

**S.S.51 "ALEMAGNA"**  
**VARIANTE DI LONGARONE**

**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

COD. VE407

**PROGETTAZIONE: ATI VIA - SERING - VDP - BRENG**

**RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE e PRGETTISTA:**

*Dott. Ing. Massim Capasso (Ord. Ing. Prov. Roma A26031)*

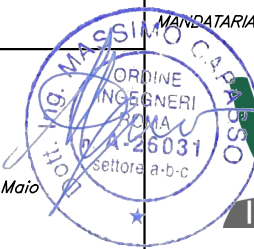
**GRUPPO DI PROGETTAZIONE**

**MANDATARIA:**

**MANDANTI:**

**PROGETTISTA:**

Responsabile Tracciato stradale: *Dott. Ing. Massimo Capasso (Ord. Ing. Prov. Roma 26031)*  
 Responsabile Strutture: *Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma 27296)*  
 Responsabile Idraulica, Geotecnica e Impianti: *Dott. Ing. Sergio Di Maio (Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)*  
 Responsabile Ambiente: *Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)*



**GEOLOGO:**

*Dott. Geol. Enrico Curcuruto (Ord. Geo. Regione Sicilia 966)*

**COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:**

*Dott. Ing. Matteo Di Girolamo (Ord. Ing. Prov. Roma A15138)*

**COORDINATORE ATTIVITA' DI PROGETTAZIONE:**

*Dott. Ing. Maria Antonietta Merendino (Ord. Ing. Prov. Roma A28481)*



**VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:**

*Dott. Ing. Ettore De La Grennelais De Cesbron*

**ELABORATI GENERALI**  
**Studio Trasportistico**



| CODICE PROGETTO |                 | NOME FILE              |                | REVISIONE  | SCALA:    |
|-----------------|-----------------|------------------------|----------------|------------|-----------|
| PROGETTO        | LIV. PROG. ANNO | VE407_T00EG00GENRE02_A |                |            |           |
| DPVE0407        | D 21            | CODICE ELAB.           | T00EG00GENRE02 | A          | -         |
| D               |                 | -                      | -              | -          | -         |
| C               |                 | -                      | -              | -          | -         |
| B               |                 | -                      | -              | -          | -         |
| A               | EMISSIONE       | DIC. 2021              | S.BRIGLIA      | S.BRIGLIA  | M.CAPASSO |
| REV.            | DESCRIZIONE     | DATA                   | REDATTO        | VERIFICATO | APPROVATO |



**S.S. N. 51 "di ALEMAGNA"  
VARIANTE DI LONGARONE  
PROGETTO DEFINITIVO**

**Studio trasportistico**

Novembre 2021

A circular professional stamp for Sonia Briglia, an engineer in the Order of Engineers of Rome (Ordine Ingegneri Roma), registration number 19989. The stamp includes the text 'Dott. Ing. SONIA BRIGLIA', 'ORDINE INGEGNERI ROMA', and 'N. 19989'. To the right of the stamp is a handwritten signature in blue ink that reads 'Sonia Briglia'.

## Premessa

---

La presente Analisi Trasportistica si propone l'obiettivo di fornire elementi di valutazione dal punto di vista trasportistico a supporto della progettazione definitiva della variante alla Strada Statale n. 51 "di Alemagna" in corrispondenza del centro abitato di Longarone in provincia di Belluno.

La S.S. n. 51 attuale si inserisce nel sistema viario principale regionale costituendo di fatto la prosecuzione verso nord degli itinerari interregionali della S.S. n. 50 "del Grappa e del Passo Rolle" e dell'autostrada A 27 "di Alemagna", garantendo il collegamento con uno dei distretti industriali più importanti a livello nazionale (l'occhialeria di Belluno) e con le maggiori località turistiche montane (la Valle del Cadore tra cui Cortina d'Ampezzo).

Sull'infrastruttura si sovrappongono, quindi, sia i flussi di traffico di tipo sistematico, ovvero flussi passeggeri e merci sia di breve che medio-lunga percorrenza, che i flussi di traffico legati alle attività turistiche che si distinguono in turismo pendolare (che soddisfa le sue esigenze all'interno di una stessa giornata) e turismo occasionale. Del totale degli arrivi di turisti nella provincia di Belluno, infatti, il 26% delle provenienze è intraregionale<sup>1</sup>.

Il progetto prevede la realizzazione di un'infrastruttura stradale che inizia in corrispondenza dello svincolo di Soverzene, dove l'autostrada A 27 confluisce nella S.S. n. 51, si sviluppa totalmente in destra idraulica del fiume Piave e si riconnette alla S.S. n. 51 attuale poco a nord dell'abitato di Castellavazzo, in corrispondenza della galleria stradale esistente.

Il tracciato della variante ha una lunghezza di circa 11,2 km.

La piattaforma stradale è di tipo C1 (strade extraurbane secondarie), ai sensi del D.M. 5/11/2001.

Lungo il tracciato è prevista la realizzazione di sette viadotti, per una lunghezza complessiva di circa 3100 metri, oltre ad una galleria naturale (GN Olandreghe) di circa 1.540 m.

E' prevista la realizzazione di tre nuove intersezioni a livelli sfalsati per la riconnessione della variante alla rete stradale esistente:

- Svincolo A 27;
- Svincolo Zona Industriale;
- Svincolo Longarone centro.

In questo contesto, lo studio trasportistico analizza la domanda e l'offerta di trasporto allo stato attuale, all'orizzonte temporale di attuazione del progetto e all'orizzonte temporale di medio-lungo termine.

Gli impatti sulla rete stradale sono valutati in relazione al giorno feriale invernale tipo

Analisi e valutazione degli impatti sulla mobilità sono basate sui risultati di assegnazioni alla rete stradale della domanda di trasporto in termini di flussi di traffico e livello di servizio sugli elementi infrastrutturali principali.

L'applicazione della metodologia di analisi, illustrata nei capitoli successivi, ha consentito di:

- stimare i traffici che interessano la nuova infrastruttura all'orizzonte temporale di attuazione del progetto;

---

<sup>1</sup> Dinamiche dei flussi turistici in provincia di Belluno nell'anno 2016. Camera di Commercio di Treviso – Belluno, Giugno 2017

- fornire una stima del livello di servizio previsto per la nuova infrastruttura in condizioni di flusso ininterrotto.

# Indice

---

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Premessa</b> .....   | <b>2</b>  |
| <b>Indice</b> .....   | <b>3</b>  |
| <b>1 Metodologia di lavoro</b> .....                                | <b>4</b>  |
| <b>2 Ambiti di impatto</b> .....                                    | <b>5</b>  |
| <b>3 Ricostruzione dello stato di fatto</b> .....                   | <b>8</b>  |
| 3.1 Il modello di domanda   | 8         |
| 3.1.1 Indagini  | 8         |
| 3.1.2 Zonizzazione  | 11        |
| 3.1.3 Matrice OD  | 11        |
| 3.2 Il modello di rete  | 13        |
| 3.2.1 Le funzioni di costo degli archi                              | 14        |
| 3.3 La calibrazione del modello                                     | 16        |
| 3.4 I risultati delle simulazioni nello stato attuale               | 17        |
| <b>4 Ricostruzione del modello nello scenario di progetto</b> ..... | <b>19</b> |
| 4.1 Dinamiche demografiche e insediative                            | 19        |
| 4.2 Stima della domanda di mobilità                                 | 19        |
| 4.3 Il modello di rete nello scenario di progetto                   | 21        |
| <b>5 La valutazione degli impatti</b> .....                         | <b>22</b> |
| 5.1 I risultati delle simulazioni                                   | 22        |
| 5.2 Indicatori di prestazione                                       | 32        |
| 5.2.1 Applicazione della metodologia esposta                        | 38        |
| <b>6 Conclusioni</b> .....  | <b>40</b> |

# 1 Metodologia di lavoro

La metodologia di lavoro ha visto l'espletamento di tre distinte fasi operative.

Nella prima fase si è proceduto alla ricostruzione dello stato di fatto. A tal fine, individuata l'area programmatica o di intervento, l'operazione preliminare è consistita nella delimitazione dell'area di influenza, ovvero la porzione di territorio in cui si esplicano gli effetti più significativi in termini di variazioni di flussi di traffico sulla rete. Si è passati poi alla definizione dell'area esterna e, quindi, dell'area di studio.

L'operazione successiva ha riguardato l'analisi della situazione attuale. Sono stati raccolti i dati sul sistema dei trasporti oggetto dell'intervento e sul sistema delle attività che con esso interagisce. L'analisi è necessaria alla puntuale specificazione e calibrazione del modello matematico del sistema attuale perché fornisce i dati d'ingresso per il sistema di modelli (offerta, domanda, assegnazione) e da questi riceve delle stime su alcune variabili o indicatori di funzionamento del sistema. Un ruolo importante per la ricostruzione della situazione attuale è costituito dalle indagini di traffico che consentono di fotografare la dinamica della mobilità nell'area di studio in una finestra temporale prescelta.

Messi a punto i modelli matematici di domanda e di offerta di trasporto si è proceduto con la ricostruzione della situazione di carico sulla rete in termini di flussi veicolari (veicoli leggeri e pesanti) nel giorno feriale tipo. In base ai risultati delle simulazioni effettuate è stato valutato il livello di servizio della rete nello stato attuale.

La seconda fase dello studio ha riguardato la ricostruzione del modello nello scenario di progetto.

La rappresentazione degli interventi sull'offerta prevista e la stima della domanda futura avvengono mediante il modello matematico del sistema di progetto e nello specifico caso di studio facendo ricorso ad analisi, studi e rilevazioni disponibili nella documentazione scientifica nazionale ed internazionale. A questo punto è possibile applicare le tecniche della simulazione degli effetti, che scaturiscono dalla realizzazione del progetto, per la successiva fase di confronto e valutazione degli impatti.

La terza fase di studio è la valutazione degli impatti o effetti esterni ad esempio verso gli utenti, l'ambiente ed il territorio.

L'applicazione dei modelli matematici consente di prevedere il complesso degli impatti sulla mobilità e sulle reti di trasporto, mediante la simulazione del comportamento degli individui riguardo alle proprie scelte di mobilità.

I risultati ottenuti vengono confrontati per valutare, in termini qualitativi e quantitativi, le variazioni, di differenti indicatori (flussi, percorrenze, tempi, livelli di servizio) nell'area interessata dall'intervento.

L'applicazione dei modelli matematici di simulazione consente di raggiungere risultati significativi in termini qualitativi e quantitativi quali:

- l'analisi e la previsione dei flussi di traffico in funzione degli scenari previsti di assetto futuro;
- la valutazione degli impatti esterni (ambientale, analisi di sicurezza ecc.);
- il supporto per l'eventuale valutazione di sostenibilità economico-finanziaria.

In Figura 2.1 è rappresentato lo schema dei modelli matematici di supporto alla progettazione di sistema.

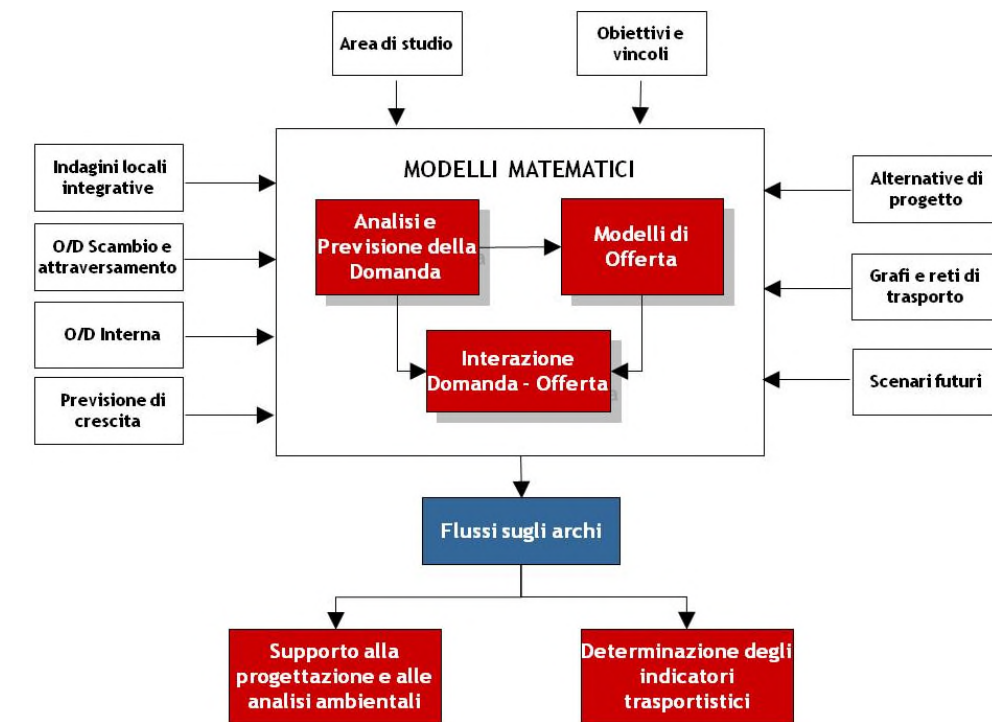


Figura 2.1 I modelli matematici di supporto alla progettazione di sistema.

Gli orizzonti temporali scelti per l'analisi degli impatti sul traffico sono quello in cui si prevede che l'opera sia completata e pienamente operativa, coincidente approssimativamente con l'anno 2026, ed un orizzonte temporale di medio-lungo termine (a 10 anni dall'entrata in esercizio) coincidente approssimativamente con l'anno 2036.

Il periodo di analisi preso in considerazione è quello relativo al giorno feriale tipo, in cui, così come risultato dalle indagini, si verifica il picco dei traffici transitanti sull'infrastruttura.

In particolare, sono state svolte le seguenti attività, che saranno dettagliatamente descritte nel presente rapporto, fornendo, per ciascuna di esse, tutti gli elementi necessari per una corretta valutazione:

- Definizione degli ambiti di studio: definizione di area di intervento, area di influenza diretta, area di studio e area esterna; inquadramento socio-economico; definizione della zonizzazione;
- Implementazione dei modelli di domanda/offerta per lo stato attuale (grafo stradale, matrici OD);
- Calibrazione del modello matematico del sistema attuale attraverso le indagini e valutazione dei carichi sulla rete e del livello di servizio della rete nello stato attuale.
- Analisi della domanda all'orizzonte temporale di previsione;
- Simulazione degli scenari di domanda/offerta individuati, valutazione dei carichi sulla rete e analisi degli indicatori di prestazione.

## 2 Ambiti di impatto

Al fine di stimare gli impatti prodotti dalla realizzazione di nuove infrastrutture di trasporto sul sistema della mobilità è necessario delimitare gli ambiti di studio, rappresentati dall'insieme di un' *area di intervento* o *programmatica*, dell' *area di influenza diretta* del progetto, dell' *area di studio* e dell' *area esterna*.

L' *area di intervento* è localizzata in provincia di Belluno in adiacenza al fiume Piave e all'attuale tracciato della S.S. n. 51 "di Alemagna" nella tratta compresa tra lo svincolo di Ponte nelle Alpi e la Galleria Termine.

Individuata l'area programmatica, ovvero l'ambito interessato dall'intervento, si procede con la definizione dell' *area di influenza diretta*, nella quale si verificano e in gran parte si esauriscono gli effetti dell'intervento stesso e che è individuata sulla base delle relazioni origine-destinazione potenzialmente interessate all'intervento oggetto di studio. Dal punto di vista trasportistico, infatti, in una porzione di territorio si osservano tre tipologie di spostamenti:

- spostamenti interni, con origine e destinazione interne all'area;
- spostamenti di scambio, con un solo terminale (origine o destinazione) all'interno dell'area;
- spostamenti di attraversamento, con origine e destinazione esterne all'area.

Al fine di minimizzare l'errore che si commette nei processi di modellizzazione, in relazione alle diverse tipologie di spostamento, la definizione dell' *area di influenza* comporta la scelta di un cordone attraverso il quale sia nullo o minimale il numero di spostamenti di scambio e di attraversamento.

L'area è individuata, quindi, prendendo in considerazione l'orografia del territorio, la struttura delle reti di trasporto ed eventuali ripartizioni territoriali per le quali si dispone di dati utilizzabili per le analisi. Viene individuata una sequenza di barriere naturali ed artificiali, che rappresentano un ostacolo e, quindi, limitano il numero dei punti di ingresso/uscita dall'area, rispettando confini di sezioni censuarie ed eventuali zonizzazioni di traffico preesistenti.

Le relazioni origine – destinazione che oggi interessano l'area dell'intervento, così come risulta dai dati del pendolarismo ISTAT e da studi precedenti sulla mobilità dell'area bellunese e della regione Veneto, sono sia di breve percorrenza, caratterizzate soprattutto da spostamenti sistematici tra i centri urbani e dai centri urbani verso le zone industriali, sia di medio-lunga percorrenza provenienti, in maggior parte, dalle altre località venete e da realtà regionali limitrofe e che percorrono l'autostrada A 27.

Sulla base delle analisi condotte, l' *area di influenza* del progetto individuata (vedi Figura 2.1), localizzata nella parte orientale della provincia di Belluno, comprende i comuni di Belluno, Calalzo di Cadore, Castellavazzo, Chies d'Alpago, Cibiana di Cadore, Domegge di Cadore, Farra d'Alpago, Longarone, Lorenzago di Cadore, Lozzo di Cadore, Ospitale di Cadore, Perarolo di Cadore, Pieve d'Alpago, Pieve di Cadore, Ponte nelle Alpi, Puos d'Alpago, Soverzene, Tambre, Valle di Cadore e Vigo di Cadore.

L'area presenta un'estensione di circa 95.000 ettari con densità di popolazione residente mediamente bassa (inferiore ai 2.500 abitanti/kmq). La popolazione residente si concentra nei centri abitati di Belluno, Longarone, Castellavazzo e Ponte nelle Alpi (vedi Figura 2.2). Gli addetti si concentrano nelle zone prospicienti la S.S. n. 50 nei centri abitati di Belluno e Ponte nelle Alpi, nel centro abitato di Longarone e nelle zone industriali di Villanova, Soverzene e Ponte delle Schiette (vedi Figura 2.3).

In relazione alle caratteristiche di domanda insistenti sulla rete stradale (ad esempio i flussi merci di lunga percorrenza e i flussi di traffico a vocazione turistica), si individuano, inoltre, l' *area di studio*, che corrisponde a gran parte del territorio nazionale e l' *area esterna*, che comprende gli stati esteri attraverso le principali connessioni di confine.

Avendo, però, come obiettivo, nel presente studio, quello di valutare la funzionalità di un'infrastruttura con dimensioni limitate (si estende al massimo per 11 km), al fine di garantire un maggior controllo dei risultati ed una maggiore precisione del modello, si è ritenuto opportuno operare su una porzione di territorio in cui si esplicano gli effetti più significativi dell'intervento (*area di influenza*). L' *area di influenza* diventa, quindi, l'area di riferimento per la messa a punto dei modelli sia di domanda che di offerta. Occorre sottolineare che il modello, basandosi sui dati di indagine, pur fornendo la rappresentazione di una limitata porzione di territorio, rappresenta la situazione reale di carico sulla rete contenendo anche le informazioni sui traffici di attraversamento ovvero che hanno entrambi i terminali degli spostamenti esterni all'area di influenza.

Man mano che ci si allontana dall'intervento la domanda di traffico si distribuisce sulla rete e gli effetti dell'intervento in termini di variazione sia di flusso d'arco che di tempo di percorrenza e, quindi, di variazione di itinerario diventano sempre meno importanti.

A tal fine, il modello di domanda/offerta è stato costruito sulla base del modello fornito da ANAS S.p.A. ottenuto mediante una procedura di *Subarea Analysis*, che consente di estrarre sia il grafo che la matrice dell'area individuata, ovvero l' *area di influenza diretta*, partendo da un'assegnazione su una regione più larga e prendendo in considerazione, quindi, anche i traffici di attraversamento che vengono attribuiti a dei centroidi di bordo (centroidi esterni).



Figura 2.1 Ambiti di impatto

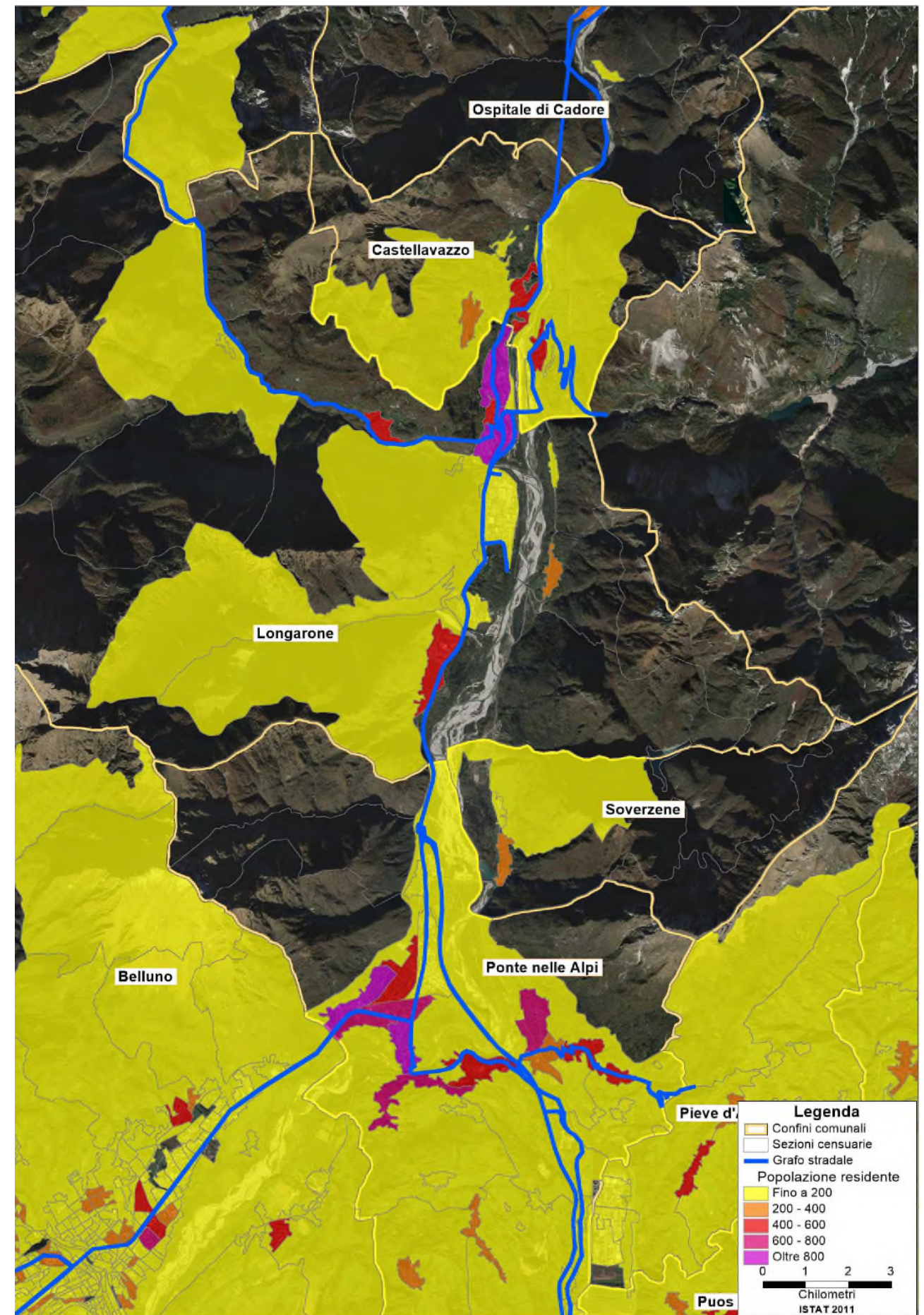


Figura 2.2 Popolazione residente. Fonte: ISTAT 2011

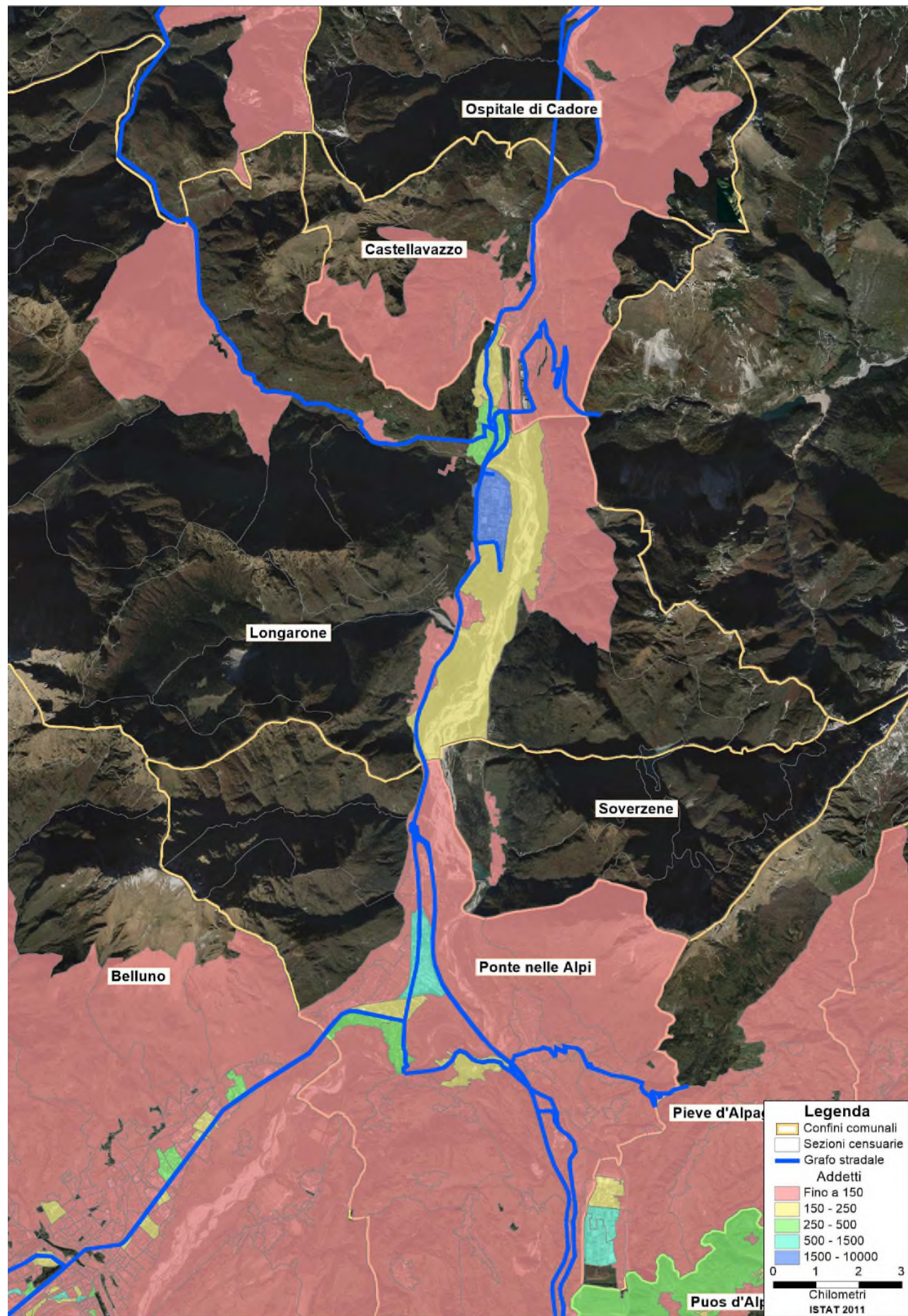


Figura 2.3 Addetti. Fonte: ISTAT 2011



### 3 Ricostruzione dello stato di fatto

Per simulare gli effetti sul sistema della mobilità dovuti alla realizzazione dell'intervento infrastrutturale dell'ambito di studio è stato implementato un modello di simulazione di livello macroscopico che include:

- un modello di domanda, che consente la schematizzazione della domanda di mobilità su base territoriale;
- un modello di offerta, che permette di rappresentare la rete di trasporto e le sue caratteristiche prestazionali;
- un modello di assegnazione, che simula gli equilibri tra domanda di mobilità e offerta di trasporto fornendo una configurazione dei flussi sugli elementi di rete.

La domanda di mobilità è schematizzata nella forma di matrici Origine-Destinazione (OD) con riferimento alla suddivisione dell'area di studio in zone di traffico. Relativamente alla suddivisione territoriale adottata è stata elaborata la matrice OD relativa al giorno feriale tipo.

L'offerta stradale è schematizzata nella forma di grafo di rete composto da una successione di archi che vengono descritti in base alle loro caratteristiche fisiche, geometriche e funzionali.

L'assegnazione di rete consiste nella valutazione dell'equilibrio che si instaura tra domanda ed offerta di trasporto. Tenendo conto delle prestazioni di ciascun elemento del sistema di offerta, il modello individua i possibili itinerari e la relativa probabilità di utilizzazione, definendo di conseguenza una configurazione dei flussi sulla rete.

Il modello utilizzato è stato messo a punto sulla base del modello di traffico acquisito da ANAS S.p.A. ottenuto mediante una procedura di *Subarea Analysis* che consente di estrarre sia il grafo che la matrice della subarea individuata partendo da un'assegnazione su una regione più larga e prendendo in considerazione, quindi, anche i traffici di attraversamento che vengono attribuiti a dei centroidi di bordo (centroidi esterni).

#### 3.1 Il modello di domanda

##### 3.1.1 Indagini

Il modello di domanda/offerta è stato calibrato sulla base di dati forniti da ANAS S.p.A. e da dati in possesso del Consulente, raccolti per studi pregressi.

Di seguito verranno descritti i conteggi dei flussi di traffico forniti da ANAS S.p.A. utilizzati per la calibrazione del modello. Occorre sottolineare che, vista l'attuale situazione legata all'emergenza sanitaria che ha gravemente colpito il Paese, e che, a seguito del DPCM 9 marzo 2020, con la sospensione dell'attività didattica e lavorativa, ha comportato una drastica riduzione degli spostamenti sul territorio, si è ritenuto opportuno utilizzare dati dei conteggi riferiti al 2019.

In particolare sono stati utilizzati i conteggi dei flussi veicolari effettuati in 4 sezioni localizzate sulla viabilità principale dell'area di influenza dell'intervento (vedi Tabella 3.1 e Figura 3.1).

I dati fanno riferimento all'andamento orario medio dei flussi di traffico nelle giornate feriali, prefestive e festive e a due tipologie di veicolo: veicoli leggeri e veicoli pesanti.

I flussi di traffico rilevati sono stati riportati nel modello sia per categoria di veicolo che per autovetture equivalenti ottenute moltiplicando i veicoli pesanti per il coefficiente 2,0.

Tabella 3.1 Localizzazione delle sezioni di indagine

| Sezione | Localizzazione         |
|---------|------------------------|
| 489     | S.S. n. 51 - Km 33+616 |
| 490     | S.S. n. 51 - Km 46+733 |
| 491     | S.S. n. 51 - Km 79+105 |
| 10040   | S.S. n. 51 - Km 55+843 |

Nella Tabella 3.2 sono riportati i totali dei veicoli rilevati nelle sezioni prese in considerazione.

Dall'analisi dei dati dei rilievi risulta che l'infrastruttura che presenta flussi di traffico più elevati è quella localizzata al km 46+733 (sezione 490), all'altezza di Longarone, con circa 20.570 veicoli rilevati complessivamente nei due sensi di marcia. Di questi circa 19.700 sono veicoli leggeri e circa 870 sono veicoli pesanti.

Ma mano che si prosegue verso nord, i rilievi presentano flussi di traffico inferiori, a dimostrazione del fatto (così come risultato dall'analisi demografica e socioeconomica) che il Comune di Longarone rappresenta un forte polo attrattore.

Nella sezione 10040, infatti, localizzata al km 55+843, si registrano, circa 9.900 veicoli complessivamente transitati nei due sensi di marcia, di cui circa 9.400 veicoli leggeri e circa 500 veicoli pesanti.

Dall'analisi dei rilievi si riscontra, inoltre (vedi Figura 3.2, Figura 3.3, Figura 3.4, Figura 3.5, Figura 3.6, Figura 3.7, Figura 3.8 e Figura 3.9), che, a parte la sezione 491, localizzata molto vicina alle località turistiche, tutte le altre sezioni presentano, seppur con lievi differenze, flussi di traffico più elevati nel giorno feriale piuttosto che nel fine settimana.

Per quanto riguarda l'intervallo di punta (necessario per le valutazioni del livello di servizio), è risultato che si verifica tra le 17 e le 18 del pomeriggio del giorno feriale e con valori di flussi di traffico pari all'88% dei flussi di traffico rilevati nell'intera giornata. Sempre per le valutazioni del livello di servizio si è estrapolato il valore dei flussi di traffico al 75° percentile che rappresenta il valore che, nell'arco della giornata tipo, è superato solo il 25% delle volte (vedi Figura 3.10).

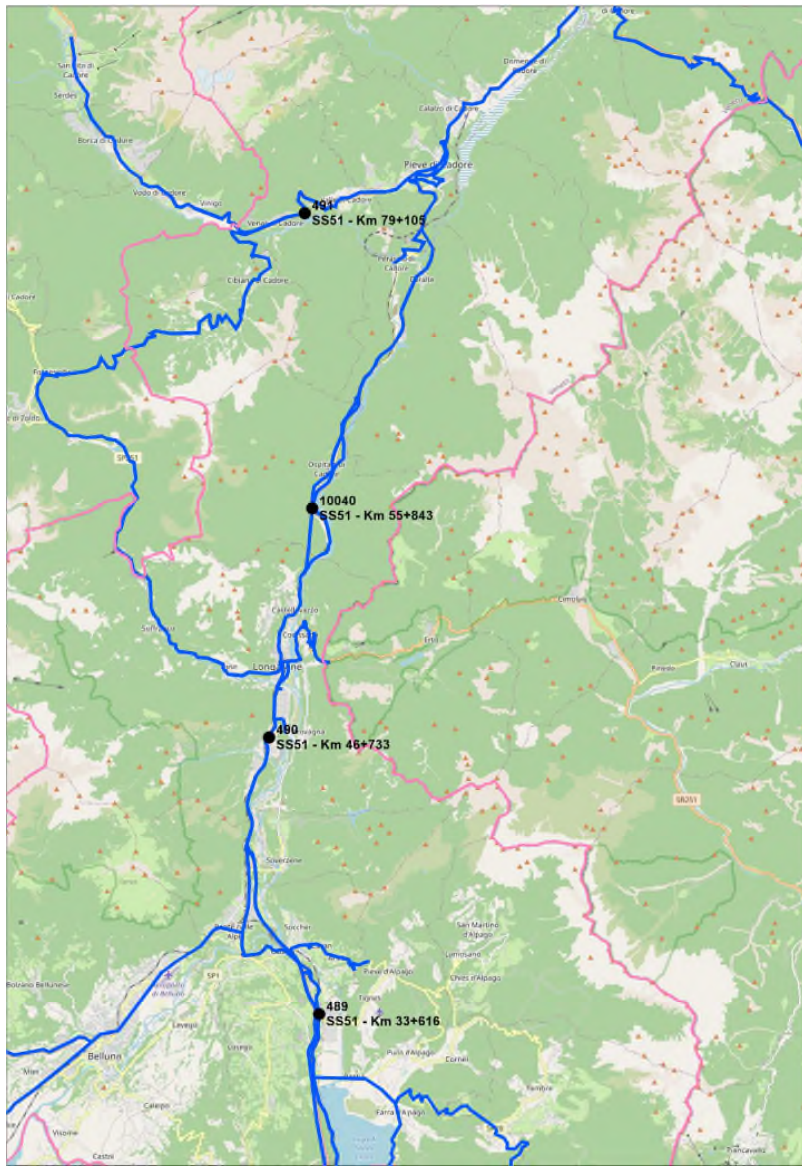


Figura 3.1 Localizzazione dei siti di indagine

Tabella 3.2 Volumi di traffico medi giornalieri

| Sezione | Direzione   | Volumi medi     |                 | Velocità Medie (km/h) |                 |
|---------|-------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------|
|         |             | Veicoli Leggeri | Veicoli Pesanti | Veicoli Leggeri       | Veicoli Pesanti |
| S489    | Ascendente  | 5003            | 250             | 68                    | 60              |
|         | Discendente | 4979            | 274             | 71                    | 67              |
| S490    | Ascendente  | 9689            | 437             | 70                    | 66              |
|         | Discendente | 10011           | 433             | 66                    | 63              |
| S491    | Ascendente  | 3108            | 293             | 55                    | 51              |
|         | Discendente | 3745            | 199             | 44                    | 40              |
| S10040  | Ascendente  | 4582            | 232             | 96                    | 89              |
|         | Discendente | 4831            | 265             | 80                    | 74              |

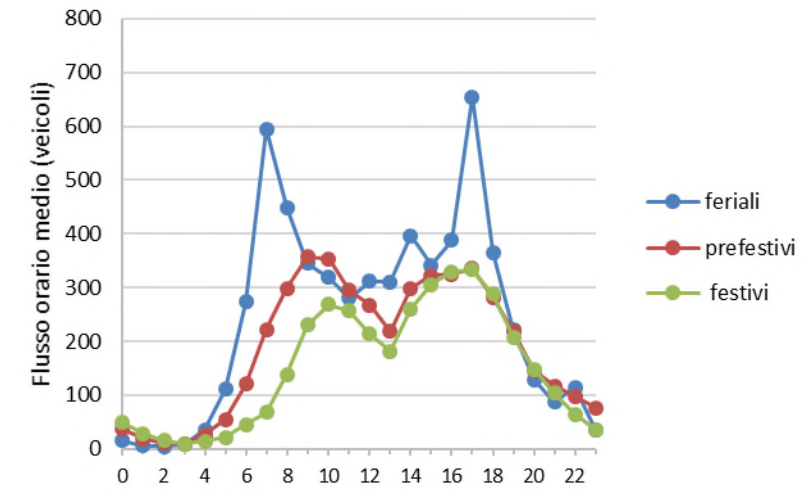


Figura 3.2 Andamento orario medio dei flussi di traffico nella sezione S489. Direzione Ascendente

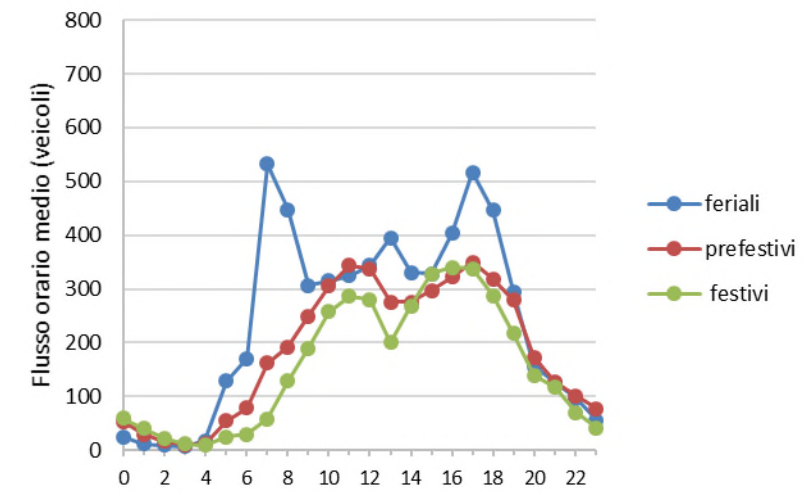


Figura 3.3 Andamento orario medio dei flussi di traffico nella sezione S489. Direzione Discendente

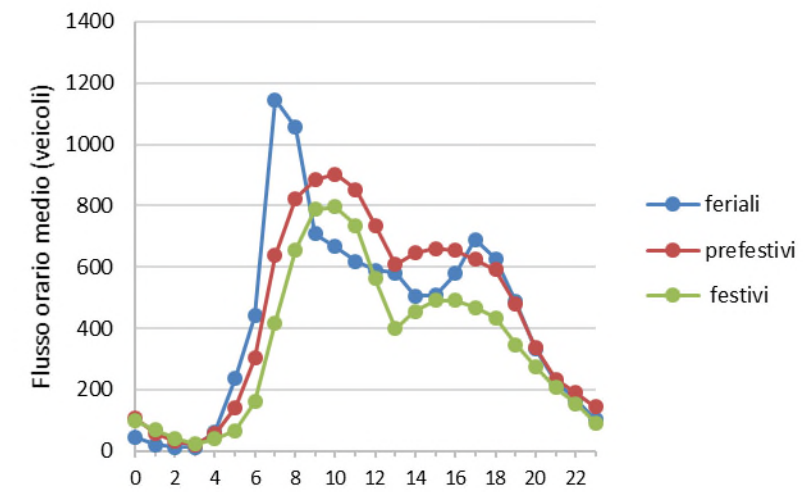


Figura 3.4 Andamento orario medio dei flussi di traffico nella sezione S490. Direzione Ascendente

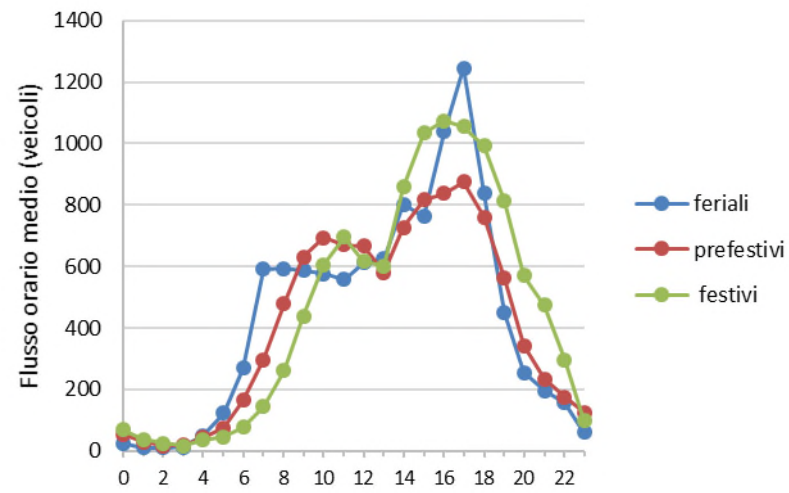


Figura 3.5 Andamento orario medio dei flussi di traffico nella sezione S490. Direzione Discendente

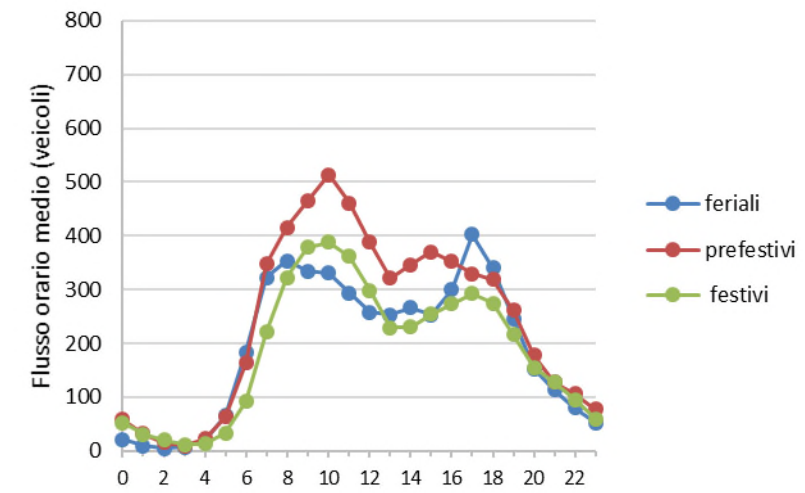


Figura 3.8 Andamento orario medio dei flussi di traffico nella sezione S10040. Direzione Ascendente

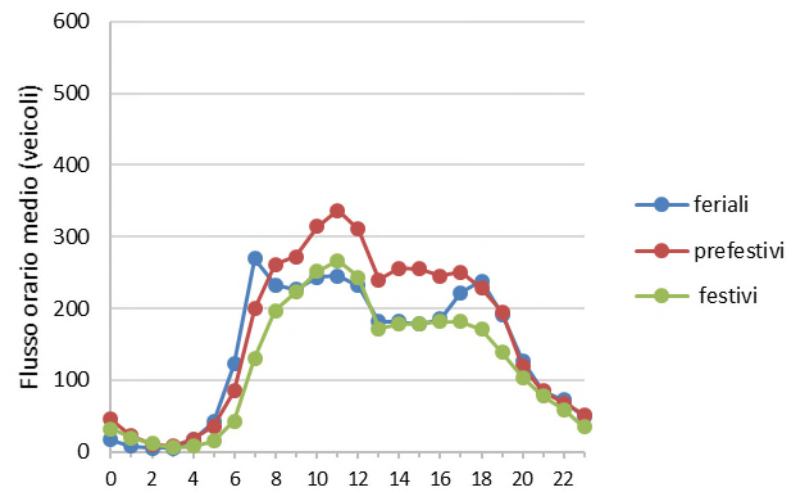


Figura 3.6 Andamento orario medio dei flussi di traffico nella sezione S491. Direzione Ascendente

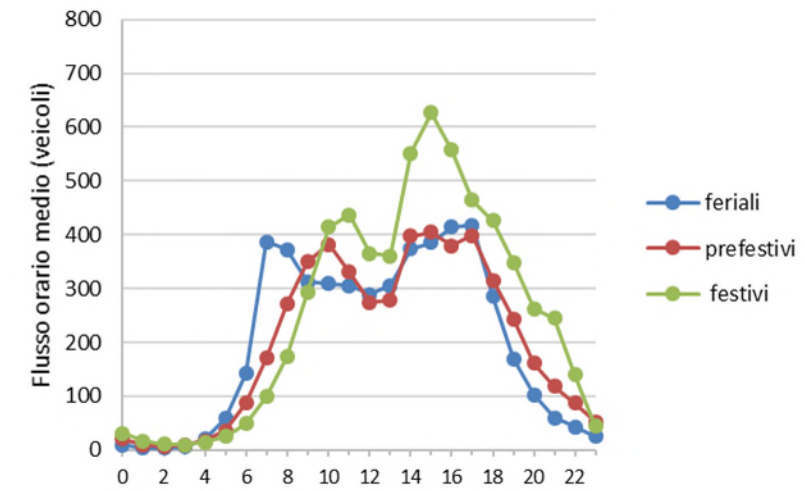


Figura 3.9 Andamento orario medio dei flussi di traffico nella sezione S10040. Direzione Discendente

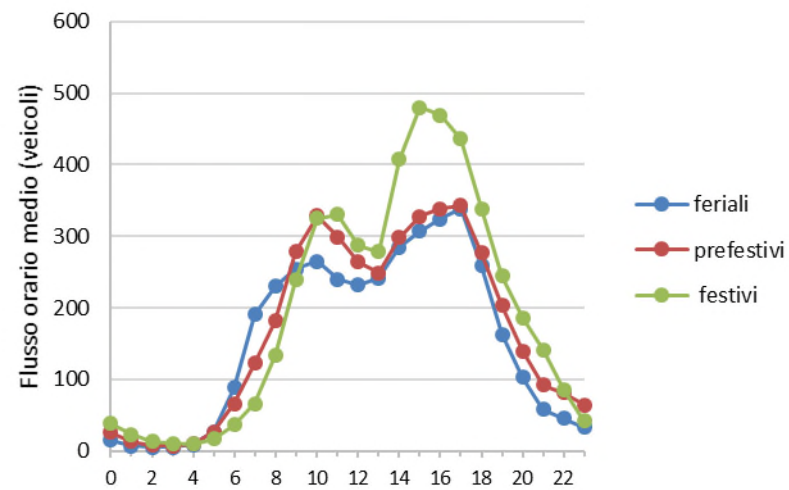


Figura 3.7 Andamento orario medio dei flussi di traffico nella sezione S491. Direzione Discendente

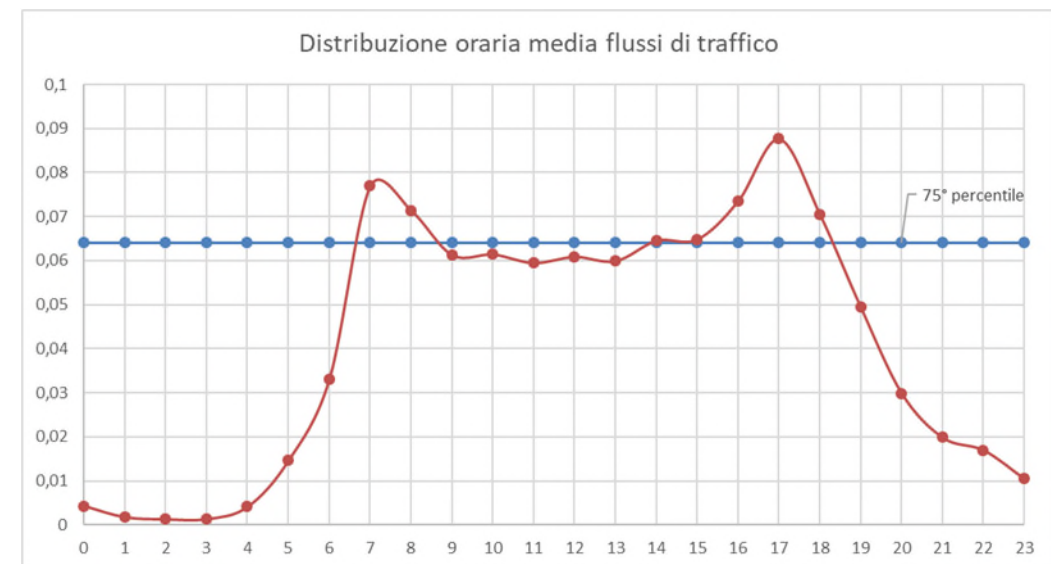


Figura 3.10 Andamento orario medio dei flussi di traffico (tutte le sezioni)

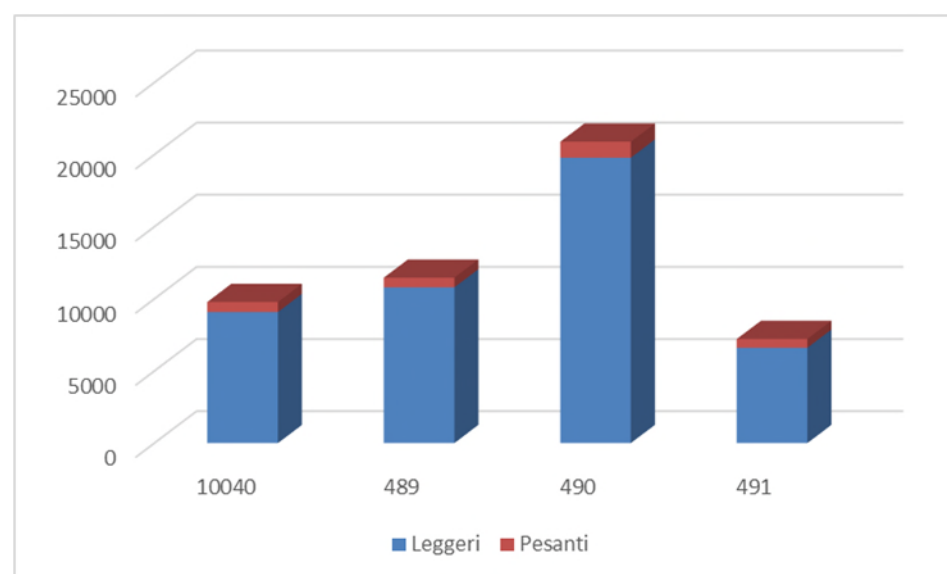


Figura 3.11 Distribuzione dei veicoli rilevati per tipologia

### 3.1.2 Zonizzazione

I processi di ricostruzione della domanda di trasporto e di assegnazione del traffico alla rete di trasporto fanno riferimento alla zonizzazione del territorio, operazione con la quale si divide l'area di studio in zone omogenee nei riguardi della mobilità e di forma e dimensioni tali da ben rappresentare le relazioni di traffico esistenti tra le diverse parti dell'area e tra l'area e il territorio ad essa esterno. La ripartizione territoriale consente di trasformare un fenomeno diffuso, quale quello della mobilità, in un fenomeno puntuale, concentrando le caratteristiche di zona nel baricentro (centroide) che diviene il generatore del traffico in partenza dalla zona e l'attrattore del traffico in arrivo.

La zonizzazione utilizzata come base di partenza è quella del modello acquisito da ANAS S.p.A. Tale zonizzazione, a valle dell'operazione di estrazione del modello per l'area di influenza, era costituita da 3 zone di traffico interne a cui si aggiungevano 13 centroidi esterni che rappresentano i poli generatori/attrattori degli spostamenti di attraversamento e da e verso l'area esterna.

In fase di messa a punto del modello, è stato aumentato il livello di dettaglio della zonizzazione dell'area di studio. Partendo dalla zonizzazione a livello comunale (e in alcuni casi a livello delle sezioni di censimento) si è proceduto con l'aggregazione successiva delle zone elementari. Il criterio di aggregazione scelto (funzione dell'obiettivo perseguito) è quello di massimizzare gli spostamenti esterni fra le zone.

Nel processo di zonizzazione, visto che il criterio si basa sulla qualità e sulla quantità degli spostamenti, si potrebbero utilizzare i dati delle indagini origine-destinazione esistenti (se disponibili). L'eccessiva disaggregazione di questi dati comporta però errori tali da rendere inattendibile il procedimento di aggregazione (a meno che non si organizzino indagini ad *hoc*). Generalmente quindi si ricorre ad un procedimento indiretto che prende in considerazione le caratteristiche d'uso del suolo, l'interdipendenza tra le attività e gli ambiti di diffusione dei prodotti che definiscono i limiti dell'autosufficienza delle singole zone di traffico e quindi le possibili circolazioni di individui e merci.

A tal fine, le variabili e le caratteristiche del suolo che vengono utilizzate sono:

- popolazione residente per sezione di censimento;
- numero di addetti (posti di lavoro occupati) per sezione di censimento;

- presenza di polarità significative (tipo zone industriali);
- confini fisici, politici ed amministrativi;
- esistenza di zonizzazioni effettuate per studi analoghi.

Il risultato voluto è raggiunto aggregando zone con caratteristiche di utilizzazione del territorio simili tra loro. Le zone così definite risultano avere tutte le stesse caratteristiche di autosufficienza al loro interno in modo tale che gli spostamenti si esplicano prevalentemente con l'esterno.

Secondo tali criteri l'ambito di studio è stato suddiviso in 6 zone di traffico (vedi Figura 3.12 e Figura 3.13). A queste vanno aggiunte ulteriori 13 sezioni stradali di bordo che riproducono l'interazione dell'ambito di studio con il territorio esterno attraverso le connessioni viarie principali (sia per spostamenti con origine o destinazione interna all'area di studio sia per spostamenti di attraversamento).

Ad ogni sottozona individuata è stato associato il relativo centroide, come polo di generazione-attrazione degli spostamenti. I centroidi così individuati sono stati collegati alla rete stradale principale mediante archi connettori, che rappresentano la rete locale interna alla zona.

### 3.1.3 Matrice OD

Definita la zonizzazione, la domanda di trasporto privato è rappresentata attraverso matrici Origine/Destinazione O/D, i cui elementi rappresentano gli spostamenti giornalieri tra zone di traffico espressi in termini di veicoli in uno scenario temporale di riferimento.

Coerentemente con il modello di offerta, i cui parametri sono calcolati per due classi di utenti, sono state considerate una matrice per i veicoli leggeri e una per i veicoli pesanti.

Le matrici fornite da ANAS S.p.A. sono state, quindi, disaggregate in base alla zonizzazione definita per l'analisi trasportistica oggetto di studio. I pesi di disaggregazione utilizzati sono la popolazione residente e il numero di addetti (posti di lavoro occupati) per comune (o sezione di censimento).

L'aggiornamento e la calibrazione della matrice O/D di partenza è stato effettuato utilizzando una tecnica mista che combina in modo statisticamente efficiente i conteggi di traffico con tutte le altre informazioni disponibili. Tale aggiornamento è stato eseguito per ottenere la migliore rappresentazione possibile della mobilità nell'area di studio.

In particolare, al fine di cogliere in modo più dettagliato gli scambi dell'area, la prima stima della domanda della situazione attuale è stata ottenuta attraverso l'integrazione di più fonti di dati:

- matrici OD fornite da ANAS S.p.A. suddivise in categorie di veicoli (leggeri e pesanti);
- matrice ISTAT del pendolarismo su base comunale (fonte Censimento 2011);
- dati di traffico sull'autostrada A 27 (fonte AISCAT).

L'integrazione di queste tre fonti si è resa necessaria in relazione al fatto che la matrice disponibile di partenza presenta, nell'area di studio, un livello di aggregazione non compatibile con le caratteristiche del progetto infrastrutturale in esame.

Fermo restando la stima preliminare dei centroidi esterni, l'utilizzo della matrice ISTAT del pendolarismo ha consentito di effettuare una stima più dettagliata dei flussi di traffico passeggeri tra le zone interne.

I dati di traffico autostradali, invece, hanno consentito di migliorare l'accuratezza dei flussi di traffico che transitano sull'autostrada sia di attraversamento sia di scambio con le zone interne.

Una volta definita l'ipotesi di base delle matrici O/D (veicoli leggeri e pesanti), la stima finale delle nuove matrici è stata ottenuta applicando un metodo basato su uno stimatore dei Minimi Quadrati Generalizzati

(GLS) che valuta l'importanza relativa delle informazioni d'ingresso, conteggi di traffico e matrice O/D di base, utilizzate per la stima.

Il metodo citato, assegna la matrice di partenza alla rete stradale, calcola, per ogni coppia origine-destinazione, la probabilità d'uso degli archi su cui sono stati effettuati i conteggi (matrice d'assegnazione) ed infine stima la matrice O/D aggiornata. Lo stimatore di GLS opera minimizzando lo scarto sia tra i flussi calcolati e quelli misurati, sia tra la matrice O/D aggiornata e quella base di partenza. La minimizzazione dello scarto è funzione della rappresentatività delle due tipologie d'informazioni.

L'applicazione della metodologia descritta ha consentito quindi di aggiornare le matrici O/D del modello (19x19) al fine di riprodurre la situazione attuale di traffico del sistema di trasporto considerato.

Visti i risultati delle indagini effettuate, il processo è stato applicato al giorno ferialo tipo.

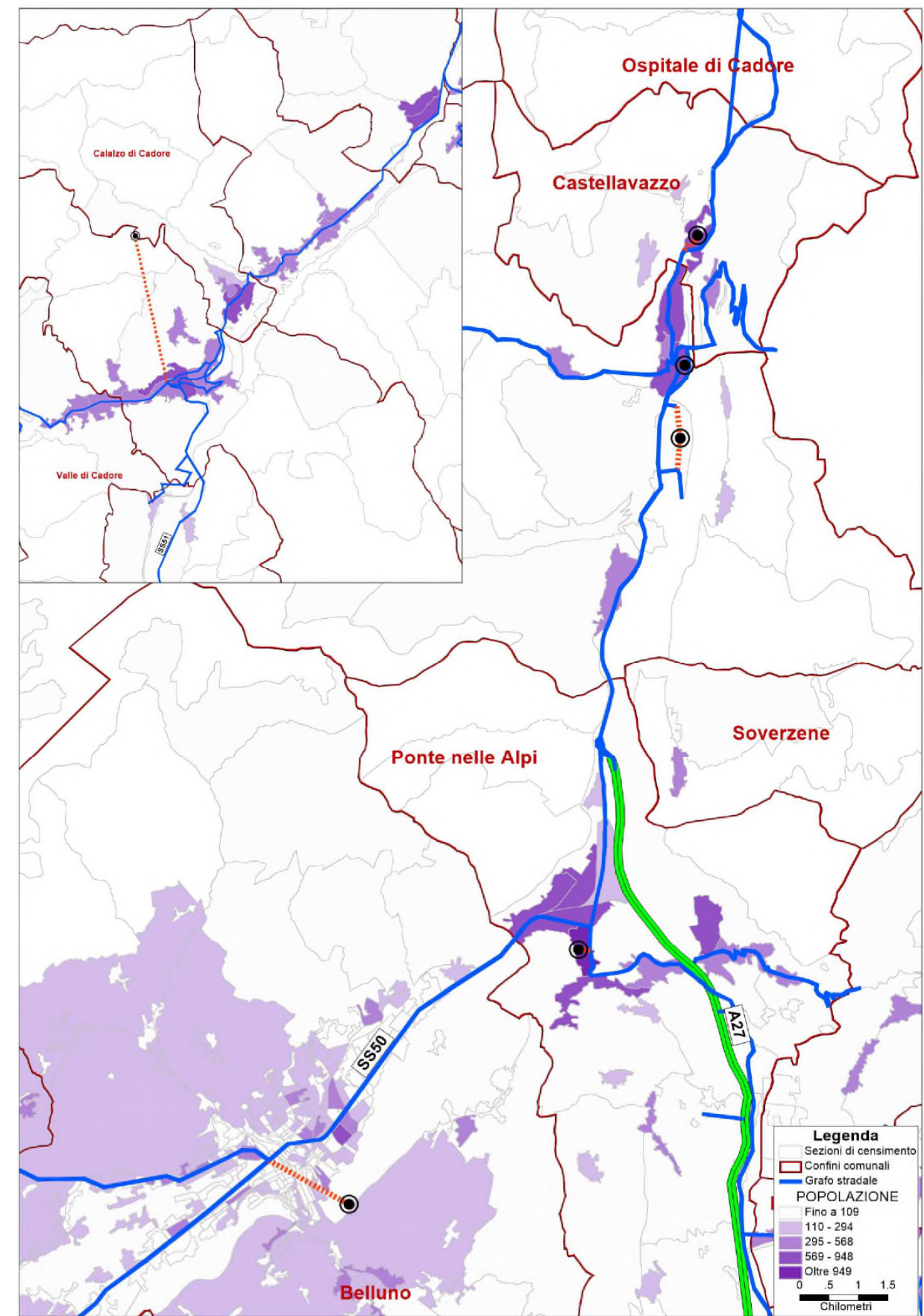


Figura 3.12 Centroidi e distribuzione della popolazione residente

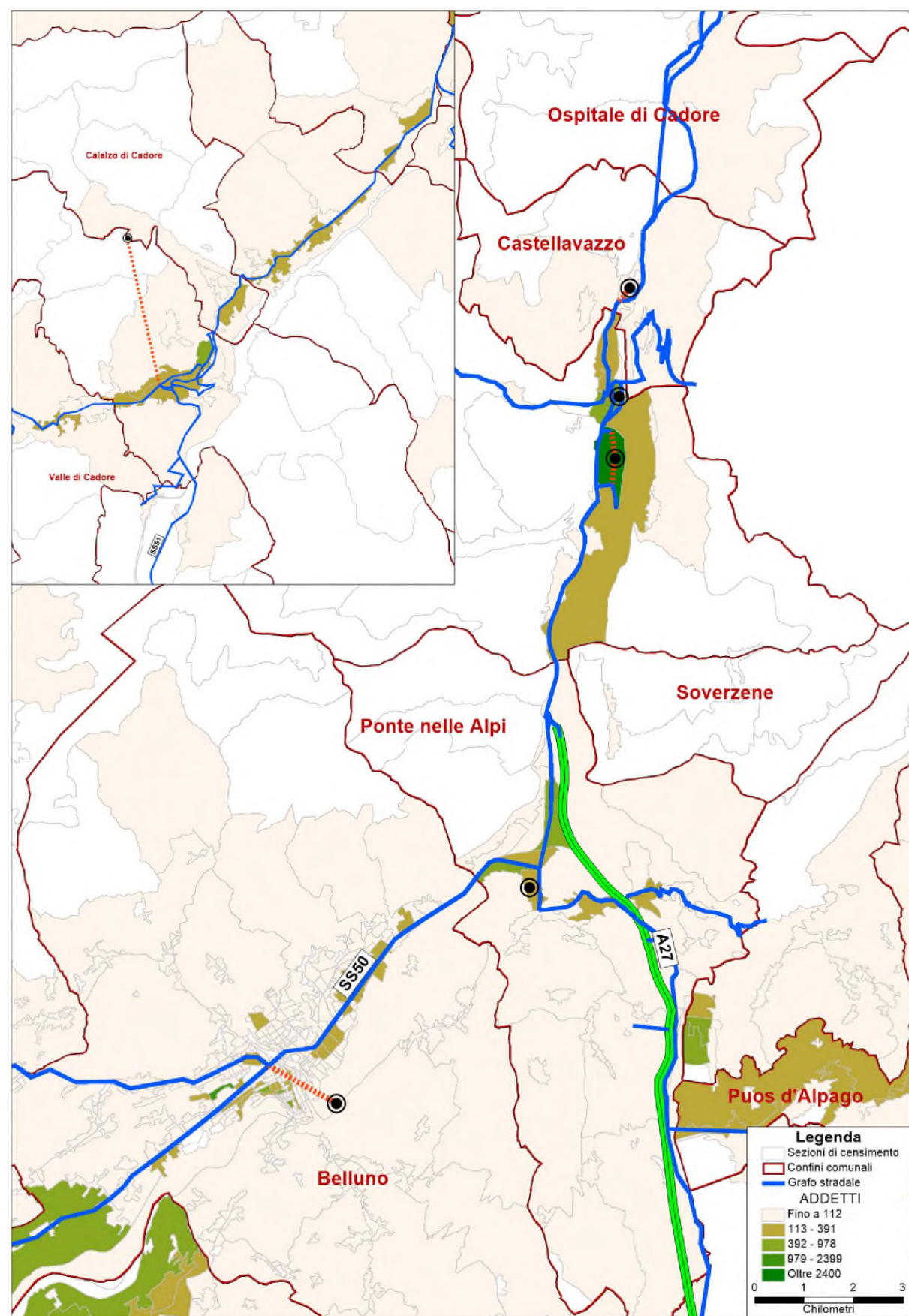


Figura 3.13 Centroidi e distribuzione degli addetti

### 3.2 Il modello di rete

Il grafo estratto mediante la procedura di *Subarea Analysis* è stato intensificato aggiungendo gli archi stradali rappresentativi delle infrastrutture viarie considerate significative ai fini del presente studio.

Le infrastrutture stradali presenti nell'area di influenza vengono di seguito descritte in conformità con le indicazioni del Nuovo Codice della Strada (NCS) D.Lgs. n.285/1992 che classifica le strade in base alle loro caratteristiche costruttive, tecniche e funzionali, nei seguenti tipi (art.2 comma 2):

- A - Autostrade;
- B - Strade extraurbane principali;
- C - Strade extraurbane secondarie;
- D - Strade urbane di scorrimento;
- E - Strade urbane di quartiere;
- F - Strade locali.

Le strade extraurbane di tipo B principali, C secondarie e F locali sono classificate, inoltre, per esigenze di carattere amministrativo e con riferimento all'uso e alla tipologia dei collegamenti svolti, in Statali, Regionali, Provinciali e Comunali (art. 2 commi 5,6); le strade urbane di tipo D scorrimento, E di quartiere, F locali sono sempre comunali se situate all'interno dei centri abitati (art. 2 comma 7).

L'area di influenza dell'intervento è attraversata da sud a nord dalla Strada Statale n. 51 "di Alemagna" che inizia dalla S.S. n. 13 a Conegliano in provincia di Treviso e termina circa 134 km dopo sulla S.S. n. 49, a Dobbiaco, nella Provincia autonoma di Bolzano. Da San Vendemiano al confine con il Trentino-Alto Adige (località Cimabanche) è gestita da ANAS S.p.A. mentre nella tratta dal confine con il Veneto a Dobbiaco è gestita dalla Provincia autonoma di Bolzano.

Sulla S.S. n. 51, all'altezza della Frazione di Pian di Vedoia, si innesta l'Autostrada A 27 "di Alemagna" che inizia a Venezia dalla tangenziale di Mestre e scambia con l'A4 Torino-Trieste e con l'A28 Portogruaro - Pordenone - Conegliano. Gestita da Autostrade per l'Italia, il tratto a pagamento comincia dalla barriera di Venezia Nord, dopo lo svincolo di Casale sul Sile, e arriva fino alla barriera di Belluno.

Prima dell'innesto dell'A 27, nel comune di Ponte delle Alpi, sulla S.S. n. 51 si innesta la S.S. n. 50 che ha inizio sulla S.S. n. 50 Bis/Var presso la Rotatoria S. Lucia (che si riconnette sulla S.S. n. 47 che collega Padova a Trento) e, prima di innestarsi sulla S.S. n. 51, attraversa il centro abitato di Belluno.

A nord, all'altezza di Pieve di Cadore, la S.S. n. 51 piega verso ovest e raggiunge Cortina D'Ampezzo e poi termina a Dobbiago.

Da Pieve di Cadore inizia la S.S. n. 51 bis che si dirige verso nord fino ad innestarsi sulla SS. n. 52 che a sua volta prosegue fino a San Candido nei pressi di Dobbiago, sul versante nordoccidentale, e sull'autostrada A23 Palmanova - Tarvisio, sul versante orientale.

Nel centro abitato di Longarone sulla S.S. n. 51 si innesta la S.P. n. 251 "della Val di Zoldo e Val Cellina" che inizia sulla S.S. n. 14 a Portogruaro, in provincia di Venezia, sul versante orientale, e termina sulla S.R. n. 203 presso Rucavà, sempre in provincia di Belluno, sul versante occidentale.

Il modello di rete implementato è esteso all'intera area di influenza e deriva da un modello a scala più ampia. Il modello (vedi Figura 3.14) è costituito da:

- circa 80 nodi, di cui 6 centroidi interni nei quali si considerano concentrati i potenziali di generazione/attrazione di ciascuna zona e 13 centroidi di bordo che simulano il traffico da/verso l'esterno;

- circa 100 archi, suddivisi tra 90 elementi che rappresentano tratte stradali con le loro caratteristiche geometriche e funzionali (archi propriamente detti) e 10 connessioni dei generatori di traffico alla rete (connettori dei centroidi).

La lunghezza complessiva degli archi di rete compresi nel modello ammonta a 320 km circa.

Ad ogni arco stradale sono associati i parametri di funzionamento dell'infrastruttura, velocità di deflusso a rete scarica e capacità di trasporto, che dipendono dalle caratteristiche geometriche della sezione stradale, quali numero di corsie, larghezza, presenza di banchine e ostacoli in mezzo alla carreggiata, dalla disciplina di traffico e dall'uso, in termini di presenza di attività a bordo strada.

### 3.2.1 Le funzioni di costo degli archi

Le funzioni di costo sono delle relazioni matematiche che esprimono il valore medio del costo generalizzato, o di alcune sue componenti, in funzione delle caratteristiche fisiche e funzionali dell'arco stradale e dei flussi transitanti.

Il costo generalizzato di spostamento è stato calcolato come somma di più componenti omogenizzate:

- costi di esercizio proporzionali alla distanza percorsa;
- costi legati al tempo impiegato per percorrere l'itinerario: gli utenti, anche se non sempre in modo consapevole, attribuiscono al tempo un determinato valore monetario che permette loro di confrontare, ad esempio, itinerari più brevi e più economici, ma più lenti, con itinerari più lunghi e costosi, ma con tempi di percorrenza inferiori;
- l'eventuale pedaggio applicato ai tronchi stradali utilizzati.

La formulazione del costo generalizzato assume quindi la forma:

$$C_{gen} = VOT T_{perc} + C_{spost} + C_{pedaggio}$$

dove:

- VOT è il valore del tempo di viaggio
- $T_{perc}$  è il tempo di percorrenza impiegato per transitare sugli archi dell'itinerario (la velocità, e quindi il tempo impiegato, è dipendente dal volume di traffico);
- $C_{spost}$  è il costo d'esercizio, percepito dall'utente, proporzionale alla percorrenza (carburante, lubrificante);
- $C_{pedaggio}$  è l'eventuale pedaggio applicato (chilometrico e/o virtuale).

Il **valore del tempo di viaggio** (Value Of Time, VOT) dipende da molteplici fattori quali il salario, il tipo di attività a cui l'individuo assegna il tempo risparmiato, l'utilità associata a quest'attività e a quella associata al tempo di viaggio. Tali fattori, oltre a variare per ogni individuo, variano anche in funzione del tipo di spostamento, della motivazione dello spostamento e della fase del viaggio (a bordo, in attesa del trasporto pubblico, durante la ricerca del parcheggio).

Ai fini di una corretta rappresentazione modellistica è necessario stimare il VOT per classe di utente, e quindi per i veicoli leggeri e per i veicoli commerciali.

A valle di una dettagliata analisi della letteratura di settore, come valore monetario del tempo (VOT) sono stati assunti i seguenti valori:

- 12 euro/h per i veicoli leggeri, ovvero 0,20 euro/minuto;
- 30 euro/ora per i veicoli pesanti, ovvero 0,50 euro/minuto.

Il **tempo di percorrenza** dell'arco  $T_{perc}$  è funzione sia delle caratteristiche geometriche e funzionali dell'infrastruttura (velocità a flusso libero, capacità della strada) sia del flusso che vi transita in quanto al crescere dei flussi cresce anche il condizionamento tra i veicoli e può essere determinato attraverso funzioni sperimentali.

Ad ogni arco dovrebbe corrispondere una legge di deflusso, tuttavia è prassi classificare le infrastrutture stradali in categorie ad ognuna delle quali è assegnata una particolare funzione di deflusso che rappresenta le condizioni medie della categoria.

In questo caso è stata utilizzata una funzione sperimentale del tipo BPR<sub>2</sub>, la cui espressione generale è:

$$t^{BPR}(q) = t_0 \left[ 1 + \alpha \cdot \left( \frac{q}{n \cdot C} \right)^\beta \right]$$

in cui il tempo di percorrenza di un tratto unitario dell'arco ad un dato livello di flusso è espresso come funzione del tempo di percorrenza dell'arco a flusso nullo  $t_0$  per un fattore maggiore dell'unità che dipende dal flusso  $q$ , dalla capacità  $nC$  dell'arco stesso (in cui  $n$  rappresenta il numero di corsie e  $C$  la capacità di una corsia) e da due parametri  $\alpha$  e  $\beta$  che derivano da calibrazione.

Per ognuna delle categorie che costituiscono la rete principale, definite sulla base delle caratteristiche costruttive, geometriche e funzionali, sono stati individuati i parametri di velocità a flusso nullo per entrambe le classi veicolari considerate, la capacità oraria di una corsia espressa in auto equivalenti e i parametri  $\alpha$  e  $\beta$  di calibrazione della funzione BPR. I valori utilizzati sono stati riportati nella Tabella 3.3

Tabella 3.3 Valori di velocità a flusso libero, capacità e parametro beta utilizzati

|                              | Autostrade | Svincolo | Extraurbane Principali | Extraurbane Secondarie | Extraurbane Locali | Urbane Scorrimento | Urbane Quartiere |
|------------------------------|------------|----------|------------------------|------------------------|--------------------|--------------------|------------------|
| <b>V0 auto [km/h]</b>        | 130        | 40       | 90                     | 70                     | 50                 | 70                 | 40               |
| <b>V0 merci [km/h]</b>       | 90         | 25       | 70                     | 50                     | 35                 | 50                 | 35               |
| <b>C0 [aut. eq/h corsia]</b> | 1.900      | 1.100    | 1.800                  | 1.500                  | 1.500              | 1.500              | 900              |
| <b>ALPHA</b>                 | 1          | 1        | 1                      | 1                      | 1                  | 1                  | 1                |
| <b>BETA</b>                  | 12         | 3        | 5,6                    | 4,5                    | 3                  | 4                  | 4                |

Per tener conto degli effetti della congestione, che si verificano, in particolare, negli intervalli di punta, la capacità  $C$  dell'arco considera un intervallo temporale di 20 ore.

I costi d'esercizio  $C_{spost}$  sono stati considerati proporzionali alla percorrenza e tengono conto del consumo di carburante e lubrificante e vengono calcolati in funzione del parco effettivo circolante e dall'applicazione dei costi di trazione pubblicati dall'Automobile Club d'Italia. Per i costi di esercizio sono stati presi in considerazione due valori scaturiti da una analisi della letteratura esistente in materia.

<sup>2</sup> Bureau of Public Roads, Traffic Assignment Manual, U.S. Dept. of Commerce, Urban Planning Division, Washington D.C., 1964.

In particolare:

- 11,40 euro/h/km per i veicoli passeggeri;
- 47,40 euro/h/km per i veicoli merci.

Per quanto riguarda il pedaggio, è stato riprodotto il sistema di pagamento oggi presente sulla rete autostradale italiana. In particolare sono stati distinti due sistemi di pagamento:

- sistema chiuso (la maggioranza), in cui si ritira il biglietto in entrata e si presenta per il pagamento in uscita;
- sistema aperto (ad esempio, Milano-Laghi) in cui non si ritira il biglietto, ma si paga un importo fisso quando si incontra una stazione.

I pedaggi in vigore dal 1 gennaio 2018 per il sistema chiuso sono quelli riportati in Tabella 3.4. I costi sono diversi a seconda che il tracciato sia pianeggiante o montuoso; nel modello di rete è stata presa in considerazione una media dei due costi.

Relativamente alle categorie di veicoli, visto che le matrici OD sono differenziate per quattro categorie di veicoli è stata fatta una media anche per i costi delle ultime due categorie, ovvero classi 4 e 5.

Nel modello di rete l'unica infrastruttura autostradale presente è l'autostrada A 27 Belluno-Venezia gestita da Autostrade per l'Italia e appartenente al sistema chiuso. Prima dello svincolo di Belluno è presente la barriera del sistema per la quale è stato implementato il relativo pedaggio per categorie di veicoli.

Tabella 3.4 – Costi autostradali (Euro/km 2021)

| Categorie di veicoli | Pianura | Montagna |
|----------------------|---------|----------|
| A                    | 0.07231 | 0.08547  |
| B                    | 0.07401 | 0.08749  |
| 3                    | 0.09862 | 0.11414  |
| 4                    | 0.14864 | 0.17426  |
| 5                    | 0.17530 | 0.20629  |



Figura 3.14 Il modello di rete messo a punto



### 3.3 La calibrazione del modello

La ricostruzione dello stato di fatto della domanda di mobilità dell'area di studio, in termini di flussi d'arco sulla rete stradale, rappresenta il primo step progettuale indispensabile per ottenere un'attendibile previsione dei carichi veicolari futuri (processo di calibrazione). Solo dopo che il sistema di modelli matematici risulta in grado di rappresentare, con un sufficiente livello di correttezza, le dinamiche della mobilità di una situazione nota e verificabile (situazione attuale), infatti, è possibile asserire che gli stessi modelli potranno fornire risposte attendibili per gli scenari futuri.

La calibrazione e la verifica dei modelli è stata effettuata tramite una procedura euristica iterativa che ha incluso i seguenti step:

- stima della matrice O/D di partenza;
- rappresentazione del modello d'offerta;
- individuazione dei parametri d'interazione;
- assegnazione alla rete per la stima dei flussi d'arco;
- confronto dei flussi stimati da modello con quelli misurati.

La procedura è stata applicata distintamente per i veicoli leggeri e pesanti. I dati presi in considerazione sono quelli ottenuti dalla campagna di conteggi forniti da ANAS S.p.A. (tra i quali sono stati selezionati i dati al 2019) e altri dati in possesso del Consulente.

Durante la fase di calibrazione sono stati apportati miglioramenti successivi sia alla matrice origine/destinazione (passeggeri e merci) sia alla descrizione della rete stradale dell'aria di studio. Il processo d'aggiornamento ha avuto termine quando si è avuta una rispondenza tra i risultati del modello ed i dati dei conteggi entro gli obiettivi di precisione prefissati.

La bontà della rispondenza dei modelli a rappresentare la situazione attuale è stata verificata con gli indicatori statistici classici e rappresentata con i relativi grafici delle regressioni lineari.

La Figura 3.15, la Figura 3.16 e la Figura 3.17 riportano, per la situazione attuale, il confronto tra il valore dei flussi misurati e quello dei flussi stimati dal modello per le sezioni utilizzate nella procedura adottata per la ricostruzione della matrice O/D in termini, rispettivamente, di veicoli leggeri, veicoli pesanti e auto equivalenti.

Le matrici O/D rappresentano circa 76.760 spostamenti veicolari giornalieri (giorno feriale medio invernale) di cui circa 70.880 spostamenti effettuati da veicoli leggeri e circa 5.880 spostamenti effettuati da veicoli pesanti.

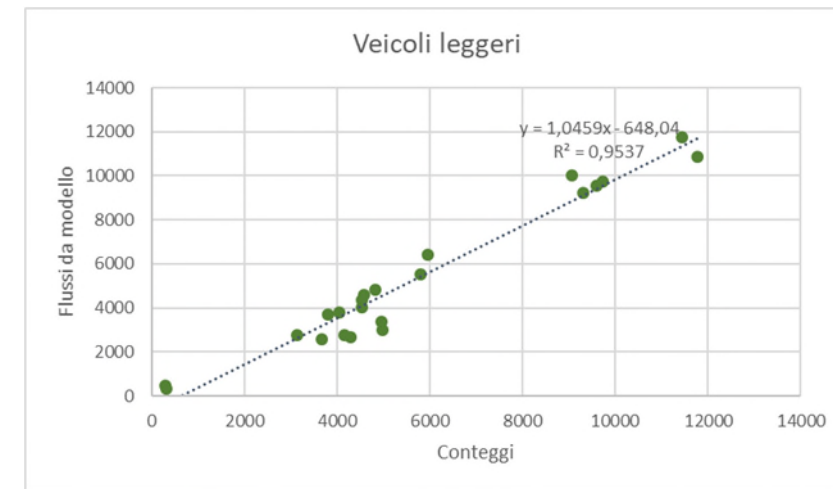


Figura 3.15 Confronto flussi di traffico misurati/simulati nel modello di trasporto. Veicoli leggeri

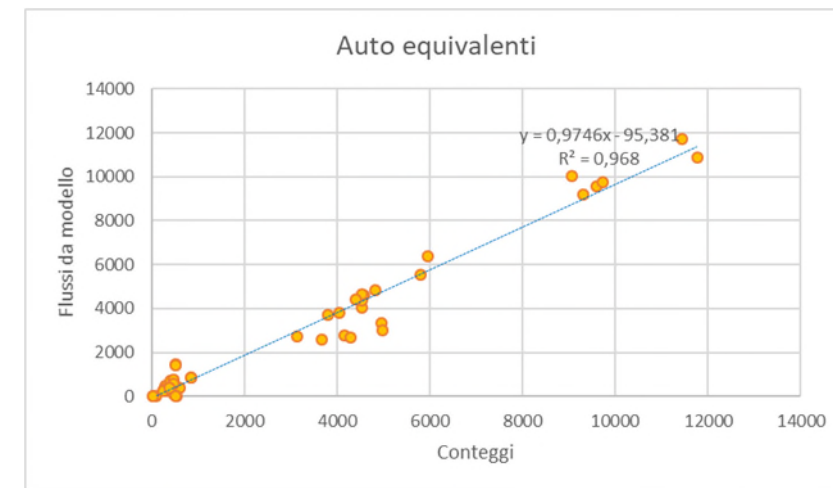


Figura 3.16 Confronto flussi di traffico misurati/simulati nel modello di trasporto. Veicoli pesanti

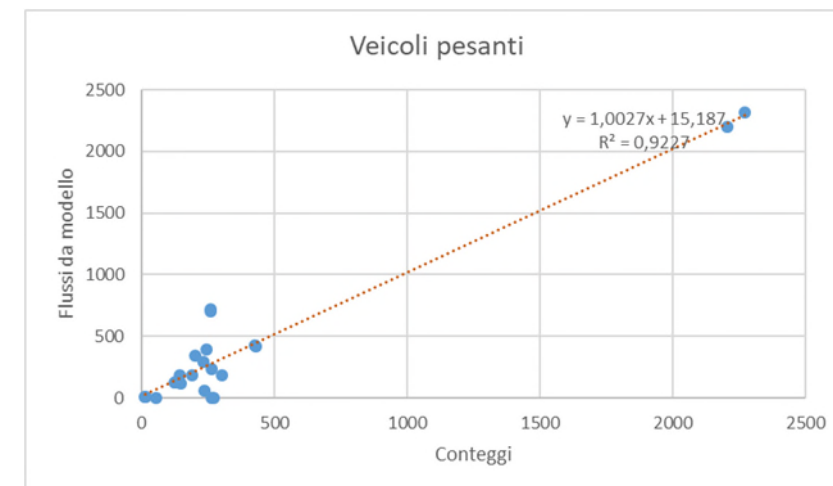


Figura 3.17 Confronto flussi di traffico misurati/simulati nel modello di trasporto. Auto equivalenti

### 3.4 I risultati delle simulazioni nello stato attuale

Nella Figura 3.18 sono riportati i flussi di traffico da modello nello scenario attuale in termini di autovetture equivalenti. Nella Figura 3.19 e nella Figura 3.20 sono riportati i flussi di traffico da modello nello scenario attuale in termini, rispettivamente, di veicoli leggeri e veicoli pesanti.

Il risultato ottenuto è frutto dell'applicazione della metodologia descritta precedentemente e l'attendibilità complessiva del modello matematico è quella descritta precedentemente.

Come risulta dalle simulazioni effettuate, le infrastrutture viarie più cariche sono la S.S. n. 50 del Grappa e del Passo Rolle che raccoglie i flussi di traffico provenienti e diretti a Belluno e parte dei flussi di traffico provenienti e diretti verso la provincia di Trento, da un lato, e l'autostrada A 27 che assorbe la quasi totalità del traffico di attraversamento nord-sud, dall'altro.

In particolare, la S.S. n. 50 "del Grappa e del Passo Rolle", nel tratto più carico, ovvero all'intersezione con la S.S. n. 51, raggiunge le 22.100 auto equivalenti.

L'autostrada A 27, nel tratto interno all'area di influenza dell'intervento, presenta flussi di traffico pari a circa dai 21.000 veicoli/ora complessivamente nelle due direzioni di marcia. A valle dello svincolo di Belluno i flussi di traffico diminuiscono: quasi il 30% dei flussi si sposta sulla S.S. n. 51 "di Alemagna" e poi sulla S.S. n. 50 in direzione Belluno.

Sulla S.S. n. 51 "di Alemagna" i flussi di traffico, considerando complessivamente le due direzioni di marcia, presentano un andamento crescente da sud verso nord, nel tratto compreso tra Fadalto (al limite meridionale dell'area di influenza) e la zona industriale di Villanova, e decrescente nel tratto successivo fino alla Valle di Cadore. In particolare, passa da circa 6.500 auto equivalenti nel Comune di Farra D'Alpago a circa 13.500 auto equivalenti nel tratto successivo, compreso tra lo svincolo di Belluno dell'A 27 e l'intersezione con la S.S. n. 50 a Ponte delle Alpi. Raggiunge, infine, le 21.000 auto equivalenti circa nel tratto compreso tra lo svincolo di Pian di Vedoia dell'A 27 e la zona industriale di Villanova. Da qui fino a Longarone si registrano 16.700-18.400 auto equivalenti. Da Longarone i flussi di traffico diminuiscono e raggiungono le 10.000 auto equivalenti fino a Tai di Cadore. Nel tratto successivo si registrano flussi inferiori e pari a circa 6.000 auto equivalenti.

Analogo andamento si registra analizzando i flussi per categorie veicolari sia in termini assoluti che percentuali. I veicoli pesanti sono pari a circa l'11% dei veicoli totali sull'autostrada mentre sono pari al 7% circa sulla S.S. n. 50 e variano tra il 4% e il 5% circa sulla S.S. n. 51.

La tratta più carica della S.S. n. 51 è quella tra lo svincolo di Pian di Vedoia e la zona industriale (tratta B). In tale tratto, si registrano circa 19.300 veicoli leggeri e circa 840 veicoli pesanti. I flussi sono equamente distribuiti nei due sensi di marcia.

Segue la tratta compresa tra la zona industriale di Villanova e l'intersezione con la S.P. n. 251 nel centro abitato di Longarone (tratta C) con circa 18.420 auto equivalenti (equamente distribuiti nei due sensi di marcia) di cui circa 17.380 veicoli leggeri e circa 520 veicoli pesanti.

Le tratte a monte e a valle (tratta A – tra il centro abitato di Ponte nelle Alpi e lo svincolo di Pian di Vedoia dell'A 27 e tratta D – tra Longarone e la galleria Termine) presentano flussi di traffico inferiori e rispettivamente pari a circa 11.420 e circa 12.010 auto equivalenti. Nella tratta A si registrano 1.430 veicoli pesanti mentre nella tratta D si registrano circa 520 veicoli pesanti.

Occorre sottolineare che sulla S.S. n. 51, nel tratto compreso tra la rotonda di Ponte nelle Alpi e la rotonda del Rione Santa Caterina, vige il divieto di transito per i veicoli pesanti superiori alle 7.5 tonnellate.

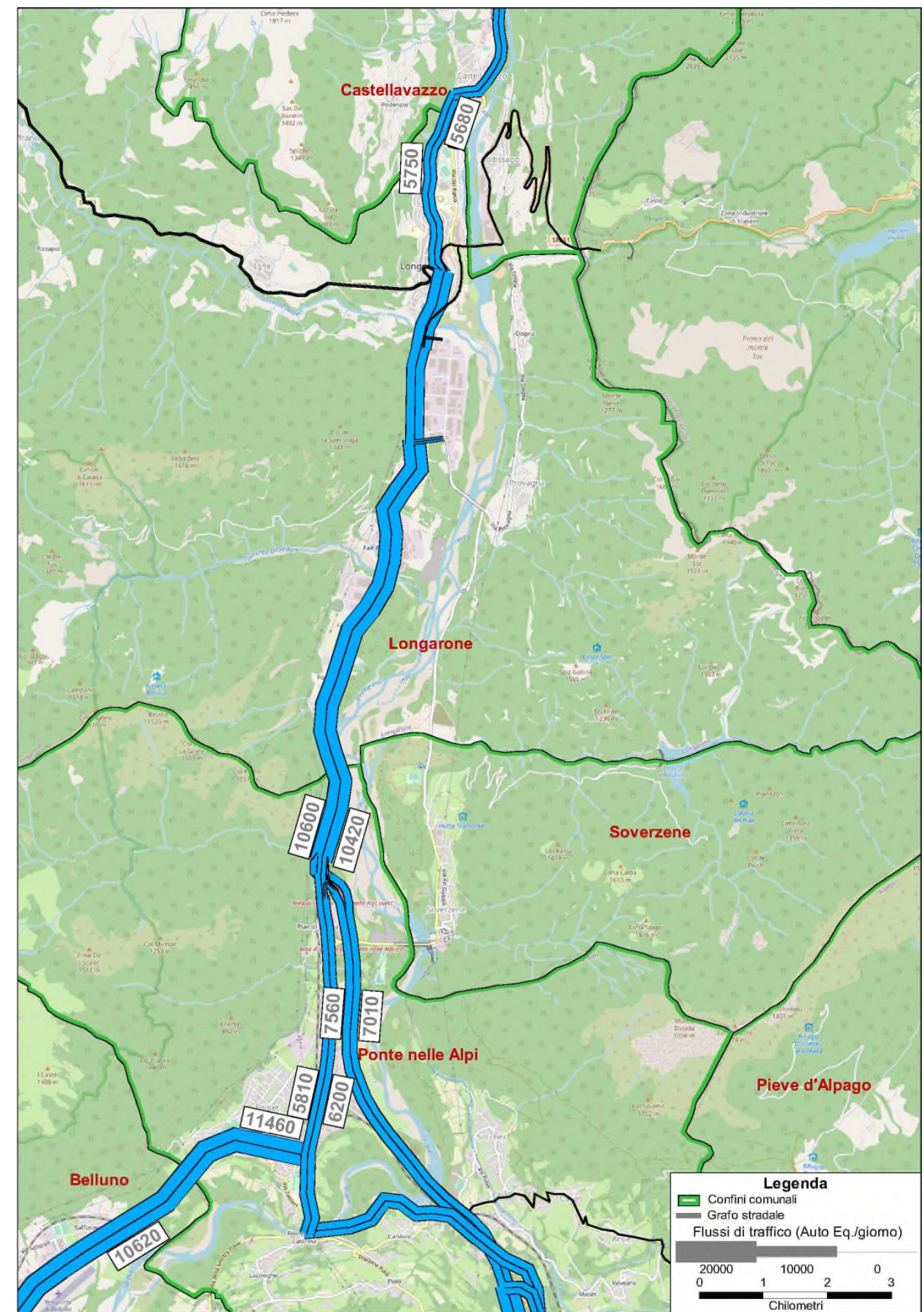


Figura 3.18 Flussi di traffico nel giorno feriale tipo. Stato attuale

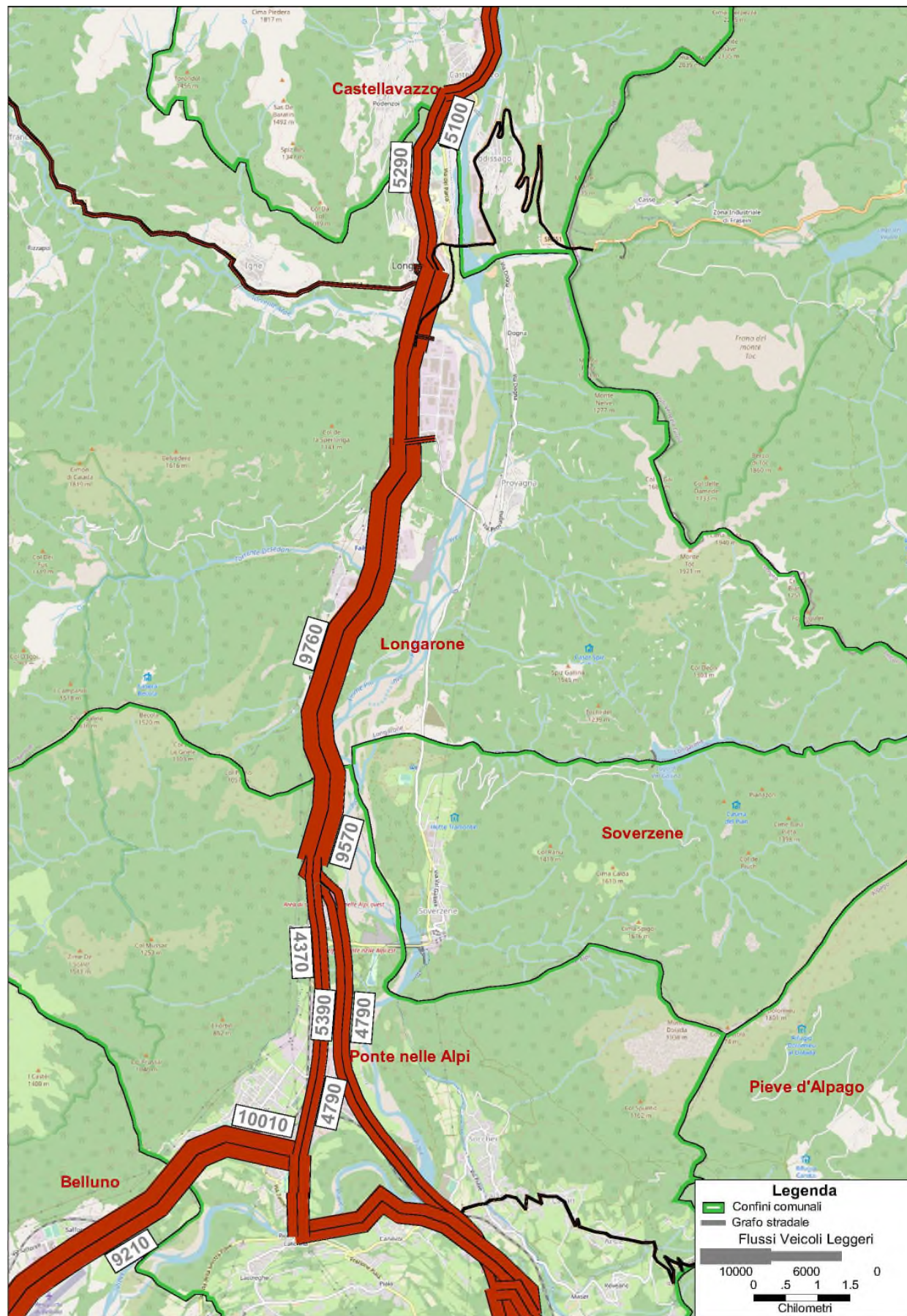


Figura 3.19 Flussi di veicoli leggeri nel giorno feriale tipo. Stato attuale

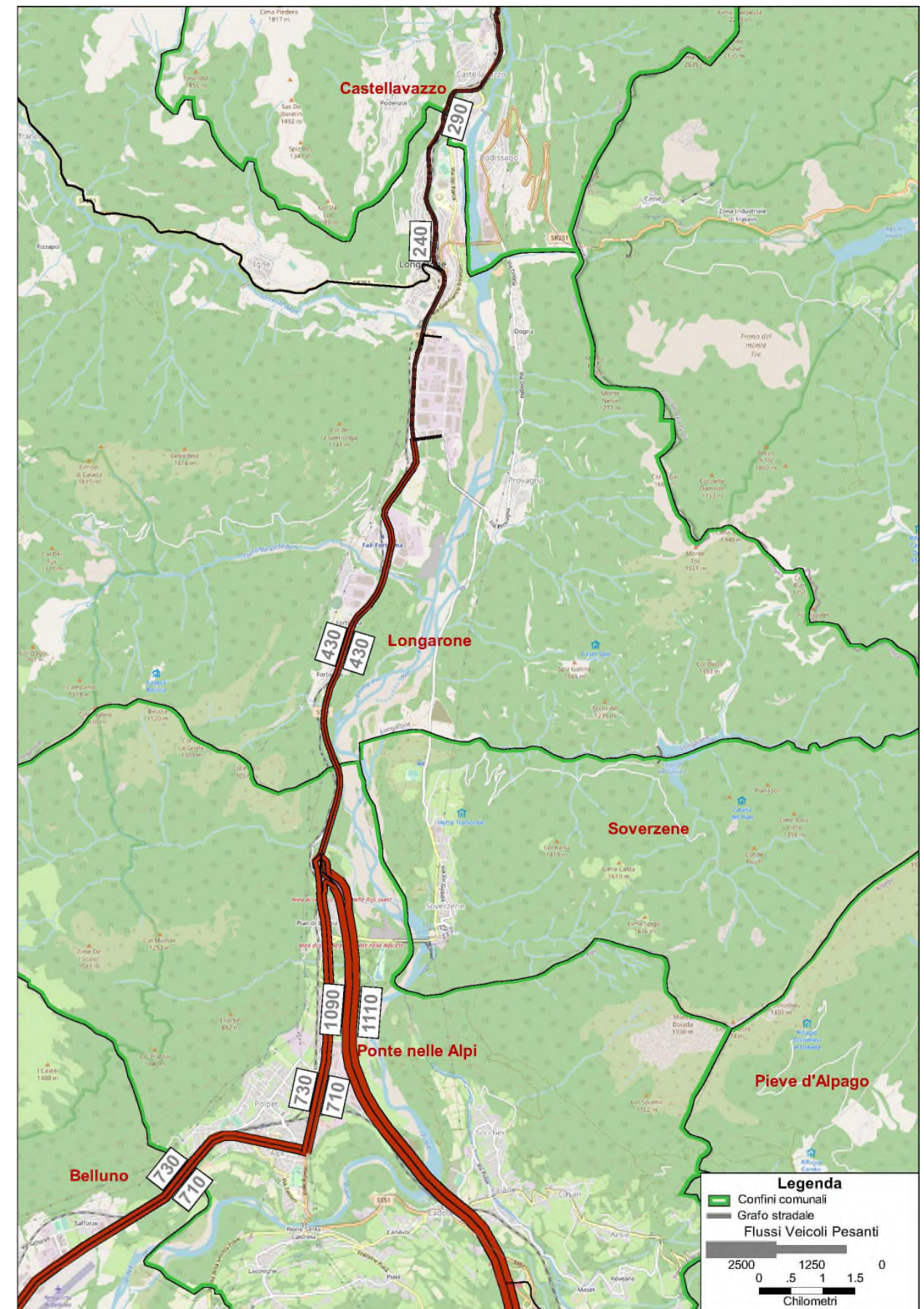


Figura 3.20 Flussi di veicoli pesanti nel giorno feriale tipo. Stato attuale

## 4 Ricostruzione del modello nello scenario di progetto

Per valutare l'impatto ottenuto dall'introduzione della variante alla S.S. n. 51 sul sistema di trasporto stradale dell'area di studio, come periodo temporale di previsione della domanda di trasporto complessiva merci e passeggeri è stato considerato l'orizzonte temporale di entrata in esercizio dell'asse di progetto, stimato al 2026, e l'orizzonte temporale di medio-lungo termine stimato al 2036.

La crescita della domanda è funzione della crescita prevista dei principali indicatori macroeconomici nazionali e regionali (P.I.L., settori industriali, reddito medio pro-capite, popolazione).

### 4.1 Dinamiche demografiche e insediative

Al fine di ricostruire la domanda di mobilità agli orizzonti temporali futuri è stata analizzata l'evoluzione dei principali fattori che contribuiscono a spiegare la domanda di mobilità complessiva.

Analizzando la serie storica dei dati di popolazione residente nella Provincia di Belluno dal 2002 al 2021 risulta un andamento abbastanza stabile tra il 2002 e il 2009 e un andamento decrescente tra il 2009 e il 2021 (con un tasso medio annuo pari a -0.48%). Analizzando la serie storica dei dati di popolazione residente nella Regione Veneto 2002-2020 risulta, invece, un andamento crescente dal 2002 al 2009 e un andamento stabile tra il 2009 e il 2021 (con un tasso di medio annuo pari a 0.014%).

Sulla base dell'intervallo 2009-2020 sono stati estrapolati i trend di crescita (lineare) della popolazione della provincia di Belluno e della Regione Veneto. Risulta, rispettivamente, un tasso di variazione annua pari a -0,52%, con una decrescita complessiva, al 2036, pari all'8% circa, per la provincia di Belluno, e un tasso di variazione annua pari a +0,05%, con una crescita complessiva, al 2036, pari all'1% circa, per la regione Veneto.

Estrapolando il tasso di crescita annuo della popolazione residente nella regione Veneto al 2036, (intervallo 2021-2036) sulla base delle previsioni ISTAT 2017-2065, risulta un valore pari a +0.03% anno, in linea con il tasso di crescita estrapolato sui dati 2009-2021, ma in controtendenza con il tasso di crescita estrapolato per la provincia di Belluno.

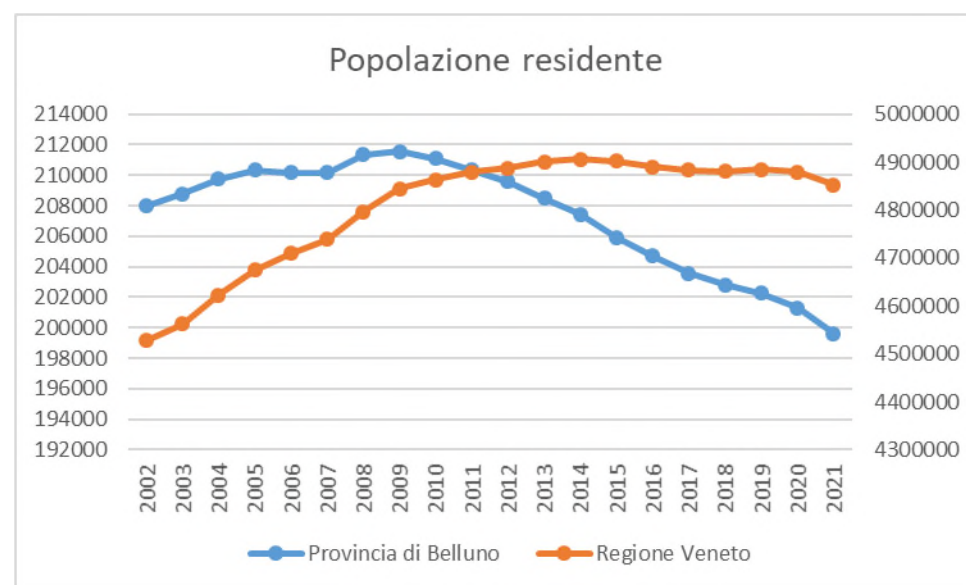


Figura 4.1 Andamento popolazione residente 2002-2021

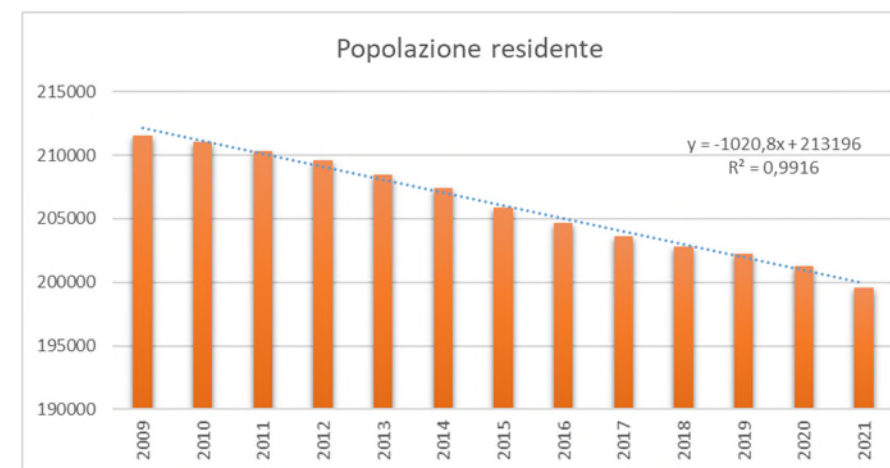


Figura 4.2 Andamento popolazione residente 2009-2021

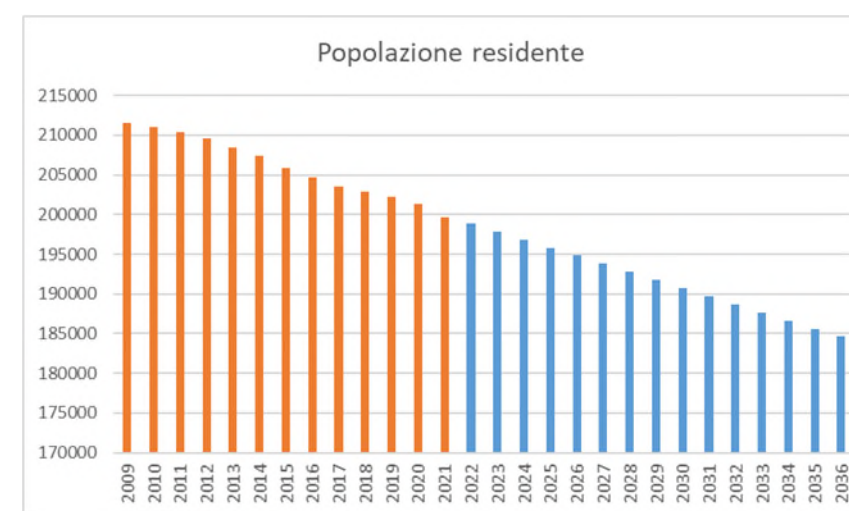


Figura 4.3 Previsione al 2036 della popolazione residente

### 4.2 Stima della domanda di mobilità

Accanto alla crescita della popolazione residente, dal 15° Rapporto sulla mobilità degli italiani (Isfort 2018) risulta che dal 2002 al 2017 si verifica una diminuzione del numero di spostamenti degli italiani dell'1.38% circa. Dal 2016 al 2017 gli spostamenti sono diminuiti del -4,3%. Il confronto con il 2008, anno di picco della domanda nella serie storica di Audimob, evidenzia poi una riduzione cumulata di quasi un quarto degli spostamenti. Analogamente, l'indice IME (Indicatore di Mobilità Espressa), tra il 2002 e il 2016, presenta un trend di decrescita del -1,6% circa.

Occorre inoltre tenere in considerazione che l'attuale situazione di emergenza sanitaria ha modificato radicalmente i possibili scenari produttivi, economici e sociali a livello mondiale ponendo al centro delle politiche di pianificazione delle infrastrutture e dei trasporti numerosi elementi di incertezza strutturale sugli scenari futuri macro-economici e di mobilità che attendono il nostro Paese, l'Europa e il mondo intero. Vista la singolarità e la portata del fenomeno non esistono al momento dati sufficienti per costruire un ragionevole scenario di riferimento nel quale valutare un piano di investimenti: quello che richiedono le *best practices*, e cioè stimare la domanda con adeguati modelli per valutare correttamente la redditività degli investimenti, non è semplicemente realizzabile. Non sono noti né l'aspetto né la dimensione che

assumeranno, nel futuro, le variabili che misurano l'assetto socioeconomico che ha caratterizzato finora la nostra economia.

Quantificare l'impatto sull'economia al momento è complicato. Sulla Relazione sugli indicatori di Benessere Equo e Sostenibile del Ministero dell'Economia e delle Finanze 2021, è riportato che *per quanto riguarda il reddito disponibile lordo corretto pro capite nominale, primo indicatore del dominio 'Benessere economico', il dato provvisorio fornito dall'Istat indica che nel corso del 2019 è proseguita la fase espansiva (+1,1 per cento) avviata nel 2014; tuttavia le conseguenze della pandemia si prevedono ampie sull'andamento dell'indicatore dato che si stima un calo di 2,3 punti percentuali nel corso del 2020. Dal 2021, grazie ad un più favorevole contesto economico, si prevede un graduale recupero dell'indicatore che nel biennio 2022-2023 dovrebbe attestarsi su di un livello superiore a quello registrato prima della pandemia. Si evidenzia, inoltre, che l'intensità della contrazione dell'indicatore per il 2020 è prevista essere ben più contenuta di quella del PIL pro capite, segno dell'effetto positivo prodotto dagli interventi a sostegno dei redditi e dell'occupazione adottati nel corso del 2020.*

*Le misure di distanziamento sociale e di temporaneo fermo di numerosi settori produttivi, avviate da marzo 2020 e proseguite con diversa gradazione e intensità nel corso dell'anno passato, hanno causato una riduzione dell'attività economica nazionale senza precedenti. Le conseguenze indotte da tale contesto si prevedono ampie anche sull'andamento del RDLC pro-capite nominale: dopo sei anni di crescita, nel 2020 l'indicatore è previsto in calo del 2,3 per cento. La riduzione è imputabile all'attesa diminuzione del reddito disponibile lordo delle famiglie che è compensato solo in parte dalla dinamica espansiva dei trasferimenti in kind. Nel 2021, anche grazie al più favorevole contesto economico, il RDLC pro capite dovrebbe attestarsi su di un livello simile a quello osservato nel periodo precedente la pandemia (+2,2 punti percentuali a/a). Nel biennio successivo, grazie al più marcato miglioramento del reddito disponibile lordo delle famiglie, il RDLC pro capite nominale dovrebbe riposizionarsi su di un sentiero di crescita annuale più sostenuto di quello osservato negli anni che hanno preceduto la crisi pandemica (+3,5 per cento nel 2022 e +2,5 per cento nel 2023).*

Per quanto riguarda il trasporto merci, già nel 2017, dal report di Ufficio Studi Confcommercio – Isfort, Analisi e previsioni per il trasporto merci in Italia, risultava un calo, rispetto al 2003, nel settore su gomma (vedi Figura 4.4).

A valle della pandemia da Covid 19 si assiste ad un crollo del traffico merci su strada, rispetto al periodo pre-pandemia, del 26% circa.

*La ripresa dell'economia italiana è più intensa delle attese, ma la spinta data dal rimbalzo post-pandemico, da sola, non è ancora sufficiente a garantire prospettive di crescita robusta, diffusa e duratura. Sulla crescita lenta di lungo periodo e sull'attuale fase di riavvio del ciclo espansivo pesante, infatti, anche le debolezze strutturali della nostra economia, in particolare gli eccessi di fisco e burocrazia e i deficit nelle infrastrutture, nell'istruzione e nella giustizia.*

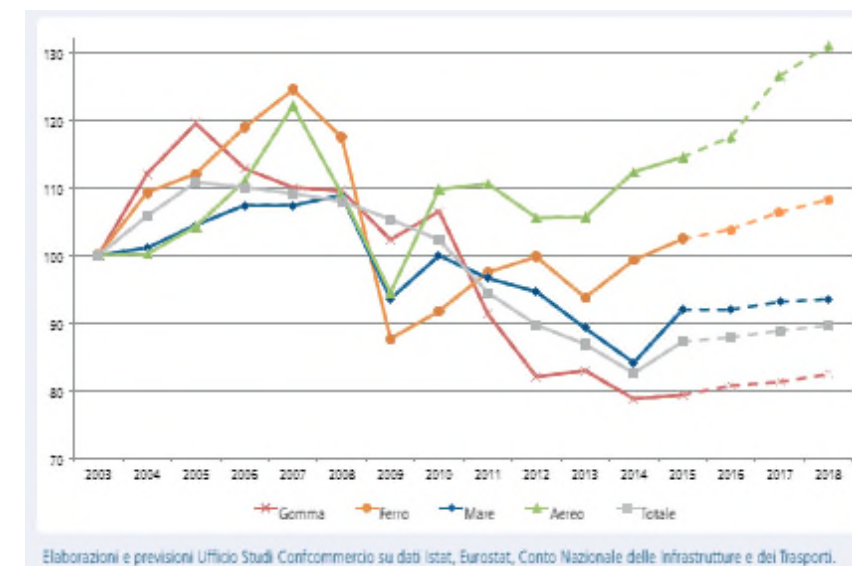


Figura 4.4 Traffico merci totale e per modalità di trasporto. Indici dei livelli (2003=100)<sup>3</sup>. Fonte Ufficio Studi Confcommercio – Isfort

Tabella 4.1 Variazione tendenziale flussi merci e passeggeri

| var. % tendenziali    |            |            |             |              |
|-----------------------|------------|------------|-------------|--------------|
| PASSEGGERI            |            |            |             |              |
| Modalità              | 2017       | 2018       | 2019        | 2020         |
| Strada (autostrada)   | 1.8        | -0.1       | -2.6        | -32,2        |
| Ferro                 | 3.5        | 4.4        | 3.8         | -41,7        |
| Mare                  | -5.4       | 15.5       | 15.5        | -73,3        |
| Aereo                 | 6.5        | 5.9        | 4.0         | -72,6        |
| <b>ITC passeggeri</b> | <b>3.7</b> | <b>3.0</b> | <b>1.0</b>  | <b>-48,7</b> |
| MERCİ                 |            |            |             |              |
| Modalità              | 2017       | 2018       | 2019        | 2020         |
| Strada (autostrada)   | 3.3        | 2.3        | -1.7        | -25,8        |
| Ferro                 | 11.5       | -1.1       | -2.5        | -7,0         |
| Mare                  | 1.0        | -0.2       | -0.4        | -7,3         |
| Aereo                 | 9.2        | 0.0        | -3.2        | -23,6        |
| <b>ITC merci</b>      | <b>3.4</b> | <b>1.2</b> | <b>-1.6</b> | <b>-18,7</b> |

Fonte: Ufficio Studi Confcommercio – Isfort

Alla luce di tali considerazioni, in via cautelativa, nonostante il periodo di crisi avvalorato dai tassi di crescita negativi riscontrati sia per la popolazione residente che per il traffico passeggeri e merci, si è ritenuto opportuno considerare comunque una crescita tendenziale della domanda di spostamento secondo i tassi di crescita riportati nella Tabella 4.2

Tabella 4.2 Tassi di crescita media annua

|           | Passeggeri | Merci | Anni |
|-----------|------------|-------|------|
| 2021-2026 | 0,2%       | 0,3%  | 5    |
| 2026-2036 | 1,1%       | 1,2%  | 10   |

<sup>3</sup> Analisi e previsioni per il trasporto merci in Italia - Ufficio Studi Confcommercio – Isfort 2017

### 4.3 Il modello di rete nello scenario di progetto

Il progetto prevede la realizzazione di un'infrastruttura stradale che inizia in corrispondenza dello svincolo di Soverzene, dove l'autostrada A 27 confluisce nella S.S. n. 51, si sviluppa totalmente in destra idraulica del fiume Piave e si riconnette alla S.S. n. 51 attuale poco a nord dell'abitato di Castellavazzo, in corrispondenza della galleria stradale esistente.

Il tracciato della variante ha una lunghezza di circa 11,2 km.

La piattaforma stradale è di tipo C1 (strade extraurbane secondarie), ai sensi del D.M. 5/11/2001 (strada extraurbana secondaria) con due corsie da 3,75 m e banchine di m 1,50 per una larghezza totale di 10,50 m.

Lungo il tracciato è prevista la realizzazione di sette viadotti, per una lunghezza complessiva di circa 3100 metri, oltre ad una galleria naturale (GN Olandreghe) di circa 1540 m.

E' prevista la realizzazione di tre nuove intersezioni a livelli sfalsati per la riconnessione della variante alla rete stradale esistente:

- Svincolo A 27;
- Svincolo Zona Industriale;
- Svincolo Longarone centro.

Nel modello di rete dello scenario futuro, è stata implementata l'infrastruttura di progetto, con caratteristiche di deflusso corrispondenti ad una sezione C1.



Figura 4.5 Il modello di rete di progetto (particolare)

## 5 La valutazione degli impatti

La valutazione degli impatti, o effetti esterni, è stata effettuata in base ai risultati dell'assegnazione alla rete stradale di progetto in termini di entità dei flussi di traffico e livelli di servizio sulle infrastrutture viarie principali dell'area di influenza.

Come detto precedentemente, gli orizzonti temporali presi in considerazione sono due:

- anno 2026, coincidente con l'entrata in esercizio dell'infrastruttura di progetto;
- anno 2036, scenario di medio-lungo termine.

Per ciascun orizzonte temporale sono stati presi in considerazione due scenari:

- di *Riferimento*, ovvero senza progetto in cui l'offerta di trasporto nell'area di studio rimane uguale a quella dello stato attuale;
- di *Progetto*.

Ne sono scaturiti quattro scenari di simulazione:

- due riferiti all'orizzonte temporale del 2026 (Scenario di Riferimento e Scenario di Progetto);
- due riferiti all'orizzonte temporale del 2036 (Scenario di Riferimento e Scenario di Progetto);

### 5.1 I risultati delle simulazioni

Nella Tabella 5.1 e nella Tabella 5.2 sono riportati i flussi di traffico da modello per categoria di veicolo, per orizzonte temporale e per scenario.

Nella Figura 5.1 e nella Figura 5.2 sono riportati i flussi di traffico da modello nello scenario di Riferimento (senza progetto) rispettivamente all'anno 2026 e 2036 in termini di autovetture equivalenti.

Nella Figura 5.3 e nella Figura 5.4 sono riportati i flussi di traffico da modello nello scenario di Riferimento (senza progetto) rispettivamente all'anno 2026 e 2036 in termini di veicoli leggeri, mentre nella Figura 5.5 e nella Figura 5.6 sono riportati i flussi di traffico da modello nello scenario di Riferimento (senza progetto) rispettivamente all'anno 2026 e 2036 in termini di veicoli pesanti.

Nella Figura 5.7 e nella Figura 5.8 sono riportati i flussi di traffico da modello nello scenario di Progetto rispettivamente all'anno 2026 e 2036 in termini di autovetture equivalenti.

Nella Figura 5.9 e nella Figura 5.10 sono riportati i flussi di traffico da modello nello scenario di Progetto rispettivamente all'anno 2026 e 2036 in termini di veicoli leggeri, mentre nella Figura 5.11 e nella Figura 5.12 sono riportati i flussi di traffico da modello nello scenario di Progetto rispettivamente all'anno 2026 e 2036 in termini di veicoli pesanti.

Nella Figura 5.13 e nella Figura 5.14 sono riportate, infine, le variazioni tra lo scenario di Riferimento e quello di Progetto all'anno 2026 e all'anno 2036.

Come descritto precedentemente, la domanda di traffico è stata incrementata dell'1% circa all'orizzonte temporale di breve termine (2026) e del 13% circa all'orizzonte temporale di medio-lungo termine (2036).

Al 2026, nello scenario di Riferimento (senza progetto) la tratta più carica della S.S. n. 51 è quella tra lo svincolo di Pian di Vedoia e la zona industriale (tratta B). In tale tratto, si registrano circa 21.240 auto equivalenti di cui circa 19.520 veicoli leggeri e circa 860 veicoli pesanti. I flussi sono equamente distribuiti nei due sensi di marcia.

Segue la tratta compresa tra la zona industriale di Villanova e l'intersezione con la S.P. n. 251 nel centro abitato di Longarone (tratta C) con circa 18.620 auto equivalenti (equamente distribuiti nei due sensi di marcia) di cui circa 17.560 veicoli leggeri e circa 530 veicoli pesanti.

Le tratte a monte e a valle (tratta A – tra il centro abitato di Ponte nelle Alpi e lo svincolo di Pian di Vedoia dell'A 27 e tratta D – tra Longarone e la galleria Termine) presentano flussi di traffico inferiori e rispettivamente pari a circa 11.540 e circa 12.140 auto equivalenti. Nella tratta A si registrano 1.450 veicoli pesanti mentre nella tratta D si registrano circa 530 veicoli pesanti.

Nello scenario di progetto, sempre al 2026, la viabilità dell'area di studio è interessata da un notevole miglioramento del livello di servizio determinato dall'entrata in esercizio della nuova infrastruttura sulla quale transiteranno gran parte dei flussi di traffico di attraversamento.

Fermo restando che sulla S.S. n. 51, in entrambi gli scenari, di Riferimento e di Progetto, nel primo tratto, ovvero tra Ponte nelle Alpi e lo svincolo di Pian di Vedoia (tratta A), i flussi di traffico rimangono stazionari, nel secondo tratto, ovvero tra Pian di Vedoia e la zona industriale di Villanova (tratta B), i flussi di traffico nello scenario di Progetto diminuiscono del 38% circa rispetto a quelli dello scenario di Riferimento. Parte dei flussi di traffico, infatti, cambiano itinerario e *si trasferiscono* sulla Variante alla S.S. n. 51 sulla quale, nel tratto corrispondente (tratta E), si registrano circa 7.990 auto equivalenti (complessivamente nei due sensi di marcia).

Gran parte dei flussi di traffico che cambiano itinerario sono flussi di attraversamento: nella tratta Longarone-galleria Termine (tratta G), infatti, la S.S. n. 51 attuale, nello scenario di Progetto si *scarica* del 90% circa dei flussi dei flussi di traffico che vi transitavano nello scenario di Riferimento.

La tratta della Variante che presenta il traffico più sostenuto è quella tra lo svincolo Longarone centro e l'imbocco in galleria Termine (tratta G).

Flussi veicolari inferiori rispetto alla suddetta tratta, si osservano:

- tra lo svincolo dell'A 27 di Pian di Vedoia e la Zona Industriale Villanova (tratta E);
- tra lo svincolo della Zona Industriale di Villanova e lo svincolo di Longarone (tratta F).

Passando all'analisi per categorie veicolari, al 2026, per quanto riguarda i veicoli leggeri, si rileva che la tratta più carica, la tratta G, conta circa 9.350 veicoli/giorno seguita dalla tratta E con circa 6.350 veicoli/giorno e poi dalla tratta F con circa 5.950 veicoli/giorno.

Per quanto riguarda i veicoli pesanti, la tratta più carica è la E, tra lo svincolo dell'A 27 di Pian di Vedoia e la Zona Industriale Villanova, con circa 820 veicoli/giorno. Segue la tratta G con circa 530 veicoli/giorno e la tratta F con circa 480 veicoli/giorno.

Analogamente si verifica al 2036. Nello scenario di Riferimento (senza progetto) la tratta più carica della S.S. n. 51 è quella tra lo svincolo di Pian di Vedoia e la zona industriale (tratta B). In tale tratto, si registrano circa 23.710 auto equivalenti di cui circa 21.770 veicoli leggeri e circa 970 veicoli pesanti. I flussi sono equamente distribuiti nei due sensi di marcia.

Segue la tratta C, compresa tra la zona industriale di Villanova e l'intersezione con la S.P. n. 251 nel centro abitato di Longarone, con circa 20.790 auto equivalenti (equamente distribuiti nei due sensi di marcia) di cui circa 19.590 veicoli leggeri e circa 600 veicoli pesanti.

Le tratte a monte e a valle (tratta A – tra il centro abitato di Ponte nelle Alpi e lo svincolo di Pian di Vedoia dell'A 27 e tratta D – tra Longarone e la galleria Termine) presentano flussi di traffico inferiori e rispettivamente pari a circa 13.570 e circa 12.890 auto equivalenti. Nella tratta A si registrano 1.630 veicoli pesanti mentre nella tratta D si registrano circa 600 veicoli pesanti.

Nello scenario di progetto sulla S.S. n. 51 si verifica una riduzione dei flussi di traffico transitanti del 55% circa nella tratta C (tra la zona industriale e Longarone) e del 38% circa nella tratta B (tra Pian di Vedoia e la zona industriale).

Anche all'orizzonte temporale del 2036, la tratta della Variante che presenta il traffico più sostenuto è quella tra lo svincolo Longarone centro e l'imbocco in galleria Termine (tratta G) con circa 11.640 auto equivalenti distinti in 10.440 veicoli leggeri e circa 600 veicoli pesanti.

Flussi veicolari inferiori rispetto alla suddetta tratta, si osservano:

- tra lo svincolo dell'A 27 di Pian di Vedoia e la Zona Industriale Villanova (tratta E) con circa 8.920 auto equivalenti (circa 7.080 veicoli leggeri e circa 920 veicoli pesanti);
- tra lo svincolo della Zona Industriale di Villanova e lo svincolo di Longarone (tratta F) con circa 7.720 auto equivalenti (circa 6.640 veicoli leggeri e circa 540 veicoli pesanti).

Tabella 5.1 Flusso giornaliero per categoria di veicolo sulla S.S. n. 51

|        |  | 2026        |         |          |         | 2036        |         |          |         |
|--------|--|-------------|---------|----------|---------|-------------|---------|----------|---------|
|        |  | Riferimento |         | Progetto |         | Riferimento |         | Progetto |         |
| Tratta |  | leggeri     | pesanti | leggeri  | pesanti | leggeri     | pesanti | leggeri  | pesanti |
| A      | Tra Ponte nelle Alpi e Pian di Vedoia                | 9.240       | 1.450   | 9.240    | 1.450   | 10.310      | 1.630   | 10.310   | 1.630   |
| B      | Tra Pian di Vedoia e Zona Industriale (ZI) Villanova | 19.520      | 860     | 13.170   | 40      | 21.770      | 970     | 14.690   | 50      |
| C      | Tra ZI e Longarone                                   | 17.560      | 530     | 8.350    | -       | 19.590      | 600     | 9.320    | -       |
| D      | Tra Longarone e imbocco Galleria                     | 10.480      | 530     | 1.130    | -       | 11.690      | 600     | 1.260    | -       |

Tabella 5.2 Flusso giornaliero per categoria di veicolo sulla Variante alla S.S. n. 51

|        |  | 2026        |         |          |         | 2036        |         |          |         |
|--------|--|-------------|---------|----------|---------|-------------|---------|----------|---------|
|        |  | Riferimento |         | Progetto |         | Riferimento |         | Progetto |         |
| Tratta |  | leggeri     | pesanti | leggeri  | pesanti | leggeri     | pesanti | leggeri  | pesanti |
| E      | Tra Pian di Vedoia e Zona Industriale (ZI) Villanova | -           | -       | 6.350    | 820     | -           | -       | 7.080    | 920     |
| F      | Tra ZI e Longarone                                   | -           | -       | 5.950    | 480     | -           | -       | 6.640    | 540     |
| G      | Tra Longarone e imbocco Galleria                     | -           | -       | 9.350    | 530     | -           | -       | 10.440   | 600     |



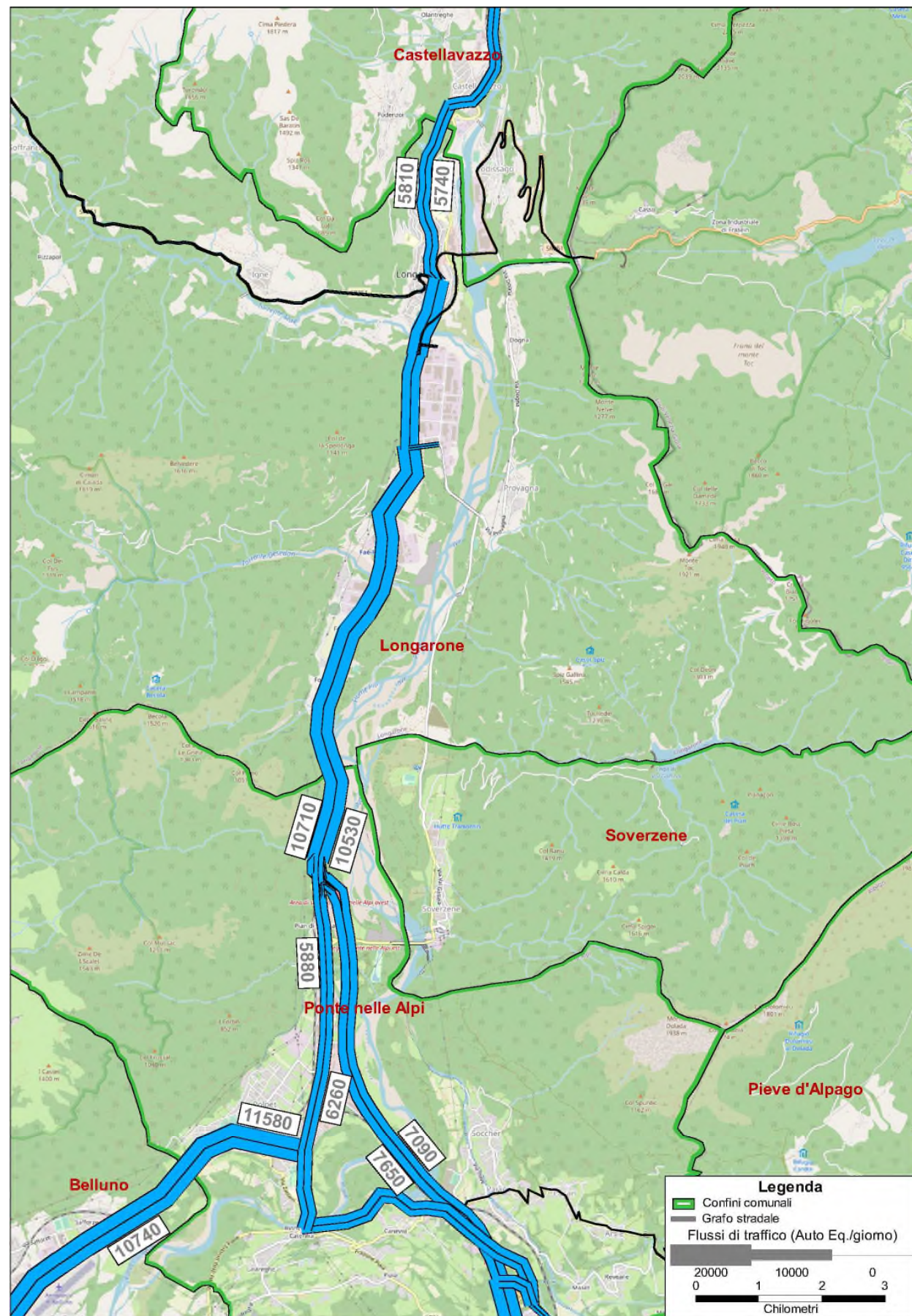


Figura 5.1 Flussi di traffico nel giorno feriale tipo. Scenario di Riferimento. Anno 2026

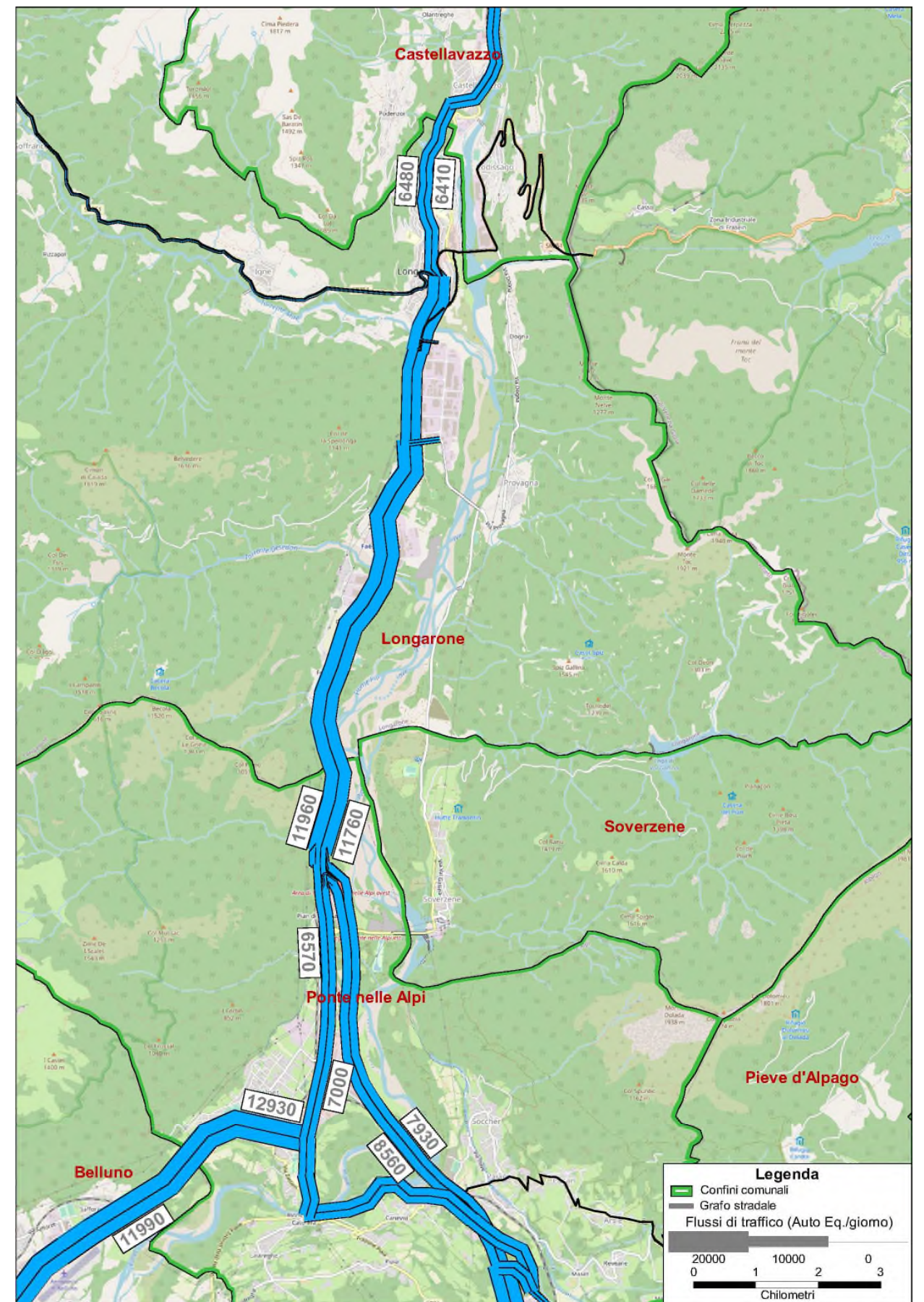


Figura 5.2 Flussi di traffico nel giorno feriale tipo. Scenario di Riferimento. Anno 2036

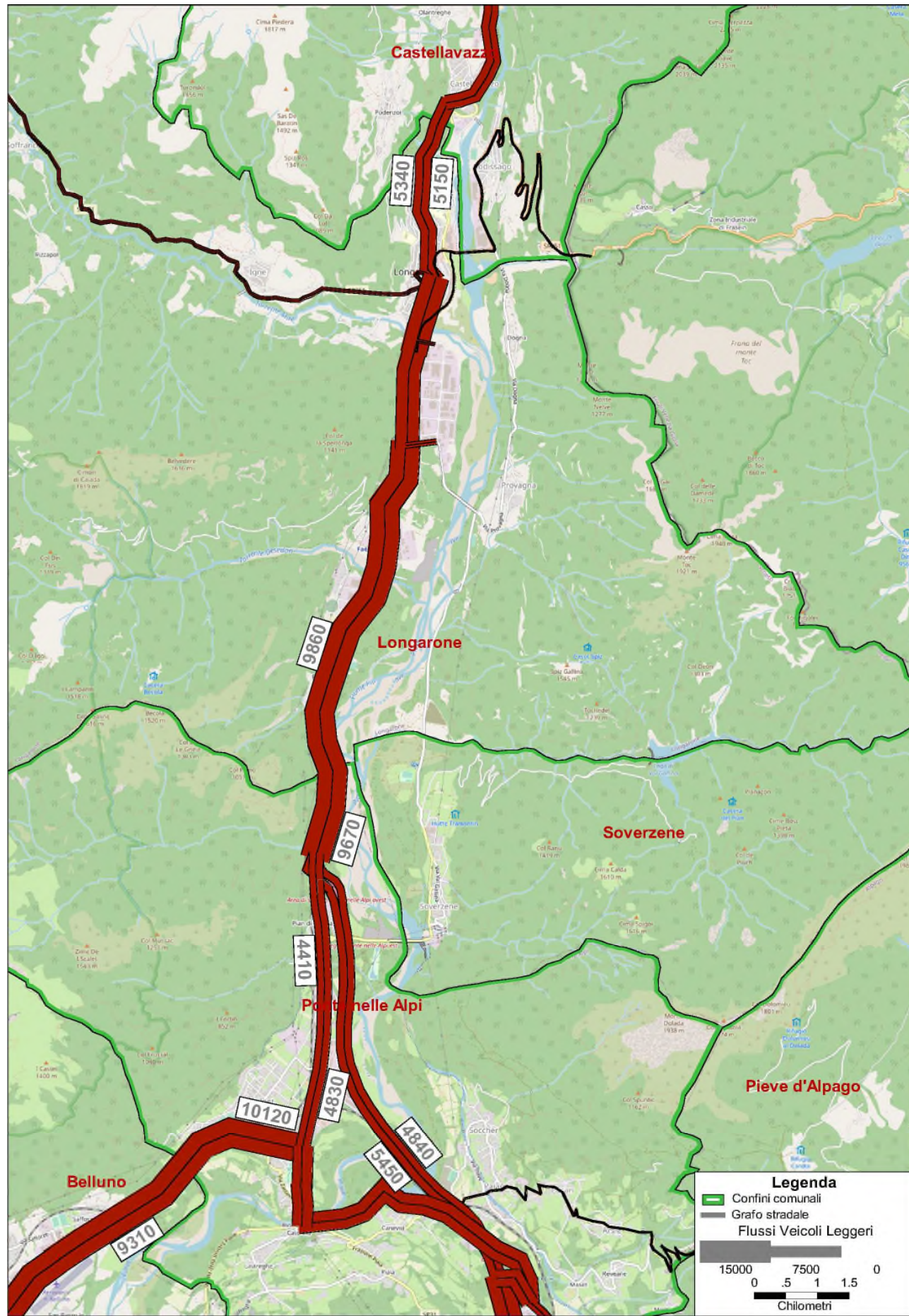


Figura 5.3 Flussi di veicoli leggeri nel giorno feriale tipo. Scenario di Riferimento. Anno 2026

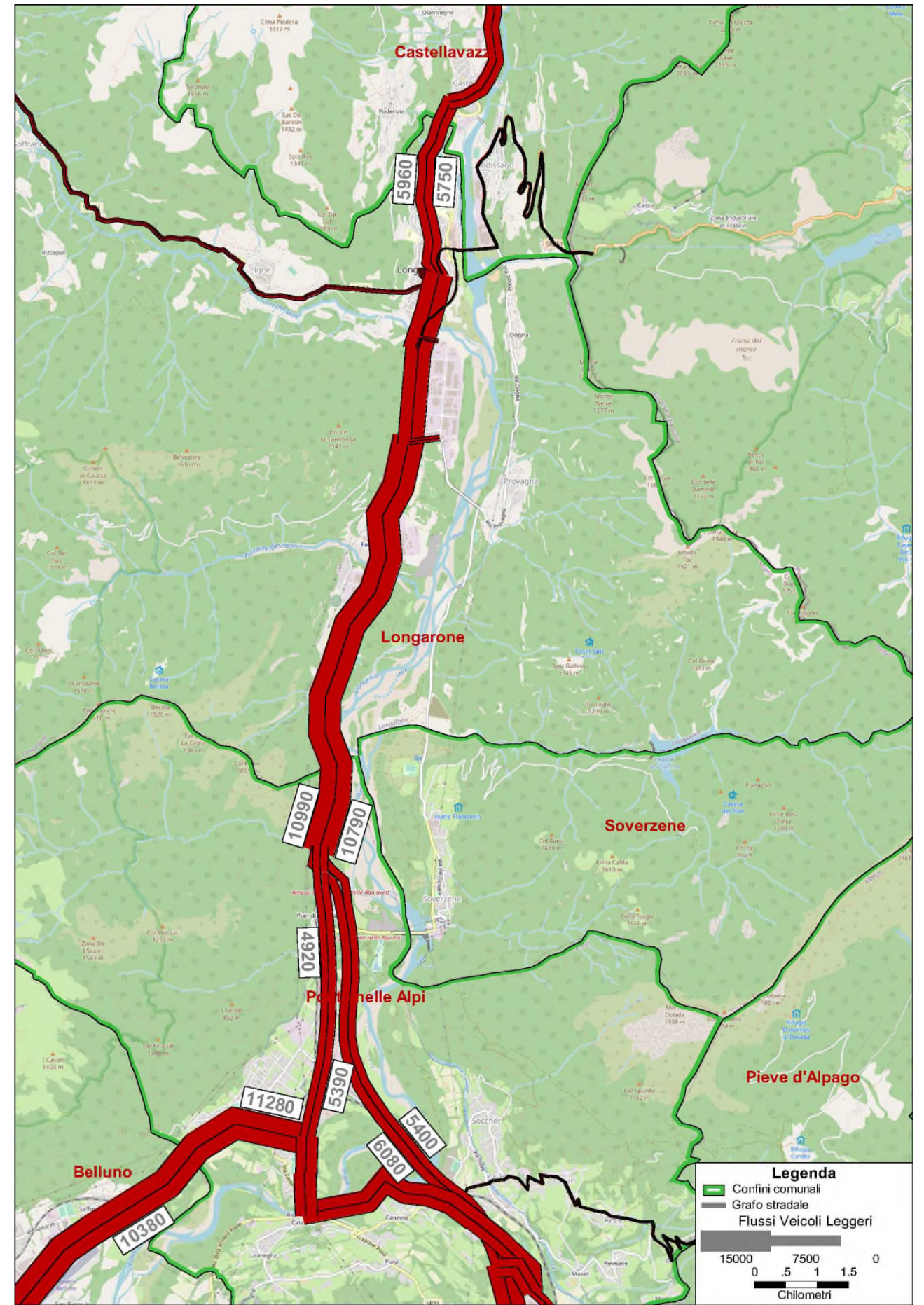


Figura 5.4 Flussi di veicoli leggeri nel giorno feriale tipo. Scenario di Riferimento. Anno 2036

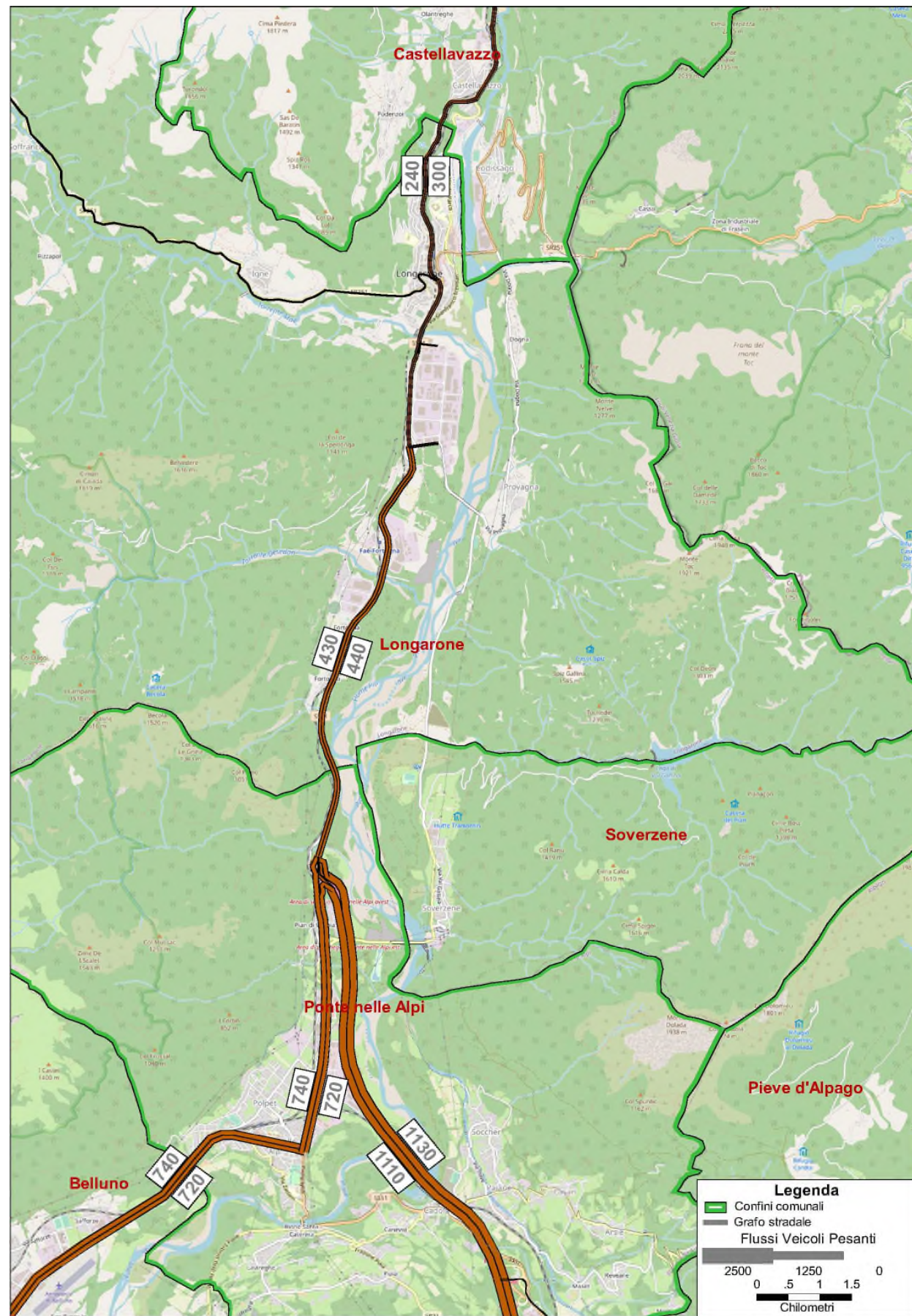


Figura 5.5 Flussi di veicoli pesanti nel giorno feriale tipo. Scenario di Riferimento. Anno 2026

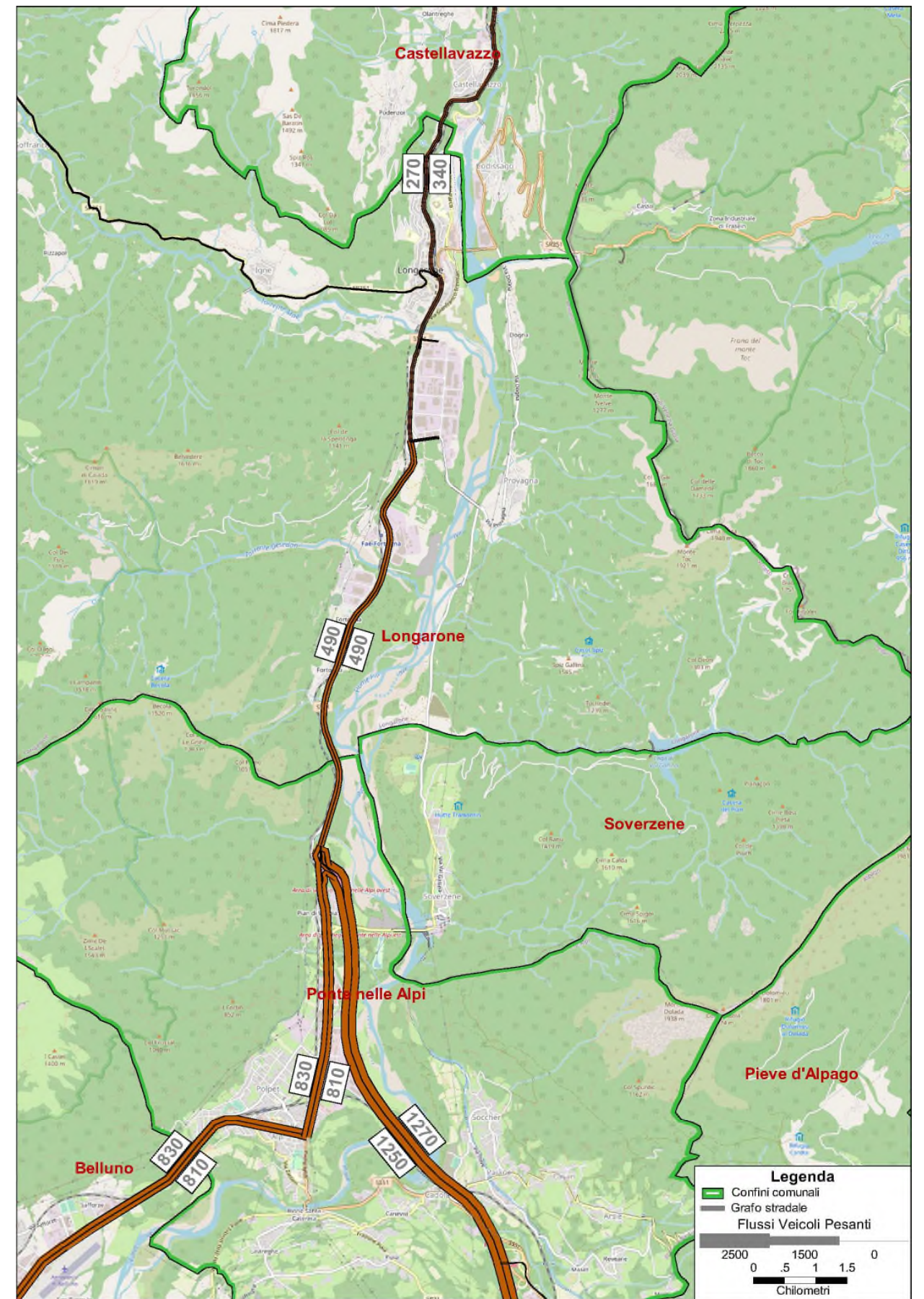


Figura 5.6 Flussi di veicoli pesanti nel giorno feriale tipo. Scenario di Riferimento. Anno 2036

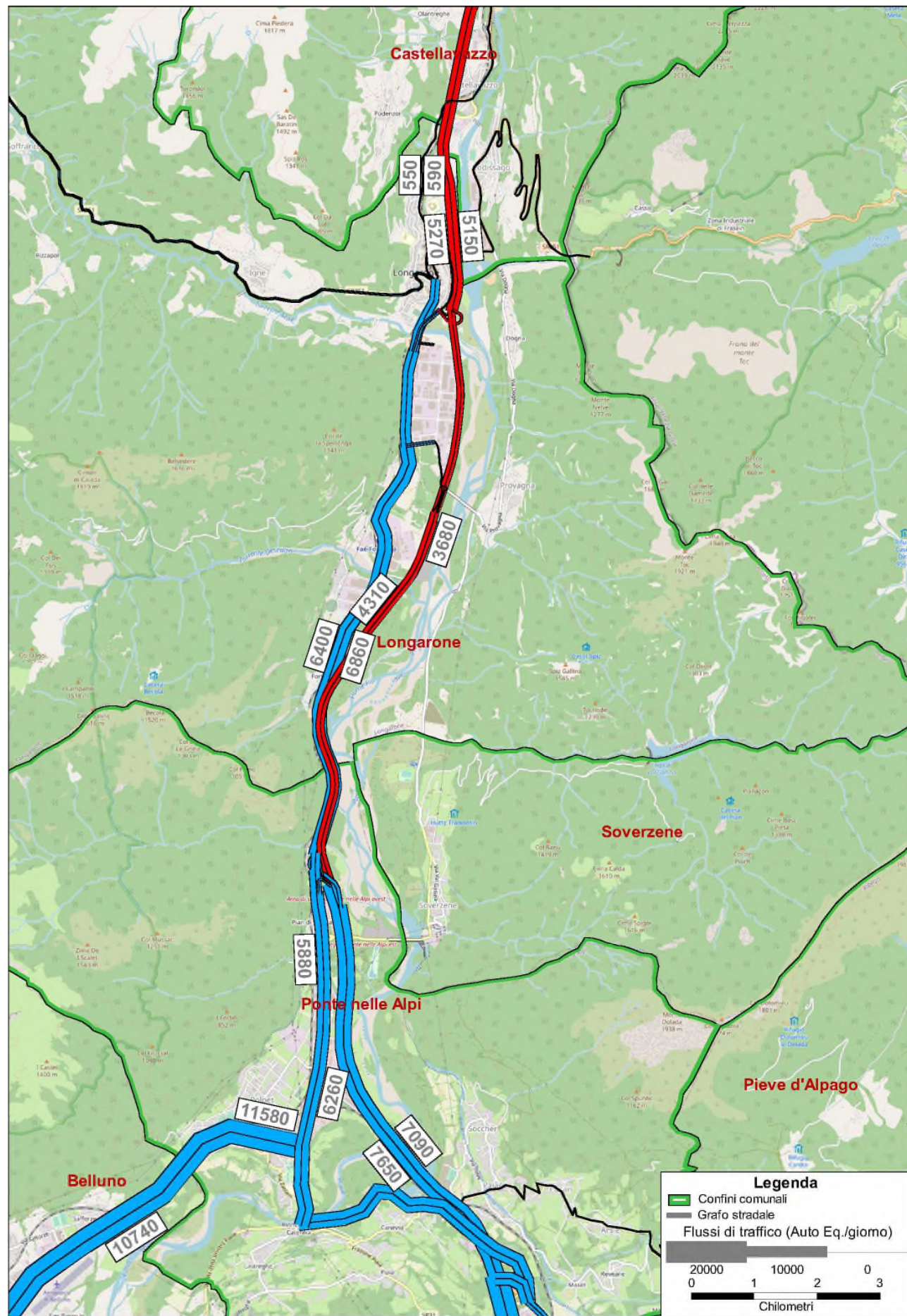


Figura 5.7 Flussi di traffico nel giorno feriale tipo. Scenario di Progetto. Anno 2026

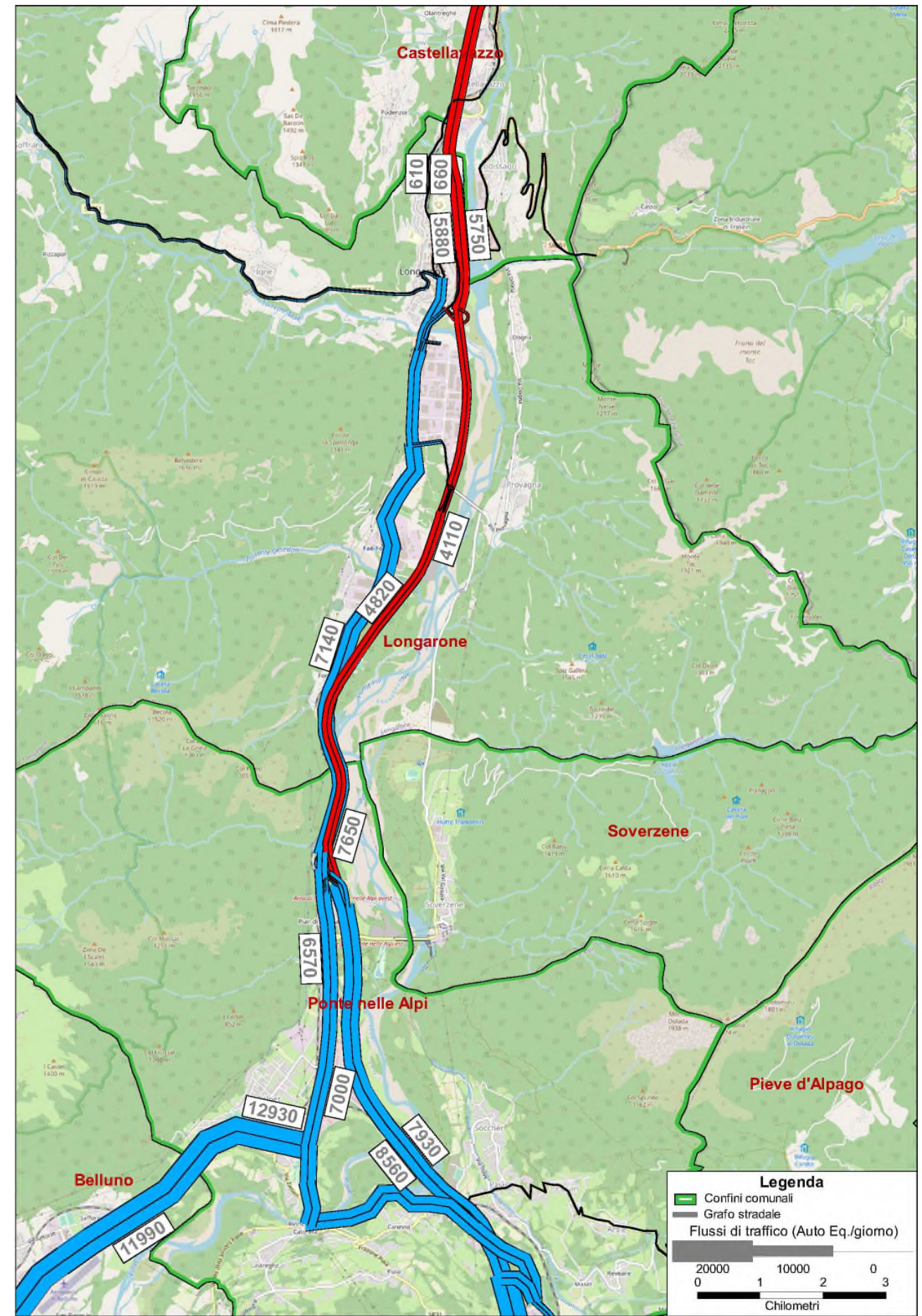


Figura 5.8 Flussi di traffico nel giorno feriale tipo. Scenario di Progetto. Anno 2036

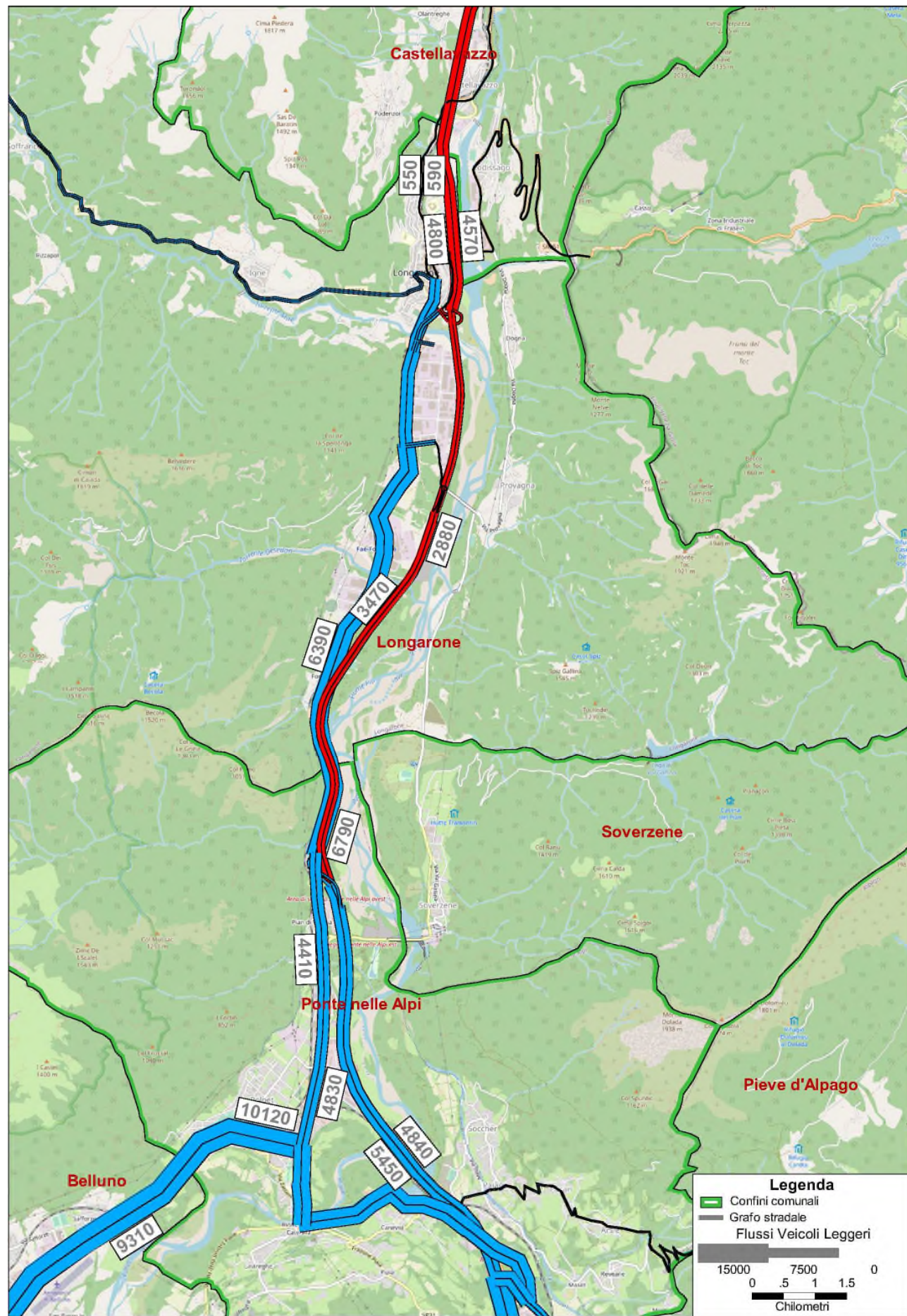


Figura 5.9 Flussi di veicoli leggeri nel giorno feriale tipo. Scenario di Progetto. Anno 2026

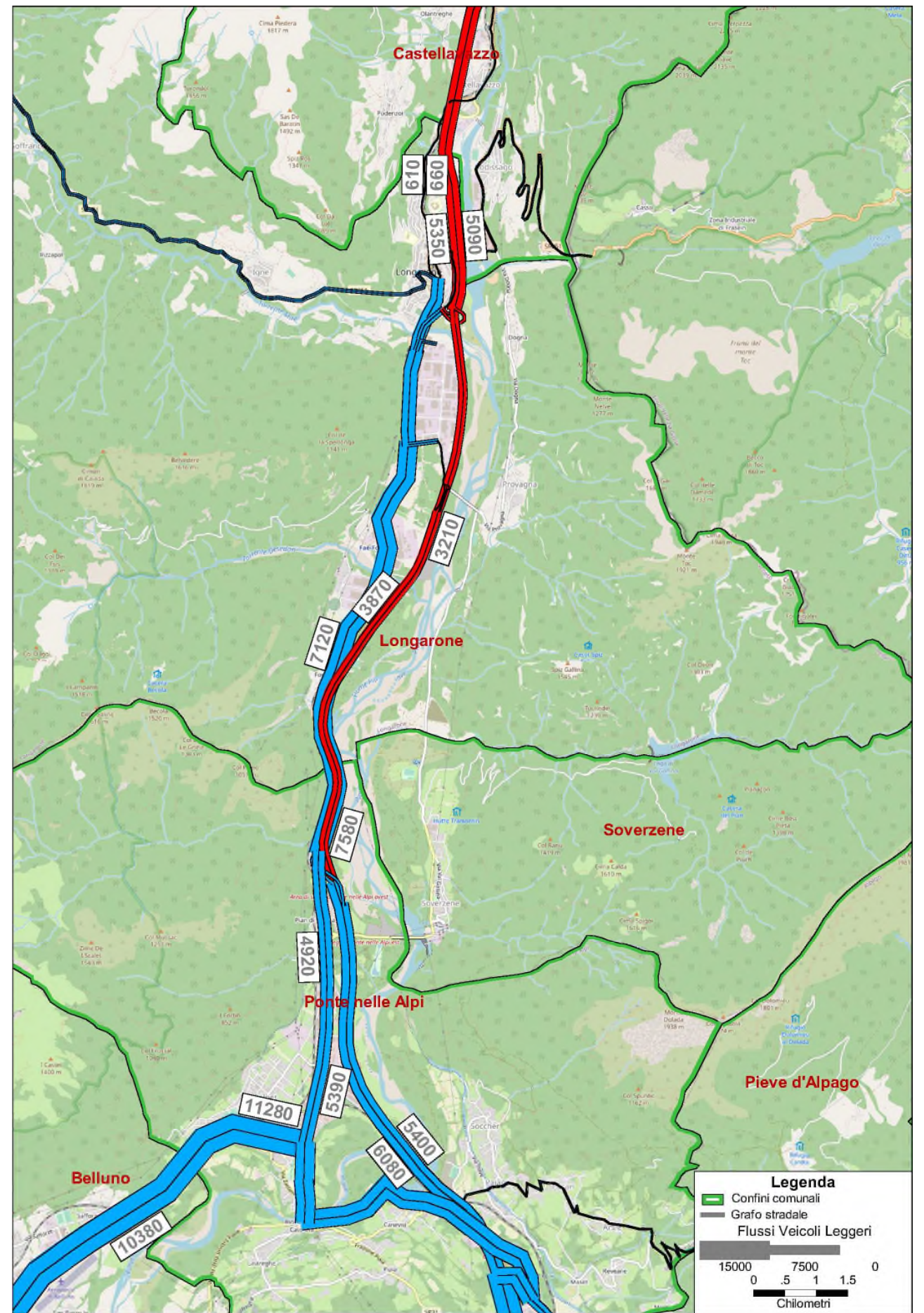


Figura 5.10 Flussi di veicoli leggeri nel giorno feriale tipo. Scenario di Progetto. Anno 2036

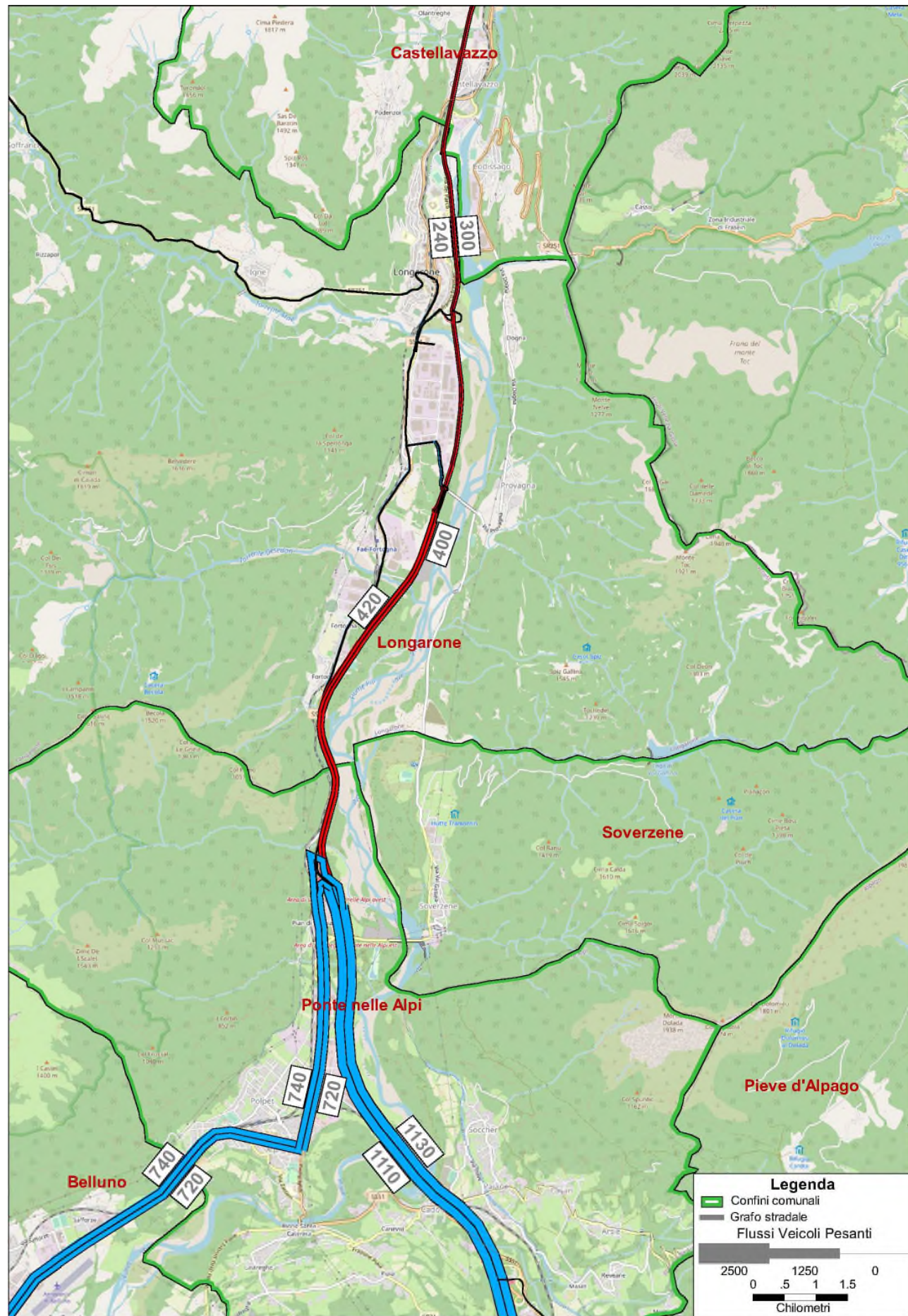


Figura 5.11 Flussi di veicoli pesanti nel giorno feriale tipo. Scenario di Progetto. Anno 2026

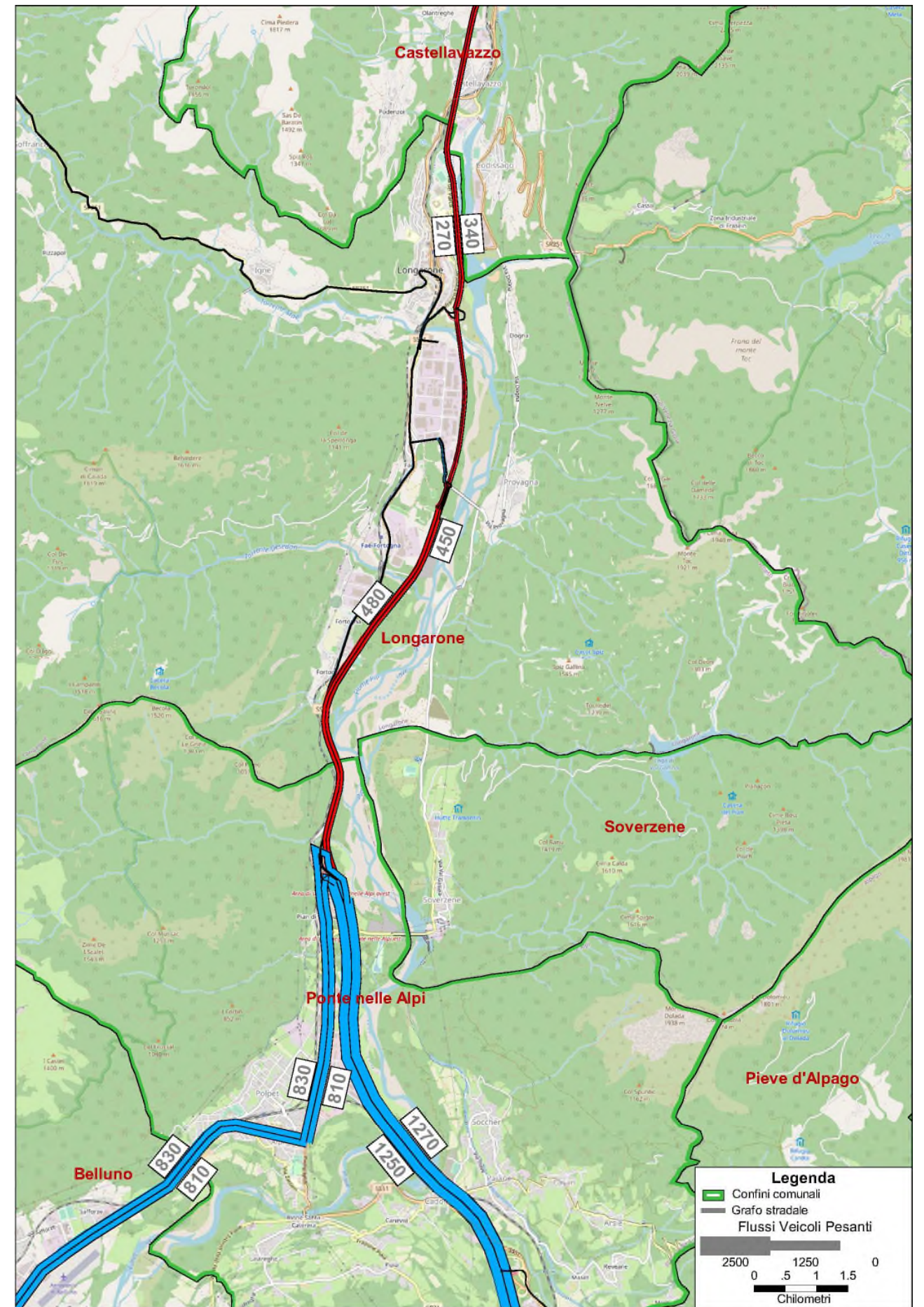


Figura 5.12 Flussi di veicoli pesanti nel giorno feriale tipo. Scenario di Progetto. Anno 2036

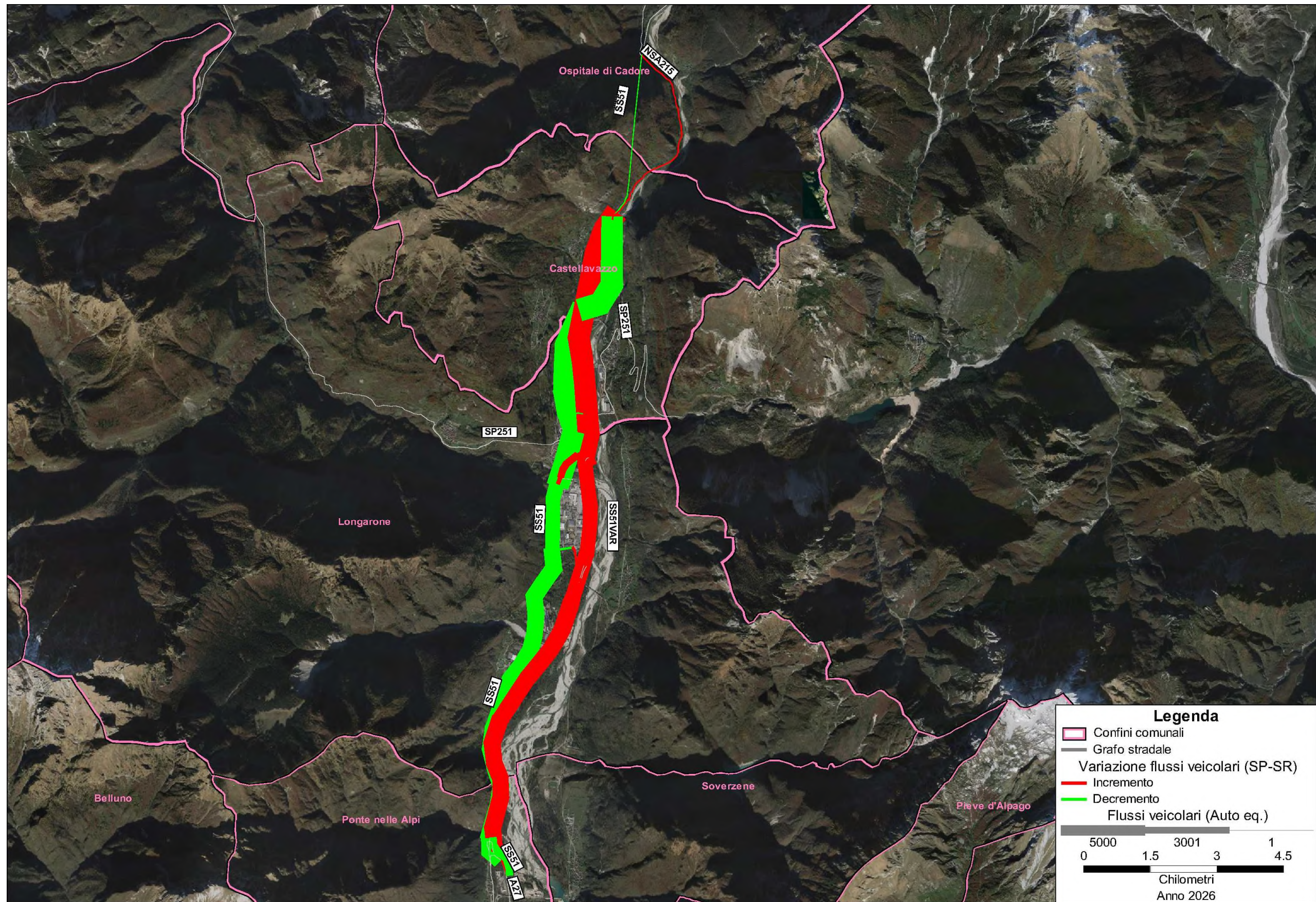


Figura 5.13 Variazione flussi veicolari tra lo scenario di Riferimento e quello di Progetto. Anno 2026

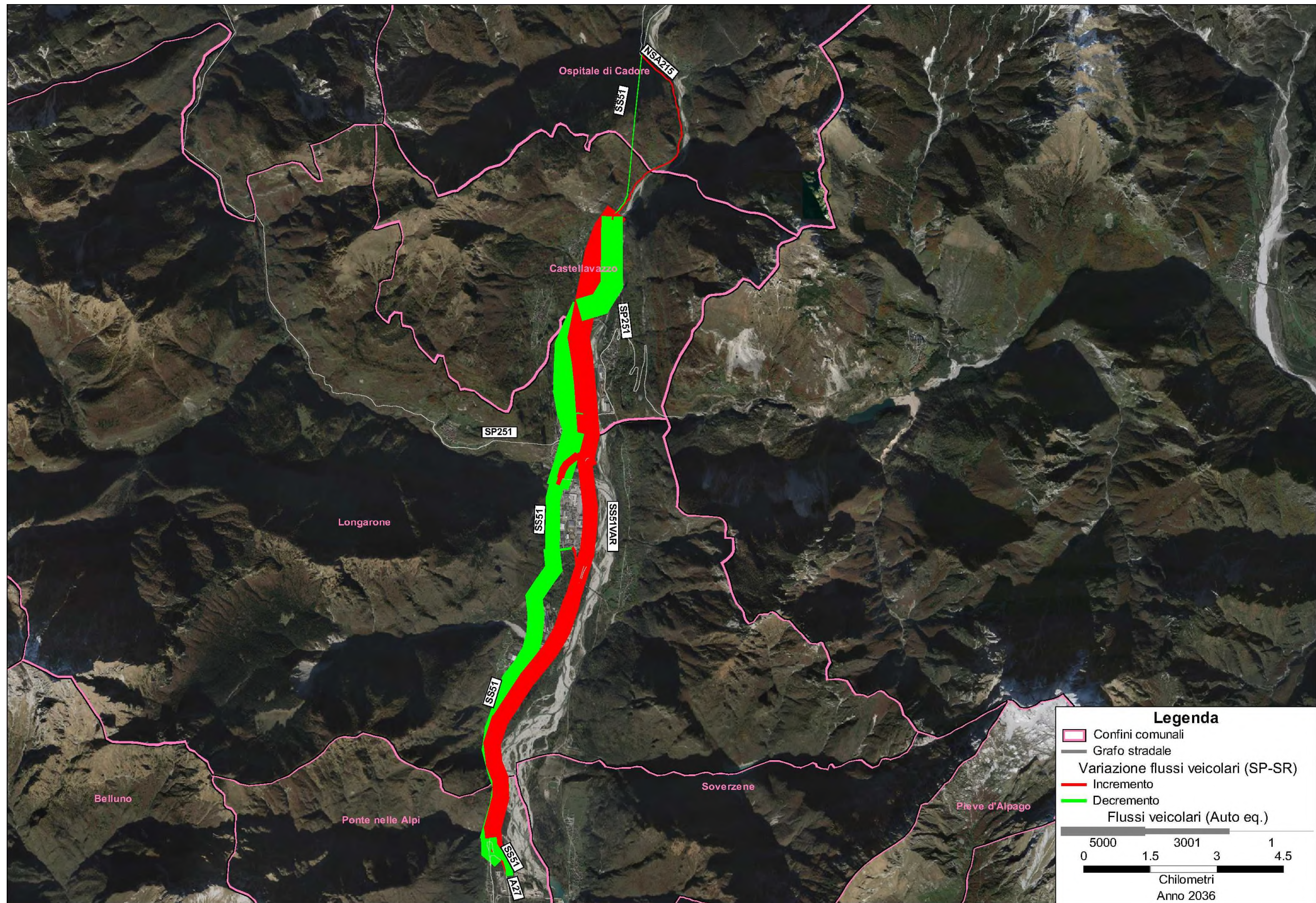


Figura 5.14 Variazione flussi veicolari tra lo scenario di Riferimento e quello di Progetto. Anno 2036



## 5.2 Indicatori di prestazione

A valle delle simulazioni effettuate sono stati calcolati alcuni indicatori di prestazione che riflettono le condizioni operative delle infrastrutture e forniscono una misura dell'efficienza del sistema di trasporto stradale.

Tali indicatori sono:

- percorrenze sulla rete direttamente interessata dal progetto (veicoli\*km);
- tempo totale speso sulla rete direttamente interessata dal progetto (veicoli\*ora);
- velocità media dello spostamento sulla rete (Vm);
- tempo medio dello spostamento sulla rete (Tm);
- lunghezza media dello spostamento sulla rete (Lm).

Gli indicatori sono stati calcolati relativamente alle auto equivalenti sia nello scenario attuale che agli orizzonti temporali futuri.

Analizzando i risultati ottenuti, sull'infrastruttura oggetto di intervento, risulta che a parità di domanda di mobilità tra lo scenario di riferimento e quello di progetto, nello scenario di progetto si verifica una diminuzione delle percorrenze totali e del tempo totale speso in rete che si traduce in un incremento della velocità commerciale media.

Ciò risulta maggiormente evidente analizzando i dati sulle infrastrutture interessate dall'intervento ovvero la S.S. n. 51 e la variante alla S.S. n. 51. Come atteso, per effetto della distribuzione dei flussi di traffico sulle due infrastrutture, sulla S.S. n. 51, sia al 2026 che al 2036, rispetto allo scenario di Riferimento, si verifica una diminuzione dei flussi di traffico transitanti pari al 50% circa e, conseguentemente, un incremento di velocità media pari al 3.5% - 3.8%.

Si riscontra, cioè, un miglioramento delle caratteristiche generali del deflusso stradale in seguito alla messa in esercizio dell'infrastruttura di progetto.

Tabella 4.3 Parametri d'uso della rete interessata dal progetto

|                                  | Stato attuale (SA) | Riferimento |           | Progetto  |           |
|----------------------------------|--------------------|-------------|-----------|-----------|-----------|
|                                  |                    | 2026        | 2036      | 2026      | 2036      |
| Veicoli*km                       | 1.532.638          | 1.575.101   | 1.758.367 | 1.572.380 | 1.755.329 |
| Veicoli*ora                      | 23.447             | 24.101      | 26.966    | 23.857    | 26.683    |
| Domanda OD                       | 76.760             | 77.561      | 86.594    | 77.561    | 86.594    |
| Lunghezza media spostamento (km) | 19,97              | 20,31       | 20,31     | 20,27     | 20,27     |
| Tempo medio percorrenza (min)    | 18,33              | 18,64       | 18,68     | 18,46     | 18,49     |
| Velocità media (km/h)            | 65,37              | 65,35       | 65,21     | 65,91     | 65,79     |

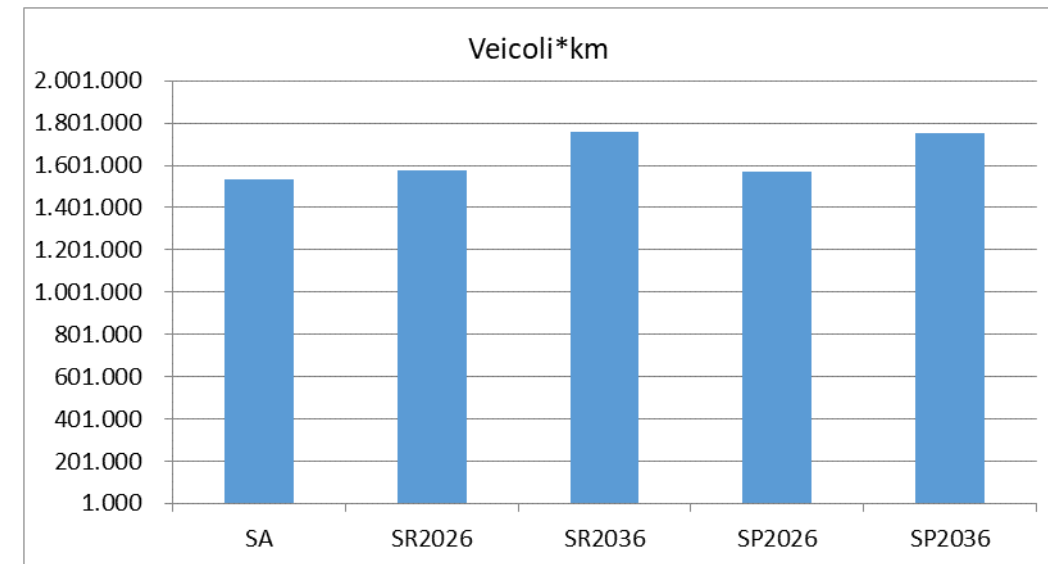


Figura 5.15 Percorrenze totali

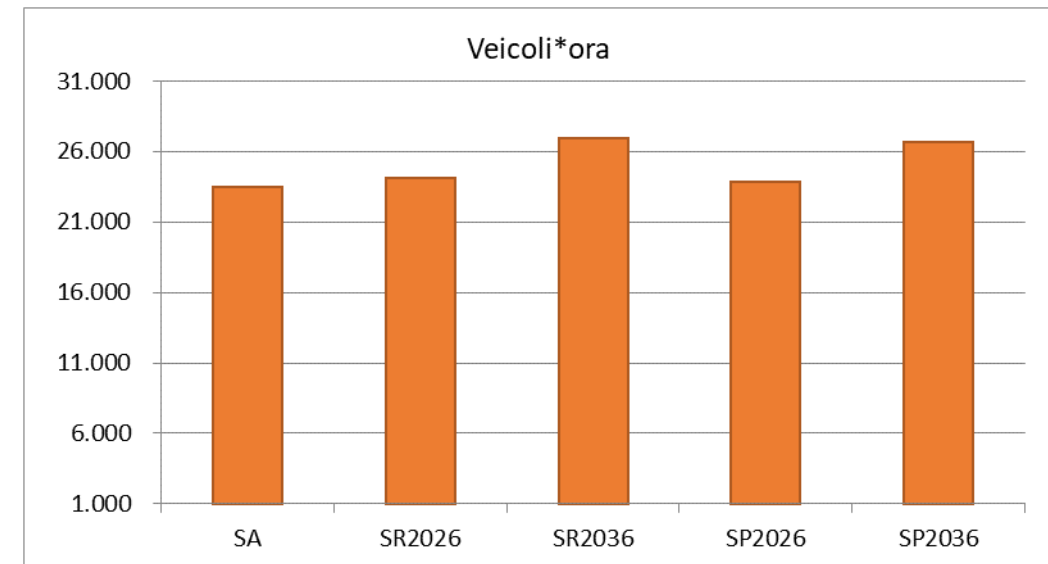


Figura 5.16 Tempo totale speso in rete

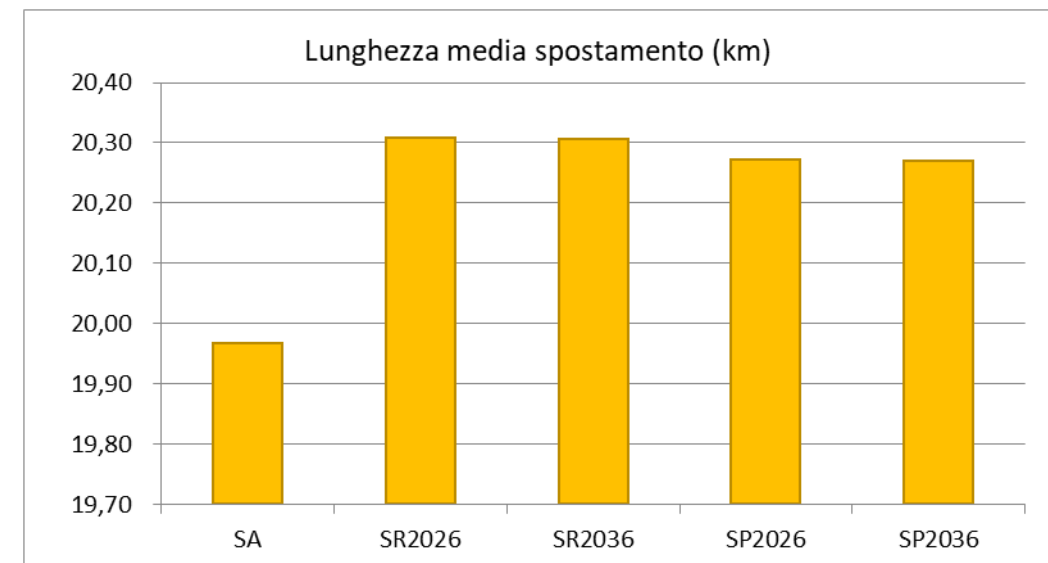


Figura 5.17 Percorrenze medie

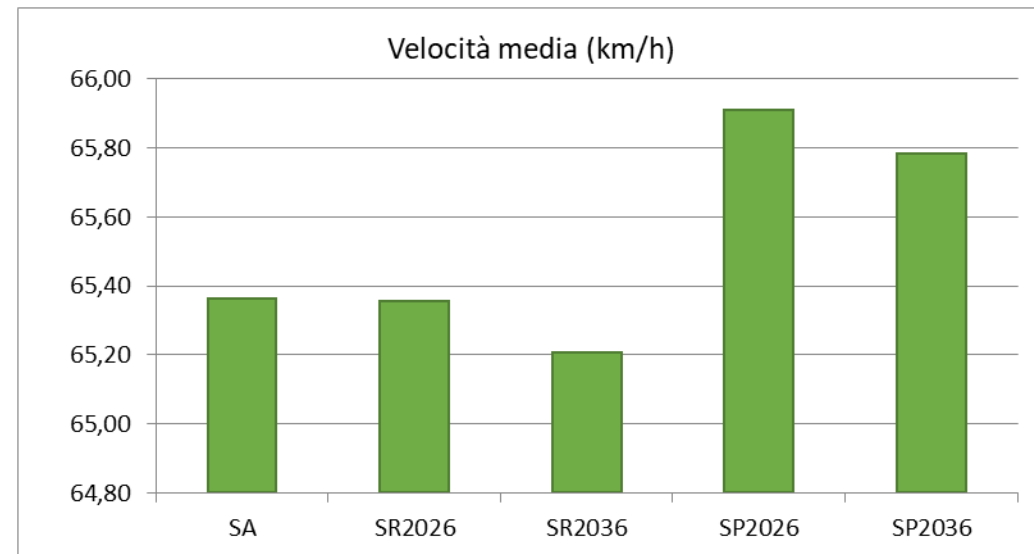


Figura 5.18 Velocità media di percorrenza

Tabella 4.3 Parametri d'uso sul progetto

|                       | Riferimento (SR) |            | Progetto (SP) |        |            |        |
|-----------------------|------------------|------------|---------------|--------|------------|--------|
|                       | 2026             | 2036       | 2026          | 2026   | 2036       | 2036   |
|                       | S.S. n. 51       | S.S. n. 51 | S.S. n. 51    | Var    | S.S. n. 51 | Var    |
| Veicoli*km            | 170.549          | 190.345    | 83.739        | 86.091 | 9.342      | 96.121 |
| Veicoli*ora           | 2.418            | 2.709      | 1.147         | 1.066  | 1.280      | 1.191  |
| Velocità media (km/h) | 70,54            | 70,27      | 73,00         | 80,73  | 72,96      | 80,73  |

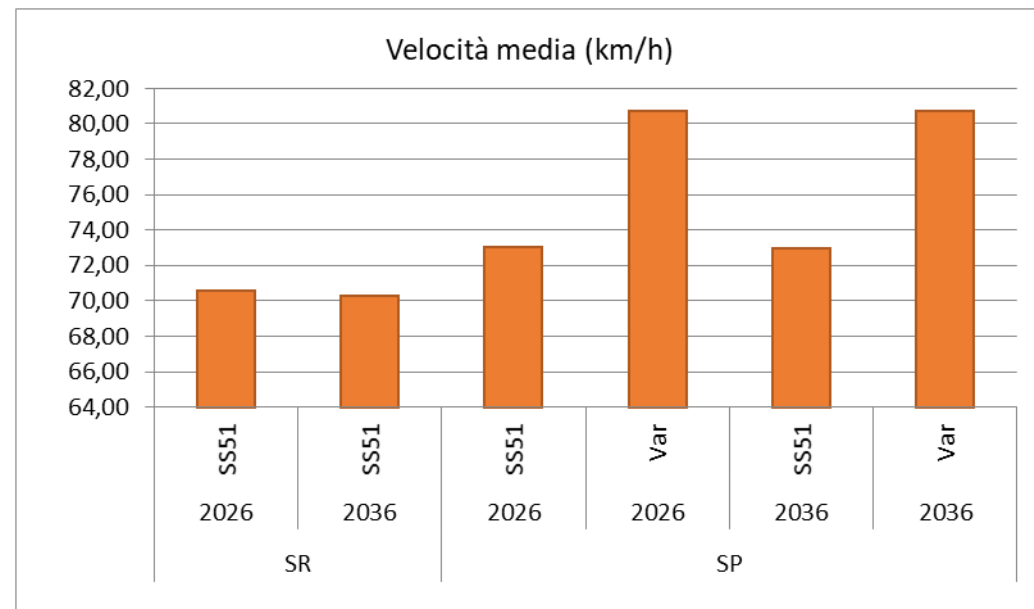


Figura 5.19 Velocità media di percorrenza sulla S.S. n. 51 e sulla Variante alla S.S. n. 51

Per valutare la funzionalità dei singoli elementi viari è stato stimato il Livello di Servizio (LOS). Il concetto di Livello di Servizio sottende una metodologia, elaborata negli USA, atta a definire una misura qualitativa delle condizioni di circolazione e della loro percezione da parte degli utenti. Nel manuale di riferimento per le infrastrutture stradali HCM (Highway Capacity Manual) i livelli di servizio sono sei e precisamente:

**LOS A:** rappresenta le condizioni di flusso libero con totale assenza di condizionamento tra i veicoli;



Figura 5.20 Condizioni di circolazione LOS A

**LOS B:** rappresenta le condizioni di deflusso con ridotti condizionamenti e con elevate condizioni di comfort fisico e psicologico;



Figura 5.21 Condizioni di circolazione LOS B

**LOS C:** i condizionamenti sono maggiori e ciò porta ad un comportamento di guida caratterizzato da numerosi cambi di corsia e sorpassi che impongono alti livelli di attenzione per gli utenti;



Figura 5.22 Condizioni di circolazione LOS C

**LOS D:** flusso ancora stabile ma con condizionamenti elevati, ridotta libertà di manovra e basso livello di comfort psicofisico;



Figura 5.23 Condizioni di circolazione LOS D

**LOS E:** condizionamenti pressoché totali, livelli di comfort scadenti, le condizioni di deflusso sono al limite della instabilità;



Figura 5.24 Condizioni di circolazione LOS E

**LOS F:** condizioni di flusso forzato con frequenti ed improvvisi arresti della corrente, condizione di stop and go;



Figura 5.25 Condizioni di circolazione LOS F

Nell'HCM 2000 le strade extraurbane sono suddivise in due classi.

- Strade con standard tecnico elevato utilizzate per spostamenti di media o lunga distanza, per le quali è prevalente la funzione di mobilità (Classe I) - tipo C della classificazione italiana.
- Strade a carattere locale, con funzione prevalente di accessibilità (Classe II) - tipo F della classificazione italiana.

Per tutte le classi la capacità, in una sola direzione, in condizioni ideali, è considerata pari a 1700 auto equivalenti/ora; per tratti estesi, in entrambe le direzioni, la capacità non supera le 3200 auto equivalenti/ora.

Le condizioni ideali (ossia l'assenza di fattori restrittivi inerenti la geometria il traffico e l'ambiente) sono definite in:

- larghezza delle corsie non minore di 3,65 m;
- distanza dall'ostacolo laterale in dx non minore di 1,80 m;
- sorpasso consentito su tutto lo sviluppo del tracciato;
- traffico costituito dal sole autovetture;
- nessun impedimento al traffico in transito (presenza di punti di accesso);
- andamento altimetrico pianeggiante ( $i = 2\%$ );
- flusso egualmente ripartito nelle due direzioni.

Nel Manuale HCM 2000 il LOS per le strade extraurbane di Classe I è definito in termini di percentuale del tempo speso in coda (PTSF) e della velocità media del viaggio (ATS).

La metodologia utilizzata nel presente studio è quella riportata in Figura 5.26.

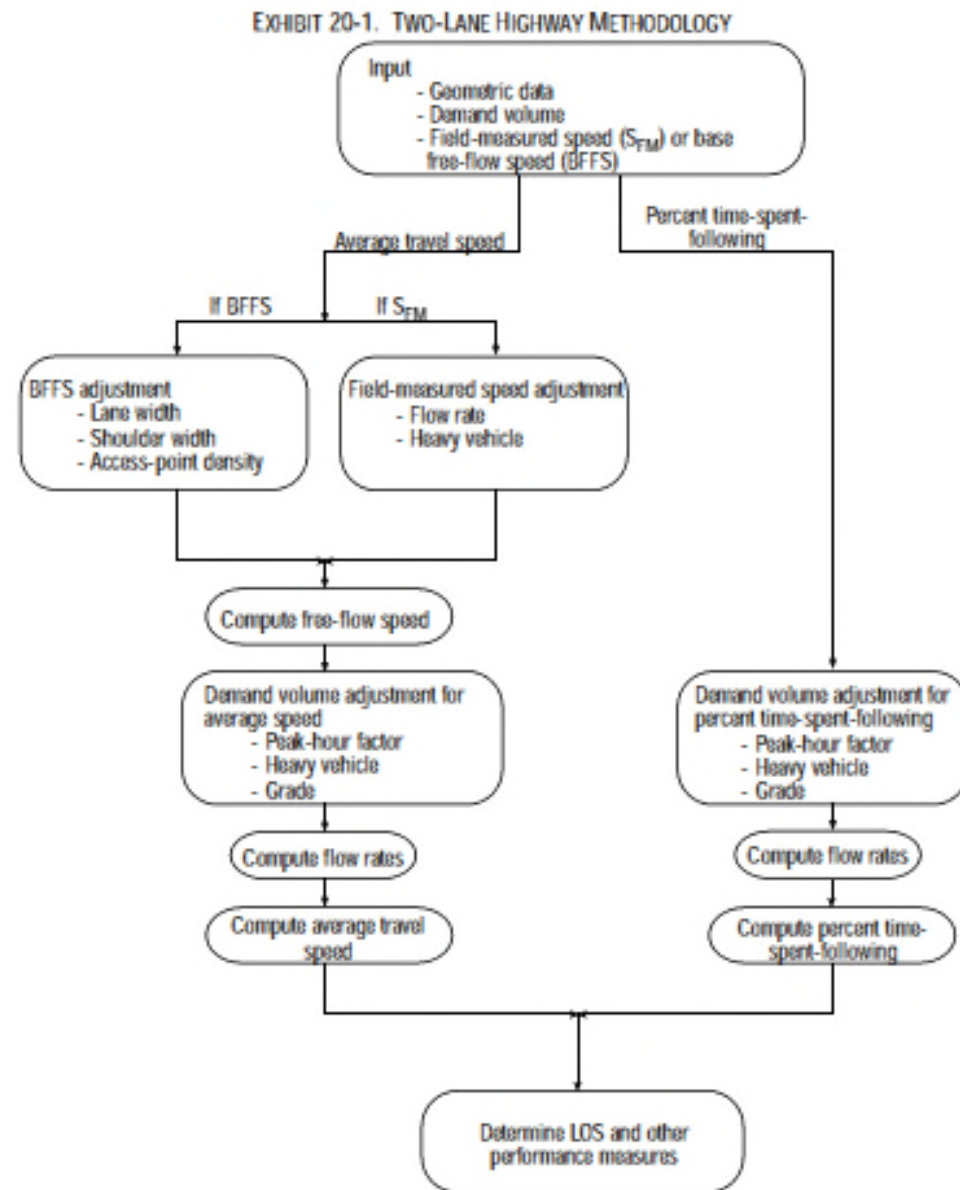


Figura 5.26 - Diagramma di flusso della procedura per il calcolo del Livello di servizio nelle strade a due corsie con unica carreggiata.

### 1. Calcolo della velocità a flusso libero (Free Flow Speed, FFS)

Nel presente caso, non avendo a disposizione dati rilevati si ricorre alla relazione:

$$FFS = BFFS - f_{LS} - f_A$$

in cui:

BFFS = velocità di flusso libero in condizioni di base (media ponderale delle velocità di progetto);

$f_{LS}$ ,  $f_A$  = riduzioni rispettivamente per larghezza di corsia/distanza dall'ostacolo laterale e frequenza degli accessi.

EXHIBIT 20-5. ADJUSTMENT ( $f_{LS}$ ) FOR LANE WIDTH AND SHOULDER WIDTH

| Lane Width (m) | Reduction in FFS (km/h) |           |           |     |
|----------------|-------------------------|-----------|-----------|-----|
|                | Shoulder Width (m)      |           |           |     |
|                | 0.0 < 0.6               | 0.6 < 1.2 | 1.2 < 1.8 | 1.8 |
| 2.7 < 3.0      | 10.3                    | 7.7       | 5.6       | 3.5 |
| 3.0 < 3.3      | 8.5                     | 5.9       | 3.8       | 1.7 |
| 3.3 < 3.6      | 7.5                     | 4.9       | 2.8       | 0.7 |
| 3.6            | 6.8                     | 4.2       | 2.1       | 0.0 |

Figura 5.27 -  $f_{LS}$  Riduzione della FFS in funzione della larghezza della corsia e della distanza dall'ostacolo laterale

EXHIBIT 20-6. ADJUSTMENT ( $f_A$ ) FOR ACCESS-POINT DENSITY

| Access Points per km | Reduction in FFS (km/h) |
|----------------------|-------------------------|
| 0                    | 0.0                     |
| 6                    | 4.0                     |
| 12                   | 8.0                     |
| 18                   | 12.0                    |
| 24                   | 16.0                    |

Figura 5.28 -  $f_A$  Riduzione della FFS in funzione della frequenza degli accessi

### 2. Calcolo della portata oraria

A partire dal volume di traffico nell'ora di punta si stima la portata oraria o il tasso di flusso relativo ad un periodo di flusso stazionario:

$$v_p = \frac{V}{PHF * f_{g,ATS} * f_{HV,ATS}}$$

in cui:

$v_p$  = tasso di flusso (o portata) in autovetture equivalenti/h;

V = volume orario di traffico (ora di punta), in veic/h;

PHF = fattore dell'ora di punta

$f_{g,ATS}$  = coefficiente correttivo per andamento altimetrico.

$f_{HV,ATS}$  = coefficiente correttivo per presenza di traffico eterogeneo (veicoli industriali).

EXHIBIT 20-7. GRADE ADJUSTMENT FACTOR ( $f_g$ ) TO DETERMINE SPEEDS ON TWO-WAY AND DIRECTIONAL SEGMENTS

| Range of Two-Way Flow Rates (pc/h) | Range of Directional Flow Rates (pc/h) | Type of Terrain |         |
|------------------------------------|--|-----------------|---------|
|                                    |  | Level           | Rolling |
| 0-600                              | 0-300                                  | 1.00            | 0.71    |
| > 600-1200                         | > 300-600                              | 1.00            | 0.93    |
| > 1200                             | > 600                                  | 1.00            | 0.99    |

Figura 5.29 - Valori del coefficiente  $f_g$  (effetti dell'andamento altimetrico sulla velocità media del viaggio (ATS))

$$f_{HV,ATS} = \frac{1}{1 + P_T (E_T - 1) + P_R (E_R - 1)}$$

In cui si è indicato con  $P_T$  la percentuale dei veicoli pesanti e con  $P_R$  la percentuale dei veicoli turistici.

EXHIBIT 20-9. PASSENGER-CAR EQUIVALENTS FOR TRUCKS AND RVs TO DETERMINE SPEEDS ON TWO-WAY AND DIRECTIONAL SEGMENTS

| Vehicle Type  | Range of Two-Way Flow Rates (pc/h) | Range of Directional Flow Rates (pc/h) | Type of Terrain |         |
|---------------|------------------------------------|--|-----------------|---------|
|               |                                    |  | Level           | Rolling |
| Trucks, $E_T$ | 0-600                              | 0-300                                  | 1.7             | 2.5     |
|               | > 600-1,200                        | > 300-600                              | 1.2             | 1.9     |
|               | > 1,200                            | > 600                                  | 1.1             | 1.5     |
| RVs, $E_R$    | 0-600                              | 0-300                                  | 1.0             | 1.1     |
|               | > 600-1,200                        | > 300-600                              | 1.0             | 1.1     |
|               | > 1,200                            | > 600                                  | 1.0             | 1.1     |

Figura 5.30 Coefficienti di equivalenza  $E_T$  ed  $E_R$  per valutare gli effetti dei mezzi lenti sulla velocità media del viaggio (ATS)

### 3. Calcolo della velocità media di viaggio (Average Travel Speed - ATS)

Si calcola a partire dalla *velocità di flusso libero*, dalla *portata oraria* (come sopra determinata, in pcu/h) e da un fattore correttivo ( $f_{np,ATS}$ ) che tiene conto della percentuale di tracciato con sorpasso impedito:

$$ATS = FFS - 0.0125 v_p - f_{np}$$

In cui

ATS: velocità media di viaggio (km/h);

FFS: velocità a flusso libero (km/h);

$v_p$  = tasso di flusso (o portata) in autovetture equivalenti/h;

$f_{np}$  = coefficiente correttivo che tiene conto della portata e della percentuale di tracciato con sorpasso impedito (

EXHIBIT 20-11. ADJUSTMENT ( $f_{np}$ ) FOR EFFECT OF NO-PASSING ZONES ON AVERAGE TRAVEL SPEED ON TWO-WAY SEGMENTS

| Two-Way Demand Flow Rate, $v_p$ (pc/h) | Reduction in Average Travel Speed (km/h) |     |     |     |     |     |
|--|--|-----|-----|-----|-----|-----|
|  | No-Passing Zones (%)                     |     |     |     |     |     |
|  | 0  | 20  | 40  | 60  | 80  | 100 |
| 0                                      | 0.0                                      | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 200                                    | 0.0                                      | 1.0 | 2.3 | 3.8 | 4.2 | 5.6 |
| 400                                    | 0.0                                      | 2.7 | 4.3 | 5.7 | 6.3 | 7.3 |
| 600                                    | 0.0                                      | 2.5 | 3.8 | 4.9 | 5.5 | 6.2 |
| 800                                    | 0.0                                      | 2.2 | 3.1 | 3.9 | 4.3 | 4.9 |
| 1000                                   | 0.0                                      | 1.8 | 2.5 | 3.2 | 3.6 | 4.2 |
| 1200                                   | 0.0                                      | 1.3 | 2.0 | 2.6 | 3.0 | 3.4 |
| 1400                                   | 0.0                                      | 0.9 | 1.4 | 1.9 | 2.3 | 2.7 |
| 1600                                   | 0.0                                      | 0.9 | 1.3 | 1.7 | 2.1 | 2.4 |
| 1800                                   | 0.0                                      | 0.8 | 1.1 | 1.6 | 1.8 | 2.1 |
| 2000                                   | 0.0                                      | 0.8 | 1.0 | 1.4 | 1.6 | 1.8 |
| 2200                                   | 0.0                                      | 0.8 | 1.0 | 1.4 | 1.5 | 1.7 |
| 2400                                   | 0.0                                      | 0.8 | 1.0 | 1.3 | 1.5 | 1.7 |
| 2600                                   | 0.0                                      | 0.8 | 1.0 | 1.3 | 1.4 | 1.6 |
| 2800                                   | 0.0                                      | 0.8 | 1.0 | 1.2 | 1.3 | 1.4 |
| 3000                                   | 0.0                                      | 0.8 | 0.9 | 1.1 | 1.1 | 1.3 |
| 3200                                   | 0.0                                      | 0.8 | 0.9 | 1.0 | 1.0 | 1.1 |

Figura 5.31 fattore  $f_{np,ATS}$  riduttivo della velocità media del viaggio in funzione della portata e della percentuale di tracciato con sorpasso impedito.

### 4. Calcolo della percentuale di tempo speso in accodamento

Il tempo speso in accodamento PTSF è stimato n base alla portata, alla distribuzione direzionale del traffico ed alla percentuale di zone con sorpasso impedito.

Il processo di aggiustamento del volume di traffico è simile a quello per il calcolo della velocità media ma con coefficienti differenti.

Si calcola dapprima la portata (come nel punto 2 ma con coefficienti diversi):

$$v_p = \frac{V}{PHF * f_{g,PTSF} * f_{HV,PTSF}}$$

in cui:

$v_p$  = tasso di flusso (o portata) in autovetture equivalenti/h;

V = volume orario di traffico (ora di punta), in veic/h;

PHF = fattore dell'ora di punta

$f_{g,PTSF}$  = coefficiente correttivo per andamento altimetrico.

$f_{HV,PTSF}$  = coefficiente correttivo per presenza di traffico eterogeneo (veicoli industriali).

EXHIBIT 20-8. GRADE ADJUSTMENT FACTOR ( $f_G$ ) TO DETERMINE PERCENT TIME-SPENT-FOLLOWING ON TWO-WAY AND DIRECTIONAL SEGMENTS

| Range of Two-Way Flow Rates (pc/h) | Range of Directional Flow Rates (pc/h) | Type of Terrain |         |
|------------------------------------|--|-----------------|---------|
|                                    |  | Level           | Rolling |
| 0-600                              | 0-300                                  | 1.00            | 0.77    |
| > 600-1200                         | > 300-600                              | 1.00            | 0.94    |
| > 1200                             | > 600                                  | 1.00            | 1.00    |

Figura 5.32 - Valori del coefficiente  $f_G$  (effetti dell'andamento altimetrico sulla velocità media del viaggio (PTSF))

$$f_{HV,PTSF} = \frac{1}{1 + P_T (E_T - 1) + P_R (E_R - 1)}$$

In cui si è indicato con  $P_T$  la percentuale dei veicoli pesanti e con  $P_R$  la percentuale dei veicoli turistici.

EXHIBIT 20-10. PASSENGER-CAR EQUIVALENTS FOR TRUCKS AND RVs TO DETERMINE PERCENT TIME-SPENT-FOLLOWING ON TWO-WAY AND DIRECTIONAL SEGMENTS

| Vehicle Type  | Range of Two-Way Flow Rates (pc/h) | Range of Directional Flow Rates (pc/h) | Type of Terrain |         |
|---------------|------------------------------------|--|-----------------|---------|
|               |                                    |  | Level           | Rolling |
| Trucks, $E_T$ | 0-600                              | 0-300                                  | 1.1             | 1.8     |
|               | > 600-1,200                        | > 300-600                              | 1.1             | 1.5     |
|               | > 1,200                            | > 600                                  | 1.0             | 1.0     |
| RVs, $E_R$    | 0-600                              | 0-300                                  | 1.0             | 1.0     |
|               | > 600-1,200                        | > 300-600                              | 1.0             | 1.0     |
|               | > 1,200                            | > 600                                  | 1.0             | 1.0     |

Figura 5.33 Coefficienti di equivalenza  $E_T$  ed  $E_R$  per valutare gli effetti dei mezzi lenti sul tempo di accodamento (PTSF)

Si calcola poi la percentuale base BPTSF:

$$BPTSF = 100 (1 - e^{-0.000879v_p})$$

in cui:

$v_p$  = tasso di flusso (o portata) in autovetture equivalenti/h.

E poi la percentuale di PTSF:

$$PTSF = BPTSF - f_{dnp,PTSF}$$

in cui:

$f_{dnp,PTSF}$  = fattore correttivo per l'effetto combinato della distribuzione direzionale e dell'impedimento al sorpasso

EXHIBIT 20-12. ADJUSTMENT ( $f_{dnp}$ ) FOR COMBINED EFFECT OF DIRECTIONAL DISTRIBUTION OF TRAFFIC AND PERCENTAGE OF NO-PASSING ZONES ON PERCENT TIME-SPENT-FOLLOWING ON TWO-WAY SEGMENTS

| Two-Way Flow Rate, $v_p$ (pc/h) | Increase in Percent Time-Spent-Following (%) |      |      |      |      |      |
|---------------------------------|--|------|------|------|------|------|
|                                 | No-Passing Zones (%)                         |      |      |      |      |      |
|                                 | 0  | 20   | 40   | 60   | 80   | 100  |
| Directional Split = 50/50       |  |      |      |      |      |      |
| 200                             | 0.0  | 10.1 | 17.2 | 20.2 | 21.0 | 21.8 |
| 400                             | 0.0  | 12.4 | 19.0 | 22.7 | 23.8 | 24.8 |
| 600                             | 0.0  | 11.2 | 16.0 | 18.7 | 19.7 | 20.5 |
| 800                             | 0.0  | 9.0  | 12.3 | 14.1 | 14.5 | 15.4 |
| 1400                            | 0.0  | 3.6  | 5.5  | 6.7  | 7.3  | 7.9  |
| 2000                            | 0.0  | 1.8  | 2.9  | 3.7  | 4.1  | 4.4  |
| 2600                            | 0.0  | 1.1  | 1.6  | 2.0  | 2.3  | 2.4  |
| 3200                            | 0.0  | 0.7  | 0.9  | 1.1  | 1.2  | 1.4  |
| Directional Split = 60/40       |  |      |      |      |      |      |
| 200                             | 1.6  | 11.8 | 17.2 | 22.5 | 23.1 | 23.7 |
| 400                             | 0.5  | 11.7 | 16.2 | 20.7 | 21.5 | 22.2 |
| 600                             | 0.0  | 11.5 | 15.2 | 18.9 | 19.8 | 20.7 |
| 800                             | 0.0  | 7.6  | 10.3 | 13.0 | 13.7 | 14.4 |
| 1400                            | 0.0  | 3.7  | 5.4  | 7.1  | 7.6  | 8.1  |
| 2000                            | 0.0  | 2.3  | 3.4  | 3.6  | 4.0  | 4.3  |
| 2600                            | 0.0  | 0.9  | 1.4  | 1.9  | 2.1  | 2.2  |
| Directional Split = 70/30       |  |      |      |      |      |      |
| 200                             | 2.8  | 13.4 | 19.1 | 24.8 | 25.2 | 25.5 |
| 400                             | 1.1  | 12.5 | 17.3 | 22.0 | 22.6 | 23.2 |
| 600                             | 0.0  | 11.6 | 15.4 | 19.1 | 20.0 | 20.9 |
| 800                             | 0.0  | 7.7  | 10.5 | 13.3 | 14.0 | 14.6 |
| 1400                            | 0.0  | 3.8  | 5.6  | 7.4  | 7.9  | 8.3  |
| 2000                            | 0.0  | 1.4  | 4.9  | 3.5  | 3.9  | 4.2  |
| Directional Split = 80/20       |  |      |      |      |      |      |
| 200                             | 5.1  | 17.5 | 24.3 | 31.0 | 31.3 | 31.6 |
| 400                             | 2.5  | 15.8 | 21.5 | 27.1 | 27.6 | 28.0 |
| 600                             | 0.0  | 14.0 | 18.6 | 23.2 | 23.9 | 24.5 |
| 800                             | 0.0  | 9.3  | 12.7 | 16.0 | 16.5 | 17.0 |
| 1400                            | 0.0  | 4.6  | 6.7  | 8.7  | 9.1  | 9.5  |
| 2000                            | 0.0  | 2.4  | 3.4  | 4.5  | 4.7  | 4.9  |
| Directional Split = 90/10       |  |      |      |      |      |      |
| 200                             | 5.6  | 21.6 | 29.4 | 37.2 | 37.4 | 37.6 |
| 400                             | 2.4  | 19.0 | 25.6 | 32.2 | 32.5 | 32.8 |
| 600                             | 0.0  | 16.3 | 21.8 | 27.2 | 27.6 | 28.0 |
| 800                             | 0.0  | 10.9 | 14.8 | 18.6 | 19.0 | 19.4 |
| 1400                            | 0.0  | 5.5  | 7.8  | 10.0 | 10.4 | 10.7 |

Figura 5.34  $f_{dnp,PTSF}$  = fattore correttivo per l'effetto combinato della distribuzione direzionale e dell'impedimento al sorpasso

## 5. Calcolo del livello di servizio

Per le strade di Classe I, il livello di servizio si determina attraverso i due criteri che definiscono il dominio dei livelli di servizio (percentuale di tempo speso in accodamento, velocità media di viaggio).

EXHIBIT 20-2. LOS CRITERIA FOR TWO-LANE HIGHWAYS IN CLASS I

| LOS | Percent Time-Spent-Following | Average Travel Speed (km/h) |
|-----|------------------------------|-----------------------------|
| A   | 35                           | > 90                        |
| B   | > 35-50                      | > 80-90                     |
| C   | > 50-65                      | > 70-80                     |
| D   | > 65-80                      | > 60-70                     |
| E   | > 80                         | 60                          |

Note:

LOS F applies whenever the flow rate exceeds the segment capacity.

EXHIBIT 20-3. LOS CRITERIA (GRAPHICAL) FOR TWO-LANE HIGHWAYS IN CLASS I

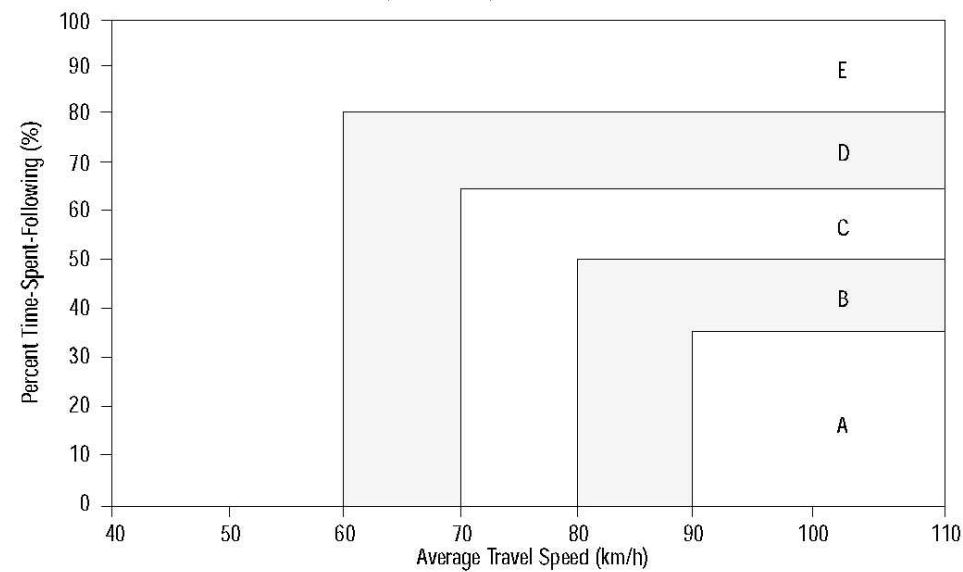


Figura 5.35 Criteri per il calcolo del LOS

### 5.2.1 Applicazione della metodologia esposta

Al fine di valutare il Livello di Servizio LOS è stata applicata la metodologia HCM 2000 alle tratte G ed E, come di seguito riportato.

Occorre sottolineare che, in via cautelativa, partendo dalla distribuzione oraria dei flussi di traffico (valori medi di tutte le sezioni), il livello di servizio è stato stimato nelle seguenti situazioni:

- nell'intervallo di punta (calcolato sul flusso totale nelle due direzioni di marcia);
- rispetto al valore del 75° percentile.

In particolare:

- l'intervallo di punta si verifica tra le 17 e le 18 con flussi di traffico pari a circa il 9% dei flussi di traffico giornalieri;
- il valore del 75° percentile (valore medio su tutte le sezioni) è pari a 0.64 (solo il 25% delle volte i flussi di traffico sono superiori al 64% dei flussi di traffico giornalieri).

In base ai valori della velocità media del viaggio e della percentuale del tempo speso in coda, risulta, quindi, che il livello di servizio della tratta più carica (tratta G – tra Longarone e l'imbocco della galleria termine) nell'ora di punta del pomeriggio (intervallo 17:00-18:00) è pari a LOS D. Il livello di servizio risulta D sulla base della percentuale del tempo speso in coda pur risultando una velocità media pari a 84 km/h (84% della velocità base).

Per quanto riguarda il calcolo del LOS occorre sottolineare che in Italia non esiste una norma tecnica che specifichi le modalità di calcolo del LOS, pertanto si adotta generalmente il metodo HCM. Tale metodologia però presenta alcuni limiti, tra cui la mancata calibrazione del calcolo alle strade italiane. Ciò comporta inevitabilmente delle valutazioni che sovrastimano la criticità delle strade italiane rispetto a quanto accade realmente. In altre parole, ad un LOS basso (cui corrispondono situazioni di congestione) corrisponde, in realtà, una situazione di deflusso più scorrevole.

Per tale motivo si è ritenuto opportuno analizzare il livello di servizio della stessa strada in tratte differenti e in orari differenti.

È risultato che, sempre nella tratta G, con un flusso di traffico pari al 6.4% del flusso di traffico giornaliero (fenomeno che si verifica nel 75% degli intervalli orari del giorno feriali tipo) il livello di servizio passa a LOS C (sempre con una velocità media all'87% della velocità di base).

Nella tratta E, ovvero tra Pian di Vedoia e la zona industriale di Villanova, il livello di servizio risulta pari a LOS C in entrambe le situazioni di carico della rete.

Per completezza, sempre relativamente alla mancata calibrazione del metodo HCM alle strade italiane, si riporta di seguito la metodologia adottata nell'ambito delle Linee guida per la stesura degli studi di traffico nelle istanze relative alle procedure di VIA del Comitato Tecnico Provinciale Valutazione Impatto Ambientale di Vicenza (2020) che adotta di valutare il LOS sempre in funzione del solo parametro PTSF con valori di riferimento per il passaggio da un LOS al successivo pari al: 40% (tra LOS A e LOS B), 60% (tra LOS B e LOS C), 77% (tra LOS C e LOS D), 88% (tra LOS D e LOS E) (vedi Tabella 5.3).

Con tale metodologia il livello di servizio per la condizione più sfavorevole (tratta G hdp) sarebbe LOS C.

Tabella 5.3 Valori di riferimento per LOS

Strade a carreggiata unica (ed una corsia per senso di marcia)  
LOS HCM 1985 HCM 2000

| LOS | HCM 1985          |                      | HCM 2000 |                      |
|-----|-------------------|----------------------|----------|----------------------|
|     | Flusso / Capacità | Flusso (veicoli/ora) | PTSF (%) | Flusso (veicoli/ora) |
| A   | 0,18              | ~ 575                | 40       | ~ 575                |
| B   | 0,32              | ~ 1.042              | 60       | ~ 1.042              |
| C   | 0,52              | ~ 1.650              | 77       | ~ 1.650              |
| D   | 0,77              | ~ 2.450              | 88       | ~ 2.450              |
| E   | > 0,77            | FLUSSI BIDIREZIONALI | > 88     | FLUSSI BIDIREZIONALI |

I flussi sopra indicati sono flussi bidirezionali.

**Dati di input:**

| Dati   | Sigla | Tratta E hdp | Tratta E 75p | Tratta G hdp | Tratta G 75p |
|--|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Classe   |       | I            | I            | I            | I            |
| Volume orario di traffico (ora di punta), in veic/h    | V     | 7.136        | 7.136        | 9.881        | 9.881        |
| Direzionalità dei flussi                               |       | 60/40        | 60/40        | 60/40        | 60/40        |
| Volume hdp direzione di analisi                        | V1    | 387          | 275          | 534          | 379          |
| Volume hdp direzione opposta                           | V2    | 258          | 183          | 356          | 253          |
| Volume hdp totale                                      | V     | 645          | 458          | 889          | 632          |
| Fattore dell'ora di punta                              | PHF   | 0.90         | 0.90         | 0.90         | 0.90         |
| Traffico pesante direzione di analisi                  | PT1   | 4%           | 4%           | 4%           | 4%           |
| Traffico pesante direzione opposta                     | PT2   | 4%           | 4%           | 4%           | 4%           |
| Traffico veicoli turistici %                           | PR    | 0            | 0            | 0            | 0            |
| Tracciato a sorpasso impedito %                        | Ti    | 70           | 70           | 70           | 70           |
| Numero accessi/km                                      | N     | 0            | 0            | 0            | 0            |
| Velocità di flusso libero in condizioni di base (km/h) | BFFS  | 106          | 106          | 106          | 106          |

Nota: come BFFS è stato assunto il valore della velocità di progetto

**Calcolo FFS:**

|             | Tratta E hdp | Tratta E 75p | Tratta G hdp | Tratta G 75p |
|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| $f_{LS}$    | -            | -            | -            | -            |
| $f_A$       | -            | -            | -            | -            |
| FFS (km/h)  | 100          | 100          | 100          | 100          |
| $f_{G,ATS}$ | 1            | 1            | 1            | 1            |
| ET          | 1.2          | 1.1          | 1.2          | 1.2          |
| ER          | 1.0          | 1.0          | 1.0          | 1.0          |

**Calcolo della portata oraria (per la stima della velocità media)**

|              | Tratta E hdp | Tratta E 75p | Tratta G hdp | Tratta G 75p |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| $f_{HV,ATS}$ | 0.99         | 0.97         | 0.99         | 0.99         |
| $V_{ATS}$    | 722          | 524          | 996          | 708          |
| $F_{np,ATS}$ | 4.50         | 5.50         | 3.40         | 4.4          |

**Calcolo velocità media di viaggio in km/h (ATS)**

|            | Tratta E hdp | Tratta E 75p | Tratta G hdp | Tratta G 75p |
|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| ATS (km/h) | 86.47        | 87.95        | 84.15        | 86.75        |

**Calcolo della percentuale di tempo speso in accodamento**

|               | Tratta E hdp  | Tratta E 75p  | Tratta G hdp  | Tratta G 75p  |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| $f_{G,PTSF}$  | 1,0           | 1,0           | 1,0           | 1,0           |
| ET            | 1,1           | 1,1           | 1,1           | 1,1           |
| ER            | 1,0           | 1,0           | 1,0           | 1,0           |
| $f_{HV,PTSF}$ | 1,0           | 1,0           | 1,0           | 1,0           |
| $V_{PTSF}$    | 719           | 511           | 992           | 705           |
| BPTSF         | 46.86%        | 36.21%        | 58.19%        | 46.21%        |
| $f_{np,PTSF}$ | 15.80         | 20.10         | 11.40         | 14.30         |
| <b>PTSF</b>   | <b>62.66%</b> | <b>56.31%</b> | <b>69.59%</b> | <b>60.51%</b> |

**Calcolo LOS**

|            | Tratta E hdp | Tratta E 75p | Tratta G hdp | Tratta G 75p |
|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| ATS (mi/h) | 86           | 88           | 84           | 87           |
| PTSF       | 63           | 56           | 70           | 61           |
| LOS (ATS)  | B            | B            | B            | B            |
| LOS (PTSF) | C            | C            | D            | C            |
| <b>LOS</b> | <b>C</b>     | <b>C</b>     | <b>D</b>     | <b>C</b>     |



## 6 Conclusioni

La presente Analisi Trasportistica si propone l'obiettivo di fornire elementi di valutazione dal punto di vista trasportistico a supporto della progettazione definitiva della variante alla S.S. n. 51 di Alemagna in corrispondenza del centro abitato di Longarone in provincia di Belluno.

Il progetto prevede la realizzazione di un'infrastruttura stradale che inizia in corrispondenza dello svincolo di Soverzene, dove l'autostrada A 27 confluisce nella S.S. n. 51, si sviluppa totalmente in destra idraulica del fiume Piave e si riconnette alla S.S. n. 51 attuale poco a nord dell'abitato di Castellavazzo, in corrispondenza della galleria stradale esistente.

Il tracciato della variante ha una lunghezza di circa 11,2 km.

La piattaforma stradale è di tipo C1 (strade extraurbane secondarie), ai sensi del D.M. 5/11/2001.

Lungo il tracciato è prevista la realizzazione di sette viadotti, per una lunghezza complessiva di circa 3100 metri, oltre ad una galleria naturale (GN Olandreghe) di circa 1540 m.

E' prevista la realizzazione di tre nuove intersezioni a livelli sfalsati per la riconnessione della variante alla rete stradale esistente:

- Svincolo A 27;
- Svincolo Zona Industriale;
- Svincolo Longarone centro.

L'applicazione della metodologia di analisi, illustrata nei capitoli precedenti, ha consentito di:

- stimare i traffici che interessano la nuova infrastruttura all'orizzonte temporale di attuazione del progetto;
- fornire una stima del livello di servizio previsto per la nuova infrastruttura in condizioni di flusso ininterrotto.

Il modello utilizzato è stato messo a punto sulla base del modello di traffico acquisito da Anas Spa ottenuto mediante una procedura di *Subarea Analysis* che consente di estrarre sia il grafo che la matrice della subarea individuata partendo da un'assegnazione su una regione più larga e prendendo in considerazione, quindi, anche i traffici di attraversamento che vengono attribuiti a dei centroidi di bordo (centroidi esterni).

Per valutare l'impatto ottenuto dall'introduzione della variante alla S.S. n. 51 sul sistema di trasporto stradale dell'area di studio, come periodo temporale di previsione della domanda di trasporto complessiva merci e passeggeri è stato considerato l'orizzonte temporale di entrata in esercizio dell'asse di progetto, stimato al 2026, e l'orizzonte temporale di medio-lungo termine stimato al 2036.

Per ciascun orizzonte temporale sono stati presi in considerazione due scenari:

- di *Riferimento*, ovvero senza progetto in cui l'offerta di trasporto nell'area di studio rimane uguale a quella dello stato attuale;
- di *Progetto*.

Ne sono scaturiti quattro scenari di simulazione:

- due riferiti all'orizzonte temporale del 2026 (Scenario di Riferimento e Scenario di Progetto);
- due riferiti all'orizzonte temporale del 2036 (Scenario di Riferimento e Scenario di Progetto);

In questo contesto, lo studio trasportistico analizza la domanda e l'offerta di trasporto allo stato attuale, all'orizzonte temporale di attuazione del progetto e all'orizzonte temporale di medio-lungo termine.

Gli impatti sulla rete stradale sono valutati in relazione al giorno feriale invernale tipo

Analisi e valutazione degli impatti sulla mobilità sono basate sui risultati di assegnazioni alla rete stradale della domanda di trasporto in termini di flussi di traffico e livello di servizio sugli elementi infrastrutturali principali.

La crescita della domanda è stata impostata in funzione della crescita prevista dei principali indicatori macroeconomici nazionali e regionali (popolazione, P.I.L., settori industriali, reddito medio pro-capite).

Dall'analisi delle simulazioni effettuate risulta che con l'entrata in esercizio dell'infrastruttura di progetto, sulla S.S. n. 51 si verifica una riduzione dei flussi di traffico transitanti del 55% circa nella tratta C (tra la zona industriale e Longarone) e del 38% circa nella tratta B (tra Pian di Vedoia e la zona industriale).

La tratta della Variante che presenta il traffico più sostenuto è quella tra lo svincolo Longarone centro e l'imbocco in galleria Termine (tratta G) con circa 11.640 auto equivalenti distinti in 10.440 veicoli leggeri e circa 600 veicoli pesanti.

Flussi veicolari inferiori rispetto alla suddetta tratta, si osservano:

- tra lo svincolo dell'A 27 di Pian di Vedoia e la Zona Industriale Villanova (tratta E) con circa 8.920 auto equivalenti (circa 7.080 veicoli leggeri e circa 920 veicoli pesanti);
- tra lo svincolo della Zona Industriale di Villanova e lo svincolo di Longarone (tratta F) con circa 7.720 auto equivalenti (circa 6.640 veicoli leggeri e circa 540 veicoli pesanti).

Per le tratte più cariche sono stati stimati i livelli di servizio in base alla metodologia *HCM 2000*. In base ai valori della velocità media del viaggio e della percentuale del tempo speso in coda, risulta che il livello di servizio della tratta più carica (tratta G – tra Longarone e l'imbocco della galleria termine) nell'ora di punta del pomeriggio (intervallo 17:00-18:00) è pari a LOS D (pur con una velocità media pari a 84 km/h - 84% della velocità base).

Per quanto riguarda il calcolo del LOS occorre sottolineare che in Italia non esiste una norma tecnica che specifichi le modalità di calcolo del LOS, pertanto si adotta generalmente il metodo HCM. Tale metodologia però presenta alcuni limiti, tra cui la mancata calibrazione del calcolo alle strade italiane. Ciò comporta inevitabilmente delle valutazioni che sovrastimano la criticità delle strade italiane rispetto a quanto accade realmente. In altre parole, ad un LOS basso (cui corrispondono situazioni di congestione) corrisponde, in realtà, una situazione di deflusso più scorrevole.

Per tale motivo si è ritenuto opportuno analizzare il livello di servizio della stessa strada in tratte differenti e in orari differenti.

È risultato che, sempre nella tratta G, con un flusso di traffico pari al 6.4% del flusso di traffico giornaliero (fenomeno che si verifica nel 75% degli intervalli orari del giorno feriale tipo) il livello di servizio passa a LOS C (sempre con una velocità media all'87% della velocità di base).

Nella tratta E, ovvero tra Pian di Vedoia e la zona industriale di Villanova, il livello di servizio risulta pari a LOS C in entrambe le situazioni di carico della rete.

Secondo la metodologia adottata nell'ambito delle Linee guida per la stesura degli studi di traffico nelle istanze relative alle procedure di VIA del Comitato Tecnico Provinciale Valutazione Impatto Ambientale di Vicenza (2020) il livello di servizio per la condizione più sfavorevole (tratta G hdp) sarebbe LOS C.