flussi simulati a valle della correzione della matrice o-d (leggeri)

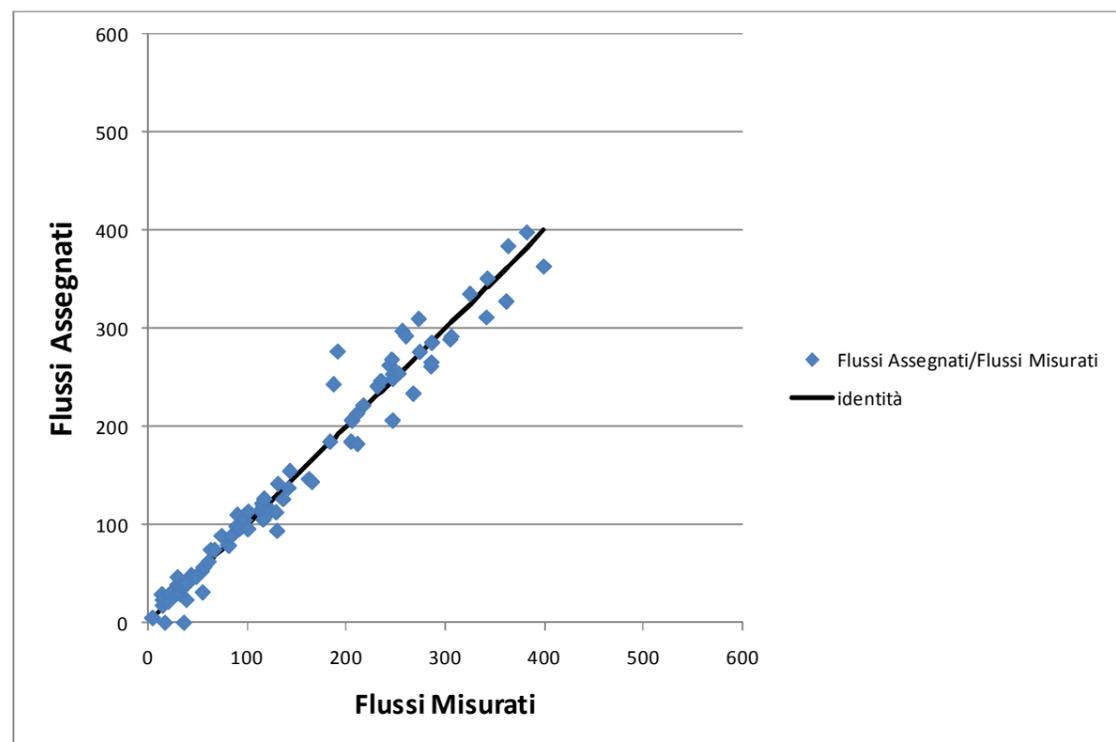


Figura 13 – Confronto tra flussi osservati e flussi simulati a valle della correzione della matrice o-d (pesanti)

Si riportano di seguito in Tabella 6 gli scostamenti tra i flussi osservati e i flussi riprodotti da modello a valle della correzione con riferimento agli ingressi/uscite ai caselli nella fascia di punta del mattino, e in Tabella 7 gli scostamenti tra i TGM su base annua osservati e restituiti dal modello per le tratte elementari della A11 Firenze-Pistoia.

Tabella 6 – Confronto tra flussi osservati e flussi da modello per le manovre ai caselli per tipologia di veicolo e direzione (fascia di punta del mattino 8:00 – 9:00)

Casello	FLUSSI OSSERVATI			
	Leggeri		Pesanti	
	Entrati	Usciti	Entrati	Usciti
Prato Est	1,847	1,971	318	236
Prato Ovest	1,411	911	195	185
Pistoia	1,553	1,271	203	191
Sesto Fiorentino	921	2,074	293	205
Casello	FLUSSI DA MODELLO			
	Leggeri		Pesanti	
	Entrati	Usciti	Entrati	Usciti
Prato Est	1,862	1,960	304	247
Prato Ovest	1,309	944	187	193
Pistoia	1,467	1,306	199	195
Sesto Fiorentino	905	2,036	279	205
Casello	DIFFERENZA PERCENTUALE			
	Leggeri		Pesanti	
	Entrati	Usciti	Entrati	Usciti
Prato Est	0.8%	-0.6%	-4.4%	4.6%
Prato Ovest	-7.2%	3.6%	-4.3%	4.3%
Pistoia	-5.5%	2.7%	-1.9%	2.2%
Sesto Fiorentino	-1.7%	-1.8%	-4.8%	0.1%

Tabella 7 – Confronto tra TGM osservati e da modello per le tratte elementari della A11 Firenze-Pistoia

Tratta	TGM			
	osservato	modello	diff %	
dir Mare	Sesto Fiorentino-All. A1	22,650	23,538	3.9%
	All. A1-Prato Est	45,079	44,797	-0.6%
	Prato Est-Prato Ovest	33,031	31,941	-3.3%
	Prato Ovest-Pistoia	30,979	31,714	2.4%
dir Firenze	Pistoia-Prato Ovest	31,377	30,658	-2.3%
	Prato Ovest-Prato Est	32,423	33,945	4.7%
	Prato Est-All. A1	44,618	42,234	-5.3%
	All. A1-Sesto Fiorentino	27,696	29,662	7.1%
bidirezionale	Sesto Fiorentino-All. A1	50,345	53,200	5.7%
	All. A1-Prato Est	89,697	87,031	-3.0%
	Prato Est-Prato Ovest	65,454	65,886	0.7%
	Prato Ovest-Pistoia	62,356	62,373	0.0%

3.2 La distribuzione attuale del traffico

Una volta corrette, le matrici origine/destinazione attuali relative all'**ora di punta del mattino del giorno feriale invernale medio**, individuata nella **fascia oraria 8:00-9:00**, sono state assegnate alla rete di trasporto attuale con la procedura descritta nel paragrafo 2.3. In termini grafici, i risultati dell'assegnazione in prossimità della tratta autostradale oggetto di intervento sono riportati nella seguente Figura 14, nella quale l'informazione sull'entità del traffico è riportata mediante una visualizzazione basata sia sulla scala cromatica (in range di colori in ragione del flusso presente sull'arco) sia, all'interno di tale scala cromatica, in termini di spessore della singola banda direttamente proporzionale all'entità del flusso presente sull'arco.

In termini numerici, un primo risultato è sintetizzato in Tabella 2, che riporta i flussi espressi sia in forma disaggregata nelle componenti leggera e pesante sia in forma aggregata in termini di veicoli totali ed equivalenti sulle due carreggiate della tratta compresa tra il nodo di Peretola e lo svincolo di Pistoia e sulle corrispondenti rampe di ingresso e uscita.

A tali flussi corrispondono un livello di saturazione (rapporto flusso/capacità), una velocità ad arco scarico (free flow) ed una velocità ad arco carico riportati in Tabella 9, sempre con riferimento alle due direzioni di marcia della tratta nodo Peretola-Pistoia.

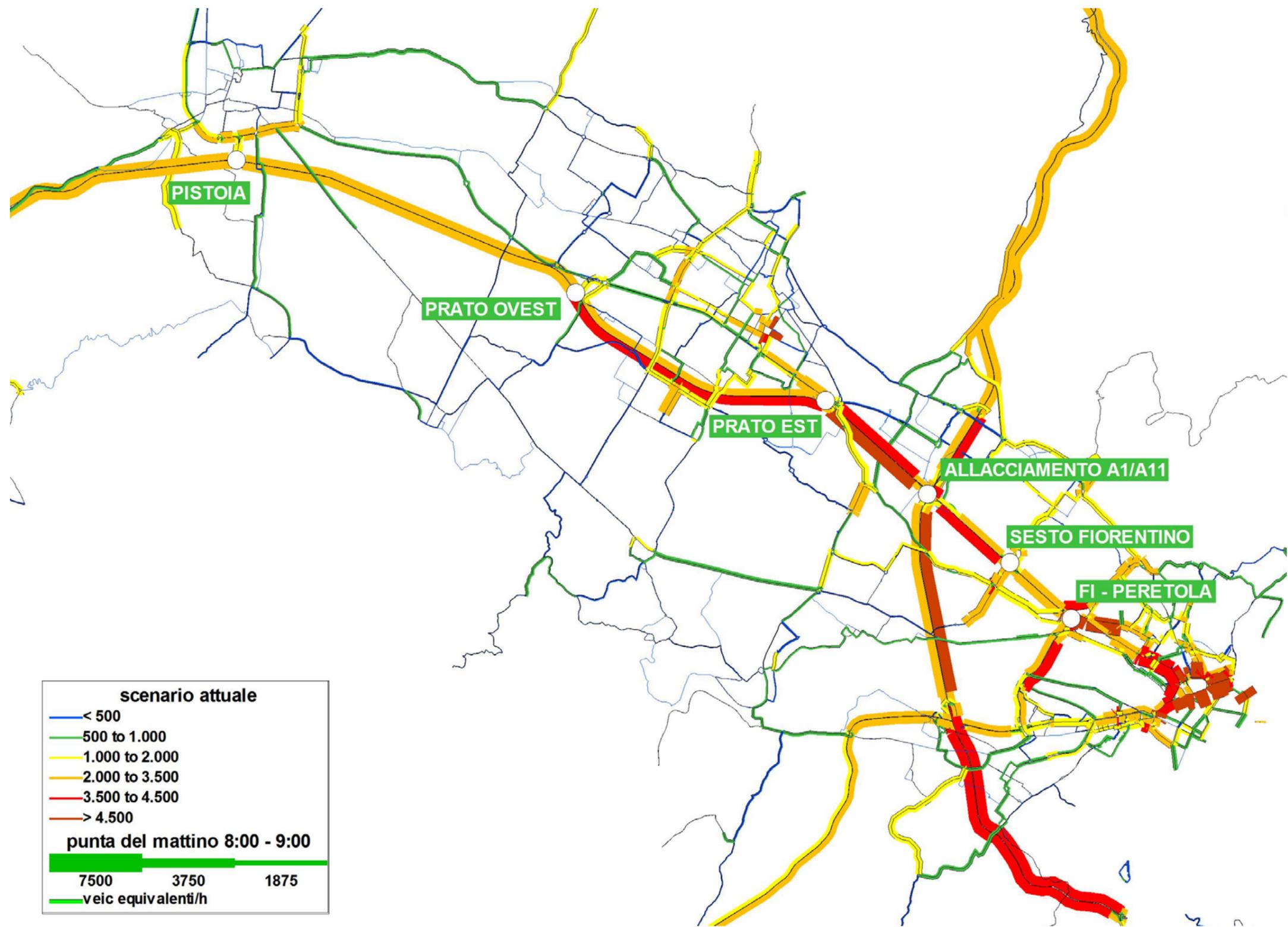


Figura 14 – Assegnazione veicoli/equivalenti (scenario attuale) – ora di punta del mattino 8:00-9:00

Tabella 8 - Traffico dell'ora di punta del mattino (08:00-09:00) nello scenario attuale (numero di veicoli)

	Tratta	ATTUALE			
		Leggeri	Pesanti	Totali	Equiv
Dir Mare	Peretola-Sesto Fiorentino	2,224	219	2,443	2,772
	Sesto Fiorentino-All. A1	1,758	356	2,114	2,648
	All. A1-Prato Est	2,428	573	3,001	3,860
	Prato Est-Prato Ovest	1,648	523	2,171	2,955
	Prato Ovest-Pistoia	1,739	489	2,227	2,960
	Dir Firenze	Pistoia-Prato Ovest	2,418	373	2,792
Prato Ovest-Prato Est		2,693	401	3,094	3,696
Prato Est-All. A1		3,376	508	3,884	4,646
All. A1-Sesto Fiorentino		3,238	331	3,569	4,066
Sesto Fiorentino Peretola		2,572	268	2,840	3,243
Svincolo Pistoia		rampa ingresso dir mare	839	108	947
	rampa uscita dir mare	763	84	847	974
	rampa ingresso dir Firenze	628	91	719	856
	rampa uscita dir Firenze	543	111	654	820
Svincolo Prato Ovest	rampa ingresso dir mare	578	72	650	757
	rampa uscita dir mare	487	106	593	752
	rampa ingresso dir Firenze	731	115	846	1,019
	rampa uscita dir Firenze	457	87	544	674
Svincolo Prato Est	rampa ingresso dir mare	816	89	905	1,038
	rampa uscita dir mare	1,596	139	1,735	1,943
	rampa ingresso dir Firenze	1,046	215	1,261	1,584
	rampa uscita dir Firenze	364	108	472	634
All A1	A11 dir mare-A1 dir sud	-	-	-	-
	A11 dir mare-A1 dir nord	521	209	730	1,043
	A11 dir Firenze-A1 dir sud	1,064	277	1,341	1,755
	A11 dir Firenze-A1 dir nord	496	96	592	736
	A1 dir sud- A11 dir mare	487	81	567	688
	A1 dir nord- A11 dir mare	704	345	1,049	1,565
	A1 dir sud- A11 dir Firenze	423	129	552	746
	A1 dir nord-A11 dir Firenze	1,000	66	1,066	1,165
Svincolo Sesto Fiorentino	rampa ingresso dir mare	414	188	602	884
	rampa uscita dir mare	879	51	930	1,007
	rampa ingresso dir Firenze	492	91	583	719
	rampa uscita dir Firenze	1,157	154	1,311	1,542

Tabella 9 - Livello di saturazione, velocità a flusso nullo e velocità dell'ora di punta (in km/h) nello scenario attuale

	Tratta	ATTUALE		
		f/cap	V ₀	V
Dir Mare	Peretola-Sesto Fiorentino	0.693	130	117
	Sesto Fiorentino-All. A1	0.662	130	119
	All. A1-Prato Est	0.966	130	91
	Prato Est-Prato Ovest	0.738	130	113
	Prato Ovest-Pistoia	0.739	130	113
	Dir Firenze	Pistoia-Prato Ovest	0.837	130
Prato Ovest-Prato Est		0.924	130	95
Prato Est-All. A1		1.162	130	68
All. A1-Sesto Fiorentino		1.018	130	85
Sesto Fiorentino Peretola		0.811	130	107

A partire dai dati relativi all'ora di punta, i valori del traffico ora per ora nel giorno feriale invernale medio sono stati desunti con opportuni coefficienti di conversione derivati dai conteggi descritti nel paragrafo 2.4 e differenziati per singola tratta.

Inoltre, lo spettro di traffico giornaliero sulla tratta più carica (All. A1-Prato est) nelle due direzioni - sempre sulla base dei conteggi prima menzionati - è riportato nella seguente Figura 15, dove si nota una punta di traffico nella fascia 18-19 con più di 3500 veic/h in direzione ovest e quasi 4000 veic/h in direzione est; la percentuale di veicoli pesanti si attesta intorno al 12-13% in tale fascia mentre è dell'ordine del 18% sull'intera giornata.

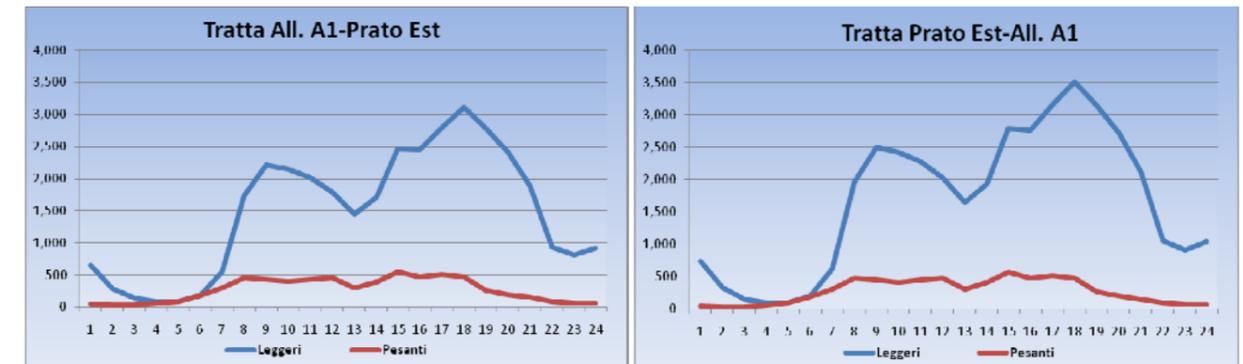


Figura 15 – Spettro di traffico nel giorno feriale invernale medio (scenario attuale tratta All. A1-Prato est)

In dettaglio, guardando alla distribuzione dello spettro di traffico nei giorni di una settimana tipo del periodo invernale, desunto dalla base dati a disposizione per la calibrazione del modello, si ottengono i diagrammi riportati in Figura 16 e in Figura 17 (rispettivamente per i veicoli leggeri e pesanti) in direzione mare, e in Figura 18 e in Figura 19 (rispettivamente per i veicoli leggeri e pesanti) in direzione Firenze.

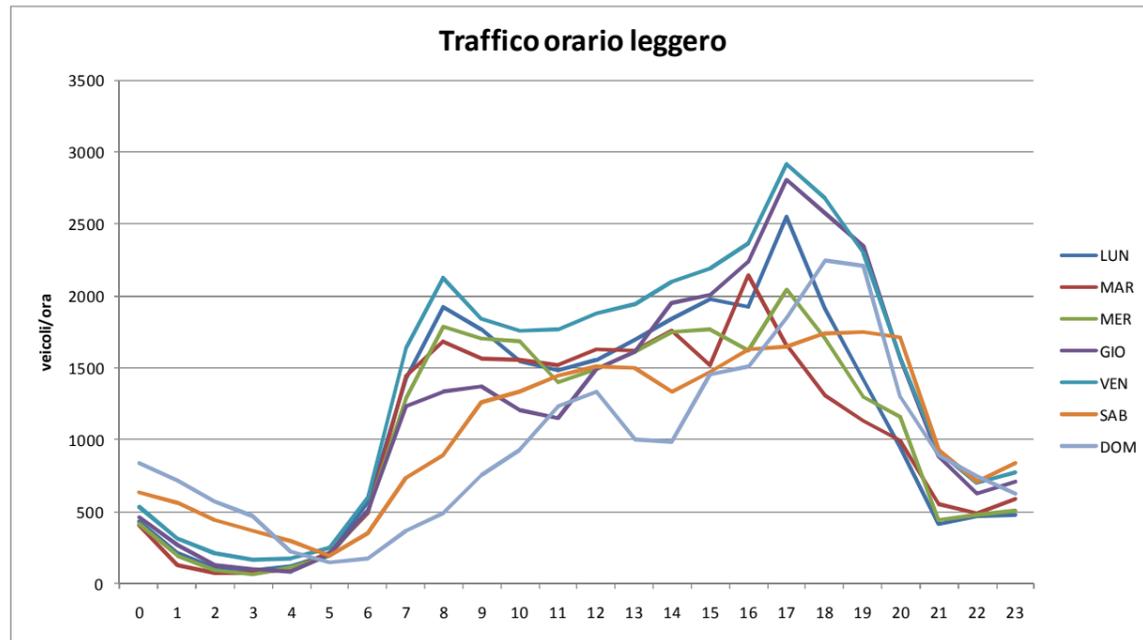


Figura 16 – Distribuzione del traffico orario nella settimana, veicoli leggeri (scenario attuale, tratta All. A1-Prato est, direzione mare)

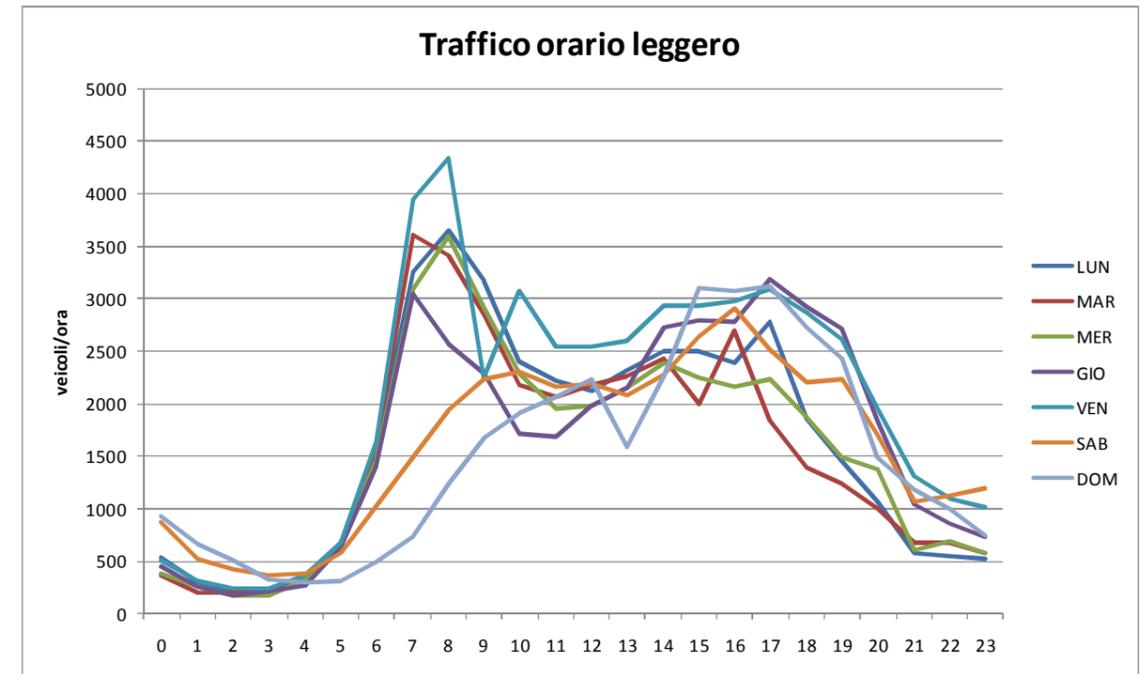


Figura 18 – Distribuzione del traffico orario nella settimana, veicoli leggeri (scenario attuale, tratta All. A1-Prato est, direzione Firenze)

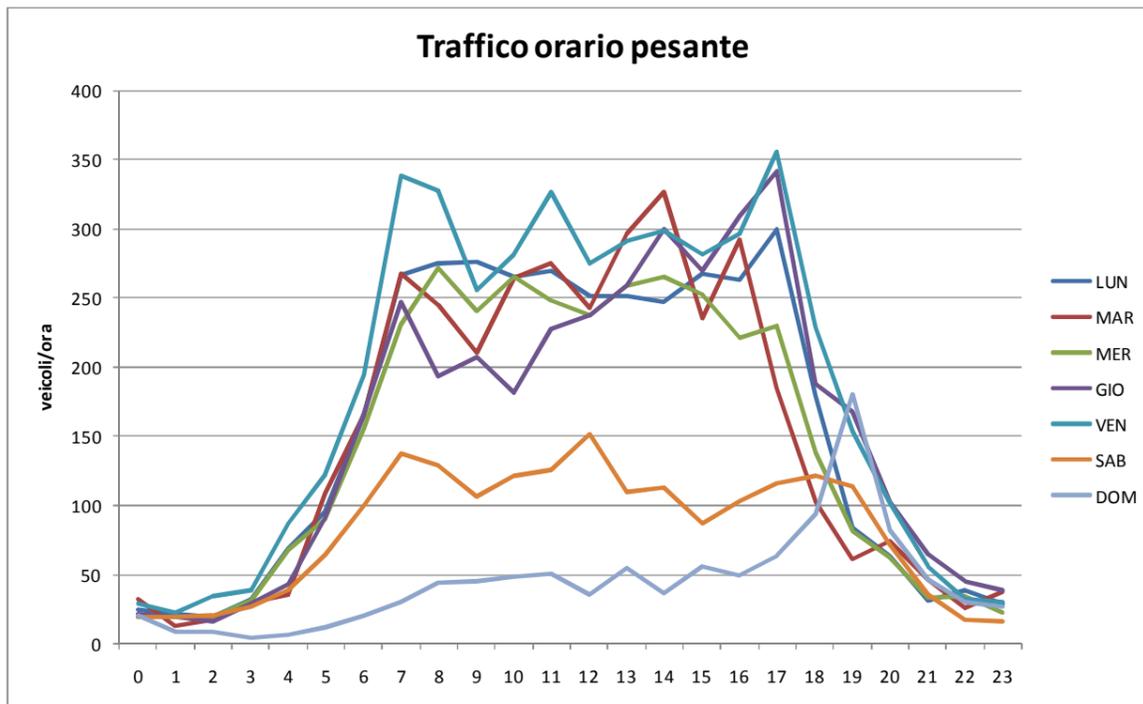


Figura 17 – Distribuzione del traffico orario nella settimana, veicoli pesanti (scenario attuale tratta All. A1-Prato est, direzione mare)

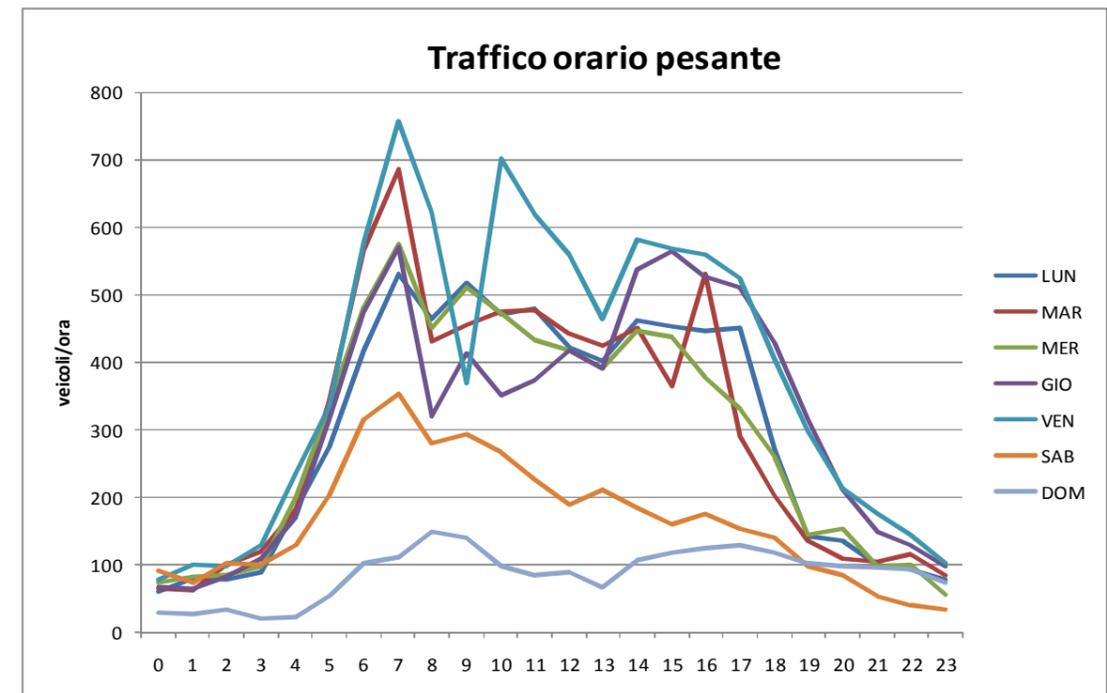


Figura 19 – Distribuzione del traffico orario nella settimana, veicoli pesanti (scenario attuale tratta All. A1-Prato est, direzione Firenze)

In Tabella 10, invece, si riportano il TGMFI e il TGM, anch'esso espresso in termini di veicoli leggeri, pesanti, totali ed equivalenti per ciascuna delle due direzioni e in totale. I valori del TGMFI diurno, ovvero relativo alla fascia oraria 06:00-22:00, e notturno, ovvero relativo alla fascia oraria 22:00-06:00, sono invece riportati in Tabella 5.

Tabella 10 - TGMFI e TGM nello scenario attuale (veicoli/giorno)

Tratta		SCENARIO ATTUALE							
		TGMFI				TGM			
		Leggeri	Pesanti	Totali	Equiv	Leggeri	Pesanti	Totali	Equiv
dir Mare	Peretola-Sesto Fiorentino	26,790	2,192	28,982	32,271	26,152	1,760	27,913	30,553
	Sesto Fiorentino-All. A1	21,183	3,561	24,744	30,085	20,679	2,859	23,538	27,826
	All. A1-Prato Est	39,162	8,180	47,342	59,612	38,230	6,567	44,797	54,648
	Prato Est-Prato Ovest	26,578	7,468	34,046	45,248	25,946	5,996	31,941	40,935
	Prato Ovest-Pistoia	26,747	6,980	33,727	44,197	26,111	5,604	31,714	40,120
dir Firenze	Pistoia-Prato Ovest	26,287	6,224	32,511	41,846	25,662	4,996	30,658	38,153
	Prato Ovest-Prato Est	29,272	6,688	35,960	45,992	28,576	5,369	33,945	41,999
	Prato Est-All. A1	36,297	8,471	44,767	57,474	35,433	6,801	42,234	52,435
	All. A1-Sesto Fiorentino	26,980	4,141	31,121	37,332	26,338	3,324	29,662	34,649
	Sesto Fiorentino Peretola	27,956	3,354	31,310	36,341	27,290	2,693	29,983	34,022
bidirezionale	Peretola-Sesto Fiorentino	54,745	5,547	60,292	68,612	53,443	4,453	57,896	64,575
	Sesto Fiorentino-All. A1	48,163	7,702	55,865	67,417	47,017	6,183	53,200	62,475
	All. A1-Prato Est	75,458	16,651	92,109	117,086	73,663	13,368	87,031	107,083
	Prato Est-Prato Ovest	55,850	14,156	70,006	91,241	54,521	11,365	65,886	82,934
	Prato Ovest-Pistoia	53,034	13,203	66,238	86,043	51,773	10,600	62,373	78,273

Tabella 11 - TGMFI diurno e notturno nello scenario attuale (veicoli/giorno)

Tratta		SCENARIO ATTUALE							
		TGMFI diurno				TGMFI notturno			
		Leggeri	Pesanti	Totali	Equiv	Leggeri	Pesanti	Totali	Equiv
dir Mare	Peretola-Sesto Fiorentino	24,647	1,973	26,620	29,580	2,143	219	2,362	2,691
	Sesto Fiorentino-All. A1	19,298	3,248	22,545	27,417	1,885	313	2,199	2,669
	All. A1-Prato Est	35,676	7,460	43,137	54,327	3,485	720	4,205	5,285
	Prato Est-Prato Ovest	24,452	6,572	31,024	40,882	2,126	896	3,022	4,367
	Prato Ovest-Pistoia	24,607	6,142	30,750	39,963	2,140	838	2,977	4,234
dir Firenze	Pistoia-Prato Ovest	24,184	5,477	29,661	37,876	2,103	747	2,850	3,970
	Prato Ovest-Prato Est	26,930	5,886	32,816	41,644	2,342	803	3,144	4,348
	Prato Est-All. A1	33,393	7,200	40,593	51,393	2,904	1,271	4,174	6,080
	All. A1-Sesto Fiorentino	24,821	3,520	28,341	33,621	2,158	621	2,780	3,711
	Sesto Fiorentino Peretola	25,719	3,019	28,738	33,266	2,236	335	2,572	3,075

Infine, il valore dei veicoli teorici giornalieri medi bidirezionali, ovvero del numero di veicoli ideale che percorrendo l'intera tratta danno luogo allo stesso numero di veicoli-km complessivo, è riportato in Tabella 6 relativamente al giorno feriale invernale medio.

Tabella 12 - Veicoli teorici giornalieri medi nel giorno feriale invernale medio

VTGMFI (dati bidirezionali)			
Attuale	Leggeri	Pesanti	Totali
	57,334	13,136	70,470

Considerando uno zoom sul nodo di Peretola, si riporta il flussogramma nella seguente Figura 20 dove gli spessori sono rappresentativi dell'entità del flusso (espresso in veicoli equivalenti/ora) mentre la colorazione è relativa al grado di saturazione di ciascuna tratta elementare/rampa. Sono evidenti le direttrici sulle quali il volume di domanda, già nello scenario attuale, attinge valori prossimi alla capacità, determinando condizioni di sostanziale scadimento del nodo in particolare sulla tratta di via Guidoni all'altezza di via Degli Astronauti, lungo via Baracca e sulla direttrice di Ponte all'Indiano.

Il nodo di Peretola, che oggi presenta un layout incopiuto a causa del non completamento del Viadotto Indiano, vede la presenza di scadenti livelli di funzionalità non solo per gli ingenti carichi veicolari che lo interessano ma anche per la presenza di un regime di circolazione caratterizzato dall'intreccio di molteplici flussi e per la mancanza di una gerarchizzazione dei collegamenti tra i diversi livelli di viabilità (autostradale, urbana di scorrimento ed urbana).

Il nodo di Peretola rappresenta infatti il terminale della A11, l'intecossione – incompleta – con il Viadotto dell'Indiano (funzionalmente strada urbana di scorrimento) e con i viali Guidoni/Luder/Astronauti (funzionalmente strade urbane di scorrimento) e il raccordo con le vie Basili/Palagio degli Spini (funzionalmente strade urbane di quartiere).

Si sottolinea che il grado di saturazione non consente di evidenziare a pieno le criticità dello scenario attuale poiché non risulta rappresentativo della qualità del regime di circolazione dovuto alle manovre di immissione, diversione e intreccio. Ad esempio l'arco della A11 in immissione al nodo presenta un rapporto flusso/capacità elevato (> 0,7) ma non tale da rappresentare a pieno la presenza delle code dovute all'attestamento dell'asse autostradale sul reticolo urbano. Tali evidenze risulteranno evidenti nello studio micromodellistico del nodo di Peretola cui si rimanda.

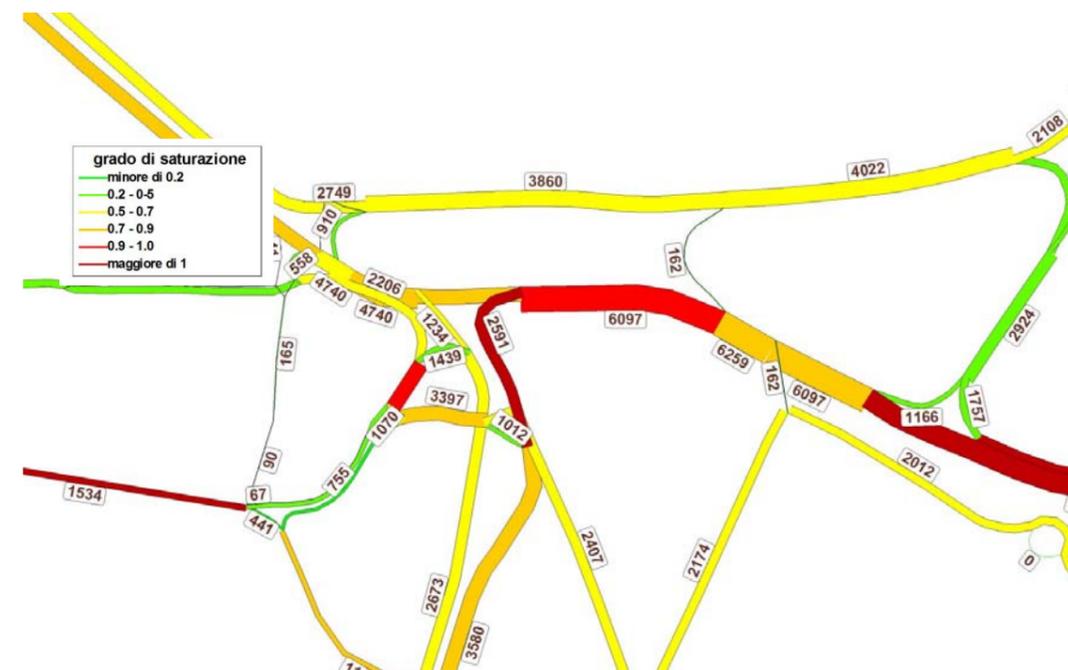


Figura 20 – Assegnazione veicoli equivalenti (scenario attuale) al nodo di Peretola – ora di punta del mattino (8:00-9:00) del giorno feriale invernale medio

4 Evoluzione della domanda e dell'offerta negli orizzonti futuri

4.1 Collocazione degli scenari trasportistici

Le valutazioni trasportistiche del presente studio di traffico sono state condotte sulla base dell'analisi di diversi scenari di simulazione. In particolare si sono previsti:

- scenari *programmatici*, relativi al breve, medio e lungo periodo, determinati dalla distribuzione della domanda attesa negli orizzonti temporali considerati sulla rete di trasporto attuale potenziata dalla realizzazione degli interventi stradali ed autostradali previsti dagli strumenti di programmazione e pianificazione vigenti per tali orizzonti;
- scenari *progettuali*, relativi al breve, medio e lungo periodo, determinati dalla distribuzione della domanda attesa negli orizzonti temporali di riferimento sulla rete di trasporto programmatica ulteriormente potenziata con l'inserimento dell'intervento di progetto descritto nel paragrafo 1.1 (terza corsia nella tratta Firenze-Pistoia e rifunzionalizzazione del nodo di Peretola).

Gli orizzonti temporali sono così definiti:

- 2015, orizzonte temporale di breve termine;
- 2025, orizzonte temporale di medio termine;
- 2035, orizzonte temporale di lungo termine.

Nel dettaglio, la metodologia utilizzata per ottenere le proiezioni di domanda ai tre orizzonti temporali di riferimento è descritta nel paragrafo 4.2, mentre nel paragrafo 4.3 si riportano i risultati dell'analisi dei documenti di programmazione e pianificazione che hanno consentito di definire gli scenari programmatici di offerta per ciascun orizzonte temporale.

4.2 L'evoluzione programmatica del sistema di domanda di trasporto

Per quanto attiene alla stima della domanda di mobilità merci e passeggeri negli scenari futuri – di progetto e programmatici – si è utilizzata una procedura più articolata rispetto alle analisi di traffico del progetto preliminare, in considerazione delle difficoltà previsionali derivanti dalla crisi economica che interessa l'Italia fin dai primi mesi del 2008. Gli effetti della crisi sono infatti particolarmente

evidenti se si guarda all'evoluzione del TGM annuo nel periodo 1998-2009 (Figura 21), che mostra come il trend di crescita più o meno costante osservato fino al 2007 abbia subito una significativa inversione di tendenza negli ultimi due anni.

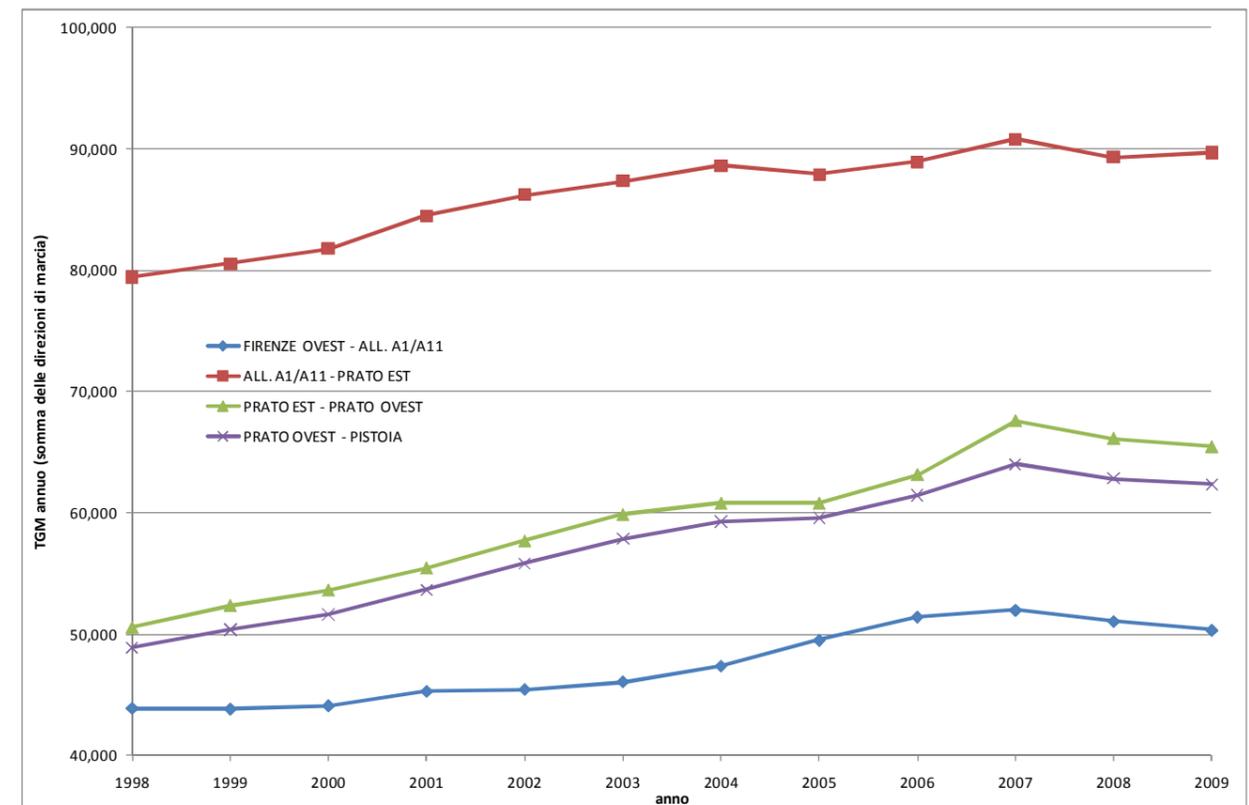


Figura 21 – Evoluzione del TGM annuo (somma delle direzioni) nelle tratte da Firenze Ovest a Pistoia nel periodo 1998-2009 (fonte: Autostrade per l'Italia)

In particolare, si è ipotizzato che la variazione di domanda sia prevalentemente ascrivibile ad una variazione di PIL e si sono stimate le matrici future di domanda passeggeri e merci negli scenari temporali precedentemente menzionati sulla base delle proiezioni del PIL e di un modello di domanda gravitazionale di tipo log-lineare. Formalmente, tale modello può essere genericamente espresso nel seguente modo:

$$d_{od} = k \cdot PIL_o^{\beta_1} \cdot PIL_d^{\beta_2} \cdot ct_{od}^{\beta_3} \cdot \dots \rightarrow \ln d_{od} = \ln k + \beta_1 \ln PIL_o + \beta_2 \ln PIL_d + \beta_3 \ln ct_{od} + \dots$$

dove d_{od} è la domanda di trasporto relativa alla coppia $o-d$, PIL_o e PIL_d rappresentano il prodotto interno lordo della zona di origine e di destinazione rispettivamente e ct_{od} è una misura di impedenza (ad es. il costo generalizzato di trasporto) per la relazione $o-d$, nella forma funzionale del modello compaiono inoltre di norma altre variabili esplicative (ad es. masse in origine/destinazione, altre misure di impedenza, variabili dummy). Dette d_{od}^t e d_{od}^{t+1} la domanda di trasporto negli scenari temporali t e $t+1$ rispettivamente, si ottiene la seguente relazione:

$$\frac{d_{od}^{t+1}}{d_{od}^t} = \left(\frac{PIL_o^{t+1}}{PIL_o^t} \right)^{\beta_1} \cdot \left(\frac{PIL_d^{t+1}}{PIL_d^t} \right)^{\beta_2} \cdot \left(\frac{ct_{od}^{t+1}}{ct_{od}^t} \right)^{\beta_3} \cdot \dots$$

che può essere utilizzata per effettuare proiezioni future della domanda di mobilità sia passeggeri che merci in funzione di variazioni di PIL. A tale scopo, infatti, basta ipotizzare invarianti tra lo scenario attuale e futuro tutte le altre variabili che compaiono nel modello per ottenere:

$$\left(\frac{d_{od}^{t+1}}{d_{od}^t}\right) = \left(\frac{PIL^{t+1}_o}{PIL^t_o}\right)^{\beta_1} \cdot \left(\frac{PIL^{t+1}_d}{PIL^t_d}\right)^{\beta_2} \rightarrow d_{od}^{t+1} = d_{od}^t \cdot \left(\frac{PIL^{t+1}_o}{PIL^t_o}\right)^{\beta_1} \cdot \left(\frac{PIL^{t+1}_d}{PIL^t_d}\right)^{\beta_2}$$

In altri termini, le proiezioni future della domanda di mobilità passeggeri e merci si possono ottenere a partire dalle variazioni di PIL in origine e in destinazione e dai valori dei coefficienti β_1 e β_2 , indipendentemente dalle altre variabili che figurano nella specificazione del modello.

Ai fini del presente studio si sono assunti come anni di riferimento il 2015, 2025 e 2035 rispettivamente, per ciascuno dei quali si è stimato un valore del PIL per ogni regione italiana. A tal fine, si sono presi in considerazione i tassi medi di crescita annui osservati nel triennio antecedente la crisi nonché le previsioni di crescita a livello italiano formulati per il quinquennio 2011-2015 dal Fondo Monetario Internazionale. Confrontando tali dati e riscontrandone l'eterogeneità, è emersa la necessità di stimare una forbice di crescita del PIL piuttosto che un valore singolo: in particolare, per ciascun anno si sono formulate un'ipotesi di crescita alta, definita assumendo gli stessi tassi di crescita del periodo antecedente la crisi, e una di crescita bassa, definita assumendo un tasso di crescita pari al 75% di quello antecedente la crisi. Complessivamente, le percentuali di incremento del PIL per ciascuna regione sono riportati nella seguente Tabella 13.

Tabella 13 – Ipotesi di incremento percentuale del PIL negli scenari di progetto e programmatici

regione	tasso medio di crescita annuo 2004 - 2007	variazione % osservata 2009 - 2007	2015		2025		2035	
			alto	basso	alto	basso	alto	basso
Piemonte	1.382%	-7.734%	7.1%	5.3%	21.3%	15.9%	33.3%	25.2%
Valle d'Aosta / Vallée d'Aoste	0.873%	-3.244%	4.4%	3.3%	13.3%	10.0%	21.3%	16.1%
Lombardia	1.347%	-8.033%	6.9%	5.2%	20.8%	15.5%	32.5%	24.6%
Liguria	1.217%	-4.024%	6.2%	4.6%	18.7%	14.0%	29.4%	22.3%
Trentino Alto Adige	1.659%	-2.159%	8.6%	6.4%	25.8%	19.2%	39.8%	30.1%
Veneto	1.945%	-6.786%	10.1%	7.5%	30.4%	22.6%	46.3%	35.1%
Friuli-Venezia Giulia	1.892%	-7.374%	9.8%	7.3%	29.6%	21.9%	45.1%	34.2%
Emilia-Romagna	1.926%	-7.580%	10.0%	7.4%	30.1%	22.3%	45.9%	34.8%
Toscana	1.242%	-5.031%	6.4%	4.7%	19.1%	14.2%	30.0%	22.7%
Umbria	1.583%	-7.272%	8.2%	6.1%	24.6%	18.3%	38.0%	28.8%
Marche	1.839%	-5.525%	9.5%	7.1%	28.7%	21.3%	43.9%	33.3%
Lazio	2.222%	-3.963%	11.6%	8.6%	35.0%	25.9%	52.7%	39.9%
Abruzzo	1.004%	-8.092%	5.1%	3.8%	15.4%	11.5%	24.4%	18.4%
Molise	1.765%	-3.505%	9.1%	6.8%	27.5%	20.4%	42.2%	31.9%
Campania	0.574%	-7.644%	2.9%	2.2%	8.7%	6.5%	14.1%	10.6%
Puglia	0.912%	-6.322%	4.6%	3.5%	13.9%	10.4%	22.2%	16.8%
Basilicata	1.180%	-5.373%	6.0%	4.5%	18.1%	13.5%	28.6%	21.6%
Calabria	0.553%	-5.053%	2.8%	2.1%	8.4%	6.3%	13.6%	10.2%
Sicilia	0.956%	-4.248%	4.9%	3.6%	14.6%	10.9%	23.3%	17.6%
Sardegna	0.700%	-3.885%	3.5%	2.7%	10.6%	8.0%	17.2%	12.9%

A partire da queste variazioni di PIL, si è applicato il predetto modello gravitazionale a livello regionale assumendo, sulla base di modelli già calibrati dal gruppo di lavoro, i seguenti coefficienti:

- domanda passeggeri: $\beta_1 = 0.670$ e $\beta_2 = 0.450$
- domanda merci: $\beta_1 = 0.876$ e $\beta_2 = 0.604$

Per ciascuno scenario temporale, quindi, si sono calcolati degli incrementi percentuali di domanda a livello regionale che sono stati applicati ciascuno a tutte le corrispondenti relazioni od previste nella

zonizzazione (metodo del *pivoting*). In termini complessivi, gli incrementi di domanda ottenuti sono sintetizzati nella seguente Tabella 14.

Tabella 14 – Variazioni del volume complessivo di domanda negli scenari futuri

scenario		passeggeri	merci
2015	alto	7.19%	11.04%
	medio	6.27%	9.61%
	basso	5.35%	8.18%
2025	alto	21.68%	34.15%
	medio	18.90%	29.63%
	basso	16.12%	25.12%
2035	alto	33.92%	53.99%
	medio	29.76%	47.12%
	basso	25.60%	40.25%

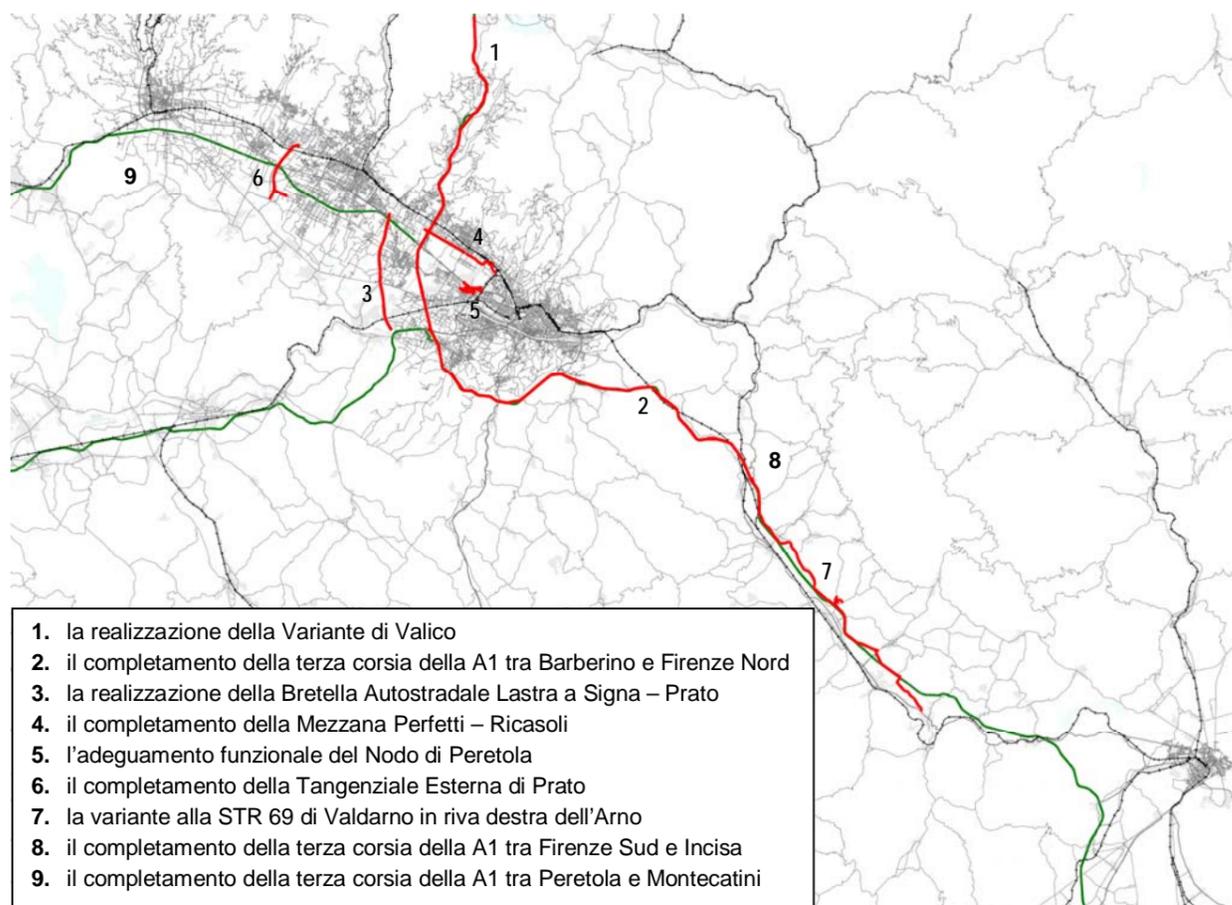
E' opportuno sottolineare che il metodo di stima adottato nel presente studio conduce a valori di domanda leggermente inferiori rispetto allo studio di traffico del progetto preliminare nello scenario di breve periodo, per effetto delle ipotesi cautelative introdotte sulla ripresa economica, mentre nel medio e nel lungo periodo i volumi di domanda predetti sono ampiamente confrontabili. Inoltre, nella logica della continuità e della confrontabilità dei risultati, si è riscontrato che un'ipotesi di crescita media tra le condizioni alta e bassa è quella che produce previsioni di domanda più in linea con il progetto preliminare. Di conseguenza, tutte le analisi di flussi e di LOS presentate nello studio di traffico sono riferite a tale **scenario evolutivo medio** di domanda.

4.3 L'evoluzione programmatica del sistema di offerta di trasporto

L'intervento di progetto si configura come uno degli elementi fondamentali del programma complessivo di sviluppo infrastrutturale stradale ed autostradale regionale. L'allargamento alla terza corsia della tratta Firenze-Pistoia della A11 e l'adeguamento del nodo di Firenze Peretola si collocano, infatti, in un Quadro di Riferimento Programmatico di carattere strategico che prevede, già sul breve termine, la realizzazione di numerosi interventi, volti all'adeguamento e potenziamento del sistema della grande viabilità stradale ed autostradale desumibili dall'analisi degli strumenti di programmazione e pianificazione vigenti alle varie scale territoriali.

Il punto di partenza di tale analisi è costituito dall'analoga ricognizione condotta nello studio di traffico a supporto della progettazione preliminare, che ha portato all'identificazione degli interventi schematicamente riportati in Figura 22 e di seguito elencati:

- realizzazione della Variante di Valico;
- completamento della terza corsia della A1 tra Barberino e Incisa;
- realizzazione della Bretella Autostradale Lastra a Signa – Prato;
- completamento della Mezzana Perfetti – Ricasoli;
- adeguamento funzionale del Nodo di Peretola;
- completamento della Tangenziale Esterna di Prato;
- variante alla STR 69 in riva destra dell'Arno nelle provincie di Firenze e Arezzo.



1. la realizzazione della Variante di Valico
2. il completamento della terza corsia della A1 tra Barberino e Firenze Nord
3. la realizzazione della Bretella Autostradale Lastra a Signa – Prato
4. il completamento della Mezzana Perfetti – Ricasoli
5. l'adeguamento funzionale del Nodo di Peretola
6. il completamento della Tangenziale Esterna di Prato
7. la variante alla STR 69 di Valdarno in riva destra dell'Arno
8. il completamento della terza corsia della A1 tra Firenze Sud e Incisa
9. il completamento della terza corsia della A1 tra Peretola e Montecatini

Figura 22 - Interventi Quadro Programmatico infrastrutturale dello studio di traffico a supporto della progettazione preliminare

Il progetto preliminare ha inoltre ipotizzato che tutti gli interventi di Figura 22 fossero già realizzati e presenti nello scenario temporale al 2015. In aggiunta a quanto previsto dal preliminare, nel presente studio si è condotto un aggiornamento basato sull'analisi di tutti i documenti programmatici e pianificatori utili all'identificazione del quadro programmatico, i cui contenuti sono sintetizzati di seguito da Tabella 15 a Tabella 24, separatamente per ciascuna provincia toscana.

Tale analisi non ha messo in luce interventi infrastrutturali di particolare rilievo in termini di impatti producibili sull'intervento di progetto, oltre a quelli già previsti dal progetto preliminare, per cui il quadro di riferimento programmatico è rimasto sostanzialmente identico a quello redatto nello studio preliminare in termini sia di infrastrutture sia di tempistiche di realizzazione.

Tabella 15 – Quadro programmatico della provincia di Arezzo

Tipologia di documento	Descrizione intervento	Stato arte
Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale del 1998	Costruzione della variante esterna alla SR 71 di Bibbiena	Lavori ultimati ottobre 2009
Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale del 1998	Costruzione del braccio di collegamento della SR 70 con la SR 71 definita come variante di Casamicciola	Termine lavori previsto entro i primi mesi del 2010
Conferenza dei Servizi luglio 2003(programma investimenti 2009-2014)	Costruzione della SR 71 detta variante Montecchio-Vallone all'innesto con il Raccordo Perugia_Bettolle	Progetto definitivo

Piano della Mobilità Provinciale 2010	Varianti alla SRT n. 69	
	1° Lotto	Previsione fine lavori entro il 13/01/2012
	2° Lotto: Ponte sull'Arno	Previsione fine lavori entro il 13/01/2012
	3° Lotto: Nuova sistemazione prevista per lo svincolo di S. Maria e raccordo con la SP 8	Previsione fine lavori entro giugno 2012
Conferenza dei servizi ottobre 2004	Comune di Terranuova Bracciolini. Nuova SRT 69- Variante di Ponte Mocarini	Progetto definitivo
Piano decennale ANAS	Comune di Subbiano. Variante alla SRT 71: tratta Subbiano nord-loc. Spedaletto	Progetto definitivo
Piano decennale ANAS	Comune di Cortona. Variante alla SRT 71: tratta Montecchio-Camucia Lotti 2 e 3	Progetto preliminare
Piano decennale ANAS	Comune di Castiglion Fiorentino. Variante alla SRT 71: tratta Montecchio-Camucia Lotto 0	Progetto preliminare
Piano decennale ANAS	Comune di Cortona. Variante alla SRT 71: tratta Km 117+340 loc. Vallone-Raccordo Perugia-Bettolle	Progetto preliminare

Tabella 16 – Aggiornamento del quadro programmatico della provincia di Firenze

Tipologia di documento	Descrizione intervento	Stato arte
Convenzione del 1997	A1 Variante di Valico: collegamento La Quercia Barberino	Lavori in corso, apertura al traffico prevista per il 2012-2013
Conferenza dei servizi Febbraio 2009	A1 3ª corsia Barberino-Incisa: tratta Barberino-Firenze Nord	Progetti in approvazione Anas, apertura al traffico 2017
Conferenza dei servizi Ottobre 1999	A1 3ª corsia Barberino-Incisa: tratta Firenze Nord-Firenze Scandicci	Lavori ultimati entro 2007-2010
	A1 3ª corsia Barberino-Incisa: tratta Scandicci-Firenze Certosa	Lavori in corso, apertura al traffico prevista per il 2011
	A1 3ª corsia Barberino-Incisa: tratta Firenze Certosa-Firenze Sud	Lavori in corso, apertura al traffico prevista per il 2011
Conferenza dei servizi in corso	A1 3ª corsia Barberino-Incisa: tratta Firenze Sud-Incisa	Non è possibile prevedere una data di apertura al traffico in quanto il progetto è in fase di condivisione con il territorio
	A1: 3ª corsia tratta Incisa-Valdarno	Progetto preliminare in approvazione ANAS
Convenzione del 2008	A11: ampliamento della 3ª corsia nel tratto Firenze-Pistoia-Montecatini	Progetto preliminare in approvazione ANAS
Convenzione del 1990	A1: realizzazione della bretella di collegamento tra lo svincolo di Poggolino e il comune di Firenzuola;	Progetto definitivo
Conferenza dei servizi da fissare	Bretella Prato-Signa	Progetto definitivo
Conferenza dei servizi 1999	Adeguamento svincolo di Peretola: collegamento A1/A11 con viadotto dell'Indiano	Opera incompiuta
	Varianti esterne alla SRT 69 di Valdarno	Approvazione progetto definitivo dicembre 2010
Piano pluriennale investimenti sulla viabilità di interesse regionale 2002/2007	SRT 429 Val d'Elsa tratto Empoli-S. Fiorentino	Lavori in corso
Piano Regionale della Mobilità e della Logistica 2003	Asse stradale Mezzana-Perfetti Ricasoli	
	Lotti: 1, 2, 3A, 3B, 7	Già realizzati
	Lotto 4	In fase di progettazione
	Lotto 5	Previsione fine lavori entro marzo 2011

	Lotto 5B	Gara d'appalto conclusa il 30/12/2010
	Lotto 6	Progettazione preliminare
	SRT 2 completamento Variante all'abitato di Tavarnelle	Progetto preliminare
	SRT 2 Stralcio 1 Variante di Barberino Val d'Elsa - Rotatoria Nord	Studio di fattibilità conforme urb.
	SRT 65 Variante in località Cafaggiolo	Studio di fattibilità conforme urb.
	SRT 65. Miglioramento dell'intersezione con la SP 37 "Galliano-S.Agata"	Studio di fattibilità conforme urb.
	SRT 429. Completamento variante nel tratto Certaldo-Castelfiorentino	Studio di fattibilità conforme urb.
	Comune di Fucecchio. SRT 436: adeguamento alla sezione C1 dalla località S.Pierino all'intersezione con via Marconi	Studio di fattibilità conforme urb.
Conferenza dei Servizi 2003	SRT FI-PI-LI. Adeguamento svincolo Montelupo F.no. Completamento lavori previsti nel Lotto 2.	Progetto preliminare

Tabella 17 – Aggiornamento del quadro programmatico della provincia di Grosseto

Tipologia di documento	Descrizione intervento	Stato arte
Intesa Generale Quadro aprile 2003	Completamento della S.G.C. E 78 Grosseto – Fano: tratta Grosseto-Siena	
	1° Lotto Grosseto - Montorsaio	Ultimato e in esercizio dal 2006
	2° Lotto dal km 11+050 al km 20+350 Montorsaio - Paganico	Lavori in corso
	Svincolo di Paganico - al km 20+350	Progettazione definitiva
	3° Lotto: da prog. 20+350 a prog. 27+200 (in provincia di Grosseto) Civitella Paganico	Lavori in corso
	4° Lotto dal km 27+200 al km 30+040 Civitella Paganico	Progettazione definitiva
	Dal 5° Lotto all' 8° Lotto dal km 30+040 al km 41+600 Civitella Paganico - Monticiano	Appalto integrato. Gara in corso.
	9° Lotto dal km 41+600 al km 53+400 Monticiano, Murlo e Sovicille	Progettazione definitiva
	10° Lotto: dal km 53+400 al km 60+525 Tratto Bagnaia-S.Salvatore a Pilli	Lavori in corso
	11° Lotto: dal km 60+525 al km 63+561 Tratto S. Salvatore a Pilli - Siena	Ultimato e in esercizio
Intesa Generale Quadro aprile 2003	Completamento della S.G.C. E 78 Grosseto – Fano: tratta Siena - Rigomagno proseguimento fino a Bettolle (Innesto A1)	
	Lotto 0 Siena – Ruffolo	Progettazione preliminare
	1° Lotto Casetta - Ruffolo	Ultimato e in esercizio
	2° Lotto Casetta – Armaiolo	Ultimato e in esercizio
	3° Lotto Armaiolo - Bettolle	Ultimato e in esercizio
Intesa Generale Quadro aprile 2003	Completamento della S.G.C. E 78 Grosseto – Fano: Selci Lama(E 45)-S.Stefano di Gaifa	
	7° Lotto (Tratto Precedente) Le Ville di Monterchi - Selci Lama	Progettazione preliminare
	1° Lotto Innesto E 45 - Parnacciano	
	SRT 74. 5° Lotto: realizzazione di un tratto di variante tra il 1° e 2° Lotto nei pressi di Marsiliana	Progetto preliminare
	SRT74. 6° Lotto: realizzazione di un tratto di variante nel tratto fine 2° Lotto e incrocio SP150 "Guinzoni"	Progetto preliminare
Piano pluriennale investimenti sulla viabilità di interesse regionale 2002/2007	SRT 439 Sarzanese Valdera. Intervento dal confine di Grosseto-Pisa al bivio Rondell, centro abitato di Follonica.	In esercizio da maggio 2010

Tabella 18 – Aggiornamento del quadro programmatico della provincia di Livorno

Tipologia di documento	Descrizione intervento	Stato arte
Convenzione Unica del 2009	Completamento dell'A12 Livorno – Civitavecchia: tratta Rosignano M.-S.P. in Palazzi	Lavori in corso, apertura al traffico prevista per il 2012
	completamento dell'A12 Livorno – Civitavecchia: tratta S.P. in Palazzi-Tarquina	In corso redazione progetto definitivo, apertura al traffico prevista per il 2017
	SRT 206. Comune di Collesalvetti. Intersezione a rotatoria in località Il Faldo + intersezione a rotatoria con via Falaschi.	Studio di fattibilità conforme urb.
	SRT 398. Comune di Campiglia Marittima: realizzazione di una rotatoria in loc. "la monaca" Venturina	Progetto definitivo
	SRT 398. Variante al centro abitato di Suvereto	
	SRT 206. Due rotatorie: una in corrispondenza dell'incrocio con la SP 5 bis e l'altra in corrispondenza con la SP11 bis	Progetto definitivo

Tabella 19 – Aggiornamento del quadro programmatico della provincia di Lucca

Tipologia di documento	Descrizione intervento	Stato arte
Piano Mobilità luglio 2007	Terza corsia autostradale A 12 La Spezia – Viareggio	Progettazione preliminare
Accordo quadro del maggio 2000	Nuovo svincolo e stazione alla piana lucchese in località Frizzone	Previsione fine lavori entro il 2007
	SRT 435. Realizzazione di una rotatoria loc. Casalino.	Progetto preliminare
	SRT 439 "Sarzanese Valdera"	
	SRT 439 "Sarzanese Valdera": Variante del Pian del Quercione tra la loc. Ficaia e la curva del Sasso	Progetto preliminare
	SRT 439 "Sarzanese Valdera": Tratto Versilia	Studio di fattibilità conforme urb.
	SRT 439 "Sarzanese Valdera": Tratto piana di Lucca: ampliamento sede loc. Pieve di Compito.	Studio di fattibilità conforme urb.
	SRT 439 "Sarzanese Valdera": Tratto piana di Lucca: ampliamento sede loc. Ai Pierotti	Studio di fattibilità conforme urb.
	SRT 439 "Sarzanese Valdera": Tratto piana di Lucca: ampliamento sede loc. Capocavallo	Studio di fattibilità conforme urb.
	SRT 439 "Sarzanese Valdera": Tratto Versilia: rotatoria con lo svincolo A11	Studio di fattibilità conforme urb.
Intesa generale quadro aprile 2003	Adeguamento della SRT 445 della "Garfagnana".	
	Adeguamento della SRT 445 della "Garfagnana": modifica innesto con la SP 57 del Ponte di Turrice Cava in loc. Pian di Coreglia	Studio di fattibilità conforme urb.
	Adeguamento della SRT 445 della "Garfagnana". Comune di Castelnuovo Garfagnana: ampliamento del tracciato stradale con miglioramento della livelletta in loc. "Filanda Vittoni" e "Colletto"	Studio di fattibilità conforme urb.
	Adeguamento della SRT 445 della "Garfagnana". Comune di Camporgiano: ampliamento del tracciato stradale con miglioramento della livelletta in loc. "Argilla"	Studio di fattibilità conforme urb.

Tabella 20 – Aggiornamento del quadro programmatico della provincia di Massa Carrara

Tipologia di documento	Descrizione intervento	Stato arte
Piano decennale ANAS Intesa generale quadro aprile 2003	Variante Aurelia nel Comune di Massa e Montignoso con sottoattraversamento in sede	Realizzazione entro il 2010

Piano 2003-2007	SRT445. Completamento della variante di S.Chiana+realizzazione svincolo della variante alla SRT445 in loc. Cerreto	Progetto esecutivo
Piano 2003-2007	SRT445. Completamento della variante di S.Chiana+adeguamento strada comunale di Gassano che collega la variante di S.Chiana e la SS 63 del Cerreto	Studio di fattibilità conforme urb.

Tabella 21 – Aggiornamento del quadro programmatico della provincia di Pisa

Tipologia di documento	Descrizione intervento	Stato arte
	SRT 439. Variante ai centri abitati di Cascine di Buti e Bientina. 2° Lotto	Progettazione in corso
Programma pluriennale investimenti della provincia	Realizzazione bretella di collegamento con la SGC FI-PI-LI con l'uscita a S.Croce sull'Arno	Lavori in corso
Piano 2003-2007	SRT 435. Comune di Chiesina Uzzanese: collegamento tra la SP13 Romana e la SP26 Camporcioni	Progetto definitivo

Tabella 22 – Aggiornamento del quadro programmatico della provincia di Pistoia

Tipologia di documento	Descrizione intervento	Stato arte
Accordo quadro del maggio 2000	Adeguamento dello svincolo di Montecatini, ristrutturazione della stazione	Previsione fine lavori entro il 2010
Piano 2003-2007	SRT 435. Comune di Serravalle Pistoiese: sistemazione dell'intersezione tra la SRT 435 e la SP 40 Della Nievole	Progetto preliminare
Programma triennale finanziamenti 2010-2012	SRT 436. Variante alla SRT 436 tra loc. Pazzera e la SP Camporcioni- 3° Lotto	Progetto preliminare
Protocollo di intesa	SRT 436. Comune di Larciano: riorganizzazione del sistema viario relativo alla SP 25 S. Rocco e alla SR 436.	Progetto preliminare
Programma triennale 2009-2011	SR 66 Adeguamento per la fluidificazione del traffico. Tratto Ponte Calciaiola-Le Piastre 2° Lotto	Fine lavori prevista entro il 2010
Programma triennale 2009-2011	Lavori di adeguamento via del Fossetto e Var. SP 22 Porzione del Terzo. 2° Lotto	
Programma triennale 2009-2011	Collegamento tangenziale-est Pistoia-Riola (Var. loc. Candeglia) 1° e 2° Lotto	

Tabella 23 – Aggiornamento del quadro programmatico della provincia di Prato

Tipologia di documento	Descrizione intervento	Stato arte
Convenzione del 2008	Realizzazione di due nuove stazioni autostradali: Prato Sud e Pistoia Est	Studio di fattibilità
PUM 2004/2006	Completamento seconda Tangenziale di Prato: collegamento Quarrata-Aglia-Montale-Montemurlo-Prato	Lavori in corso, apertura al traffico prevista per fine 2011
PUM 2004/2006	Prolungamento della prima tangenziale di Prato fino all'innesto con la SRT 66	Lavori ultimati
	Realizzazione del ponte sul fosso Dogaia - Seconda Tangenziale Ovest Lotto 5A2	Bando di gara in scadenza a febbraio 2011
Piano pluriennale della viabilità 2003-2007	Raddoppio Declassata all'intersezione con la Seconda Tangenziale Ovest di Prato: lotti 3-4-5-6	Lavori non appaltati
Piano pluriennale investimenti sulla viabilità di interesse regionale 2002/2009	Nuova strada di circonvallazione dell'abitato di Poggio a Caiano tra SR 66 e via Lombarda	Studio fattibilità conforme urb.

Tabella 24 – Aggiornamento del quadro programmatico della provincia di Siena

Tipologia di documento	Descrizione intervento	Stato arte
------------------------	------------------------	------------

Piano pluriennale investimenti sulla viabilità di interesse regionale 2002/2007	SRT 74 "Maremmana". Intervento dall'innesto con la SS 1 Aurelia ad Albinia al confine Toscana-Lazio	Approvazione Nuovo Quadro Economico
Piano pluriennale investimenti sulla viabilità di interesse regionale 2002/2007	SRT 398. Comune di Colle Val d'Elsa. Intervento sulla SRT Sarzanese al bivio con SP Montioni; rettifica ed innesti del Ponte dell'Armi.	
Piano 2003-2007	Comune di Monteroni d'Arbia. Rettifica curve pericolose in loc. Curiano	Progetto Preliminare
	Realizzazione variante al centro abitato di Staggia Senese	Progetto preliminare
Piano interventi 2002	SRT 2. Rettifica e sistemazione zona Bellavista	
	SRT 2 Cassia. Rifacimento 3 attraversamenti nel tratto S.Quirico-Bagni Vignoni	

Sotto il profilo modellistico, si è proceduto all'aggiornamento del grafo orientato che rappresenta il sistema di trasporto stradale ed autostradale attuale mediante l'inserimento di nuovi archi a modellazione del tracciato di ciascun intervento afferente il quadro programmatico. Coerentemente a quanto effettuato per la modellazione del sistema attuale, ciascun intervento programmatico è stato caratterizzato in termini di numero di corsie, capacità di deflusso oraria, velocità di percorrenza di progetto, etc., cioè rispetto a tutti i parametri funzionali richiesti per effettuare correttamente le simulazioni di traffico.

4.4 L'evoluzione programmatica del sistema territoriale

Un'ulteriore ricognizione documentale è stata effettuata con l'obiettivo di verificare la presenza di significativi interventi di carattere urbanistico e territoriale in prossimità dell'infrastruttura di progetto, tali cioè da determinare una variazione significativa dei flussi di traffico leggeri e/o pesanti rispetto alle stime aggregate proposte nel paragrafo 4.2. A tal fine, sono stati presi in considerazione i seguenti documenti urbanistici:

- Piani Regolatori Generali (PRG) e Piani degli Insediamenti Produttivi (PIP) dei comuni di Firenze, Prato e Pistoia;
- Patto di sviluppo locale (PaSL) provinciale e Piano generale per lo sviluppo provinciale (PSG) per la provincia di Prato;
- Piani Territoriali di Coordinamento Provinciale (PTCP) delle province di Firenze e Pistoia.

I predetti documenti indicano numerose prospettive di sviluppo del territorio, in termini sia di insediamenti produttivi e logistici sia di centri direzionali e commerciali; in ogni caso, si tratta di interventi di dimensioni tali da non alterare significativamente le ipotesi di domanda alla base del presente studio di traffico. Per completezza, si riportano di seguito dettagli relativi ai programmi di trasformazione del territorio più attinenti allo studio in oggetto.

Con riferimento al PTCP della provincia di Firenze, è opportuno segnalare due interventi, rispettivamente nei comuni di Sesto Fiorentino e Signa. Il primo, in particolare, riguarda l'area di Osmannoro (Figura 23), che comprende anche una piccola parte nel territorio comunale di Firenze, classificata dal regolamento urbanistico come non satura e dunque sede di due ampliamenti in zona Osmannoro Stazione, ancora da definire e nell'area urbana non consolidata Osmannoro Nord, che si

sviluppa tra il fosso Reale e la provinciale Lucchese. In questa superficie è stata prevista, dal piano strutturale, la rifunzionalizzazione dell'area Inghermarkt attraverso il completamento della maglia viaria e la collocazione di attività complementari a quella industriale (direzionali, servizi) nonché spazi ricreativi.

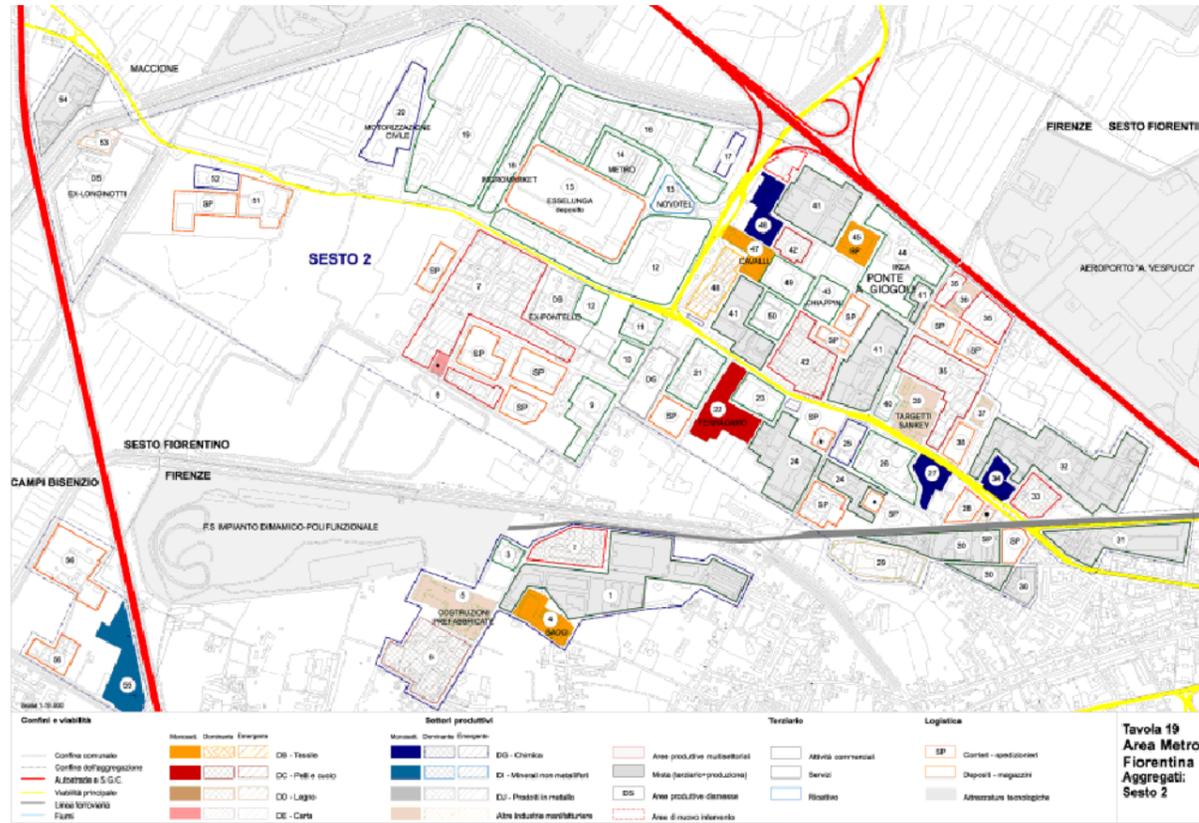


Figura 23 – Area produttiva commerciale Osmannoro (fonte: PTCP Firenze)

Il secondo intervento riguarda invece l'area cosiddetta Colli Alti nel comune di Signa (Figura 24), nella quale è previsto un affiancamento di una nuova area di espansione da 11.5 ettari accanto all'area di 31.5 ettari, ormai saturata, in cui sono insediate numerose attività produttive e artigiane.

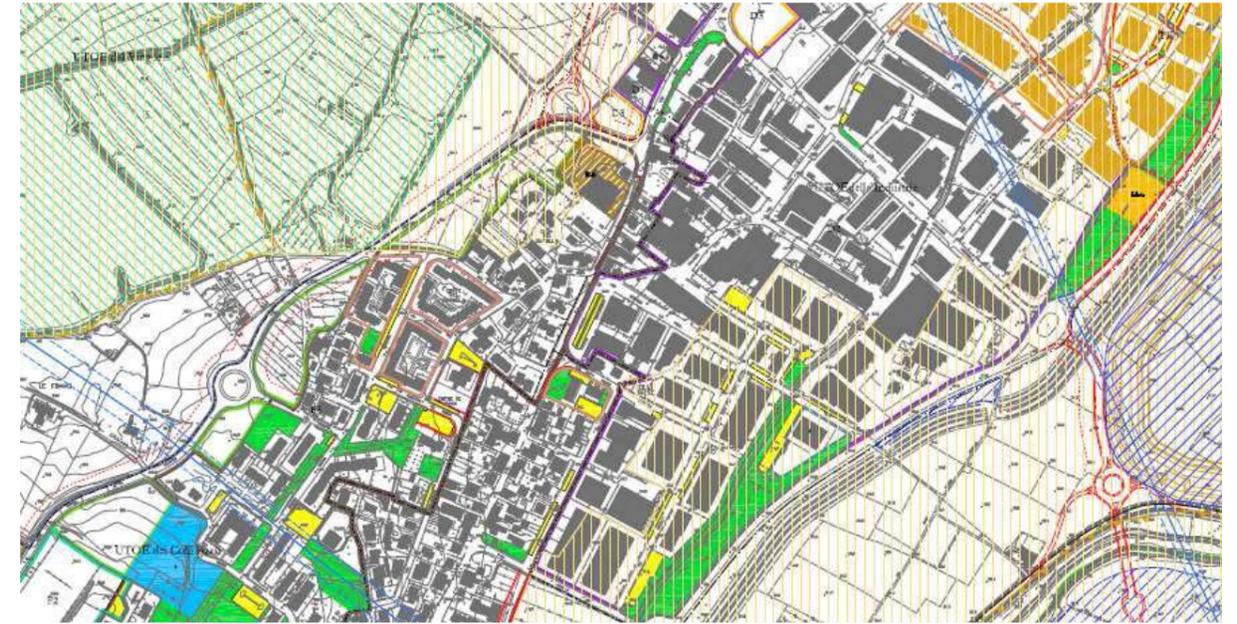


Figura 24 – Area produttiva commerciale Colli Alti (fonte: PTCP Firenze)

Il PTCP di Pistoia riporta una cartografia aggregata delle aree previste di sviluppo industriale (Figura 25), non riportando però dettagli quantitativi utili ai fini del presente studio.

Infine, il PRG di Prato individua due zone industriali di potenziale interesse:

- *Progetto norma 11.1* (Centro direzionale di via Roubaix, Figura 26): interessa l'area compresa fra la Declassata e via Galcianese, oggi in stato di evidente degrado causato dalla presenza di edifici parzialmente realizzati e abbandonati. Obiettivo del progetto è il recupero degli edifici e la riqualificazione dell'intera area compresi gli spazi aperti circostanti, anche in previsione del ruolo di luogo centrale che assumerà la Declassata. In particolare l'intervento dovrà prevedere la ristrutturazione, a fianco dei tre edifici a torre già realizzati, dell'edificio originariamente destinato ad Ipermercato, per destinarlo ad attività direzionali e servizi. Il nuovo assetto consentirà la definitiva sistemazione degli spazi aperti circostanti a giardini, aree pavimentate e parcheggi. L'area libera, soluzione di continuità fra l'intervento e la residenza esistente, dovrà essere sistemata a giardino;
- *Progetto norma 11.3* (Banci-Bigagli, Figura 27): interessa i complessi industriali Banci (attualmente dismessi) e Bigagli (in parte utilizzati), ubicati lungo la Declassata, per i quali è previsto il parziale recupero, anche con eventuale demolizione con ricostruzione, di quegli edifici che risultano incongrui con il progetto originario e che presentano un avanzato stato di degrado con cambiamento di destinazione d'uso in attività terziarie e direzionali. In particolare, il progetto prevede il recupero dei padiglioni della Banci, che affacciano sulla Declassata e la demolizione di quelli retrostanti per attività terziarie (centro congressi, attività espositive e uffici), mentre per la Bigagli è prevista la completa demolizione, ad eccezione della fonderia e la ricostruzione di un edificio per attività ricettive. L'area circostante sarà sistemata con parcheggi, prati, giardini e aree alberate collegati all'intorno e al nuovo parco della Declassata con una serie di percorsi pedonali.

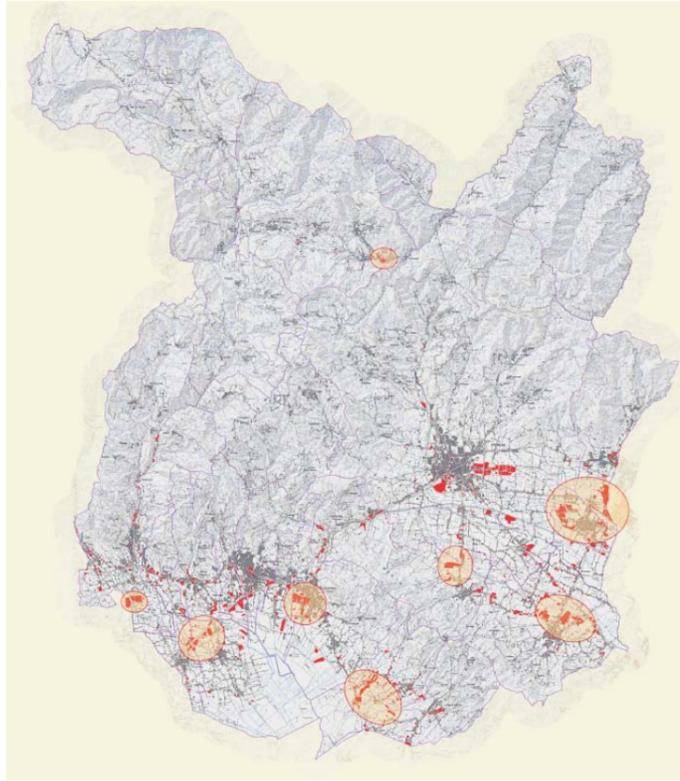


Figura 25 – Aree di sviluppo industriale nella provincia di Pistoia (fonte: PTCP Pistoia)

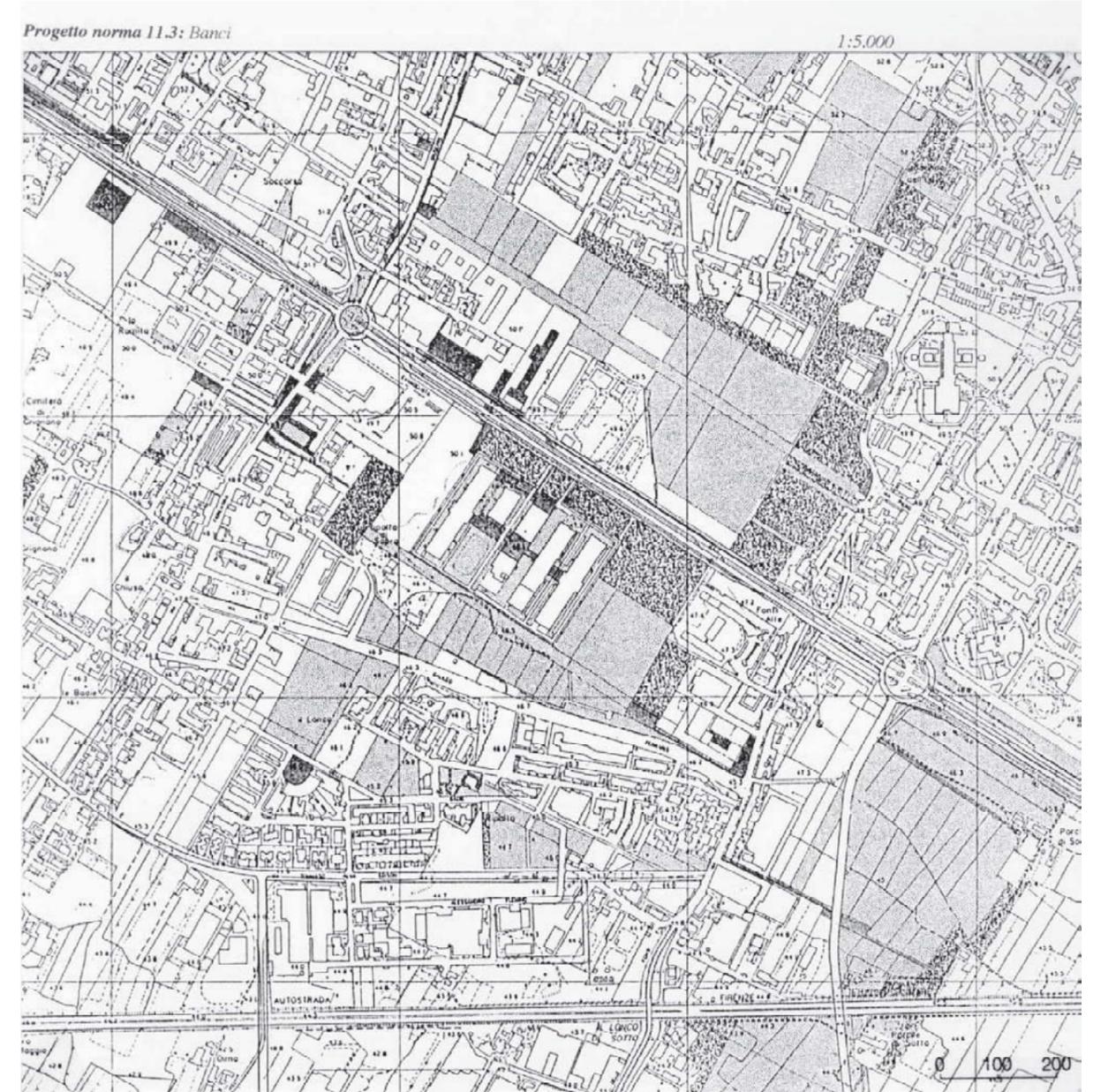


Figura 27 – Area Banci-Bigagli (fonte: PRG Prato)



Figura 26 – Centro direzionale di via Roubaix (fonte: PRG Prato)

5 Scenari di evoluzione programmatica

Tabella 25 - Traffico dell'ora di punta del mattino (08:00-09:00) nello scenario programmatico 2015 (veicoli/ora)

	Tratta	PROGRAMMATICO 2015				VARIAZIONE % SU ATTUALE			
		Leggeri	Pesanti	Totali	Equiv	Leggeri	Pesanti	Totali	Equiv
Dir Mare	Peretola-Sesto Fiorentino	2.436	223	2.659	2.994	10%	2%	9%	8%
	Sesto Fiorentino-All. A1	1.940	371	2.311	2.866	10%	4%	9%	8%
	All. A1-Prato Est	2.208	541	2.749	3.560	-9%	-6%	-8%	-8%
	Prato Est-Prato Ovest	1.811	529	2.340	3.133	10%	1%	8%	6%
	Prato Ovest-Pistoia	1.868	511	2.380	3.146	7%	5%	7%	6%
Dir Firenze	Pistoia-Prato Ovest	2.645	389	3.034	3.619	9%	4%	9%	8%
	Prato Ovest-Prato Est	2.880	423	3.303	3.937	7%	5%	7%	7%
	Prato Est-All. A1	3.262	460	3.722	4.412	-3%	-9%	-4%	-5%
	All. A1-Sesto Fiorentino	3.652	331	3.983	4.479	13%	0%	12%	10%
	Sesto Fiorentino Peretola	3.231	271	3.501	3.908	26%	1%	23%	21%
Svincolo Pistoia	rampa ingresso dir mare	886	116	1.002	1.176	6%	7%	6%	6%
	rampa uscita dir mare	808	88	896	1.027	6%	4%	6%	6%
	rampa ingresso dir Firenze	657	96	753	896	5%	5%	5%	5%
	rampa uscita dir Firenze	499	118	617	795	-8%	7%	-6%	-3%
Svincolo Prato Ovest	rampa ingresso dir mare	607	72	678	786	5%	0%	4%	4%
	rampa uscita dir mare	549	89	639	773	13%	-16%	8%	3%
	rampa ingresso dir Firenze	792	121	913	1.094	8%	5%	8%	7%
	rampa uscita dir Firenze	557	88	644	776	22%	1%	19%	15%
Svincolo Prato Est	rampa ingresso dir mare	908	94	1.002	1.143	11%	6%	11%	10%
	rampa uscita dir mare	1.305	106	1.411	1.570	-18%	-24%	-19%	-19%
	rampa ingresso dir Firenze	771	152	923	1.150	-26%	-30%	-27%	-27%
	rampa uscita dir Firenze	390	114	504	675	7%	6%	7%	6%
All A1	A11 dir mare-A1 dir sud	4	-	4	4	-	-	-	-
	A11 dir mare-A1 dir nord	746	226	971	1.310	43%	8%	33%	26%
	A11 dir Firenze-A1 dir sud	809	223	1.033	1.368	-24%	-19%	-23%	-22%
	A11 dir Firenze-A1 dir nord	533	105	638	795	7%	9%	8%	8%
	A1 dir sud- A11 dir mare	471	87	557	687	-3%	8%	-2%	0%
	A1 dir nord- A11 dir mare	548	309	857	1.320	-22%	-10%	-18%	-16%
	A1 dir sud- A11 dir Firenze	415	140	555	766	-2%	8%	1%	3%
	A1 dir nord-A11 dir Firenze	1.316	59	1.376	1.465	32%	-10%	29%	26%
Svincolo Sesto Fiorentino	rampa ingresso dir mare	336	186	522	801	-19%	-1%	-13%	-9%
	rampa uscita dir mare	824	51	875	951	-6%	-	-6%	-6%
	rampa ingresso dir Firenze	785	94	879	1.019	60%	3%	51%	42%
	rampa uscita dir Firenze	1.206	154	1.360	1.591	4%	0%	4%	3%

Il presente capitolo riporta i risultati di simulazione degli scenari evolutivi programmatici definiti, per quanto concerne il sistema di domanda ed offerta di trasporto, dalla domanda di spostamento attesa nel breve, medio e lungo termine e dalla rete attuale potenziata mediante la realizzazione degli interventi individuati nel quadro di riferimento programmatico.

Come descritto nel capitolo precedente, lato offerta si è proceduto ad un aggiornamento del grafo inserendovi gli interventi programmatici, mentre lato domanda si è implementato il modello di previsione della domanda futura ai tre orizzonti temporali di interesse (2015, 2025 e 2035), prevedendo per ciascuno uno scenario di evoluzione del PIL caratterizzato da ipotesi medie di ripresa economica. Le variazioni percentuali di domanda ottenute a livello di disaggregazione interregionale sono state quindi applicate alle matrici od attuali in modo da ottenere le proiezioni ai tre orizzonti suddetti.

Per maggior chiarezza di lettura, i risultati sono presentati separatamente con riferimento alla tratta Firenze-Pistoia (paragrafo 5.1) e al nodo di Peretola (paragrafo 5.2).

5.1 Tratta Firenze-Pistoia

In analogia con le tabelle relative ai risultati della simulazione dello scenario attuale, si riportano innanzitutto da Tabella 25 a Tabella 27 i dati relativi ai flussi nell'ora di punta del mattino (8:00-9:00) del giorno feriale invernale medio in termini di veicoli leggeri, pesanti, totali ed equivalenti, per gli orizzonti temporali 2015, 2025 e 2035 rispettivamente.

In tabella 28 sono invece riportati, per tutti gli scenari programmatici, la velocità ad arco scarico - rappresentata dal limite di velocità in campo autostradale - la velocità ad arco carico nell'ora di punta del mattino (08:00-09:00) e i livelli di saturazione delle tratte autostradali nelle due direzioni che, come prevedibile, tendono a salire al crescere dell'orizzonte temporale di riferimento. In particolare, in entrambe le direzioni si giunge a valori del grado di saturazione non accettabili, con livelli di congestione superiori all'unità in direzione Firenze, determinando quindi un decadimento delle prestazioni dell'infrastruttura oggetto di studio.

Tabella 26 - Traffico dell'ora di punta del mattino (08:00-09:00) nello scenario programmatico 2025 (veicoli/ora)

	Tratta	PROGRAMMATICO 2025				VARIAZIONE % SU ATTUALE			
		Leggeri	Pesanti	Totali	Equiv	Leggeri	Pesanti	Totali	Equiv
Dir Mare	Peretola-Sesto Fiorentino	2.681	260	2.941	3.330	21%	18%	20%	20%
	Sesto Fiorentino-All. A1	2.061	444	2.505	3.171	17%	25%	18%	20%
	All. A1-Prato Est	2.411	641	3.052	4.013	-1%	12%	2%	4%
	Prato Est-Prato Ovest	2.002	633	2.635	3.584	21%	21%	21%	21%
	Prato Ovest-Pistoia	2.061	604	2.666	3.572	19%	24%	20%	21%
Dir Firenze	Pistoia-Prato Ovest	2.983	458	3.441	4.127	23%	23%	23%	23%
	Prato Ovest-Prato Est	3.224	497	3.721	4.467	20%	24%	20%	21%
	Prato Est-All. A1	3.642	542	4.184	4.997	8%	7%	8%	8%
	All. A1-Sesto Fiorentino	4.198	379	4.577	5.146	30%	15%	28%	27%
	Sesto Fiorentino Peretola	3.727	319	4.045	4.523	45%	19%	42%	39%
Svincolo Pistoia	rampa ingresso dir mare	987	119	1.106	1.285	18%	10%	17%	16%
	rampa uscita dir mare	879	104	984	1.140	15%	24%	16%	17%
	rampa ingresso dir Firenze	733	110	843	1.007	17%	21%	17%	18%
	rampa uscita dir Firenze	556	138	695	902	2%	25%	6%	10%
Svincolo Prato Ovest	rampa ingresso dir mare	652	84	736	861	13%	17%	13%	14%
	rampa uscita dir mare	592	112	705	873	22%	6%	19%	16%
	rampa ingresso dir Firenze	859	143	1.002	1.216	18%	24%	18%	19%
	rampa uscita dir Firenze	619	103	722	877	36%	19%	33%	30%
Svincolo Prato Est	rampa ingresso dir mare	991	114	1.105	1.276	22%	28%	22%	23%
	rampa uscita dir mare	1.401	122	1.522	1.705	-12%	-12%	-12%	-12%
	rampa ingresso dir Firenze	835	178	1.013	1.279	-20%	-17%	-20%	-19%
	rampa uscita dir Firenze	417	133	550	750	15%	23%	17%	18%
All A1	A11 dir mare-A1 dir sud	5	-	5	5	-	-	-	-
	A11 dir mare-A1 dir nord	756	270	1.026	1.431	45%	29%	41%	37%
	A11 dir Firenze-A1 dir sud	913	261	1.174	1.566	-14%	-6%	-12%	-11%
	A11 dir Firenze-A1 dir nord	579	125	705	893	17%	31%	19%	21%
	A1 dir sud- A11 dir mare	496	105	600	758	2%	30%	6%	10%
	A1 dir nord- A11 dir mare	615	362	977	1.521	-13%	5%	-7%	-3%
	A1 dir sud- A11 dir Firenze	469	155	624	857	11%	20%	13%	15%
	A1 dir nord-A11 dir Firenze	1.579	69	1.648	1.752	58%	4%	55%	50%
Svincolo Sesto Fiorentino	rampa ingresso dir mare	366	242	608	972	-11%	29%	1%	10%
	rampa uscita dir mare	986	58	1.044	1.131	12%	-	12%	12%
	rampa ingresso dir Firenze	903	114	1.016	1.187	84%	25%	74%	65%
	rampa uscita dir Firenze	1.374	174	1.548	1.809	19%	13%	18%	17%

Tabella 27 - Traffico dell'ora di punta del mattino (08:00-09:00) nello scenario programmatico 2035 (veicoli/ora)

	Tratta	PROGRAMMATICO 2035				VARIAZIONE % SU ATTUALE			
		Leggeri	Pesanti	Totali	Equiv	Leggeri	Pesanti	Totali	Equiv
Dir Mare	Peretola-Sesto Fiorentino	2.946	269	3.216	3.619	33%	23%	32%	31%
	Sesto Fiorentino-All. A1	2.275	485	2.760	3.488	29%	36%	31%	32%
	All. A1-Prato Est	2.626	727	3.353	4.443	8%	27%	12%	15%
	Prato Est-Prato Ovest	2.203	712	2.915	3.984	34%	36%	34%	35%
	Prato Ovest-Pistoia	2.241	662	2.903	3.896	29%	35%	30%	32%
	Dir Firenze	Pistoia-Prato Ovest	3.254	507	3.760	4.521	35%	36%	35%
Prato Ovest-Prato Est		3.423	555	3.978	4.810	27%	38%	29%	30%
Prato Est-All. A1		3.985	603	4.588	5.493	18%	19%	18%	18%
All. A1-Sesto Fiorentino		4.533	399	4.932	5.531	40%	21%	38%	36%
Sesto Fiorentino Peretola		4.029	340	4.370	4.881	57%	27%	54%	51%
Svincolo Pistoia		rampa ingresso dir mare	1.066	133	1.199	1.398	27%	23%	27%
	rampa uscita dir mare	951	108	1.059	1.221	25%	28%	25%	25%
	rampa ingresso dir Firenze	796	121	917	1.099	27%	33%	28%	28%
	rampa uscita dir Firenze	599	154	753	985	10%	39%	15%	20%
	Svincolo Prato Ovest	rampa ingresso dir mare	703	92	795	933	22%	28%	22%
rampa uscita dir mare		665	142	807	1.021	36%	34%	36%	36%
rampa ingresso dir Firenze		841	161	1.003	1.245	15%	40%	19%	22%
rampa uscita dir Firenze		672	114	785	956	47%	31%	44%	42%
Svincolo Prato Est		rampa ingresso dir mare	1.101	121	1.222	1.403	35%	36%	35%
	rampa uscita dir mare	1.524	136	1.659	1.863	-5%	-2%	-4%	-4%
	rampa ingresso dir Firenze	1.011	197	1.208	1.504	-3%	-8%	-4%	-5%
	rampa uscita dir Firenze	450	148	598	820	24%	37%	27%	29%
All A1	A11 dir mare-A1 dir sud	44	-	44	44	-	-	-	-
	A11 dir mare-A1 dir nord	819	302	1.121	1.573	57%	45%	54%	51%
	A11 dir Firenze-A1 dir sud	1.008	293	1.301	1.740	-5%	6%	-3%	-1%
	A11 dir Firenze-A1 dir nord	629	143	772	987	27%	49%	30%	34%
	A1 dir sud- A11 dir mare	543	120	662	842	11%	48%	17%	22%
	A1 dir nord- A11 dir mare	671	424	1.095	1.731	-5%	23%	4%	11%
	A1 dir sud- A11 dir Firenze	491	159	650	889	16%	23%	18%	19%
	A1 dir nord-A11 dir Firenze	1.694	73	1.766	1.876	69%	10%	66%	61%
Svincolo Sesto Fiorentino	rampa ingresso dir mare	329	274	603	1.013	-21%	46%	0%	15%
	rampa uscita dir mare	1.072	58	1.130	1.217	22%	-	21%	21%
	rampa ingresso dir Firenze	995	121	1.116	1.297	102%	32%	92%	80%
	rampa uscita dir Firenze	1.499	180	1.678	1.947	29%	17%	28%	26%

Tabella 28 – Livello di saturazione, velocità a flusso nullo e velocità dell'ora di punta negli scenari programmatici

	Tratta	PROGRAMMATICO 2015		VARIAZIONE % SU ATTUALE	
		f/cap	V	f/cap	V
Dir Mare	Peretola-Sesto Fiorentino	0.756	112	9%	-4%
	Sesto Fiorentino-All. A1	0.724	114	9%	-4%
	All. A1-Prato Est	0.899	98	-7%	8%
	Prato Est-Prato Ovest	0.791	109	7%	-4%
	Prato Ovest-Pistoia	0.795	108	7%	-4%
Dir Firenze	Pistoia-Prato Ovest	0.914	96	9%	-8%
	Prato Ovest-Prato Est	0.994	87	8%	-8%
	Prato Est-All. A1	1.114	73	-4%	8%
	All. A1-Sesto Fiorentino	1.131	71	11%	-16%
	Sesto Fiorentino Peretola	0.987	88	22%	-18%

	Tratta	PROGRAMMATICO 2025		VARIAZIONE % SU ATTUALE	
		f/cap	V	f/cap	V
Dir Mare	Peretola-Sesto Fiorentino	0.850	103	23%	-12%
	Sesto Fiorentino-All. A1	0.809	107	22%	-10%
	All. A1-Prato Est	1.024	84	6%	-7%
	Prato Est-Prato Ovest	0.914	96	24%	-15%
	Prato Ovest-Pistoia	0.911	97	23%	-14%
Dir Firenze	Pistoia-Prato Ovest	1.053	81	26%	-23%
	Prato Ovest-Prato Est	1.140	71	23%	-26%
	Prato Est-All. A1	1.275	56	10%	-18%
	All. A1-Sesto Fiorentino	1.313	52	29%	-38%
	Sesto Fiorentino Peretola	1.154	69	42%	-36%

	Tratta	PROGRAMMATICO 2035		VARIAZIONE % SU ATTUALE	
		f/cap	V	f/cap	V
Dir Mare	Peretola-Sesto Fiorentino	0.933	94	35%	-19%
	Sesto Fiorentino-All. A1	0.899	98	36%	-17%
	All. A1-Prato Est	1.145	70	19%	-23%
	Prato Est-Prato Ovest	1.027	84	39%	-26%
	Prato Ovest-Pistoia	1.004	86	36%	-24%
Dir Firenze	Pistoia-Prato Ovest	1.165	68	39%	-35%
	Prato Ovest-Prato Est	1.240	60	34%	-37%
	Prato Est-All. A1	1.416	43	22%	-37%
	All. A1-Sesto Fiorentino	1.426	42	40%	-50%
	Sesto Fiorentino Peretola	1.258	58	55%	-46%

Confrontando lo scenario attuale con lo scenario programmatico del 2015 è interessante osservare in primo luogo che, in entrambe le direzioni, la tratta Allacciamento A1-Prato Est è quella che risente maggiormente degli interventi programmatici nell'area, passando nella punta del mattino da 3376 a 3262 veicoli equivalenti in direzione Firenze (-3%) e da 2428 a 2208 in direzione Mare (-5%) a fronte di un aumento medio sulla tratta del 8%.

Inoltre, guardando ai flussi sulle rampe, si osserva che si scaricano prevalentemente lo svincolo di Sesto Fiorentino, in direzione Mare sia in uscita sia in ingresso, lo svincolo di Prato Est in ingresso in direzione Firenze e in uscita in direzione Mare e le rampe che immettono rispettivamente dalla A11 direzione Firenze nella A1 in direzione sud e dalla A1 direzione Nord alla A11 direzione Mare. Ciò è

principalmente conseguenza dell'apertura della **bretella Lastra a Signa - Prato**, che determina un'alternativa di percorso in più per bypassare l'allacciamento tra A11 e A1, mentre più ridotto è l'effetto derivante dalla mezzana Perfetti-Ricasoli e dalla tangenziale di Prato.

Inoltre, a partire dai risultati di simulazione dell'ora di punta del mattino del giorno feriale medio invernale si sono calcolati i valori del TGMFI e del TGM su base annuale. Di seguito, in Tabella 29 per lo scenario programmatico del 2015, in Tabella 30 per quello del 2025 e in Tabella 31 per quello del 2035 si sono riportati, per entrambe le tratte autostradali, il TGMFI e il TGM sia nelle due direzioni sia bidirezionale, sempre specificando il dato per veicoli leggeri, pesanti, totali ed equivalenti. I valori del TGMFI diurno nell'orario (06:00-22:00) e notturno (22:00-06:00) del giorno feriale invernale medio per i diversi scenari programmatici sono invece riportati da Tabella 32 a Tabella 34, nell'ordine per gli scenari dal 2015 al 2035.

Tabella 29 – TGMFI e TGM nello scenario programmatico del 2015

Tratta		SCENARIO PROGRAMMATICO 2015							
		TGMFI				TGM			
		Leggeri	Pesanti	Totali	Equiv	Leggeri	Pesanti	Totali	Equiv
dir Mare	Peretola-Sesto Fiorentino	29,643	2,257	31,900	35,287	28,938	1,812	30,750	33,468
	Sesto Fiorentino-All. A1	23,610	3,743	27,353	32,967	23,048	3,005	26,053	30,560
	All. A1-Prato Est	35,980	7,801	43,781	55,482	35,124	6,263	41,387	50,781
	Prato Est-Prato Ovest	29,507	7,633	37,139	48,588	28,805	6,128	34,932	44,124
	Prato Ovest-Pistoia	29,034	7,377	36,411	47,476	28,343	5,922	34,265	43,149
dir Firenze	Pistoia-Prato Ovest	29,040	6,557	35,596	45,431	28,349	5,264	33,613	41,508
	Prato Ovest-Prato Est	31,624	7,114	38,738	49,410	30,871	5,712	36,583	45,150
	Prato Est-All. A1	35,430	7,744	43,174	54,790	34,587	6,217	40,804	50,130
	All. A1-Sesto Fiorentino	30,737	4,181	34,918	41,190	30,005	3,357	33,362	38,397
	Sesto Fiorentino Peretola	35,470	3,419	38,889	44,017	34,626	2,745	37,371	41,488
bidirezionale	Peretola-Sesto Fiorentino	65,113	5,676	70,789	79,304	63,564	4,557	68,121	74,957
	Sesto Fiorentino-All. A1	54,346	7,924	62,271	74,157	53,053	6,362	59,415	68,958
	All. A1-Prato Est	71,410	15,545	86,955	110,272	69,711	12,480	82,191	100,910
	Prato Est-Prato Ovest	61,130	14,747	75,877	97,998	59,676	11,839	71,515	89,274
	Prato Ovest-Pistoia	58,073	13,934	72,007	92,907	56,692	11,186	67,878	84,657

Tabella 30 – TGMFI e TGM nello scenario programmatico del 2025

Tratta		SCENARIO PROGRAMMATICO 2025							
		TGMFI				TGM			
		Leggeri	Pesanti	Totali	Equiv	Leggeri	Pesanti	Totali	Equiv
dir Mare	Peretola-Sesto Fiorentino	32,960	2,651	35,611	39,587	32,176	2,128	34,304	37,496
	Sesto Fiorentino-All. A1	25,341	4,528	29,869	36,660	24,738	3,635	28,373	33,825
	All. A1-Prato Est	39,684	9,338	49,022	63,029	38,740	7,497	46,237	57,482
	Prato Est-Prato Ovest	32,949	9,226	42,176	56,015	32,165	7,407	39,572	50,683
	Prato Ovest-Pistoia	32,361	8,810	41,171	54,386	31,591	7,073	38,664	49,274
dir Firenze	Pistoia-Prato Ovest	33,087	7,783	40,871	52,546	32,300	6,249	38,549	47,922
	Prato Ovest-Prato Est	35,755	8,457	44,213	56,899	34,905	6,790	41,694	51,879
	Prato Est-All. A1	39,959	9,216	49,175	62,999	39,009	7,399	46,407	57,505
	All. A1-Sesto Fiorentino	35,693	4,839	40,533	47,791	34,844	3,885	38,729	44,557
	Sesto Fiorentino Peretola	41,334	4,065	45,399	51,496	40,351	3,263	43,614	48,509
bidirezionale	Peretola-Sesto Fiorentino	74,294	6,716	81,010	91,083	72,527	5,391	77,918	86,005
	Sesto Fiorentino-All. A1	61,034	9,367	70,401	84,452	59,582	7,520	67,102	78,382
	All. A1-Prato Est	79,644	18,553	98,197	126,027	77,749	14,895	92,644	114,987
	Prato Est-Prato Ovest	68,705	17,684	86,388	112,914	67,070	14,197	81,267	102,562
	Prato Ovest-Pistoia	65,448	16,593	82,042	106,932	63,891	13,322	77,213	97,195

Tabella 31 – TGMFI e TGM nello scenario programmatico del 2035

		SCENARIO PROGRAMMATICO 2035							
		TGMFI				TGM			
Tratta		Leggeri	Pesanti	Totali	Equiv	Leggeri	Pesanti	Totali	Equiv
dir Mare	Peretola-Sesto Fiorentino	36,596	2,776	39,371	43,535	35,725	2,228	37,953	41,296
	Sesto Fiorentino-All. A1	28,261	5,001	33,261	40,762	27,588	4,015	31,603	37,625
	All. A1-Prato Est	43,657	10,708	54,365	70,426	42,619	8,596	51,215	64,109
	Prato Est-Prato Ovest	36,633	10,489	47,122	62,855	35,761	8,421	44,182	56,813
	Prato Ovest-Pistoia	35,549	9,747	45,296	59,917	34,704	7,825	42,529	54,266
dir Firenze	Pistoia-Prato Ovest	36,459	8,708	45,167	58,230	35,592	6,991	42,583	53,070
	Prato Ovest-Prato Est	38,362	9,529	47,891	62,185	37,449	7,650	45,099	56,575
	Prato Est-All. A1	44,173	10,367	54,540	70,091	43,122	8,323	51,445	63,930
	All. A1-Sesto Fiorentino	38,941	5,146	44,088	51,807	38,015	4,132	42,146	48,344
	Sesto Fiorentino Peretola	45,153	4,387	49,540	56,121	44,079	3,522	47,601	52,884
bidirezionale	Peretola-Sesto Fiorentino	81,749	7,163	88,912	99,656	79,804	5,750	85,554	94,180
	Sesto Fiorentino-All. A1	67,202	10,147	77,349	92,569	65,603	8,146	73,749	85,968
	All. A1-Prato Est	87,830	21,075	108,905	140,518	85,741	16,920	102,660	128,039
	Prato Est-Prato Ovest	74,995	20,018	95,013	125,040	73,210	16,071	89,281	113,388
	Prato Ovest-Pistoia	72,009	18,455	90,464	118,146	70,295	14,816	85,111	107,336

Tabella 32 – TGMFI diurno e notturno nello scenario programmatico del 2015

		SCENARIO PROGRAMMATICO 2015							
		TGMFI diurno				TGMFI notturno			
Tratta		Leggeri	Pesanti	Totali	Equiv	Leggeri	Pesanti	Totali	Equiv
dir Mare	Peretola-Sesto Fiorentino	27,272	2,032	29,303	32,351	2,371	226	2,597	2,936
	Sesto Fiorentino-All. A1	21,508	3,414	24,922	30,043	2,101	329	2,431	2,925
	All. A1-Prato Est	32,778	7,114	39,892	50,564	3,202	686	3,889	4,918
	Prato Est-Prato Ovest	27,146	6,717	33,863	43,938	2,361	916	3,276	4,650
	Prato Ovest-Pistoia	26,711	6,492	33,203	42,940	2,323	885	3,208	4,536
dir Firenze	Pistoia-Prato Ovest	26,716	5,770	32,486	41,141	2,323	787	3,110	4,290
	Prato Ovest-Prato Est	29,094	6,261	35,354	44,745	2,530	854	3,384	4,664
	Prato Est-All. A1	32,596	6,582	39,178	49,052	2,834	1,162	3,996	5,738
	All. A1-Sesto Fiorentino	28,278	3,554	31,832	37,163	2,459	627	3,086	4,027
	Sesto Fiorentino Peretola	32,633	3,077	35,710	40,325	2,838	342	3,180	3,692

Tabella 33 - TGMFI diurno e notturno nello scenario programmatico del 2025

		SCENARIO PROGRAMMATICO 2025							
		TGMFI diurno				TGMFI notturno			
Tratta		Leggeri	Pesanti	Totali	Equiv	Leggeri	Pesanti	Totali	Equiv
dir Mare	Peretola-Sesto Fiorentino	30,324	2,386	32,709	36,288	2,637	265	2,902	3,300
	Sesto Fiorentino-All. A1	23,085	4,129	27,215	33,409	2,255	398	2,654	3,251
	All. A1-Prato Est	36,152	8,516	44,668	57,442	3,532	822	4,354	5,586
	Prato Est-Prato Ovest	30,313	8,119	38,433	50,611	2,636	1,107	3,743	5,404
	Prato Ovest-Pistoia	29,772	7,753	37,525	49,155	2,589	1,057	3,646	5,232
dir Firenze	Pistoia-Prato Ovest	30,440	6,849	37,290	47,564	2,647	934	3,581	4,982
	Prato Ovest-Prato Est	32,895	7,442	40,337	51,501	2,860	1,015	3,875	5,398
	Prato Est-All. A1	36,763	7,833	44,596	56,346	3,197	1,382	4,579	6,653
	All. A1-Sesto Fiorentino	32,838	4,113	36,951	43,121	2,855	726	3,581	4,670
	Sesto Fiorentino Peretola	38,027	3,658	41,686	47,173	3,307	406	3,713	4,323

Tabella 34 - TGMFI diurno e notturno nello scenario programmatico del 2035

		SCENARIO PROGRAMMATICO 2035							
		TGMFI diurno				TGMFI notturno			
Tratta		Leggeri	Pesanti	Totali	Equiv	Leggeri	Pesanti	Totali	Equiv
dir Mare	Peretola-Sesto Fiorentino	33,668	2,498	36,166	39,913	2,928	278	3,205	3,622
	Sesto Fiorentino-All. A1	25,745	4,560	30,306	37,147	2,515	440	2,955	3,615
	All. A1-Prato Est	39,772	9,765	49,537	64,185	3,885	942	4,828	6,241
	Prato Est-Prato Ovest	33,702	9,230	42,932	56,778	2,931	1,259	4,189	6,077
	Prato Ovest-Pistoia	32,705	8,577	41,283	54,149	2,844	1,170	4,014	5,768
dir Firenze	Pistoia-Prato Ovest	33,542	7,663	41,206	52,700	2,917	1,045	3,962	5,529
	Prato Ovest-Prato Est	35,293	8,386	43,679	56,257	3,069	1,144	4,212	5,928
	Prato Est-All. A1	40,639	8,812	49,451	62,670	3,534	1,555	5,089	7,422
	All. A1-Sesto Fiorentino	35,826	4,374	40,200	46,762	3,115	772	3,887	5,045
	Sesto Fiorentino Peretola	41,541	3,948	45,490	51,412	3,612	439	4,051	4,709

Infine, i valori dei veicoli teorici giornalieri medi bidirezionali sono riportati in Tabella 35; confrontandoli con il corrispondente valore dello scenario attuale si osserva un incremento del 6% al 2015, del 21% al 2025 e del 33% al 2035 rispettivamente.

Tabella 35 – Veicoli teorici giornalieri medi negli scenari programmatici

VTGMFI (dati bidirezionali)			
Programmatico	Leggeri	Pesanti	Totali
2015	61,337	13,436	74,774
2025	68,966	16,036	85,002
2035	75,738	17,973	93,711

Nelle figure seguenti sono invece riportati sinteticamente i flussi veicolari equivalenti relativi all'intero sistema di trasporto (rete ordinaria e autostradale) afferente l'area di studio nell'ora di punta per ciascuno scenario programmatico, sempre con riferimento al giorno feriale invernale medio. Come in precedenza, la scala cromatica insieme allo spessore identifica la classe di volume di traffico.

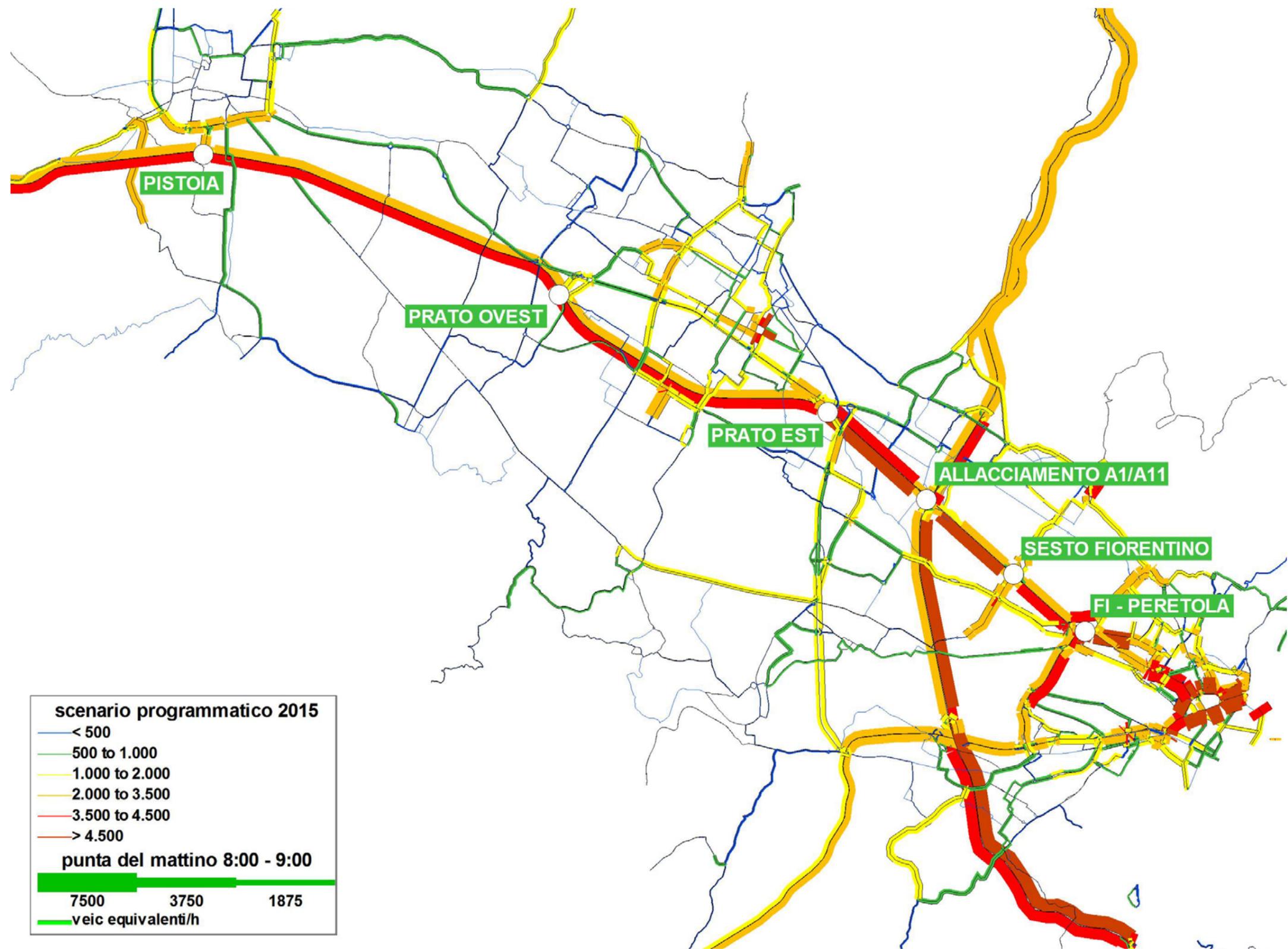


Figura 28 – Assegnazione veicoli/equivalenti (scenario programmatico al 2015) – ora di punta della mattina 8:00-9:00

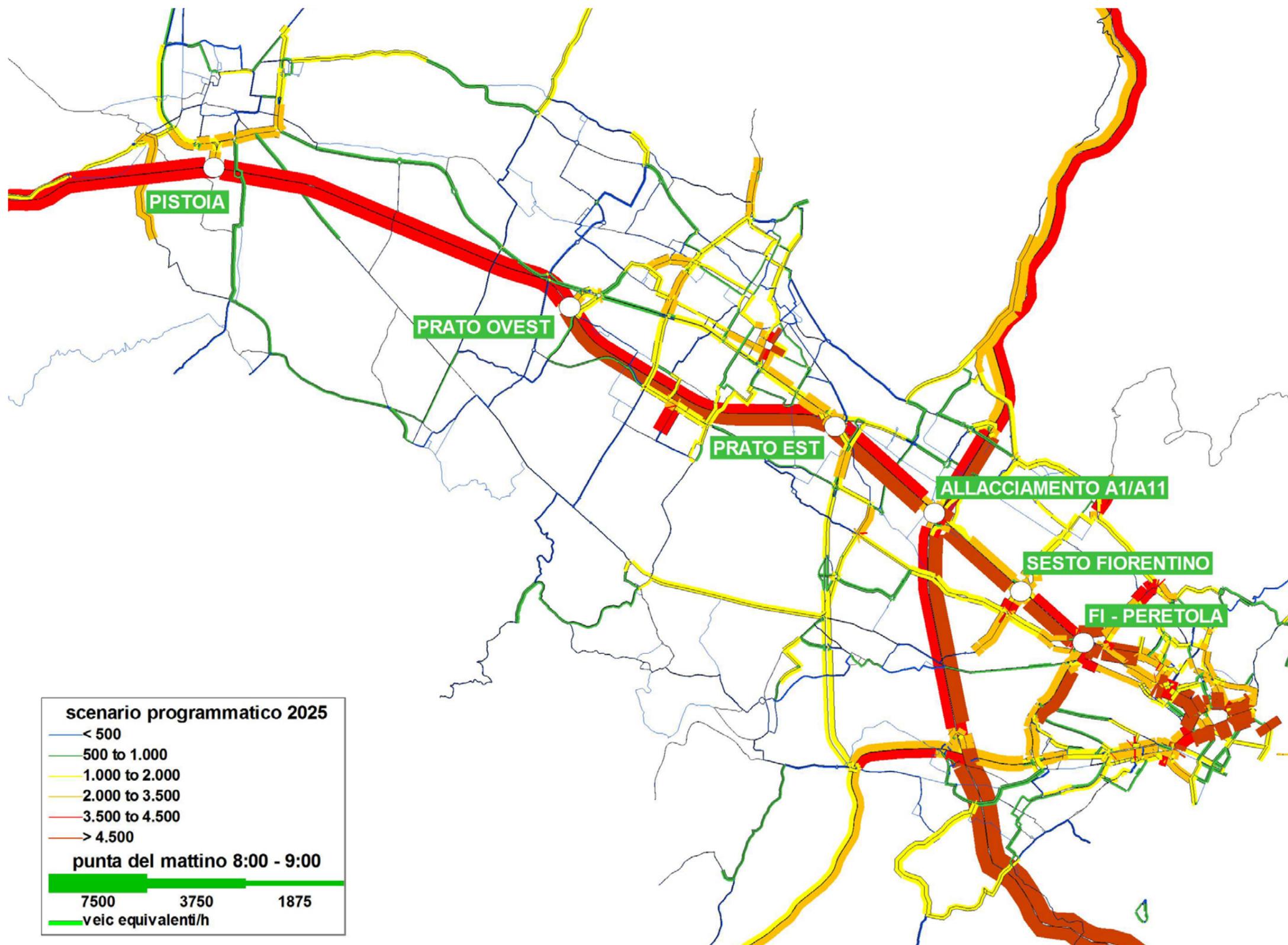


Figura 29 – Assegnazione veicoli/equivalenti (scenario programmatico al 2025) – ora di punta della mattina 8:00-9:00

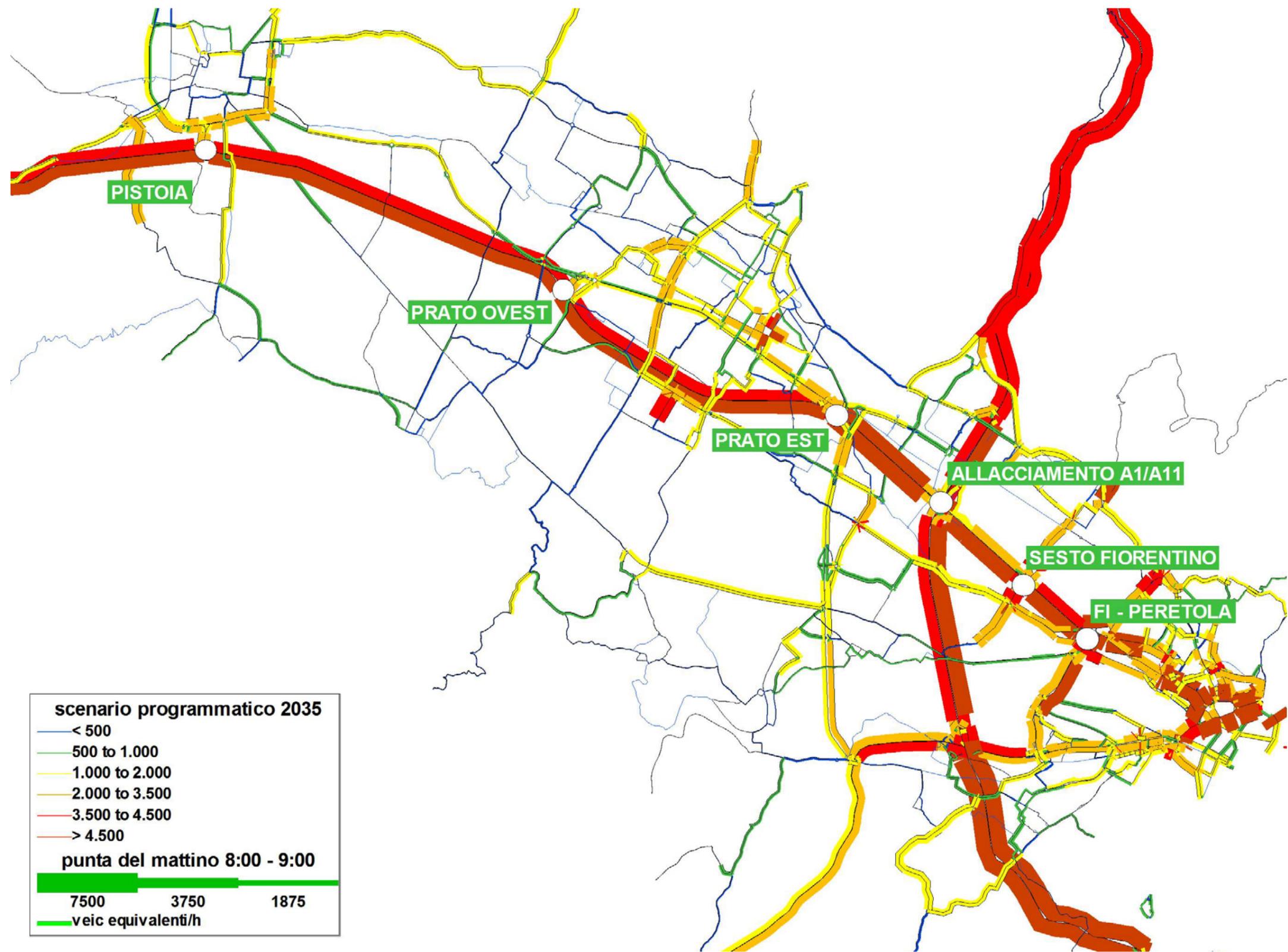


Figura 30 – Assegnazione veicoli/equivalenti (scenario programmatico al 2035) – ora di punta della mattina 8:00-9:00

5.2 Nodo di Peretola

Con riferimento al nodo di Peretola, si riportano di seguito i risultati di assegnazione per gli scenari 2015, 2025 e 2035 rispettivamente da Figura 31 a Figura 33. Come per lo scenario attuale, lo spessore di ciascuna tratta è proporzionale al flusso (espresso in veicoli equivalenti/ora) e il colore ne rappresenta il grado di saturazione. Ne consegue che il grado di saturazione del nodo, già alto nello scenario attuale specialmente su via Guidoni, via Baracca e sulla direttrice di Ponte all'Indiano, tende progressivamente a peggiorare fino a livelli inaccettabili nel 2035 per effetto dell'aumento del numero totale di veicoli circolanti nell'area.

Le figure seguenti si riferiscono all'ora di punta mattutina e pertanto vedono il carico maggiore lungo le direttrici di penetrazione a Firenze.

Come già sottolineato per lo scenario attuale, nel caso dell'analisi del nodo di Peretola, il grado di saturazione non consente di evidenziare a pieno le criticità dello scenario attuale poiché non risulta rappresentativo della qualità del regime di circolazione dovuto alle manovre di immissione, diversione e intreccio. Tali evidenze risulteranno evidenti nello **studio micromodellistico** del nodo di Peretola cui si rimanda.



Figura 32 – Assegnazione veicoli equivalenti (scenario programmatico 2025) al nodo di Peretola ora di punta del mattino 8:00-9:00



Figura 31 – Assegnazione veicoli equivalenti (scenario programmatico 2015) al nodo di Peretola ora di punta del mattino 8:00-9:00



Figura 33 – Assegnazione veicoli equivalenti (scenario programmatico 2035) al nodo di Peretola ora di punta del mattino 8:00-9:00

6 Scenari progettuali

Tabella 36 - Traffico dell'ora di punta del mattino (08:00-09:00) nello scenario progettuale 2015 (veicoli/ora)

	Tratta	PROGETTO 2015				VARIAZIONE % SU PROGRAMMATICO			
		Leggeri	Pesanti	Totali	Equiv	Leggeri	Pesanti	Totali	Equiv
Dir Mare	Peretola-Sesto Fiorentino	2,747	231	2,978	3,324	13%	3%	12%	11%
	Sesto Fiorentino-All. A1	2,436	376	2,812	3,377	26%	2%	22%	18%
	All. A1-Prato Est	2,372	549	2,921	3,745	7%	2%	6%	5%
	Prato Est-Prato Ovest	1,815	541	2,356	3,168	0%	2%	1%	1%
	Prato Ovest-Pistoia Est	1,875	571	2,446	3,302	-	-	-	-
	Pistoia Est-Pistoia	1,939	555	2,495	3,328	-	-	-	-
Dir Firenze	Pistoia-Pistoia Est	2,739	391	3,130	3,716	-	-	-	-
	Pistoia Est-Prato Ovest	2,593	439	3,032	3,690	-	-	-	-
	Prato Ovest-Prato Est	2,870	431	3,301	3,947	0%	2%	0%	0%
	Prato Est-All. A1	3,250	461	3,711	4,402	0%	0%	0%	0%
	All. A1-Sesto Fiorentino	3,821	330	4,151	4,647	5%	0%	4%	4%
	Sesto Fiorentino Peretola	3,273	322	3,595	4,077	1%	19%	3%	4%
Svincolo Pistoia	rampa ingresso dir mare	615	93	709	849	-31%	-20%	-29%	-28%
	rampa uscita dir mare	604	88	692	823	-25%	0%	-23%	-20%
	rampa ingresso dir Firenze	493	96	589	732	-25%	0%	-22%	-18%
	rampa uscita dir Firenze	229	118	347	524	-54%	0%	-44%	-34%
Svincolo Pistoia Est	rampa ingresso dir mare	295	46	340	409	3%	20%	5%	7%
	rampa uscita dir mare	231	61	292	383	3%	69%	10%	17%
	rampa ingresso dir Firenze	232	49	281	356	10%	52%	16%	21%
	rampa uscita dir Firenze	378	1	379	382	22%	1%	18%	14%
Svincolo Prato Ovest	rampa ingresso dir mare	606	70	676	781	0%	-2%	0%	-1%
	rampa uscita dir mare	545	41	586	648	-1%	-54%	-8%	-16%
	rampa ingresso dir Firenze	750	80	830	950	-5%	-34%	-9%	-13%
	rampa uscita dir Firenze	473	88	561	693	-15%	0%	-13%	-11%
Svincolo Prato Est	rampa ingresso dir mare	912	99	1,011	1,160	0%	5%	1%	1%
	rampa uscita dir mare	1,469	107	1,576	1,736	13%	1%	12%	11%
	rampa ingresso dir Firenze	772	152	923	1,151	0%	0%	0%	0%
	rampa uscita dir Firenze	392	122	513	695	1%	7%	2%	3%
All A1	A11 dir mare-A1 dir sud	6	-	6	6	-	-	-	-
	A11 dir mare-A1 dir nord	1,057	224	1,281	1,617	42%	-1%	32%	23%
	A11 dir Firenze-A1 dir sud	869	224	1,093	1,430	7%	0%	6%	5%
	A11 dir Firenze-A1 dir nord	533	105	638	795	0%	0%	0%	0%
	A1 dir sud- A11 dir mare	475	87	562	693	1%	0%	1%	1%
	A1 dir nord- A11 dir mare	524	310	833	1,298	-4%	0%	-3%	-2%
	A1 dir sud- A11 dir Firenze	382	136	518	722	-8%	-3%	-7%	-6%
	A1 dir nord-A11 dir Firenze	1,591	63	1,654	1,748	21%	6%	20%	19%
Svincolo Sesto Fiorentino	rampa ingresso dir mare	325	165	489	737	-3%	-11%	-6%	-8%
	rampa uscita dir mare	636	19	655	684	-23%	-62%	-25%	-28%
	rampa ingresso dir Firenze	844	138	982	1,189	7%	48%	12%	17%
	rampa uscita dir Firenze	1,391	147	1,538	1,758	15%	-5%	13%	11%

Il presente capitolo riporta, con la medesima struttura del precedente, i risultati delle simulazioni degli scenari progettuali, definiti sulla base dei scenari programmatici con in più l'infrastruttura di progetto implementata nel modello di offerta. Anche in questo caso, quindi, le elaborazioni sono state condotte per i tre orizzonti temporali previsti (2015, 2025 e 2035), e i risultati sono presentati separatamente per la tratta Firenze-Pistoia (paragrafo 6.1) e per il nodo di Peretola (paragrafo 6.2).

6.1 Tratta Firenze-Pistoia

In primo luogo, in analogia con le tabelle relative ai risultati della simulazione dello scenario attuale e degli scenari programmatici, si riportano da Tabella 36 a Tabella 38 i dati relativi ai flussi nell'ora di punta del mattino (8:00-9:00) del giorno feriale invernale medio in termini di veicoli leggeri, pesanti, totali ed equivalenti, per tutti gli scenari progettuali. Per comodità di lettura sono anche riportate, per ciascuno scenario temporale, le variazioni percentuali rispetto al corrispondente scenario programmatico. Tali variazioni sono calcolate, con riferimento allo svincolo di Pistoia, confrontando i flussi sia per il solo svincolo di Pistoia presente anche nel programmatico sia relativamente alla somma dei flussi attratti dai due svincoli (Pistoia + Pistoia Est) rispetto al solo svincolo di Pistoia nel programmatico (percentuali in grigio in tabella).

Si ritiene opportuno richiamare l'attenzione sul fatto che le previsioni di aumento dei flussi negli scenari progettuali rispetto ai corrispondenti programmatici proposte nel presente studio sono inferiori rispetto a quelle del progetto preliminare, e ciò si ritiene corretto in relazione sia alla portata dell'intervento (semplice creazione di una terza corsia) sia all'attuale livello di congestione della A11.

Tabella 37 - Traffico dell'ora di punta del mattino (08:00-09:00) nello scenario progettuale 2025 (veicoli/ora)

	Tratta	PROGETTO 2025				VARIAZIONE % SU PROGRAMMATICO			
		Leggeri	Pesanti	Totali	Equiv	Leggeri	Pesanti	Totali	Equiv
Dir Mare	Peretola-Sesto Fiorentino	3,312	270	3,582	3,986	24%	4%	22%	20%
	Sesto Fiorentino-All. A1	2,706	442	3,148	3,811	31%	0%	26%	20%
	All. A1-Prato Est	2,612	668	3,280	4,281	8%	4%	7%	7%
	Prato Est-Prato Ovest	2,014	659	2,674	3,662	1%	4%	1%	2%
	Prato Ovest-Pistoia Est	2,101	675	2,776	3,788	-	-	-	-
	Pistoia Est-Pistoia	2,157	656	2,813	3,797	-	-	-	-
Dir Firenze	Pistoia-Pistoia Est	3,106	458	3,564	4,251	-	-	-	-
	Pistoia Est-Prato Ovest	2,921	515	3,435	4,207	-	-	-	-
	Prato Ovest-Prato Est	3,234	508	3,742	4,504	0%	2%	1%	1%
	Prato Est-All. A1	3,636	543	4,179	4,993	0%	0%	0%	0%
	All. A1-Sesto Fiorentino	4,410	380	4,790	5,360	5%	0%	5%	4%
	Sesto Fiorentino Peretola	3,773	374	4,147	4,709	1%	17%	3%	4%
Svincolo Pistoia	rampa ingresso dir mare	686	109	795	958	-31%	-9%	-28%	-25%
	rampa uscita dir mare	661	104	766	922	-25%	0%	-22%	-19%
	rampa ingresso dir Firenze	569	110	679	843	-22%	0%	-19%	-16%
	rampa uscita dir Firenze	252	138	390	598	-55%	0%	-44%	-34%
Svincolo Pistoia Est	rampa ingresso dir mare	314	53	367	446	1%	36%	5%	9%
	rampa uscita dir mare	258	72	330	438	5%	69%	11%	19%
	rampa ingresso dir Firenze	259	59	318	405	13%	53%	18%	24%
	rampa uscita dir Firenze	444	2	446	449	25%	1%	20%	16%
Svincolo Prato Ovest	rampa ingresso dir mare	678	82	760	883	4%	-2%	3%	3%
	rampa uscita dir mare	591	67	657	757	0%	-41%	-7%	-13%
	rampa ingresso dir Firenze	839	95	934	1,076	-2%	-34%	-7%	-12%
	rampa uscita dir Firenze	525	102	627	780	-15%	-1%	-13%	-11%
Svincolo Prato Est	rampa ingresso dir mare	1,002	122	1,123	1,306	1%	7%	2%	2%
	rampa uscita dir mare	1,599	130	1,729	1,925	14%	7%	14%	13%
	rampa ingresso dir Firenze	838	178	1,015	1,282	0%	0%	0%	0%
	rampa uscita dir Firenze	437	143	579	793	5%	7%	5%	6%
All A1	A11 dir mare-A1 dir sud	84	-	84	84	-	-	-	-
	A11 dir mare-A1 dir nord	1,075	264	1,339	1,736	42%	-2%	31%	21%
	A11 dir Firenze-A1 dir sud	1,002	262	1,264	1,658	10%	0%	8%	6%
	A11 dir Firenze-A1 dir nord	581	126	706	894	0%	0%	0%	0%
	A1 dir sud- A11 dir mare	499	105	604	762	1%	1%	1%	1%
	A1 dir nord- A11 dir mare	566	384	950	1,527	-8%	6%	-3%	0%
	A1 dir sud- A11 dir Firenze	406	156	562	796	-13%	1%	-10%	-7%
	A1 dir nord-A11 dir Firenze	1,951	69	2,020	2,123	24%	0%	23%	21%
Svincolo Sesto Fiorentino	rampa ingresso dir mare	362	196	558	852	-1%	-19%	-8%	-12%
	rampa uscita dir mare	969	23	992	1,027	-2%	-60%	-5%	-9%
	rampa ingresso dir Firenze	958	164	1,123	1,369	6%	45%	10%	15%
	rampa uscita dir Firenze	1,595	170	1,765	2,021	16%	-2%	14%	12%

Tabella 38 - Traffico dell'ora di punta del mattino (08:00-09:00) nello scenario progettuale 2035 (veicoli/ora)

	Tratta	PROGETTO 2035				VARIAZIONE % SU PROGRAMMATICO			
		Leggeri	Pesanti	Totali	Equiv	Leggeri	Pesanti	Totali	Equiv
Dir Mare	Peretola-Sesto Fiorentino	3,510	295	3,805	4,248	19%	10%	18%	17%
	Sesto Fiorentino-All. A1	2,992	491	3,482	4,218	31%	1%	26%	21%
	All. A1-Prato Est	2,840	734	3,574	4,675	8%	1%	7%	5%
	Prato Est-Prato Ovest	2,212	728	2,940	4,032	0%	2%	1%	1%
	Prato Ovest-Pistoia Est	2,418	739	3,157	4,265	-	-	-	-
	Pistoia Est-Pistoia	2,494	719	3,213	4,292	-	-	-	-
Dir Firenze	Pistoia-Pistoia Est	3,384	507	3,891	4,652	-	-	-	-
	Pistoia Est-Prato Ovest	3,188	571	3,759	4,615	-	-	-	-
	Prato Ovest-Prato Est	3,440	565	4,005	4,852	0%	2%	1%	1%
	Prato Est-All. A1	4,048	604	4,652	5,558	2%	0%	1%	1%
	All. A1-Sesto Fiorentino	4,611	415	5,026	5,649	2%	4%	2%	2%
	Sesto Fiorentino Peretola	4,216	407	4,623	5,234	5%	20%	6%	7%
Svincolo Pistoia	rampa ingresso dir mare	739	121	860	1,042	-31%	-9%	-28%	-25%
	rampa uscita dir mare	869	108	977	1,139	-9%	0%	-8%	-7%
	rampa ingresso dir Firenze	613	121	735	917	-23%	0%	-20%	-17%
	rampa uscita dir Firenze	270	154	424	655	-55%	0%	-44%	-33%
Svincolo Pistoia Est	rampa ingresso dir mare	357	59	416	504	3%	36%	6%	11%
	rampa uscita dir mare	280	79	359	477	21%	73%	26%	32%
	rampa ingresso dir Firenze	281	66	347	445	12%	54%	18%	24%
	rampa uscita dir Firenze	477	2	479	482	25%	1%	20%	15%
Svincolo Prato Ovest	rampa ingresso dir mare	866	90	956	1,091	23%	-2%	20%	17%
	rampa uscita dir mare	660	79	739	858	-1%	-44%	-8%	-16%
	rampa ingresso dir Firenze	823	106	929	1,087	-2%	-34%	-7%	-13%
	rampa uscita dir Firenze	570	112	682	851	-15%	-1%	-13%	-11%
Svincolo Prato Est	rampa ingresso dir mare	1,108	129	1,237	1,431	1%	7%	1%	2%
	rampa uscita dir mare	1,736	135	1,871	2,074	14%	0%	13%	11%
	rampa ingresso dir Firenze	1,114	196	1,311	1,605	10%	0%	8%	7%
	rampa uscita dir Firenze	506	157	664	899	13%	6%	11%	10%
All A1	A11 dir mare-A1 dir sud	199	-	199	199	-	-	-	-
	A11 dir mare-A1 dir nord	1,119	302	1,420	1,873	37%	0%	27%	19%
	A11 dir Firenze-A1 dir sud	1,273	293	1,565	2,005	26%	0%	20%	15%
	A11 dir Firenze-A1 dir nord	629	143	772	987	0%	0%	0%	0%
	A1 dir sud- A11 dir mare	549	120	669	849	1%	0%	1%	1%
	A1 dir nord- A11 dir mare	617	425	1,042	1,679	-8%	0%	-5%	-3%
	A1 dir sud- A11 dir Firenze	342	173	515	774	-30%	8%	-21%	-13%
	A1 dir nord-A11 dir Firenze	2,022	75	2,098	2,211	19%	4%	19%	18%
Svincolo Sesto Fiorentino	rampa ingresso dir mare	394	220	614	944	20%	-20%	2%	-7%
	rampa uscita dir mare	913	25	938	975	-15%	-57%	-17%	-20%
	rampa ingresso dir Firenze	1,158	179	1,337	1,606	16%	48%	20%	24%
	rampa uscita dir Firenze	1,553	187	1,740	2,020	4%	4%	4%	4%

In Tabella 39 sono invece riportati la velocità ad arco scarico - rappresentata dal limite di velocità in campo autostradale - la velocità ad arco carico nell'ora di punta del mattino (08:00-09:00) e i livelli di saturazione delle tratte autostradali nelle due direzioni, per tutti gli scenari progettuali.

Tabella 39 – Livello di saturazione, velocità a flusso nullo e velocità dell'ora di punta negli scenari progettuali

	Tratta	PROGETTO 2015		VARIAZIONE % SU PROGRAMMATICO	
		f/cap	V	f/cap	V
Dir Mare	Peretola-Sesto Fiorentino	0.560	124	-26%	11%
	Sesto Fiorentino-All. A1	0.568	124	-21%	8%
	All. A1-Prato Est	0.630	120	-30%	23%
	Prato Est-Prato Ovest	0.533	125	-33%	15%
	Prato Ovest-Pistoia Est	0.556	124	-29%	14%
	Pistoia Est-Pistoia	0.560	124		
Dir Firenze	Pistoia-Pistoia Est	0.626	121	-29%	28%
	Pistoia Est-Prato Ovest	0.621	121		
	Prato Ovest-Prato Est	0.665	118	-33%	36%
	Prato Est-All. A1	0.741	113	-33%	54%
	All. A1-Sesto Fiorentino	0.782	110	-31%	53%
	Sesto Fiorentino Peretola	0.686	117	-30%	33%

	Tratta	PROGETTO 2025		VARIAZIONE % SU PROGRAMMATICO	
		f/cap	V	f/cap	V
Dir Mare	Peretola-Sesto Fiorentino	0.678	118	-20%	14%
	Sesto Fiorentino-All. A1	0.648	119	-20%	12%
	All. A1-Prato Est	0.728	114	-29%	36%
	Prato Est-Prato Ovest	0.623	121	-32%	26%
	Prato Ovest-Pistoia Est	0.644	120	-29%	24%
	Pistoia Est-Pistoia	0.646	120		
Dir Firenze	Pistoia-Pistoia Est	0.723	114	-31%	42%
	Pistoia Est-Prato Ovest	0.716	115		
	Prato Ovest-Prato Est	0.766	111	-33%	57%
	Prato Est-All. A1	0.849	103	-33%	84%
	All. A1-Sesto Fiorentino	0.912	97	-31%	85%
	Sesto Fiorentino Peretola	0.801	108	-31%	56%

	Tratta	PROGETTO 2035		VARIAZIONE % SU PROGRAMMATICO	
		f/cap	V	f/cap	V
Dir Mare	Peretola-Sesto Fiorentino	0.730	114	-22%	21%
	Sesto Fiorentino-All. A1	0.725	114	-19%	17%
	All. A1-Prato Est	0.803	108	-30%	54%
	Prato Est-Prato Ovest	0.693	117	-33%	39%
	Prato Ovest-Pistoia Est	0.733	114	-27%	31%
	Pistoia Est-Pistoia	0.737	113		
Dir Firenze	Pistoia-Pistoia Est	0.799	108	-31%	60%
	Pistoia Est-Prato Ovest	0.793	109		
	Prato Ovest-Prato Est	0.834	105	-33%	76%
	Prato Est-All. A1	0.955	92	-33%	113%
	All. A1-Sesto Fiorentino	0.971	90	-32%	112%
	Sesto Fiorentino Peretola	0.899	98	-29%	70%

Appare evidente, in questo caso, il beneficio dell'intervento progettuale che riporta sia i gradi di

saturazione sia le velocità di percorrenza a valori accettabili. Inoltre, a partire dai risultati di simulazione dell'ora di punta del mattino del giorno feriale medio invernale si sono calcolati i TGMFI e i TGM su base annuale. Di seguito, in Tabella 40 per lo scenario progettuale del 2015, in Tabella 41 per quello del 2025 e in Tabella 42 per quello del 2035 si sono riportati, per entrambe le tratte autostradali, il TGMFI e il TGM sia nelle due direzioni sia bidirezionale, sempre specificando il dato per veicoli leggeri, pesanti, totali ed equivalenti.

Tabella 40 – Traffico giornaliero medio nello scenario progettuale del 2015

Tratta	SCENARIO PROGETTUALE 2015								
	TGMFI				TGM				
	Leggeri	Pesanti	Totali	Equiv	Leggeri	Pesanti	Totali	Equiv	
dir Mare	Peretola-Sesto Fiorentino	33,437	2,330	35,767	39,262	32,641	1,871	34,512	37,317
	Sesto Fiorentino-All. A1	29,649	3,800	33,448	39,148	28,943	3,051	31,994	36,569
	All. A1-Prato Est	38,640	7,925	46,565	58,452	37,720	6,362	44,083	53,627
	Prato Est-Prato Ovest	29,567	7,813	37,380	49,099	28,863	6,272	35,136	44,545
	Prato Ovest-Pistoia Est	29,144	8,234	37,378	49,730	28,451	6,611	35,061	44,978
	Pistoia Est-Pistoia	30,138	8,015	38,153	50,175	29,421	6,435	35,855	45,507
dir Firenze	Pistoia-Pistoia Est	30,069	6,582	36,651	46,523	29,354	5,284	34,638	42,564
	Pistoia Est-Prato Ovest	28,468	7,390	35,858	46,942	27,791	5,932	33,723	42,622
	Prato Ovest-Prato Est	31,508	7,255	38,763	49,646	30,758	5,825	36,583	45,320
	Prato Est-All. A1	35,298	7,761	43,058	54,699	34,458	6,230	40,688	50,034
	All. A1-Sesto Fiorentino	32,164	4,169	36,333	42,586	31,399	3,347	34,746	39,766
	Sesto Fiorentino Peretola	35,935	4,063	39,997	46,091	35,080	3,261	38,341	43,234
bidirezionale	Peretola-Sesto Fiorentino	69,371	6,393	75,764	85,353	67,721	5,132	72,853	80,551
	Sesto Fiorentino-All. A1	61,813	7,968	69,781	81,734	60,342	6,397	66,739	76,335
	All. A1-Prato Est	73,938	15,686	89,623	113,151	72,178	12,593	84,771	103,660
	Prato Est-Prato Ovest	61,075	15,068	76,143	98,745	59,622	12,097	71,719	89,865
	Prato Ovest-Pistoia Est	57,612	15,624	73,236	96,672	56,242	12,543	68,785	87,600
	Pistoia Est-Pistoia	60,207	14,596	74,804	96,698	58,775	11,718	70,493	88,071

Tabella 41 - Traffico giornaliero medio nello scenario progettuale del 2025

Tratta	SCENARIO PROGETTUALE 2025								
	TGMFI				TGM				
	Leggeri	Pesanti	Totali	Equiv	Leggeri	Pesanti	Totali	Equiv	
dir Mare	Peretola-Sesto Fiorentino	40,723	2,750	43,473	47,598	39,754	2,208	41,962	45,274
	Sesto Fiorentino-All. A1	33,268	4,512	37,780	44,548	32,476	3,622	36,099	41,532
	All. A1-Prato Est	42,987	9,734	52,721	67,321	41,964	7,814	49,779	61,500
	Prato Est-Prato Ovest	33,152	9,610	42,762	57,177	32,363	7,715	40,078	51,651
	Prato Ovest-Pistoia Est	32,988	9,837	42,825	57,581	32,203	7,898	40,101	51,947
	Pistoia Est-Pistoia	33,866	9,560	43,426	57,767	33,060	7,675	40,735	52,248
dir Firenze	Pistoia-Pistoia Est	34,451	7,788	42,239	53,921	33,632	6,252	39,884	49,262
	Pistoia Est-Prato Ovest	32,394	8,753	41,147	54,276	31,623	7,027	38,650	49,190
	Prato Ovest-Prato Est	35,874	8,636	44,511	57,465	35,021	6,933	41,954	52,354
	Prato Est-All. A1	39,890	9,236	49,127	62,981	38,941	7,415	46,356	57,479
	All. A1-Sesto Fiorentino	37,497	4,850	42,347	49,621	36,605	3,894	40,498	46,338
	Sesto Fiorentino Peretola	41,848	4,775	46,623	53,785	40,852	3,834	44,686	50,436
bidirezionale	Peretola-Sesto Fiorentino	82,571	7,525	90,096	101,384	80,606	6,041	86,648	95,710
	Sesto Fiorentino-All. A1	70,765	9,362	80,126	94,169	69,081	7,516	76,597	87,870
	All. A1-Prato Est	82,877	18,970	101,847	130,302	80,905	15,230	96,135	118,980
	Prato Est-Prato Ovest	69,027	18,246	87,273	114,642	67,384	14,648	82,033	104,005
	Prato Ovest-Pistoia Est	65,382	18,590	83,972	111,857	63,826	14,925	78,751	101,138
	Pistoia Est-Pistoia	68,317	17,348	85,665	111,687	66,692	13,928	80,619	101,510

Tabella 42 - Traffico giornaliero medio nello scenario progettuale del 2035

Tratta		SCENARIO PROGETTUALE 2035							
		TGMFI				TGM			
		Leggeri	Pesanti	Totali	Equiv	Leggeri	Pesanti	Totali	Equiv
dir Mare	Peretola-Sesto Fiorentino	43,602	3,040	46,642	51,202	42,565	2,441	45,005	48,666
	Sesto Fiorentino-All. A1	37,158	5,059	42,217	49,805	36,274	4,062	40,335	46,428
	All. A1-Prato Est	47,220	10,811	58,031	74,248	46,097	8,679	54,776	67,795
	Prato Est-Prato Ovest	36,777	10,723	47,500	63,584	35,902	8,608	44,510	57,423
	Prato Ovest-Pistoia Est	38,344	10,885	49,229	65,556	37,432	8,739	46,170	59,278
	Pistoia Est-Pistoia	39,559	10,591	50,150	66,037	38,617	8,503	47,120	59,875
dir Firenze	Pistoia-Pistoia Est	37,918	8,715	46,633	59,705	37,016	6,997	44,012	54,507
	Pistoia Est-Prato Ovest	35,722	9,809	45,531	60,244	34,872	7,875	42,747	54,559
	Prato Ovest-Prato Est	38,552	9,700	48,252	62,801	37,635	7,787	45,422	57,102
	Prato Est-All. A1	44,876	10,375	55,251	70,813	43,808	8,329	52,137	64,631
	All. A1-Sesto Fiorentino	39,611	5,354	44,965	52,996	38,668	4,298	42,967	49,414
	Sesto Fiorentino Peretola	47,239	5,250	52,489	60,364	46,115	4,215	50,330	56,652
bidirezionale	Peretola-Sesto Fiorentino	90,841	8,290	99,131	111,566	88,680	6,655	95,335	105,318
	Sesto Fiorentino-All. A1	76,768	10,413	87,182	102,801	74,942	8,360	83,302	95,842
	All. A1-Prato Est	92,096	21,186	113,282	145,061	89,905	17,009	106,913	132,426
	Prato Est-Prato Ovest	75,329	20,422	95,751	126,384	73,537	16,395	89,932	114,525
	Prato Ovest-Pistoia Est	74,066	20,694	94,760	125,801	72,304	16,614	88,917	113,838
	Pistoia Est-Pistoia	77,477	19,306	96,783	125,742	75,633	15,500	91,133	114,382

I valori del TGMFI diurno (nell'orario 06:00-22:00) e notturno (22:00-06:00) per i diversi scenari programmatici sono invece riportati da Tabella 43 a Tabella 45, nell'ordine per gli scenari dal 2015 al 2035. Infine, il valore dei veicoli teorici giornalieri medi bidirezionali nei tre orizzonti temporali di riferimento è riportato in Tabella 46. Nel complesso, gli andamenti giornalieri riflettono le tendenze già descritte a proposito dei flussi nell'ora di punta.

Tabella 43 – Traffico giornaliero medio diurno e notturno nello scenario progettuale del 2015

Tratta		SCENARIO PROGETTUALE 2015							
		TGMFI diurno				TGMFI notturno			
		Leggeri	Pesanti	Totali	Equiv	Leggeri	Pesanti	Totali	Equiv
dir Mare	Peretola-Sesto Fiorentino	30,762	2,097	32,859	36,004	2,675	233	2,908	3,257
	Sesto Fiorentino-All. A1	27,010	3,465	30,475	35,673	2,639	334	2,973	3,475
	All. A1-Prato Est	35,201	7,228	42,428	53,270	3,439	697	4,136	5,182
	Prato Est-Prato Ovest	27,202	6,875	34,077	44,390	2,365	938	3,303	4,709
	Prato Ovest-Pistoia Est	26,813	7,246	34,059	44,928	2,332	988	3,320	4,802
	Pistoia Est-Pistoia	27,727	7,053	34,780	45,360	2,411	962	3,373	4,815
dir Firenze	Pistoia-Pistoia Est	27,664	5,792	33,456	42,143	2,406	790	3,195	4,380
	Pistoia Est-Prato Ovest	26,191	6,503	32,694	42,448	2,277	887	3,164	4,494
	Prato Ovest-Prato Est	28,987	6,385	35,372	44,949	2,521	871	3,391	4,697
	Prato Est-All. A1	32,474	6,596	39,070	48,965	2,824	1,164	3,988	5,734
	All. A1-Sesto Fiorentino	29,591	3,543	33,134	38,450	2,573	625	3,198	4,136
	Sesto Fiorentino Peretola	33,060	3,656	36,716	42,201	2,875	406	3,281	3,890

Tabella 44 - Traffico giornaliero medio diurno e notturno nello scenario progettuale del 2025

Tratta		SCENARIO PROGETTUALE 2025							
		TGMFI diurno				TGMFI notturno			
		Leggeri	Pesanti	Totali	Equiv	Leggeri	Pesanti	Totali	Equiv
dir Mare	Peretola-Sesto Fiorentino	37,465	2,475	39,940	43,653	3,258	275	3,533	3,945
	Sesto Fiorentino-All. A1	30,307	4,115	34,422	40,594	2,961	397	3,358	3,953
	All. A1-Prato Est	39,161	8,877	48,038	61,354	3,826	857	4,682	5,967
	Prato Est-Prato Ovest	30,500	8,457	38,957	51,642	2,652	1,153	3,805	5,535
	Prato Ovest-Pistoia Est	30,349	8,657	39,006	51,991	2,639	1,180	3,820	5,590
	Pistoia Est-Pistoia	31,157	8,413	39,570	52,189	2,709	1,147	3,857	5,577
dir Firenze	Pistoia-Pistoia Est	31,695	6,853	38,548	48,828	2,756	935	3,691	5,092
	Pistoia Est-Prato Ovest	29,802	7,702	37,505	49,058	2,591	1,050	3,642	5,217
	Prato Ovest-Prato Est	33,005	7,600	40,604	52,004	2,870	1,036	3,906	5,461
	Prato Est-All. A1	36,699	7,851	44,550	56,326	3,191	1,385	4,577	6,655
	All. A1-Sesto Fiorentino	34,497	4,122	38,619	44,803	3,000	727	3,727	4,818
	Sesto Fiorentino Peretola	38,500	4,298	42,798	49,244	3,348	478	3,825	4,542

Tabella 45 - Traffico giornaliero medio diurno e notturno nello scenario progettuale del 2035

Tratta		SCENARIO PROGETTUALE 2035							
		TGMFI diurno				TGMFI notturno			
		Leggeri	Pesanti	Totali	Equiv	Leggeri	Pesanti	Totali	Equiv
dir Mare	Peretola-Sesto Fiorentino	40,114	2,736	42,850	46,954	3,488	304	3,792	4,248
	Sesto Fiorentino-All. A1	33,851	4,614	38,465	45,385	3,307	445	3,752	4,420
	All. A1-Prato Est	43,018	9,860	52,877	67,667	4,203	951	5,154	6,581
	Prato Est-Prato Ovest	33,835	9,436	43,271	57,425	2,942	1,287	4,229	6,159
	Prato Ovest-Pistoia Est	35,276	9,579	44,855	59,223	3,068	1,306	4,374	6,333
	Pistoia Est-Pistoia	36,394	9,320	45,714	59,695	3,165	1,271	4,436	6,342
dir Firenze	Pistoia-Pistoia Est	34,885	7,669	42,554	54,057	3,033	1,046	4,079	5,648
	Pistoia Est-Prato Ovest	32,864	8,632	41,496	54,444	2,858	1,177	4,035	5,800
	Prato Ovest-Prato Est	35,468	8,536	44,004	56,807	3,084	1,164	4,248	5,994
	Prato Est-All. A1	41,286	8,819	50,104	63,332	3,590	1,556	5,146	7,481
	All. A1-Sesto Fiorentino	36,442	4,551	40,993	47,819	3,169	803	3,972	5,177
	Sesto Fiorentino Peretola	43,460	4,725	48,185	55,273	3,779	525	4,304	5,092

Tabella 46 – Veicoli teorici giornalieri medi negli scenari progettuati

VTGMFI (dati bidirezionali)			
Progetto	Leggeri	Pesanti	Totali
2015	62,973	14,053	77,026
2025	71,489	16,849	88,338
2035	79,385	18,794	98,179

Nelle figure seguenti sono invece riportati sinteticamente i flussi veicolari equivalenti relativi all'intero sistema di trasporto (rete ordinaria e autostradale) afferente l'area di studio nell'ora di punta del mattino per ciascuno scenario progettuale. L'informazione sull'entità del traffico è riportata anche in questo caso mediante una visualizzazione basata sia sulla scala cromatica sia sullo spessore della singola banda, proporzionale all'entità del flusso presente sull'arco.

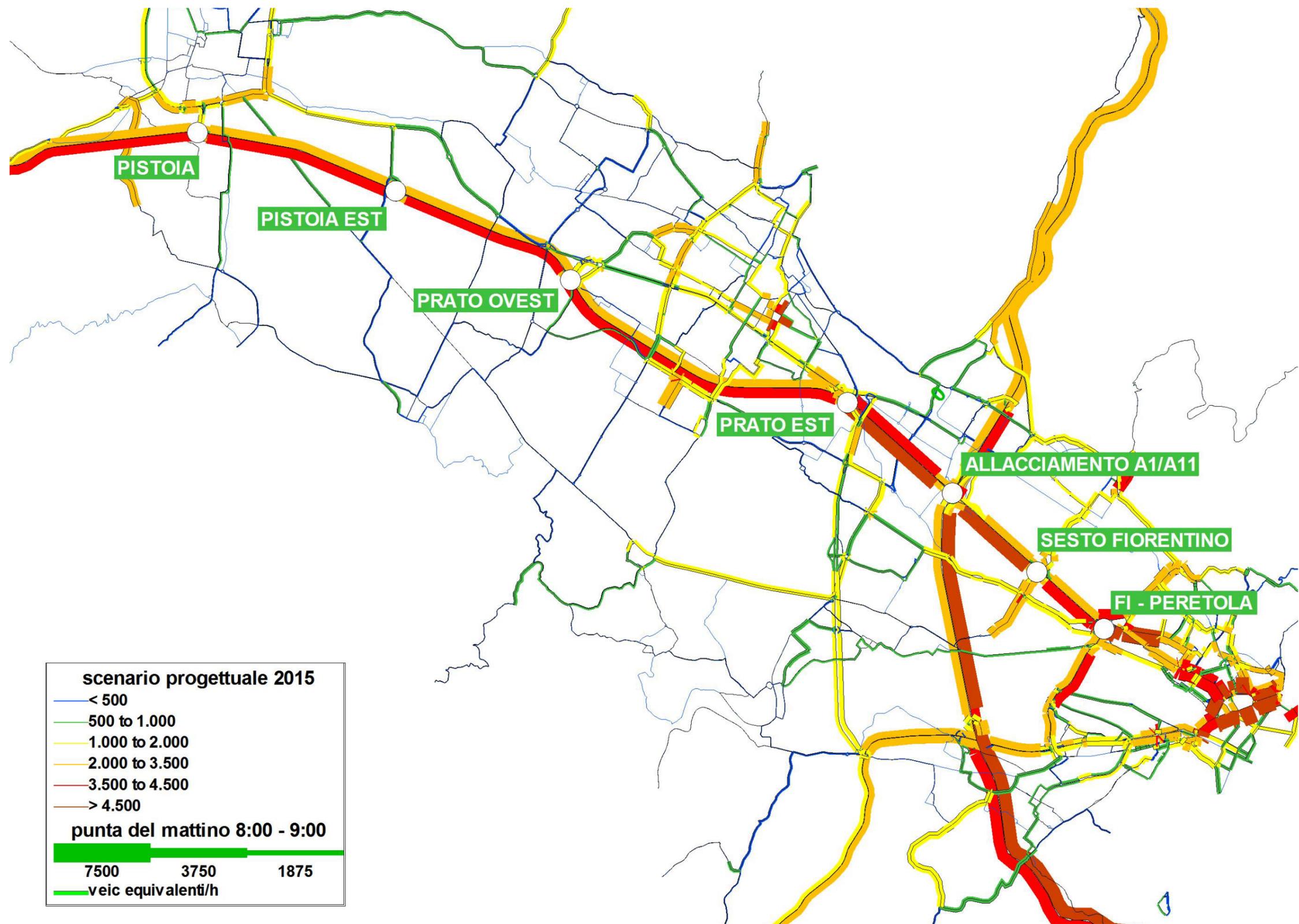


Figura 34 – Assegnazione veicoli/equivalenti (scenario progettuale al 2015) – ora di punta della mattina 8:00-9:00

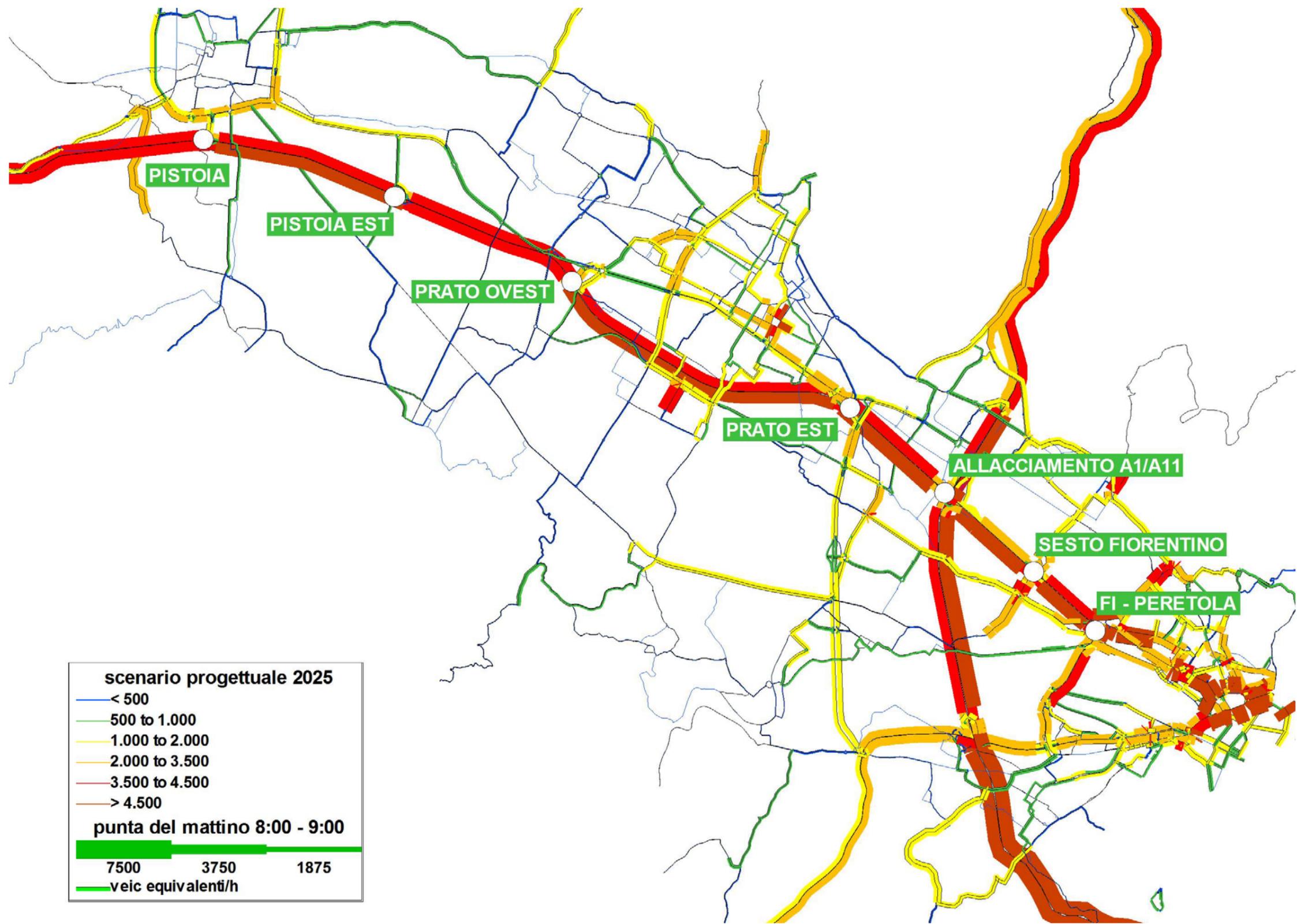


Figura 35 – Assegnazione veicoli/equivalenti (scenario progettuale al 2025) – ora di punta della mattina 8:00-9:00

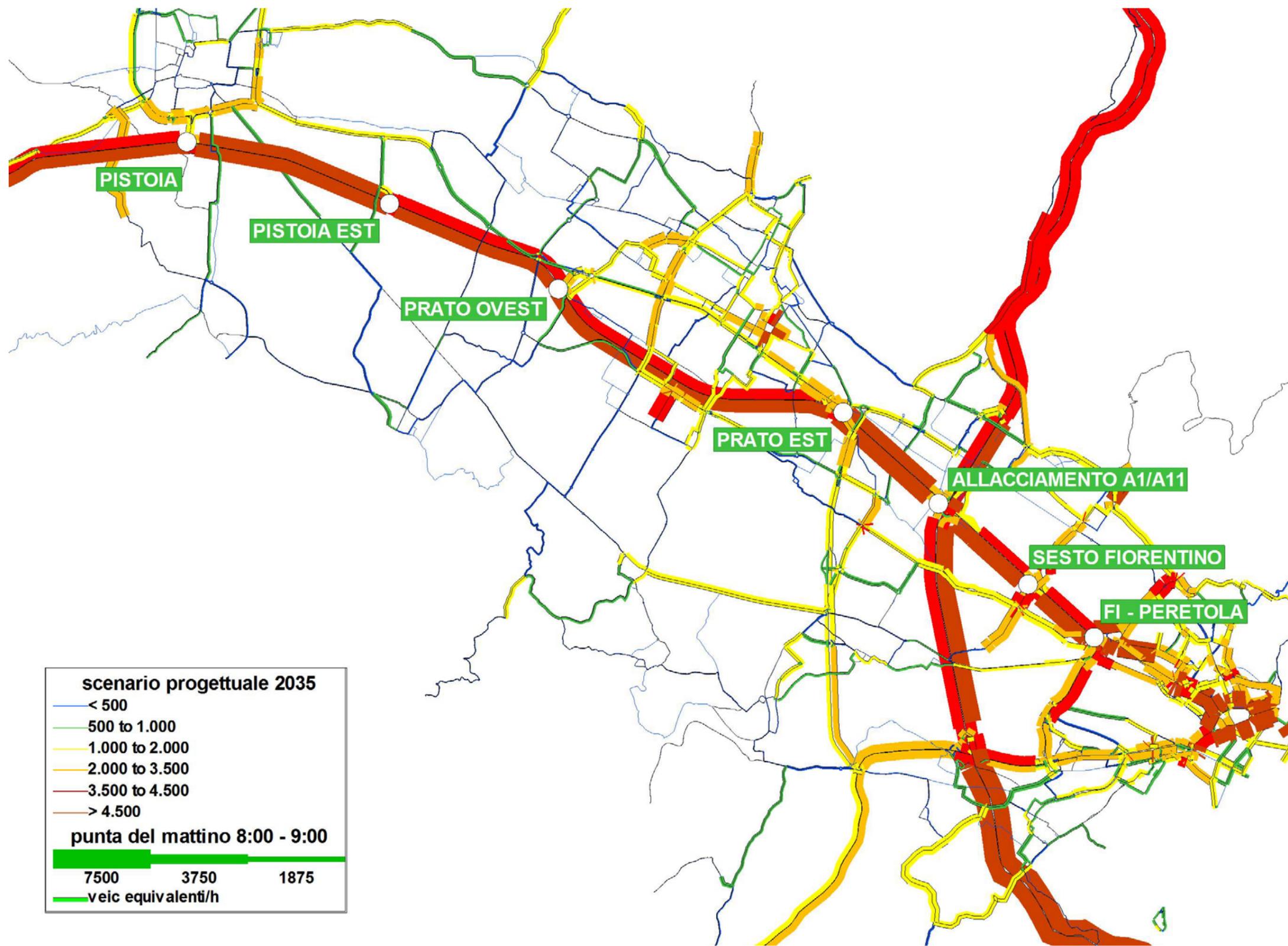


Figura 36 – Assegnazione veicoli/equivalenti (scenario progettuale al 2035) – ora di punta della mattina 8:00-9:00

6.2 Nodo di Peretola

Con riferimento al nodo di Peretola, si riportano i risultati dell'assegnazione nelle figure da 37 a 39 rispettivamente per gli scenari dal 2015 al 2035: lo spessore di ciascuna tratta è proporzionale al flusso (espresso in veicoli equivalenti/ora) e il colore ne rappresenta il grado di saturazione.

Le figure seguenti si riferiscono all'ora di punta mattutina e pertanto vedono il carico maggiore lungo le direttrici di penetrazione a Firenze.

Il progetto di potenziamento del nodo di Peretola (in primis completamento rampe del ponte Viadotto all'Indiano e creazione di un anello di circolazione oraria in attestamento dalla A11) consente la realizzazione della gerarchizzazione dei collegamenti tra i diversi livelli di viabilità (autostradale, urbana di scorrimento ed urbana) e porta ad una maggiore fluidità delle manovre di immissione, diversione ed intreccio tra le correnti veicolari.

Nello scenario progettuale il nodo si trova a dover assorbire l'aumento di domanda sulla direttrice della A11, che, rispetto allo scenario programmatico, diventa a tre corsie, nonché sulla direttrice proveniente da via Palagio degli Spini, che cambia verso di percorrenza. Anche la maggiore fluidità della circolazione nel nodo, cui consegue generalmente una diminuzione dei tempi di attraversamento, comporta un'aumento di domanda legato alla maggior attrattività dei percorsi che lo attraversano.

Confrontando gli scenari programmatici con quelli progettuali si vede come questi ultimi presentino un complessivo miglioramento dei livelli di saturazione in tutti gli orizzonti temporali.

Come già sottolineato per lo scenario attuale e per i programmatici, **nell'analisi funzionale di un nodo viabilistico il grado di saturazione non consente di evidenziare la qualità del regime di circolazione**: a livelli di saturazione che su alcuni archi possono restare elevati possono infatti corrispondere dei livelli di servizio fortemente migliorativi. Tali evidenze risulteranno palesi nello **studio micromodellistico del nodo di Peretola** cui si rimanda.

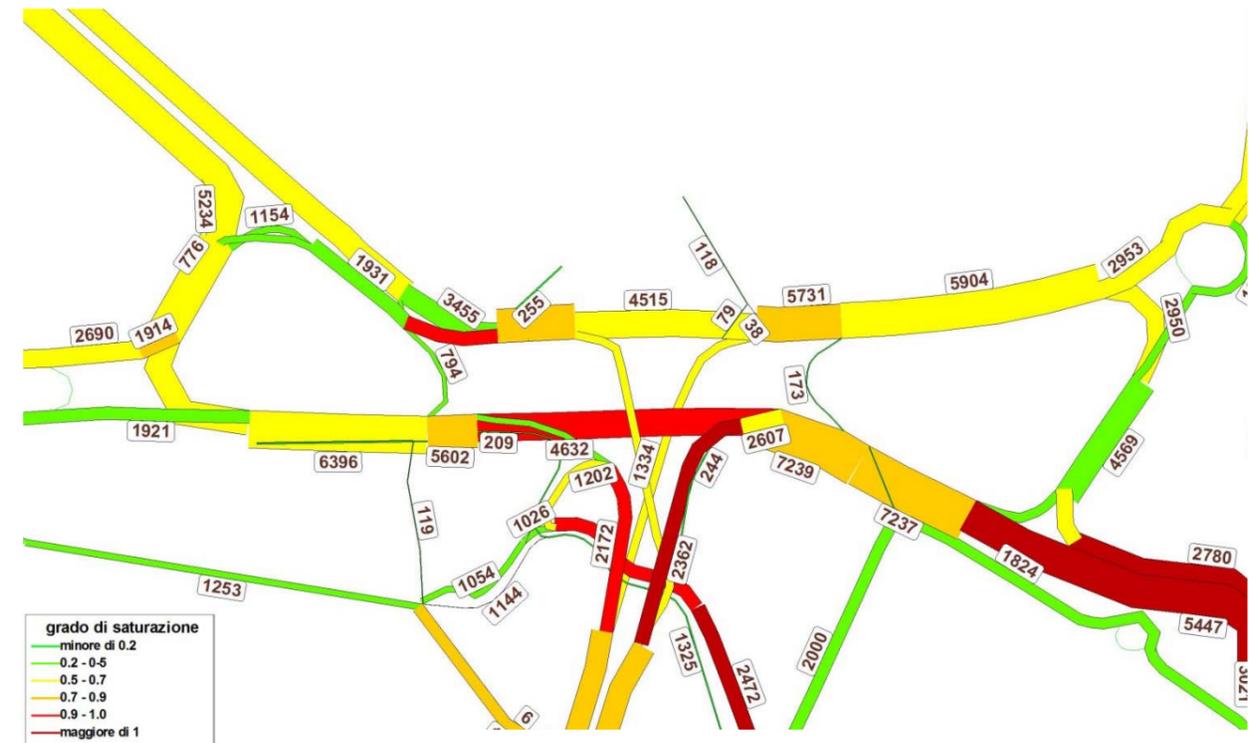


Figura 37 – Assegnazione veicoli equivalenti (scenario progettuale 2015) al nodo di Peretola – ora di punta del mattino 8:00-9:00

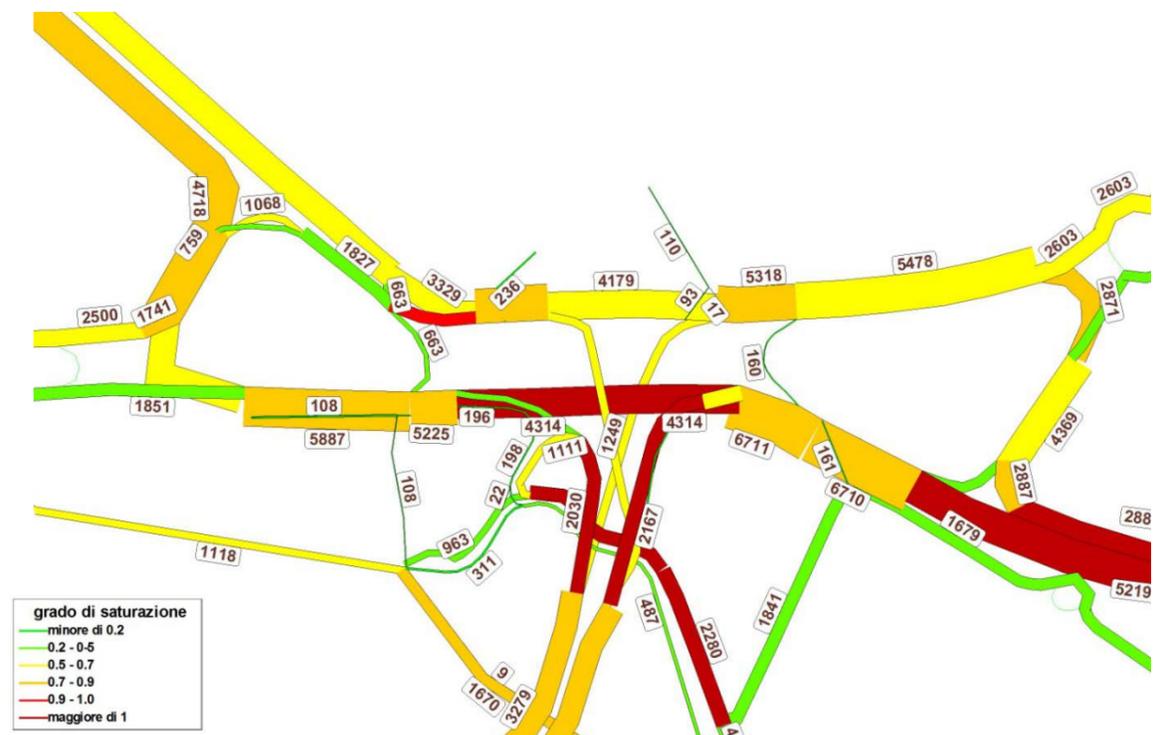


Figura 38 – Assegnazione veicoli equivalenti (scenario progettuale 2025) al nodo di Peretola – ora di punta del mattino 8:00-9:00



Figura 39 – Assegnazione veicoli equivalenti (scenario progettuale 2035) al nodo di Peretola – ora di punta del mattino 8:00-9:00

6.3 Svincolo di Pistoia Est

In merito all'apertura del nuovo svincolo di Pistoia Est, le simulazioni degli scenari progettuali evidenziano che esso influisce prevalentemente sul precedente svincolo di Pistoia (denominato Pistoia Ovest nel seguito per distinguerlo dal nuovo svincolo) e sullo svincolo di Prato Ovest. Complessivamente, in termini di veicoli equivalenti, il numero complessivo di movimenti di ingresso/uscita nei tre caselli interessati non si modifica sostanzialmente: ad esempio, nello scenario al 2015 si riscontra un aumento da 7323 a 7528 veicoli equivalenti, corrispondente a un +2.8%.

In termini relativi, invece, Pistoia Est sottrae flussi sia a Pistoia Ovest sia a Prato Ovest. In particolare, a livello di veicoli leggeri, in direzione Firenze si osserva – sempre al 2015 – un -25% in ingresso e un -54% in uscita a Pistoia Ovest e un -5% e -15% rispettivamente a Prato Ovest, mentre in direzione mare Prato Ovest non ha variazioni apprezzabili mentre il vecchio svincolo di Pistoia perde circa il 30% del traffico in media. In termini di veicoli pesanti le variazioni sono ancora più evidenti, tenendo conto che in direzione mare la somma dei due svincoli di Pistoia registra un +69% in uscita e un +20% in ingresso, contro un -2% e -54% rispettivamente per Prato Ovest, e in direzione Firenze si osserva un aumento in ingresso del 52% contro un -34% per Prato Ovest. Analoghi risultati si osservano per il medio e lungo periodo.

In tal senso, l'unica manovra sostanzialmente rigida al nuovo svincolo è quella dei pesanti in uscita in direzione Firenze, che di fatto continuano a utilizzare il vecchio svincolo di Pistoia. La motivazione principale di questo risultato è legata alla circostanza che, per chi è diretto sia alla zona Industriale sia in località Bottegone provenendo dalla direzione mare, risulta più conveniente utilizzare comunque il vecchio svincolo piuttosto che uscire al nuovo e poi tornare indietro sulla viabilità ordinaria. Tale situazione potrebbe ovviamente modificarsi qualora si adottassero politiche di

regolazione della circolazione atte a delocalizzare l'ingresso/uscita dei pesanti dalla A11 nel nuovo svincolo in virtù della sua collocazione periferica rispetto al centro città.

7 Performance di servizio della A11 nella tratta Firenze-Pistoia

7.1 Metodologia di calcolo

La verifica del livello della qualità di servizio (LOS) dell'autostrada A11 Firenze-Pisa Nord, nella tratta compresa tra il nodo di Firenze Peretola e Pistoia, è stata effettuata applicando la procedura HCM già utilizzata in progettazione preliminare su ciascuna delle tratte in cui è stato suddiviso il tronco autostradale in oggetto (Figura 40), di seguito elencate in direzione di percorrenza verso Firenze:

- Pistoia-Pistoia Est e viceversa
- Pistoia Est-Prato Ovest e viceversa
- Prato Ovest-Prato Est e viceversa
- Prato Est-Allacciamento A1 e viceversa
- Allacciamento A1-Sesto Fiorentino e viceversa
- Sesto Fiorentino-Nodo di Peretola e viceversa.

A tal proposito, va ricordato che sia nello scenario attuale sia in quello programmatico lo svincolo di Pistoia Est risulta non presente, riducendo quindi di una unità il numero di tratte prese in considerazione per il calcolo dei LOS. Per comodità di lettura delle tabelle, comunque, anche nell'attuale e nel programmatico si mantiene la suddivisione della tratta Prato Ovest-Pistoia come se lo svincolo di Pistoia Est fosse presente.

In particolare, la metodologia applicata è una approssimazione speditiva del metodo HCM 2000 (Capitolo 21) per la verifica dei tratti autostradali di linea richiede come input il flusso per ciascuna tipologia di veicolo – f_{VL} per i veicoli leggeri e f_{VP} per i veicoli pesanti – a partire dal quale calcolare il volume di picco per corsia v_p con la seguente relazione:

$$v_p = \frac{f_{VL} + f_{VP}}{n_c \cdot \phi_{HV} \cdot \phi_P}$$

dove n_c è il numero di corsie dell'arco, ϕ_P il fattore di incidenza del quarto d'ora più carico nell'ora di simulazione – posto uguale a 0.9 come da letteratura – e ϕ_{HV} il fattore di conversione per tener conto dello spettro di veicoli nel flusso:

$$\phi_{HV} = \frac{1}{1 + \frac{f_{VP}}{f_{VL} + f_{VP}} (E_{VP} - 1)}$$

essendo E_{VP} il fattore di conversione da veicoli merci pesanti a leggeri, desunto dal manuale HCM 2000 uguale a 1.5. Assumendo una capacità per corsia c_p di 2100 veicoli equivalenti/ora, è dunque possibile calcolare il grado di saturazione v_p / c_p e, a partire da quest'ultimo, il corrispondente livello di servizio secondo gli intervalli riportati nella seguente Tabella 47.

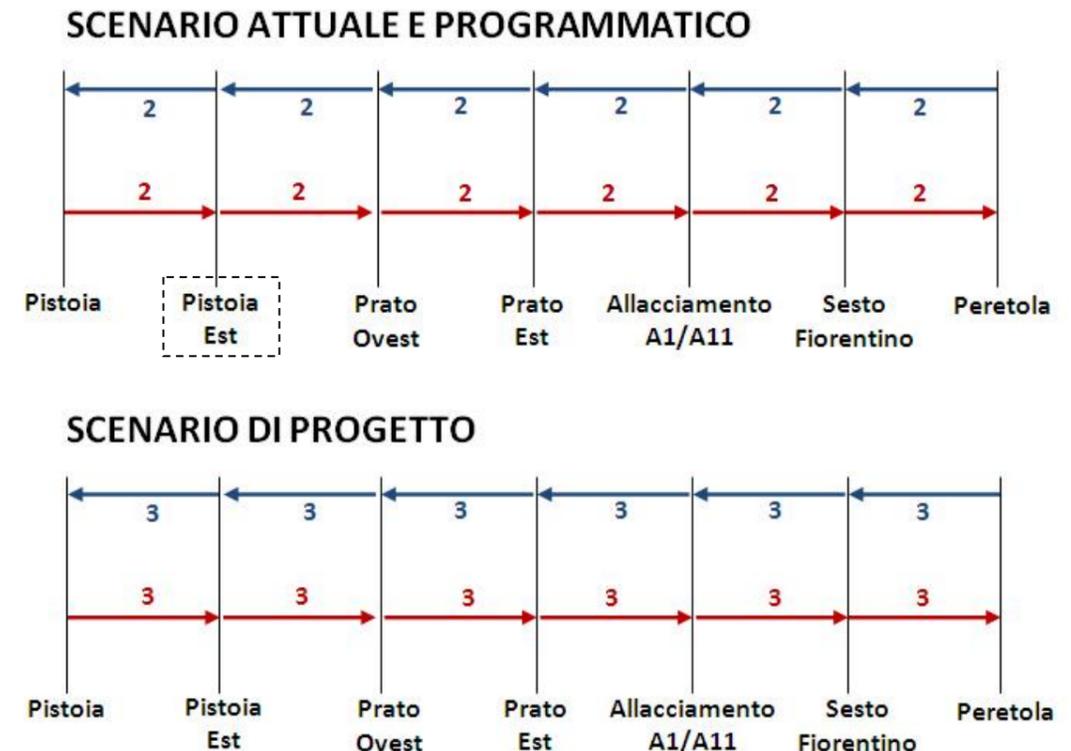


Figura 40 – Tratte elementari negli scenari programmatici e di progetto, con indicazione del numero di corsie per tratta, per il calcolo dei LOS

Tabella 47 – Corrispondenza tra gradi di saturazione e livelli di servizio

rapporto v_p/c_p	livello di servizio
0.00 - 0.30	A
0.30 - 0.49	B
0.49 - 0.72	C
0.72 - 0.88	D
0.88 - 1.00	E
> 1.00	F

Va inoltre sottolineato che la complessità della successione di immissioni e diversioni effettivamente presente nel tratto in esame – ivi inclusa la presenza di un'area di servizio – porta alla creazione di molteplici tronchi di scambio, rispetto ai quali la schematizzazione in tratti elementari di Figura 40 va

intesa come una semplificazione. Ciò è coerente con l'obiettivo del presente studio, finalizzato ad un'analisi macroscopica delle prestazioni della tratta oggetto di studio; si rimanda invece per un'analisi di dettaglio dei singoli tratti elementari effettivamente presenti alla relazione stradale del progetto.

Il calcolo dei LOS è stato in particolare eseguito per ciascuno dei 7 scenari precedentemente individuati, ovvero lo scenario attuale, tre scenari programmatici e 3 scenari progettuali. Per ogni tratta e per ciascuno scenario si è proceduto quindi al calcolo di:

- LOS relativo all'ora di punta della mattina del giorno feriale medio invernale;
- LOS relativo alle 24 ore dell'esercizio giornaliero, sempre relativamente al giorno feriale medio invernale;
- distribuzione percentuale dei LOS nelle 8760 ore che compongono l'esercizio annuale.

In particolare, i LOS relativi all'ora di punta del giorno feriale medio invernale e quelli relativi alla distribuzione oraria nell'arco della giornata sono stati direttamente calcolati a partire dai flussi orari ottenuti dalle simulazioni degli scenari (capitoli 3, 5 e 6).

Per quanto riguarda la stima della distribuzione dei LOS nelle 8760 ore dell'anno, si è partiti dai conteggi osservati sulla Firenze-Pisa-Livorno, distinti in leggeri e pesanti, disponibili per direzione e per ciascuna ora in un arco temporale di circa 10 mesi relativi all'anno 2010. In primo luogo, si sono ricavati i flussi relativi alle ore dei 2 mesi dell'anno mancanti, per analogia con giorni simili per stagionalità e per tipo (feriale, prefestivo, festivo).

Successivamente, noto il dato su tutte le 8760 ore dell'anno, si è calcolato il peso di ciascuna ora dell'anno rispetto al totale annuale e dell'ora di punta del mattino del giorno feriale invernale medio rispetto al totale annuale. Quest'ultimo è servito per proiettare il flusso dell'ora di punta del mattino ottenuto da assegnazione all'anno. A questo punto, sulla base dei pesi di ciascuna ora dell'anno rispetto al totale annuale, si sono potuti calcolare con semplicità i flussi delle 8760 ore dell'anno.

7.2 LOS nell'ora di punta del giorno feriale medio invernale

In Tabella 48 e Tabella 49 si riportano i valori dei LOS calcolati per l'ora di punta MATTUTINA del giorno feriale medio invernale per tutti gli scenari (attuale, programmatici, progettuali) rispettivamente per le tratte in direzione Peretola e per quelle in direzione mare. Considerata l'accezione pendolare dell'infrastruttura si riportano anche i LOS per l'ora di punta POMERIDIANA.

Risulta evidente come l'intervento in oggetto faccia sentire i suoi benefici già nello scenario a medio termine, laddove in assenza di interventi progettuali si attingerebbe il livello di servizio F su tutte le tratte in penetrazione verso Firenze oltre Prato Ovest. Inoltre, esso risulta del tutto indispensabile nel lungo termine, orizzonte nel quale si osserva un sostanziale decadimento delle prestazioni dell'infrastruttura nella sua configurazione attuale in conseguenza del previsto aumento di domanda, arrivando a raggiungere livelli di servizio F su tutte le tratte in direzione Peretola.

Tabella 48 – LOS nell'ora di punta AM del giorno feriale medio invernale – tutti gli scenari – direzione Firenze

Tratta	Scenario						
	Attuale	2015		2025		2035	
		Programmatico	Progetto	Programmatico	Progetto	Programmatico	Progetto
Pistoia-Pistoia Est	D	D	C	F	C	F	C
Pistoia Est-Prato Ovest	D	D	C	F	C	F	C
Prato Ovest-Prato Est	D	E	C	F	C	F	D
Prato Est-Allacciamento A1	F	E	C	F	D	F	D
Allacciamento A1-Sesto Fiorentino	E	F	C	F	D	F	E
Sesto Fiorentino-Peretola	D	E	C	F	D	F	D

Tabella 49 – LOS nell'ora di punta AM del giorno feriale medio invernale – tutti gli scenari – direzione mare

Tratta	Scenario						
	Attuale	2015		2025		2035	
		Programmatico	Progetto	Programmatico	Progetto	Programmatico	Progetto
Peretola-Sesto Fiorentino	C	C	C	D	C	D	C
Sesto Fiorentino-Allacciamento A1	C	C	C	C	C	D	C
Allacciamento A1-Prato Est	D	D	C	D	C	E	C
Prato Est-Prato Ovest	C	C	B	D	C	D	C
Prato Ovest-Pistoia Est	C	C	B	D	C	D	C
Pistoia Est-Pistoia	C	C	B	D	C	D	C

Tabella 50 – LOS nell'ora di punta PM del giorno feriale medio invernale – tutti gli scenari – direzione mare

Tratta	Scenario						
	Attuale	2015		2025		2035	
		Programmatico	Progetto	Programmatico	Progetto	Programmatico	Progetto
Peretola-Sesto Fiorentino	C	C	C	D	C	D	C
Sesto Fiorentino-Allacciamento A1	C	C	B	C	C	C	C
Allacciamento A1-Prato Est	F	E	C	F	D	F	D
Prato Est-Prato Ovest	D	D	C	E	C	F	C
Prato Ovest-Pistoia Est	D	D	D	E	C	F	D
Pistoia Est-Pistoia	D	D	C	E	C	F	D

7.3 Distribuzione dei LOS nelle 24 ore del giorno feriale medio invernale

Le seguenti tabelle riportano, per ciascuna tratta, la distribuzione dei livelli di servizio per ogni ora del giorno feriale invernale medio e per ciascuno scenario.

DIREZIONE FIRENZE

Tabella 51 –LOS per fascia oraria e per scenario nel giorno feriale invernale medio tratta Pistoia-Pistoia Est

Pistoia-Pistoia Est		ore giorno medio feriale invernale																								
SCENARIO	n.ro corsie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Attuale	2	A	A	A	A	A	A	B	D	D	C	C	C	B	B	C	C	C	C	C	C	B	B	A	A	A
2015	Programmatico	2	A	A	A	A	A	B	E	D	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	A	A	A	
	Progetto	3	A	A	A	A	A	A	C	C	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	A	A	A	A	
2025	Programmatico	2	A	A	A	A	A	B	F	E	D	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	A	A	A	
	Progetto	3	A	A	A	A	A	B	C	C	C	B	B	B	B	B	B	B	C	B	B	A	A	A	A	
2035	Programmatico	2	A	A	A	A	A	C	F	F	E	D	C	C	C	D	D	D	D	D	C	B	A	A	A	
	Progetto	3	A	A	A	A	A	B	D	C	C	C	B	B	B	C	C	C	C	C	B	B	A	A	A	

Tabella 52 –LOS per fascia oraria e per scenario nel giorno feriale invernale medio tratta Pistoia Est-Prato Ovest

Pistoia Est-Prato Ovest		ore giorno medio feriale invernale																								
SCENARIO	n.ro corsie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Attuale	2	A	A	A	A	A	A	B	D	D	C	C	C	B	B	C	C	C	C	C	C	B	B	A	A	A
2015	Programmatico	2	A	A	A	A	A	B	E	D	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	A	A	A	
	Progetto	3	A	A	A	A	A	A	C	C	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	A	A	A	A	
2025	Programmatico	2	A	A	A	A	A	C	F	E	D	C	C	C	C	C	C	C	D	C	C	B	A	A	A	
	Progetto	3	A	A	A	A	A	B	C	C	C	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	A	A	A	A	
2035	Programmatico	2	A	A	A	A	A	C	F	F	E	D	C	C	D	D	D	D	D	C	B	A	A	A		
	Progetto	3	A	A	A	A	A	B	D	C	C	C	B	B	B	C	C	C	C	B	B	A	A	A		

Tabella 53 –LOS per fascia oraria e per scenario nel giorno feriale invernale medio tratta Prato Ovest-Prato Est

Prato Ovest-Prato Est		ore giorno medio feriale invernale																							
SCENARIO	n.ro corsie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Attuale	2	A	A	A	A	A	A	B	E	D	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	A	A	A
2015	Programmatico	2	A	A	A	A	A	B	E	E	D	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	A	A	A
	Progetto	3	A	A	A	A	A	A	C	C	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	A	A	A	A
2025	Programmatico	2	A	A	A	A	A	C	F	F	D	C	C	C	D	C	C	D	C	C	B	A	A	A	
	Progetto	3	A	A	A	A	A	B	D	C	C	B	B	B	B	B	B	B	C	B	B	A	A	A	
2035	Programmatico	2	A	A	A	A	A	C	F	F	E	D	C	C	D	D	D	D	D	C	B	A	A	A	
	Progetto	3	A	A	A	A	A	B	D	D	C	C	C	B	B	C	C	C	C	C	B	A	A	A	

Tabella 54 –LOS per fascia oraria e per scenario nel giorno feriale invernale medio tratta Prato Est-Allacciamento A1

Prato Est-Allacciamento A1		ore giorno medio feriale invernale																							
SCENARIO	n.ro corsie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Attuale	2	A	A	A	A	A	A	C	F	F	E	D	C	C	C	D	D	D	D	C	C	B	A	A	A
2015	Programmatico	2	A	A	A	A	A	C	F	E	D	C	C	C	C	C	C	C	D	C	C	B	A	A	A
	Progetto	3	A	A	A	A	A	B	D	C	C	B	B	B	B	B	B	B	C	B	B	A	A	A	A
2025	Programmatico	2	A	A	A	A	A	C	F	F	E	D	D	C	C	D	D	D	D	D	C	B	B	A	A
	Progetto	3	A	A	A	A	A	B	D	D	C	C	C	B	B	C	C	C	C	C	C	B	B	A	A
2035	Programmatico	2	A	A	A	A	A	C	F	F	F	E	D	D	D	E	E	E	E	D	D	C	B	A	A
	Progetto	3	A	A	A	A	A	B	E	D	D	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	A	A	A

Tabella 55 –LOS per fascia oraria e per scenario nel giorno feriale invernale medio tratta Allacciamento A1-Sesto Fiorentino

Allacciamento A1-Sesto Fiorentino		ore giorno medio feriale invernale																							
SCENARIO	n.ro corsie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Attuale	2	A	A	A	A	A	A	B	D	E	C	B	B	B	B	B	B	B	C	B	B	B	A	A	A
2015	Programmatico	2	A	A	A	A	A	B	D	F	C	C	C	B	B	C	C	C	C	C	B	B	A	A	A
	Progetto	3	A	A	A	A	A	A	C	C	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	A	A	A	A
2025	Programmatico	2	A	A	A	A	A	B	E	F	D	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	A	A	A
	Progetto	3	A	A	A	A	A	A	C	D	C	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	A	A	A	A
2035	Programmatico	2	A	A	A	A	A	B	F	F	D	C	C	C	C	C	C	D	C	C	B	A	A	A	
	Progetto	3	A	A	A	A	A	B	D	E	C	B	B	B	B	B	B	B	C	B	B	A	A	A	A

Tabella 56 –LOS per fascia oraria e per scenario nel giorno feriale invernale medio tratta Sesto Fiorentino-Peretola

Sesto Fiorentino-Peretola		ore giorno medio feriale invernale																							
SCENARIO	n.ro corsie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Attuale	2	A	A	A	A	A	A	B	D	D	C	B	B	B	B	B	B	C	C	B	B	A	A	A	A
2015	Programmatico	2	A	A	A	A	A	B	E	E	D	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	A	A	A	
	Progetto	3	A	A	A	A	A	A	C	C	C	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	A	A	A	A
2025	Programmatico	2	A	A	A	A	A	B	F	F	D	C	C	C	C	C	C	D	D	C	B	A	A	A	
	Progetto	3	A	A	A	A	A	B	D	D	C	B	B	B	B	B	B	C	C	B	B	A	A	A	
2035	Programmatico	2	A	A	A	A	A	C	F	F	E	D	C	C	D	D	D	D	D	C	C	B	A	A	
	Progetto	3	A	A	A	A	A	B	D	D	C	C	C	B	B	C	C	C	C	C	B	A	A	A	

DIREZIONE PISTOIA

Tabella 57 –LOS per fascia oraria e per scenario nel giorno feriale invernale medio tratta Peretola-Sesto Fiorentino

Peretola-Sesto Fiorentino		ore giorno medio feriale invernale																								
SCENARIO	n.ro corsie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Attuale	2	A	A	A	A	A	A	A	B	C	B	B	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	B	A	A	A
2015	Programmatico	2	A	A	A	A	A	A	B	C	B	B	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	B	A	A	A
	Progetto	3	A	A	A	A	A	A	B	C	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	C	C	B	A	A	A
2025	Programmatico	2	A	A	A	A	A	A	B	D	C	B	B	C	C	C	C	C	C	D	C	B	A	A	A	
	Progetto	3	A	A	A	A	A	A	B	C	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	C	C	B	A	A	A
2035	Programmatico	2	A	A	A	A	A	A	C	D	C	C	C	C	C	C	C	C	C	D	D	D	C	A	A	A
	Progetto	3	A	A	A	A	A	A	B	C	B	B	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	B	A	A	A

Tabella 58 –LOS per fascia oraria e per scenario nel giorno feriale invernale medio tratta Sesto Fiorentino-Allacciamento A1

Sesto Fiorentino-Allacciamento A1		ore giorno medio feriale invernale																							
SCENARIO	n.ro corsie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Attuale	2	A	A	A	A	A	A	A	B	C	B	B	B	B	B	B	B	B	C	C	B	B	A	A	A
2015	Programmatico	2	A	A	A	A	A	A	B	C	B	B	B	B	B	B	B	B	C	C	C	B	A	A	A
	Progetto	3	A	A	A	A	A	A	B	C	B	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	A	A	A	A
2025	Programmatico	2	A	A	A	A	A	A	B	C	B	B	B	B	B	B	B	B	C	C	C	B	A	A	A
	Progetto	3	A	A	A	A	A	A	B	C	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	C	C	B	A	A
2035	Programmatico	2	A	A	A	A	A	A	B	D	C	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	B	A	A	A
	Progetto	3	A	A	A	A	A	A	B	C	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	C	C	B	A	A

Tabella 59 –LOS per fascia oraria e per scenario nel giorno feriale invernale medio tratta Allacciamento A1-Prato Est

Allacciamento A1-Prato Est		ore giorno medio feriale invernale																								
SCENARIO	n.ro corsie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Attuale	2	A	A	A	A	A	A	A	C	D	D	C	C	C	D	D	D	D	F	F	E	C	B	A	A	
2015	Programmatico	2	A	A	A	A	A	A	C	D	C	C	C	C	C	D	D	D	E	E	D	C	A	A	A	
	Progetto	3	A	A	A	A	A	A	B	C	C	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	B	A	A	A	
2025	Programmatico	2	A	A	A	A	A	A	D	D	D	C	C	D	D	D	D	D	F	F	E	C	B	A	A	
	Progetto	3	A	A	A	A	A	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	D	D	C	B	A	A	A	
2035	Programmatico	2	A	A	A	A	A	A	B	D	E	E	D	D	D	E	E	E	E	F	F	F	C	B	B	B
	Progetto	3	A	A	A	A	A	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	D	D	D	C	A	A	A

Tabella 60 –LOS per fascia oraria e per scenario nel giorno feriale invernale medio tratta Prato Est-Prato Ovest

Prato Est-Prato Ovest		ore giorno medio feriale invernale																								
SCENARIO	n.ro corsie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Attuale	2	A	A	A	A	A	A	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	D	D	C	B	A	A	A
2015	Programmatico	2	A	A	A	A	A	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	D	D	D	B	A	A	A
	Progetto	3	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	C	C	B	A	A	A
2025	Programmatico	2	A	A	A	A	A	A	C	D	C	C	C	C	C	D	D	D	E	E	D	C	A	A	A	
	Progetto	3	A	A	A	A	A	A	B	C	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	B	A	A	A
2035	Programmatico	2	A	A	A	A	A	A	B	D	D	D	C	C	D	D	D	D	F	F	E	C	B	A	A	
	Progetto	3	A	A	A	A	A	A	C	C	C	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	A	A	A

Tabella 61 –LOS per fascia oraria e per scenario nel giorno feriale invernale medio tratta Prato Ovest-Pistoia Est

Prato Ovest-Pistoia Est		ore giorno medio feriale invernale																								
SCENARIO	n.ro corsie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Attuale	2	A	A	A	A	A	A	A	C	C	C	B	C	C	C	C	C	C	D	D	C	B	A	A	A	
2015	Programmatico	2	A	A	A	A	A	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	D	D	D	B	A	A	A
	Progetto	3	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	C	C	B	A	A	A
2025	Programmatico	2	A	A	A	A	A	A	C	D	C	C	C	C	C	C	C	D	E	E	D	C	A	A	A	
	Progetto	3	A	A	A	A	A	A	B	C	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	B	A	A	A
2035	Programmatico	2	A	A	A	A	A	A	C	D	D	C	C	C	D	D	D	D	E	F	E	C	B	A	A	
	Progetto	3	A	A	A	A	A	A	C	C	C	B	B	C	C	C	C	C	C	C	D	C	B	A	A	A

Tabella 62 –LOS per fascia oraria e per scenario nel giorno feriale invernale medio tratta Pistoia Est-Pistoia

Pistoia Est-Pistoia		ore giorno medio feriale invernale																								
SCENARIO	n.ro corsie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Attuale	2	A	A	A	A	A	A	A	C	C	C	B	C	C	C	C	C	C	D	D	C	B	A	A	A	
2015	Programmatico	2	A	A	A	A	A	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	D	D	D	B	A	A	A
	Progetto	3	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	C	C	B	A	A	A
2025	Programmatico	2	A	A	A	A	A	A	C	D	C	C	C	C	C	C	C	D	E	E	D	C	A	A	A	
	Progetto	3	A	A	A	A	A	A	B	C	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	B	A	A	A
2035	Programmatico	2	A	A	A	A	A	A	C	D	D	C	C	C	D	D	D	D	E	F	E	C	B	A	A	
	Progetto	3	A	A	A	A	A	A	C	C	C	B	C	C	C	C	C	C	D	D	C	B	A	A	A	

7.4 Distribuzione del LOS nelle 8760 ore dell'anno

La distribuzione della frequenza dei LOS nelle 8760 ore dell'anno è riportata, per ciascuna tratta e per ciascuno scenario, nelle seguenti tabelle, che riportano anche la percentuale di ore nell'anno in cui sono osservati LOS rispettivamente accettabili (ovvero fino a C incluso) e non accettabili (oltre C). I risultati evidenziano che il progetto ha un impatto notevole sulla riduzione della percentuale di livello di servizio non accettabili, in particolare sulle tratte più congestionate: ad esempio, nella tratta Allacciamento A1-Prato Est la percentuale di LOS non accettabili nello scenario 2035 scende dal 40% del programmatico al 5.4% del progettuale.

DIREZIONE FIRENZE

Tabella 63 – Frequenza dei LOS per fascia oraria e per scenario nell'annotratta Pistoia-Pistoia Est

Pistoia-Pistoia Est		LOS						% LOS acc	% LOS non acc	
SCENARIO	n.ro corsie	A	B	C	D	E	F			
Attuale	2	44.2%	38.7%	12.3%	3.9%	0.5%	0.3%	95.2%	4.8%	
2015	Programmatico	2	41.2%	29.3%	23.1%	3.4%	2.1%	0.8%	93.7%	6.3%
	Progetto	3	56.6%	36.6%	6.2%	0.4%	0.1%	0.2%	99.4%	0.6%
2025	Programmatico	2	37.9%	19.0%	33.9%	3.8%	2.3%	3.1%	90.8%	9.2%
	Progetto	3	48.3%	40.8%	7.9%	2.6%	0.1%	0.2%	97.1%	2.9%
2035	Programmatico	2	35.4%	15.3%	35.2%	7.1%	1.8%	5.1%	86.0%	14.0%
	Progetto	3	44.4%	38.2%	12.6%	3.9%	0.6%	0.3%	95.2%	4.8%

Tabella 64 – Frequenza dei LOS per fascia oraria e per scenario nell'anno – tratta Pistoia Est-Prato Ovest

Pistoia Est-Prato Ovest		LOS						% LOS acc	% LOS non acc	
SCENARIO	n.ro corsie	A	B	C	D	E	F			
Attuale	2	44.2%	38.7%	12.3%	3.9%	0.5%	0.3%	95.2%	4.8%	
2015	Programmatico	2	41.2%	29.3%	23.1%	3.4%	2.1%	0.8%	93.7%	6.3%
	Progetto	3	62.2%	32.0%	5.5%	0.2%	0.0%	0.1%	99.7%	0.3%
2025	Programmatico	2	37.9%	19.0%	33.9%	3.8%	2.3%	3.1%	90.8%	9.2%
	Progetto	3	52.5%	39.1%	7.3%	0.8%	0.1%	0.2%	98.9%	1.1%
2035	Programmatico	2	35.4%	15.3%	35.2%	7.1%	1.8%	5.1%	86.0%	14.0%
	Progetto	3	47.2%	41.1%	8.4%	2.9%	0.2%	0.2%	96.7%	3.3%

Tabella 65 – Frequenza dei LOS per fascia oraria e per scenario nell'anno – tratta Prato Ovest-Prato Est

Prato Ovest-Prato Est		LOS						% LOS acc	% LOS non acc	
SCENARIO	n.ro corsie	A	B	C	D	E	F			
Attuale	2	41.1%	29.9%	22.7%	3.5%	2.1%	0.7%	93.7%	6.3%	
2015	Programmatico	2	39.3%	22.9%	30.1%	3.4%	2.5%	1.7%	92.3%	7.7%
	Progetto	3	55.2%	37.4%	6.7%	0.5%	0.1%	0.2%	99.3%	0.7%
2025	Programmatico	2	36.3%	16.7%	35.5%	5.1%	2.0%	4.4%	88.5%	11.5%
	Progetto	3	47.9%	41.1%	8.0%	2.7%	0.1%	0.2%	97.0%	3.0%
2035	Programmatico	2	34.2%	14.5%	34.2%	9.2%	2.3%	5.5%	83.0%	17.0%
	Progetto	3	44.6%	39.4%	11.3%	3.8%	0.5%	0.3%	95.4%	4.6%

Tabella 66 – Frequenza dei LOS per fascia oraria e per scenario nell'anno – tratta Prato Est-Allacciamento A1

Prato Est-Allacciamento A1		LOS						% LOS acc	% LOS non acc	
SCENARIO	n.ro corsie	A	B	C	D	E	F			
Attuale	2	35.5%	16.2%	35.2%	6.3%	1.9%	4.8%	86.9%	13.1%	
2015	Programmatico	2	35.6%	16.0%	35.2%	6.5%	1.8%	4.9%	86.8%	13.2%
	Progetto	3	46.6%	41.2%	8.8%	2.9%	0.1%	0.3%	96.6%	3.4%
2025	Programmatico	2	31.9%	13.0%	28.0%	17.0%	3.2%	6.9%	72.9%	27.1%
	Progetto	3	42.3%	32.2%	19.6%	3.6%	1.7%	0.6%	94.1%	5.9%
2035	Programmatico	2	30.2%	12.2%	20.2%	23.0%	5.7%	8.8%	62.5%	37.5%
	Progetto	3	39.7%	22.9%	29.7%	3.5%	2.5%	1.7%	92.4%	7.6%

Tabella 67 – Frequenza dei LOS per fascia oraria e per scenario nell'anno tratta Allacciamento A1-Sesto Fiorentino

Allacciamento A1-Sesto Fiorentino		LOS						% LOS acc	% LOS non acc	
SCENARIO	n.ro corsie	A	B	C	D	E	F			
Attuale	2	37.5%	19.9%	33.7%	3.7%	2.4%	2.9%	91.1%	8.9%	
2015	Programmatico	2	34.6%	16.5%	35.1%	6.7%	2.1%	5.0%	86.2%	13.8%
	Progetto	3	43.0%	37.9%	13.9%	4.1%	0.7%	0.3%	94.9%	5.1%
2025	Programmatico	2	31.4%	12.7%	28.3%	17.1%	3.3%	7.2%	72.4%	27.6%
	Progetto	3	39.6%	25.8%	27.5%	3.4%	2.7%	1.0%	92.9%	7.1%
2035	Programmatico	2	29.1%	11.4%	18.0%	23.0%	8.2%	10.2%	58.5%	41.5%
	Progetto	3	37.1%	18.9%	34.5%	4.0%	2.2%	3.2%	90.5%	9.5%

Tabella 68 – Frequenza dei LOS per fascia oraria e per scenario nell'anno
tratta Sesto Fiorentino-Peretola

Sesto Fiorentino-Peretola		LOS						% LOS	% LOS	
SCENARIO	n.ro corsie	A	B	C	D	E	F	acc	non acc	
Attuale	2	43.6%	39.3%	12.3%	4.0%	0.5%	0.3%	95.2%	4.8%	
2015	Programmatico	2	37.8%	20.5%	33.0%	3.6%	2.4%	2.6%	91.4%	8.6%
	Progetto	3	48.8%	40.9%	7.7%	2.3%	0.1%	0.2%	97.4%	2.6%
2025	Programmatico	2	33.0%	14.3%	33.7%	10.6%	2.6%	5.8%	81.0%	19.0%
	Progetto	3	42.2%	35.2%	17.0%	3.7%	1.4%	0.4%	94.5%	5.5%
2035	Programmatico	2	30.2%	12.4%	22.5%	21.6%	5.0%	8.4%	65.0%	35.0%
	Progetto	3	38.7%	23.0%	30.5%	3.4%	2.7%	1.7%	92.2%	7.8%

DIREZIONE PISTOIA

Tabella 69 – Frequenza dei LOS per fascia oraria e per scenario nell'anno – tratta Peretola-Sesto Fiorentino

Peretola-Sesto Fiorentino		LOS						% LOS	% LOS	
SCENARIO	n.ro corsie	A	B	C	D	E	F	acc	non acc	
Attuale	2	41.4%	13.0%	35.8%	7.9%	0.6%	1.3%	90.2%	9.8%	
2015	Programmatico	2	38.7%	12.1%	33.1%	11.1%	3.3%	1.7%	83.9%	16.1%
	Progetto	3	47.2%	34.4%	16.9%	0.6%	0.5%	0.4%	98.5%	1.5%
2025	Programmatico	2	34.1%	13.4%	23.0%	18.9%	5.9%	4.7%	70.5%	29.5%
	Progetto	3	44.5%	22.2%	29.8%	2.2%	0.4%	0.9%	96.4%	3.6%
2035	Programmatico	2	30.3%	15.0%	14.1%	22.4%	8.9%	9.3%	59.5%	40.5%
	Progetto	3	41.4%	13.0%	35.6%	8.0%	0.6%	1.3%	90.0%	10.0%

Tabella 70 – Frequenza dei LOS per fascia oraria e per scenario nell'anno
tratta Sesto Fiorentino-Allacciamento A1

Sesto Fiorentino-Allacciamento A1		LOS						% LOS	% LOS	
SCENARIO	n.ro corsie	A	B	C	D	E	F	acc	non acc	
Attuale	2	41.4%	13.0%	35.8%	7.9%	0.6%	1.3%	90.2%	9.8%	
2015	Programmatico	2	38.7%	12.1%	33.1%	11.1%	3.3%	1.7%	83.9%	16.1%
	Progetto	3	48.2%	37.5%	12.9%	0.7%	0.4%	0.3%	98.7%	1.3%
2025	Programmatico	2	34.1%	13.4%	23.0%	18.9%	5.9%	4.7%	70.5%	29.5%
	Progetto	3	45.3%	25.8%	26.7%	1.1%	0.5%	0.7%	97.7%	2.3%
2035	Programmatico	2	30.3%	15.0%	14.1%	22.4%	8.9%	9.3%	59.5%	40.5%
	Progetto	3	42.4%	14.5%	35.0%	6.5%	0.4%	1.2%	91.9%	8.1%

Tabella 71 – Frequenza dei LOS per fascia oraria e per scenario nell'anno – tratta Allacciamento A1-Prato Est

Allacciamento A1-Prato Est		LOS						% LOS	% LOS	
SCENARIO	n.ro corsie	A	B	C	D	E	F	acc	non acc	
Attuale	2	42.2%	14.2%	34.8%	7.0%	0.5%	1.3%	91.2%	8.8%	
2015	Programmatico	2	39.7%	12.1%	34.6%	9.9%	2.2%	1.6%	86.4%	13.6%
	Progetto	3	49.2%	38.4%	11.0%	0.7%	0.4%	0.2%	98.7%	1.3%
2025	Programmatico	2	34.4%	13.3%	23.4%	18.5%	5.8%	4.5%	71.1%	28.9%
	Progetto	3	45.6%	27.9%	24.5%	0.9%	0.6%	0.6%	97.9%	2.1%
2035	Programmatico	2	30.6%	14.8%	14.6%	22.2%	8.6%	9.1%	60.0%	40.0%
	Progetto	3	43.8%	17.9%	32.9%	3.9%	0.3%	1.1%	94.6%	5.4%

Tabella 72 - Frequenza dei LOS per fascia oraria e per scenario nell'anno – tratta Prato Est-Prato Ovest

Prato Est-Prato Ovest		LOS						% LOS	% LOS	
SCENARIO	n.ro corsie	A	B	C	D	E	F	acc	non acc	
Attuale	2	30.1%	14.9%	15.8%	22.7%	7.8%	8.7%	60.8%	39.2%	
2015	Programmatico	2	29.2%	15.1%	13.8%	23.0%	9.2%	9.7%	58.1%	41.9%
	Progetto	3	42.6%	17.6%	32.9%	5.4%	0.3%	1.2%	93.1%	6.9%
2025	Programmatico	2	28.0%	15.5%	11.3%	21.3%	11.9%	12.0%	54.7%	45.3%
	Progetto	3	41.6%	14.2%	35.3%	7.2%	0.4%	1.3%	91.1%	8.9%
2035	Programmatico	2	25.5%	16.6%	9.1%	14.8%	15.2%	18.7%	51.2%	48.8%
	Progetto	3	40.2%	12.3%	35.8%	9.1%	1.1%	1.5%	88.3%	11.7%

Tabella 73 – Frequenza dei LOS per fascia oraria e per scenario nell'anno – tratta Prato Ovest-Pistoia Est

Prato Ovest-Pistoia Est		LOS						% LOS	% LOS	
SCENARIO	n.ro corsie	A	B	C	D	E	F	acc	non acc	
Attuale	2	41.9%	15.6%	34.5%	6.3%	0.4%	1.2%	92.1%	7.9%	
2015	Programmatico	2	36.9%	12.0%	33.3%	10.9%	5.0%	1.9%	82.2%	17.8%
	Progetto	3	46.4%	37.8%	14.3%	0.7%	0.4%	0.3%	98.5%	1.5%
2025	Programmatico	2	36.6%	11.9%	31.9%	12.0%	5.4%	2.1%	80.5%	19.5%
	Progetto	3	45.3%	32.7%	20.3%	0.6%	0.6%	0.5%	98.3%	1.7%
2035	Programmatico	2	33.2%	13.0%	23.7%	19.1%	5.0%	6.0%	69.9%	30.1%
	Progetto	3	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

Tabella 74 – Frequenza dei LOS per fascia oraria e per scenario nell'anno – tratta Pistoia Est-Pistoia

Pistoia Est-Pistoia		LOS						% LOS acc	% LOS non acc	
SCENARIO	n.ro corsie	A	B	C	D	E	F			
Attuale	2	37.1%	12.2%	34.7%	10.1%	3.9%	1.9%	84.0%	16.0%	
2015	Programmatico	2	33.0%	12.7%	26.3%	17.1%	5.4%	5.5%	72.1%	27.9%
	Progetto	3	43.9%	30.6%	23.1%	1.2%	0.6%	0.6%	97.5%	2.5%
2025	Programmatico	2	29.3%	14.2%	16.2%	22.3%	7.8%	10.3%	59.7%	40.3%
	Progetto	3	41.3%	17.4%	33.0%	6.7%	0.4%	1.3%	91.6%	8.4%
2035	Programmatico	2	25.9%	15.6%	10.2%	19.4%	13.2%	15.7%	51.7%	48.3%
	Progetto	3	39.3%	13.2%	36.5%	8.4%	1.1%	1.5%	89.0%	11.0%

Infine, per valutare la percentuale di veicoli equivalenti che nell'arco di un anno circola in presenza di ciascuna delle possibili condizioni di livello di servizio, con riferimento alla tratta che presenta il maggior numero di ore di LOS F nello scenario programmatico 2035 (Allacciamento A1/A11-Prato Est), si riporta nella seguente Tabella 75 la percentuale delle ore annuali in cui si manifesta l'insorgenza di ciascuno dei 6 livelli di servizio e la relativa percentuale di veicoli in transito.

Tabella 75 – Percentuale di ore dell'anno e di veicoli circolanti nell'anno in ciascuna condizione di LOS (scenario attuale) – tratta Allacciamento A1/A11-Prato Est

SCENARIO	ATTUALE			
LIVELLO DI SERVIZIO	ore	%	veicoli	%
A	3,112	36%	1,503,233	9%
B	1,416	16%	1,744,589	10%
C	3,087	35%	3,132,384	18%
D	554	6%	5,684,973	32%
E	167	2%	2,277,998	13%
F	424	5%	3,264,257	19%

Il medesimo dato è poi riportato per ciascuno scenario programmatico e progettuale sia in formato numerico (Tabella 76) sia in rappresentazione grafica mediante diagramma a torta (Figura 41). Come si vede, la situazione in termini di percentuale di veicoli costretta a LOS inaccettabili nel 2035 passa dal 78% circa dello scenario programmatico al 26% dello scenario progettuale.

Tabella 76 – Percentuale di ore dell'anno e di veicoli circolanti nell'anno in ciascuna condizione di LOS (scenari programmatici e di progetto) – tratta Allacciamento A1/A11-Prato Est

SCENARIO 2015	PROGRAMMATICO				PROGETTUALE			
LIVELLO DI SERVIZIO	ore	%	veicoli	%	ore	%	veicoli	%
A	3,171	36%	1,457,695	8%	4,228	48%	2,959,666	17%
B	1,464	17%	1,773,007	10%	3,578	41%	4,528,023	26%
C	3,105	35%	2,742,113	15%	702	8%	8,056,424	47%
D	462	5%	5,788,873	32%	221	3%	872,777	5%
E	173	2%	2,679,194	15%	11	0%	179,425	1%
F	385	4%	3,692,500	20%	20	0%	505,754	3%

SCENARIO 2025	PROGRAMMATICO				PROGETTUALE			
LIVELLO DI SERVIZIO	ore	%	veicoli	%	ore	%	veicoli	%
A	2,892	33%	1,264,681	6%	3,808	43%	2,999,373	16%
B	1,173	13%	1,979,234	10%	3,201	37%	2,726,786	14%
C	2,776	32%	1,796,516	9%	1,298	15%	9,767,359	51%
D	1,136	13%	3,870,253	19%	343	4%	2,616,737	14%
E	229	3%	4,495,953	22%	79	1%	186,278	1%
F	554	6%	7,125,282	35%	31	0%	741,525	4%

SCENARIO 2035	PROGRAMMATICO				PROGETTUALE			
LIVELLO DI SERVIZIO	ore	%	veicoli	%	ore	%	veicoli	%
A	2,736	31%	1,133,778	5%	3,580	41%	2,954,178	14%
B	1,094	12%	2,068,310	9%	2,390	27%	2,237,244	11%
C	2,119	24%	1,651,610	7%	2,212	25%	10,171,230	49%
D	1,793	20%	2,258,817	10%	296	3%	3,631,142	18%
E	337	4%	4,291,232	19%	207	2%	816,388	4%
F	681	8%	10,964,259	49%	75	1%	931,286	4%

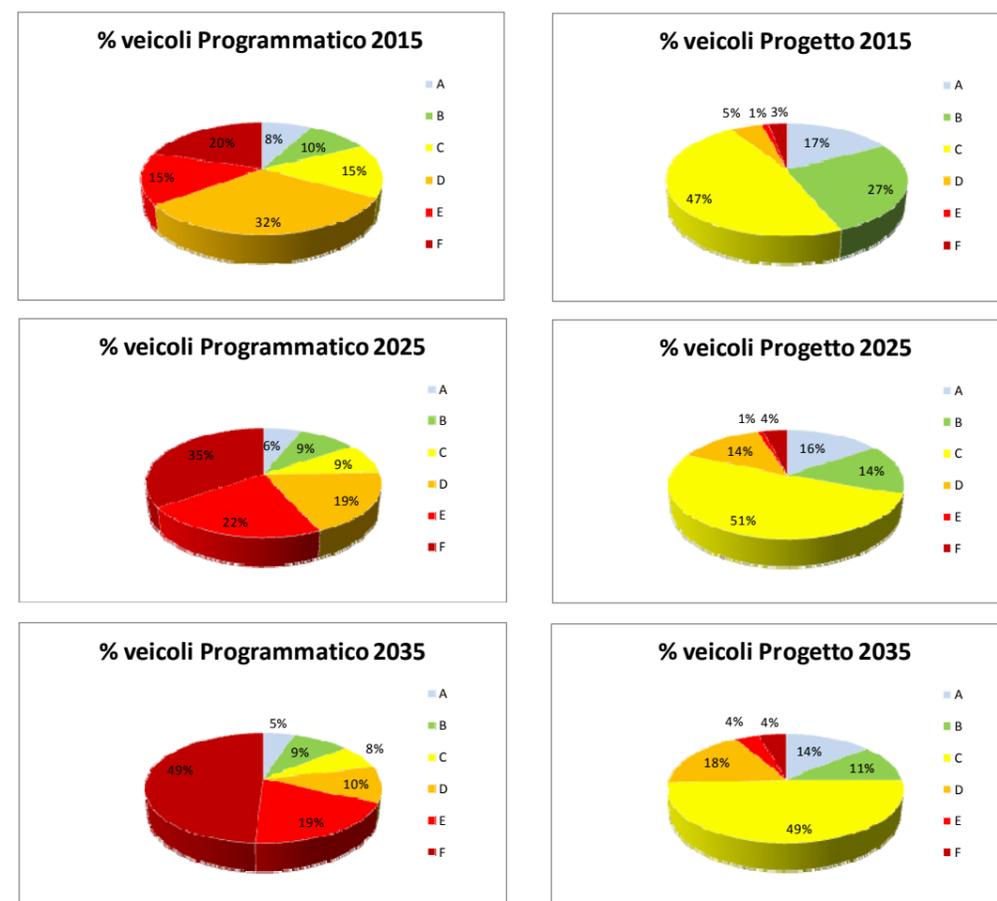


Figura 41 – Percentuale di ore dell'anno e di veicoli circolanti nell'anno in ciascuna condizione di LOS (scenari programmatici e di progetto) – tratta Allacciamento A1/A11-Prato Est

8 Benefici per l'utenza

Come accennato in precedenza, a partire dai flussi di arco e dalle velocità a carico ottenute dalla procedura di assegnazione, è possibile caratterizzare il funzionamento della rete, in termini di criticità locali e globali, con riferimento sia alle prestazioni trasportistiche in senso stretto sia agli impatti esterni (incidentalità, inquinamento acustico e ambientale). Nel presente studio, in particolare, sono stati calcolati i seguenti indicatori in accordo con quanto previsto dal disciplinare tecnico:

- i *veicoli chilometro*, quantificati come somma complessiva dei chilometri percorsi dai veicoli in movimento sulla rete, distinti nelle componenti leggera e pesante;
- il *tempo totale*, cioè il tempo complessivamente speso dai veicoli per compiere il tragitto dal punto di origine al punto di destinazione, distinguendo le quote imputabili ai mezzi leggeri e pesanti;
- la *velocità media* di percorrenza sulla rete, media delle velocità reali calcolate su ciascun arco della rete nelle condizioni di traffico simulate.

Il calcolo degli indicatori è stato effettuato con riferimento all'intera area di studio del modello, per gli indicatori che esprimono la variazione totale di tempo su rete e di veicoli km, ovvero su una porzione dell'area di studio comprendente tutte le infrastrutture di carattere suburbano ed extraurbano in una fascia territoriale di ampiezza 10 km a cavallo dell'asse dell'infrastruttura di progetto, per l'indicatore che esprime una variazione di velocità media. Inoltre, per consentire una verifica diretta con il preliminare, è stato effettuato anche il calcolo relativamente alla sola infrastruttura oggetto di intervento. I risultati sono riportati in Tabella 77 con riferimento ai veicoli km, in Tabella 78 per i tempi di percorrenza e in Tabella 79 per la velocità media nell'ora di punta. Le tabelle riportano anche le variazioni percentuali, calcolate rispetto allo scenario attuale per gli scenari programmatici e rispetto agli scenari programmatici per gli scenari progettuali (a parità di orizzonte temporale). In particolare, le percentuali in nero si riferiscono alle variazioni tra scenario programmatico e scenario attuale, mentre le percentuali in rosso si riferiscono a variazioni tra scenario programmatico e progettuale per uno stesso anno.

Analizzando tali indicatori, si osserva innanzitutto il significativo incremento di veicoli km sia sulla tratta di progetto sia sull'area di studio negli **scenari programmatici** rispetto a quello attuale (ad es. circa +36% per i leggeri e +53% per i pesanti al 2035 sia nella punta del mattino sia nel giorno feriale invernale medio per la tratta di progetto). Confrontando invece gli scenari programmatici con i

corrispondenti scenari progettuali si osserva, relativamente alla tratta di progetto, un leggero incremento dei veicoli km (ad es. +3.5% nello scenario al 2025) per i veicoli leggeri e un più marcato aumento (ad es. +5.1% nello scenario al 2025) per i veicoli pesanti; nell'area di studio, invece, le variazioni tra scenari programmatici e scenari progettuali non sono ovviamente significative in termini percentuali e vanno lette invece in valore assoluto. In generale, quindi, dal confronto tra programmatici e progettuali sull'area di studio si può affermare che l'intervento di progetto consente di abbassare il costo generalizzato di trasporto su numerose relazioni o-d che, rispetto allo scenario di non progetto, si trovano ad avere disponibili percorsi di lunghezza maggiore ma di tempo di viaggio complessivo minore.

Tabella 77 – Calcolo degli indicatori: veicoli km

scenario	area di analisi	veicoli km giorno feriale invernale medio								
		punta mattino		giorno						
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti					
attuale	Tratta Progetto	125,379	23,987	1,562,914	357,686					
	Area studio	13,241,157	2,530,092	164,984,816	37,723,672					
2015	programmatico	Tratta Progetto	134,637	24,540	1,672,053	366,275	7.4%	2.3%	7.0%	2.4%
		Area studio	14,276,863	2,798,283	177,175,870	41,750,382	7.8%	10.6%	7.4%	10.7%
	progettuale	Tratta Progetto	138,094	25,679	1,716,644	383,093	2.6%	4.6%	2.7%	4.6%
		Area studio	14,295,415	2,798,466	177,406,100	41,753,113	0.1%	0.0%	0.1%	0.0%
2025	programmatico	Tratta Progetto	151,730	29,296	1,880,016	437,145	21.0%	22.1%	20.3%	22.2%
		Area studio	16,377,061	3,381,650	202,911,786	50,454,218	23.7%	33.7%	23.0%	33.7%
	progettuale	Tratta Progetto	157,085	30,797	1,948,784	459,311	3.5%	5.1%	3.7%	5.1%
		Area studio	16,415,208	3,382,237	203,384,427	50,462,976	0.2%	0.0%	0.2%	0.0%
2035	programmatico	Tratta Progetto	166,476	32,805	2,064,629	489,939	32.8%	36.8%	32.1%	37.0%
		Area studio	18,116,641	3,879,671	224,646,348	57,923,488	36.8%	53.3%	36.2%	53.5%
	progettuale	Tratta Progetto	173,884	34,337	2,164,023	512,331	4.4%	4.7%	4.8%	4.6%
		Area studio	18,190,068	3,880,261	225,556,843	57,932,297	0.4%	0.0%	0.4%	0.0%

Per quanto riguarda il tempo totale di percorrenza, gli incrementi nel passare dallo scenario attuale a quelli **programmatici** sono generalmente molto significativi per l'effetto congiunto dell'aumento dei veicoli circolanti e della conseguente riduzione delle velocità medie di percorrenza (vedi anche la successiva Tabella 79). Inoltre, nel passaggio dallo scenario programmatico a quello **progettuale**, per ciascun orizzonte temporale si osserva un impatto sui tempi decisamente più significativo per la componente leggera del traffico veicolare rispetto a quella pesante (ad es. -35.3% e -9.9% rispettivamente al 2025): ciò si spiega tenendo conto che il miglioramento delle velocità dei mezzi pesanti risulta meno marcato nel passaggio alla terza corsia nella tratta Firenze-Pistoia. Infine, come già rilevato per i veicoli km, data l'ampiezza dell'area di studio del modello, le variazioni sull'intera area sono poco significative in termini percentuali, e vanno invece correttamente valutate in termini assoluti.

Infine, per quanto riguarda la velocità media di percorrenza, le riduzioni che si registrano nella tratta autostradale di progetto nel passaggio dallo scenario attuale a quelli **programmatici** (dovute ad un aumento dei veicoli circolanti) sono più che compensate – negli scenari **progettuali** – dai benefici derivanti dall'introduzione della terza corsia: il risultato finale quindi è un aumento della velocità media di percorrenza in tutti e tre gli scenari progettuali rispetto allo scenario attuale.

Tabella 78 – Calcolo degli indicatori: tempo di percorrenza nell'ora di punta (ore)

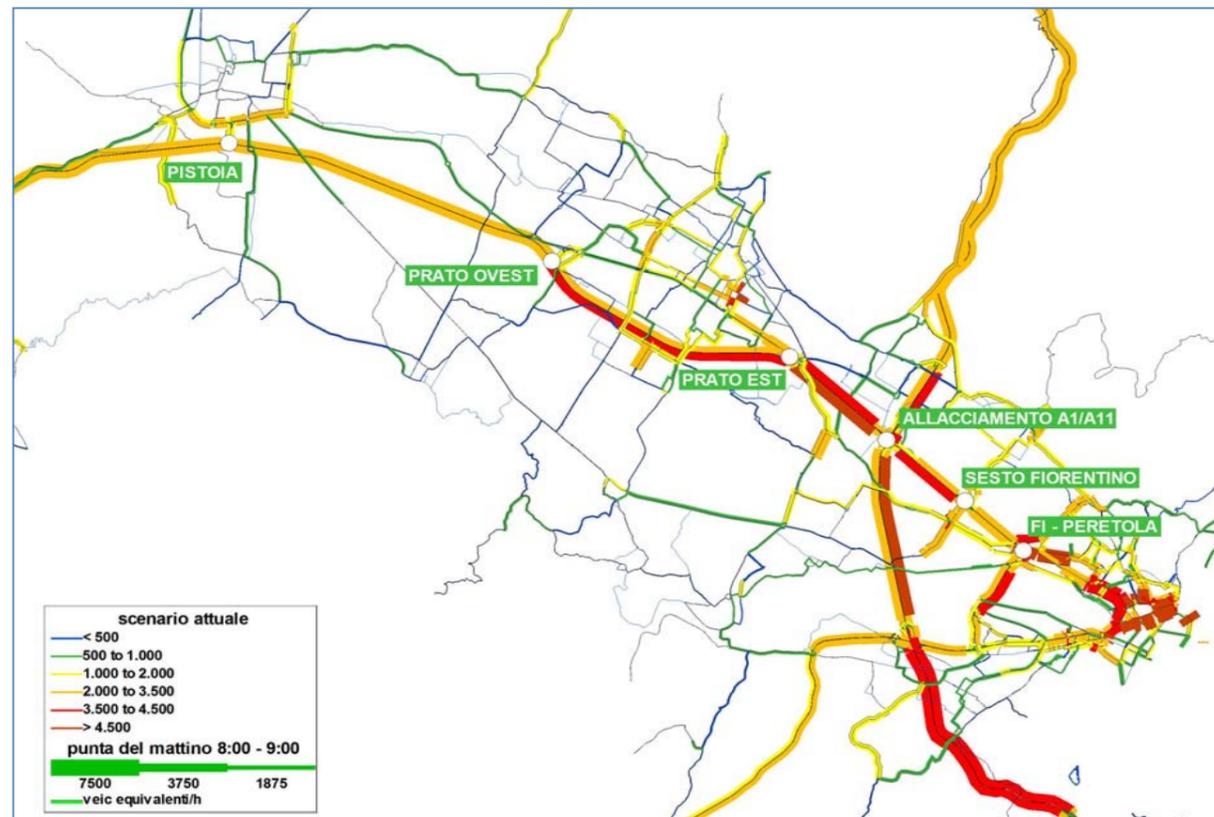
scenario		tempo totale su rete				
		area di analisi	leggeri	pesanti		
attuale		Tratta Progetto	1,301	300		
		Area studio	177,800	35,615		
2015	programmatico	Tratta Progetto	1,520	322	16.9%	7.4%
		Area studio	191,827	39,398	7.9%	10.6%
	progettuale	Tratta Progetto	1,145	290	-24.7%	-9.9%
		Area studio	191,626	39,386	-0.1%	0.0%
2025	programmatico	Tratta Progetto	2,126	384	63.4%	28.1%
		Area studio	222,017	47,781	24.9%	34.2%
	progettuale	Tratta Progetto	1,375	346	-35.3%	-9.9%
		Area studio	221,647	47,760	-0.2%	0.0%
2035	programmatico	Tratta Progetto	2,832	429	117.7%	43.1%
		Area studio	247,928	54,956	39.4%	54.3%
	progettuale	Tratta Progetto	1,612	387	-43.1%	-9.8%
		Area studio	247,355	54,923	-0.2%	-0.1%

Tabella 79 – Calcolo degli indicatori: velocità media nell'ora di punta (km/h)

scenario		area di analisi	velocità media	
attuale		Tratta Progetto	96.4	
		Finestra 10 km	63.4	
2015	programmatico	Tratta Progetto	88.6	-8.1%
		Finestra 10 km	65.1	2.6%
	progettuale	Tratta Progetto	120.6	36.2%
		Finestra 10 km	67.6	3.9%
2025	programmatico	Tratta Progetto	71.4	-26.0%
		Finestra 10 km	60.5	-4.6%
	progettuale	Tratta Progetto	114.2	60.1%
		Finestra 10 km	63.9	5.7%
2035	programmatico	Tratta Progetto	58.8	-39.0%
		Finestra 10 km	56.6	-10.7%
	progettuale	Tratta Progetto	107.9	83.5%
		Finestra 10 km	61.8	9.2%

9 Conclusioni

La tratta Firenze - Pistoia dell'Autostrada A11 presenta **attualmente** significativi livelli di traffico che si attestano su valori dell'ordine di oltre **117.000 veicoli giornalieri equivalenti totali bidirezionali**, nella tratta più carica (allacciamento **A1-Prato Est**) e di circa 70.000 veicoli teorici giornalieri medi, con un'incidenza della componente **pesante** del traffico pari a circa il **15%**, leggermente inferiore alla media di rete nazionale. L'attuale andamento dei flussi sull'infrastruttura oggetto di studio è riportato nella seguente figura, con riferimento all'**ora di punta del mattino (8:00-9:00) del giorno feriale invernale medio**.



Scenario attuale

Nella **configurazione attuale** a due corsie per direzione di percorrenza, l'infrastruttura appare già molto congestionata, soprattutto nella sopra citata tratta tra Prato est e l'allacciamento A1 e in generale in tutte le tratte in direzione Firenze, come evidenziato dalla tabella seguente che riporta i gradi di saturazione (rapporto flusso/capacità) di tutte le tratte autostradali interessate al progetto di allargamento oggetto di studio, relativamente al giorno feriale invernale medio. Nella stessa tabella sono anche riportate per ogni tratta la velocità a flusso nullo (V_0) e a carico (V).

		ATTUALE			
		Tratta	f/cap	V_0	V
Dir Mare	Peretola-Sesto Fiorentino	0.693	130	117	
	Sesto Fiorentino-All. A1	0.662	130	119	
	All. A1-Prato Est	0.966	130	91	
	Prato Est-Prato Ovest	0.738	130	113	
	Prato Ovest-Pistoia	0.739	130	113	
Dir Firenze	Pistoia-Prato Ovest	0.837	130	104	
	Prato Ovest-Prato Est	0.924	130	95	
	Prato Est-All. A1	1.162	130	68	
	All. A1-Sesto Fiorentino	1.018	130	85	
	Sesto Fiorentino Peretola	0.811	130	107	

Scenario attuale

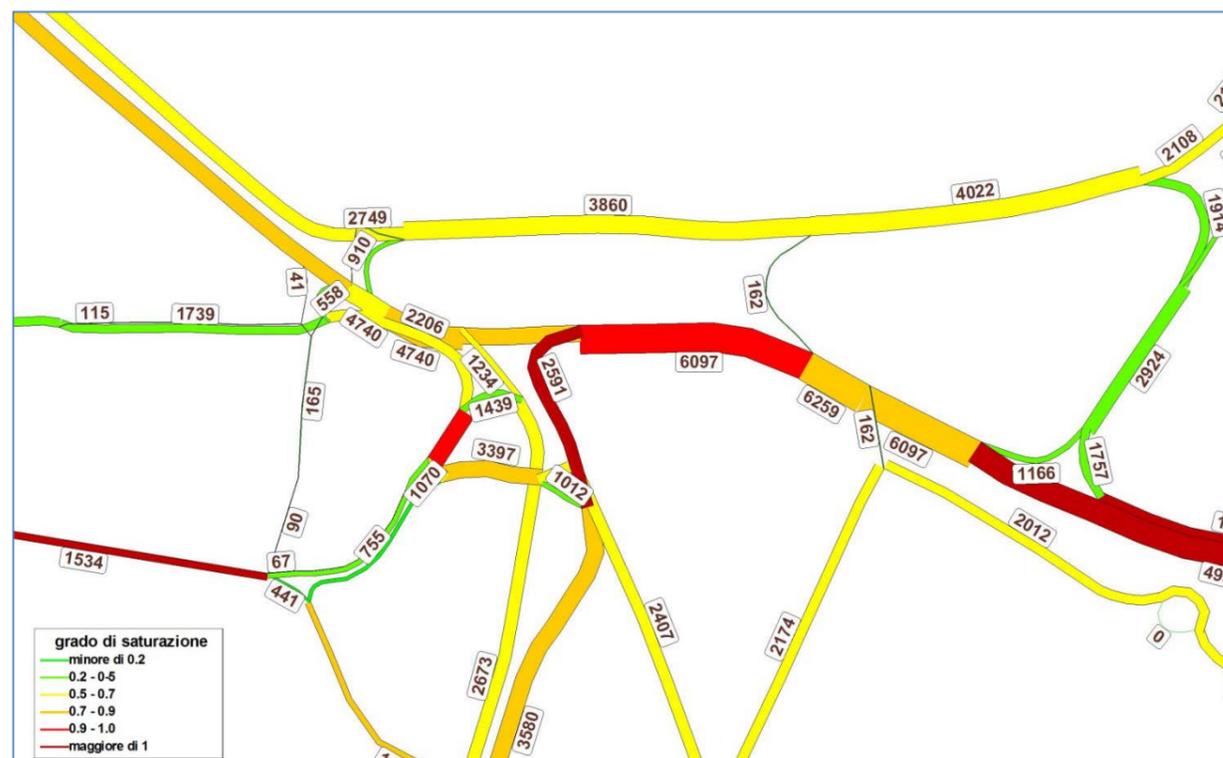
D'altra parte, guardando in dettaglio **all'analisi dei livelli di servizio (LOS)**, si osservano, sempre nella tratta tra l'allacciamento A1 e Prato Est, LOS pari a F già nello scenario attuale, sia nella fascia di punta del mattino sia nella fascia di punta del pomeriggio. Inoltre, anche su base annua, si evidenziano attualmente condizioni di deflusso non adeguate, con circa il 64% dei veicoli circolanti in condizioni di LOS inaccettabili (cioè superiori a C), come evidenziato dalla seguente tabella.

SCENARIO	ATTUALE			
	ore	%	veicoli	%
A	3,112	36%	1,503,233	9%
B	1,416	16%	1,744,589	10%
C	3,087	35%	3,132,384	18%
D	554	6%	5,684,973	32%
E	167	2%	2,277,998	13%
F	424	5%	3,264,257	19%

Scenario attuale

Per quanto riguarda la simulazione del **nodo di Peretola**, si è proceduto alla verifica macroscopica del nodo con riferimento all'ora di punta del mattino del giorno feriale invernale medio, ottenendo il flussogramma riportato nella seguente figura.

In termini di prestazioni, **rimandando all'analisi in microsimulazione per una valutazione dettagliata e precisa del livello di servizio** delle rampe e delle tratte elementari, si evidenzia come già nello scenario attuale vi siano infrastrutture, come via Guidoni e la direttrice di Ponte all'Indiano, interessate da notevoli flussi orari cui corrispondono gradi di saturazione sostanzialmente non accettabili.



Nodo di Peretola: Scenario attuale

La prevista evoluzione della domanda di trasporto, ovviamente, determinerà a medio-lungo termine un ulteriore notevole scadimento delle prestazioni dell'infrastruttura. In particolare confrontando i valori dei veicoli teorici giornalieri medi bidirezionali degli **scenari programmatici** al 2015, al 2025 e al 2035 con il corrispondente valore dello scenario attuale si osserva un incremento del 6% al 2015, del 21% al 2025 e del 33% al 2035 rispettivamente. Conseguentemente, la distribuzione annua dei livelli di servizio subirà notevoli variazioni, portando la percentuale di veicoli circolanti sotto livello di servizio inaccettabile (cioè maggiore di C), sempre in relazione alla tratta più carica tra Prato est e l'allacciamento A1, al 67% al 2015, al 76% al 2025 e al 78% al 2035 (tabelle successive, colonna "PROGRAMMATICO").

Ciò evidenzia la necessità di provvedere alla realizzazione dell'**intervento di progetto**. La realizzazione dell'allargamento della sede autostradale nella tratta oggetto di studio risulta in grado, muovendo dalle verifiche puntuali di funzionalità effettuate, di restituire al sistema buone condizioni di servizio anche rispetto all'orizzonte previsionale di lungo periodo, cioè all'anno 2035. La terza corsia di progetto risulta, infatti, tale da garantire anche nella condizione più gravosa (ovvero scenario alto al 2035) una significativa percentuale di veicoli circolanti sotto LOS ottimali (74%) e dunque un netto miglioramento delle prestazioni attualmente garantite dalla tratta in questione (tabelle precedenti, colonna "PROGETTUALE").

SCENARIO 2015	PROGRAMMATICO				PROGETTUALE			
LIVELLO DI SERVIZIO	ore	%	veicoli	%	ore	%	veicoli	%
A	3,171	36%	1,457,695	8%	4,228	48%	2,959,666	17%
B	1,464	17%	1,773,007	10%	3,578	41%	4,528,023	26%
C	3,105	35%	2,742,113	15%	702	8%	8,056,424	47%
D	462	5%	5,788,873	32%	221	3%	872,777	5%
E	173	2%	2,679,194	15%	11	0%	179,425	1%
F	385	4%	3,692,500	20%	20	0%	505,754	3%

SCENARIO 2025	PROGRAMMATICO				PROGETTUALE			
LIVELLO DI SERVIZIO	ore	%	veicoli	%	ore	%	veicoli	%
A	2,892	33%	1,264,681	6%	3,808	43%	2,999,373	16%
B	1,173	13%	1,979,234	10%	3,201	37%	2,726,786	14%
C	2,776	32%	1,796,516	9%	1,298	15%	9,767,359	51%
D	1,136	13%	3,870,253	19%	343	4%	2,616,737	14%
E	229	3%	4,495,953	22%	79	1%	186,278	1%
F	554	6%	7,125,282	35%	31	0%	741,525	4%

SCENARIO 2035	PROGRAMMATICO				PROGETTUALE			
LIVELLO DI SERVIZIO	ore	%	veicoli	%	ore	%	veicoli	%
A	2,736	31%	1,133,778	5%	3,580	41%	2,954,178	14%
B	1,094	12%	2,068,310	9%	2,390	27%	2,237,244	11%
C	2,119	24%	1,651,610	7%	2,212	25%	10,171,230	49%
D	1,793	20%	2,258,817	10%	296	3%	3,631,142	18%
E	337	4%	4,291,232	19%	207	2%	816,388	4%
F	681	8%	10,964,259	49%	75	1%	931,286	4%

Scenari programmatici e progettuali

Guardando invece agli **indicatori aggregati di performance dell'intervento di progetto**, si osserva innanzitutto il significativo incremento di veicoli km sia sulla tratta di progetto sia sull'area di studio negli scenari programmatici rispetto a quello attuale (ad es. circa +36% per i leggeri e +53% per i pesanti al 2035 sia nella punta del mattino sia nel giorno feriale invernale medio per la tratta di progetto). Confrontando invece gli scenari programmatici con i corrispondenti scenari progettuali si osserva, relativamente alla tratta di progetto, un leggero incremento dei veicoli km (ad es. +3.5% nello scenario al 2025) per i veicoli leggeri e un più marcato aumento (ad es. +5.1% nello scenario al 2025) per i veicoli pesanti. In generale, quindi, dal confronto tra programmatici e progettuali sull'area di studio si può affermare che l'intervento di progetto consente di abbassare il costo generalizzato di trasporto su numerose relazioni o-d che, rispetto allo scenario di non progetto, si trovano ad avere disponibili percorsi di lunghezza maggiore ma di tempo di viaggio complessivo minore. Anche per quanto riguarda il tempo totale di percorrenza, gli incrementi nel passare dallo scenario attuale a quelli programmatici sono generalmente molto significativi per l'effetto congiunto dell'aumento dei veicoli circolanti e della conseguente riduzione delle velocità medie di percorrenza. Inoltre, nel passaggio dallo scenario programmatico a quello progettuale, per ciascun orizzonte temporale si osserva un impatto sui tempi decisamente più significativo per la componente leggera del traffico veicolare rispetto a quella pesante (ad es. -35.3% e -9.9% rispettivamente al 2025): ciò si spiega tenendo conto che il miglioramento delle velocità dei mezzi pesanti risulta meno marcato

nel passaggio alla terza corsia nella tratta Firenze-Pistoia. Infine, per quanto riguarda la velocità media di percorrenza, le riduzioni che si registrano nella tratta autostradale di progetto nel passaggio dallo scenario attuale a quelli programmatici (dovute ad un aumento dei veicoli circolanti) sono più che compensate – negli scenari progettuali – dai benefici derivanti dall'introduzione della terza corsia: il risultato finale quindi è un aumento della velocità media di percorrenza in tutti e tre gli scenari progettuali rispetto allo scenario attuale.

Il progetto di potenziamento del **nodo di Peretola** (in primis completamento rampe del ponte Viadotto all'Indiano e creazione di un anello di circolazione oraria in attestamento dalla A11) consente la **realizzazione della gerarchizzazione dei collegamenti** tra i diversi livelli di viabilità (autostradale, urbana di scorrimento ed urbana) e porta ad una **maggiore fluidità** delle manovre di immissione, diversione ed intreccio tra le correnti veicolari.

Nello scenario progettuale il nodo si trova a dover assorbire l'aumento di domanda sulla direttrice della A11, che, rispetto allo scenario programmatico, diventa a tre corsie, nonché sulla direttrice proveniente da via Palagio degli Spini, che cambia verso di percorrenza. Anche la maggiore fluidità della circolazione nel nodo, cui consegue generalmente una diminuzione dei tempi di attraversamento, comporta un'aumento di domanda legato alla maggior attrattività dei percorsi che lo attraversano.

Confrontando gli scenari programmatici con quelli progettuali si vede come questi ultimi presentino un complessivo miglioramento dei livelli di saturazione in tutti gli orizzonti temporali.

Tuttavia **nell'analisi funzionale di un nodo viabilistico il grado di saturazione non consente di evidenziare la qualità del regime di circolazione**: a livelli di saturazione che su alcuni archi possono restare elevati possono infatti corrispondere dei livelli di servizio fortemente migliorativi. Tali evidenze risulteranno palesi nello **studio micromodellistico del nodo di Peretola** cui si rimanda.

In conclusione, lo studio di traffico a supporto della progettazione definitiva evidenzia l'importanza dell'intervento di progetto nel ristabilire adeguate condizioni di esercizio sulla tratta e tali da risultare, anche nel lungo periodo, migliorative rispetto all'attuale.



Nodo di Peretola: Scenario progettuale 2035