

**S.S. N. 685 "DELLE TRE VALLI UMBRE"**  
TRATTO SPOLETO-ACQUASPARTA  
2° stralcio: Firenzuola - Acquasparta

PROGETTO DEFINITIVO

COD. PG373

PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GP INGEGNERIA - ENGEKO - GDG - ICARIA

IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Giorgio Guiducci  
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Roma n° 14035

IL PROGETTISTA:

Dott. Ing. Federico Durastanti  
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Terni n°A844

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Giorgio Cerquiglini  
Ordine dei Geologi della Regione Umbria n°108

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Filippo Pambianco  
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A1373

IL RESPONSABILE DI PROGETTO

Dott. Ing. Rita Gandolfo

IL R.U.P.

Dott. Ing. Alessandro Micheli

PROTOCOLLO

DATA

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

 Sintagma

Dott. Ing. N. Granieri  
Dott. Ing. V. Truffini  
Dott. Ing. L. Spaccini  
Dott. Arch. A. Bracchini  
Dott. Ing. E. Bartolucci  
Dott. Ing. L. Casavecchia  
Dott. Geol. G. Cerquiglini  
Dott. Ing. F. Pambianco  
Dott. Ing. M. Abram  
Dott. Arch. C. Presciutti  
Dott. Agr. F. Berti Nulli  
Geom. S. Scopetta  
Geom. M. Zucconi

MANDANTI:

 GPI INGEGNERIA  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl

Dott. Ing. G. Guiducci  
Dott. Ing. E. Moscatelli  
Dott. Ing. A. Signorelli  
Dott. Ing. A. Belà  
Dott. Ing. G. Lucibello  
Dott. Arch. G. Guastella  
Dott. Geol. M. Leonardi  
Dott. Ing. G. Parente

 engeko

Dott. Ing. C. Muller

 GEOTECHNICAL  
DESIGN GROUP

Dott. Ing. D. Carlaccini  
Dott. Ing. C. Consorti  
Dott. Ing. E. Loffredo  
Dott. Ing. S. Sacconi

 ICARIA  
società di ingegneria

Dott. Ing. V. Rotisciani  
Dott. Ing. F. Macchioni  
Dott. Ing. G. Verini  
Dott. Ing. V. Piuino  
Dott. Ing. G. Pulli



05.PROGETTO STRADALE  
05.01 ELABORATI GENERALI

Studio trasportistico

CODICE PROGETTO		NOME FILE	REVISIONE	SCALA:	
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	T00PS00TRARE02A	A	-	
D P P G 3 7 3	D 2 2	CODICE ELAB. T 0 0 P S 0 0 T R A R E 0 2			
A	Emissione per CdS	Gen 2023	C. Rossi	F. Durastanti	G. Guiducci
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

<b>1</b>	<b>IL MODELLO DI SIMULAZIONE DEL TRAFFICO .....</b>	<b>2</b>
1.1	LA ZONIZZAZIONE .....	2
1.2	L'OFFERTA DI RETE .....	4
1.3	IMPEDENZA E FUNZIONI DI COSTO MODELLIZZATE .....	6
1.4	ANALISI DELLA DOMANDA: LA MATRICE DI BASE DEGLI SPOSTAMENTI ANAS .....	9
1.5	LA CALIBRAZIONE DEL MODELLO .....	10
1.5.1	<i>La matrice dei leggeri e dei pesanti calibrate in ora di punta .....</i>	<i>10</i>
1.6	I RISULTATI DELLE SIMULAZIONI DI TRAFFICO .....	12
1.6.1	<i>La domanda di progetto .....</i>	<i>12</i>
1.6.2	<i>Stato attuale.....</i>	<i>13</i>
1.6.3	<i>Scenario di riferimento (2032).....</i>	<i>14</i>
1.6.4	<i>Scenario di progetto (2032).....</i>	<i>15</i>
1.6.5	<i>Scenario di progetto (2042).....</i>	<i>17</i>
1.6.6	<i>Flussi sulle viabilità di progetto e dell'area al contorno .....</i>	<i>19</i>
1.7	ANALISI DELLO SCENARIO DI PROGETTO: I LIVELLI DI SERVIZIO .....	21
1.8	LA METODOLOGIA UTILIZZATA PER LA VERIFICA DELLE PRESTAZIONI DELLE STRADE DI TIPO C.....	21
1.9	LIVELLI DI SERVIZIO IN ASSE PER LA VERIFICA DELL'INTERVENTO DI PROGETTO .....	22
1.10	CONCLUSIONI .....	25

## 1 IL MODELLO DI SIMULAZIONE DEL TRAFFICO

A supporto del progetto definitivo del 2° Stralcio Firenzuola - Acquasparta all'interno del progetto della strada delle Tre Valli Umbre, tratta Eggi-Acquasparta, è stata condotta analisi trasportistica mediante macro-simulazione di traffico di carattere sovraregionale in ambiente Visum.

Ricostruita la situazione attuale, è stato implementato e simulato uno scenario (proiettato all'anno 2032) contenente la viabilità di progetto (strada di tipo C) ed uno scenario zero, la cui domanda è proiettata allo stesso anno (2032) e caratterizzato da un'offerta di rete pari a quella dello stato attuale con, in aggiunta, il 1° Stralcio Baiano – Firenzuola completato (tipo C). Infine, si è costruito un ulteriore scenario di progetto, proiettato all'anno 2042, nel quale si ipotizza che l'intero asse (primo e secondo stralcio) sia stato adeguato a strada di tipo B.

### 1.1 La zonizzazione

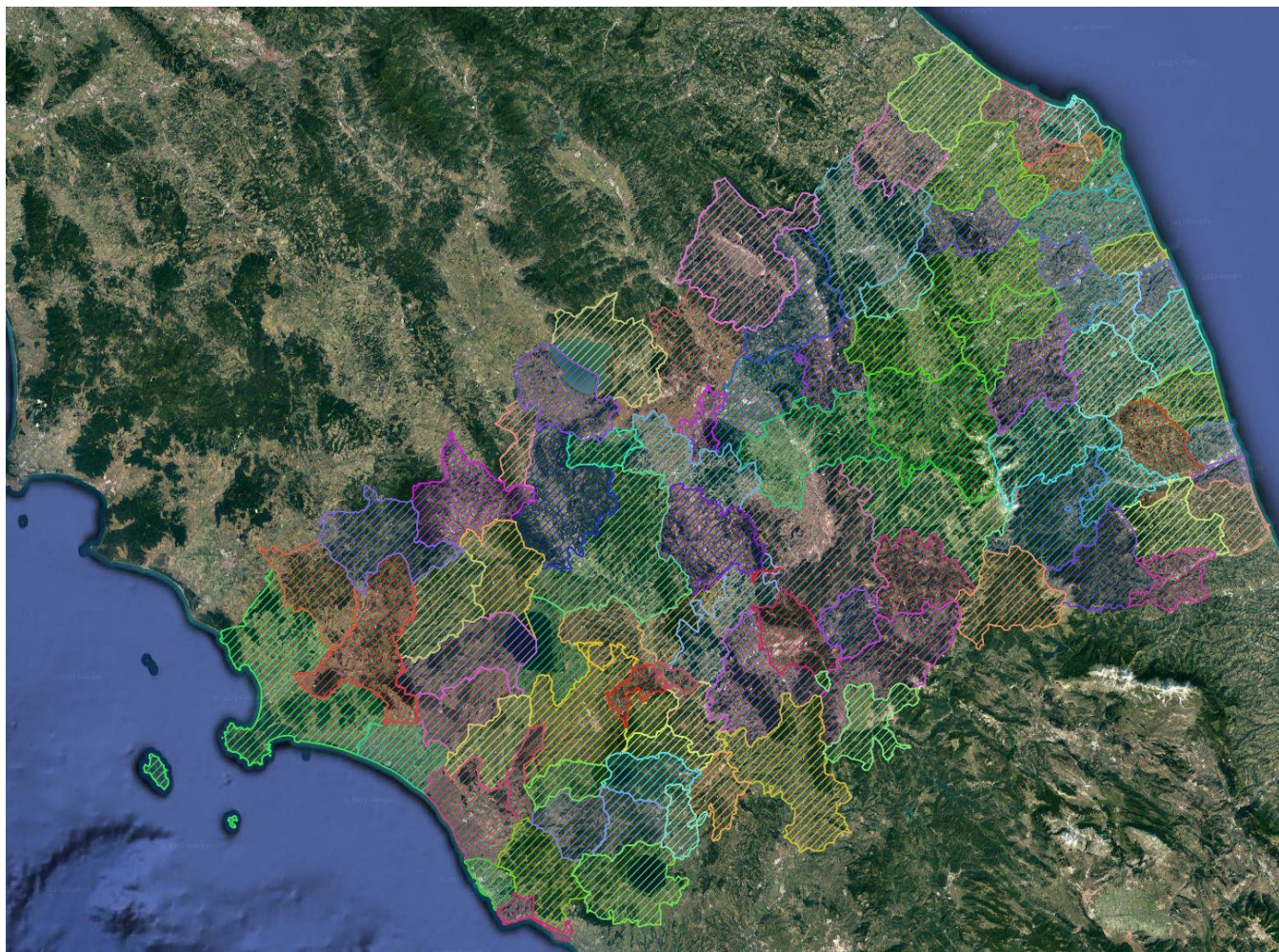
Come base di partenza per l'implementazione del modello di traffico si suddivide l'area di studio in zone di traffico (ZDT), aree uniformi dal punto di vista trasportistico. La zonizzazione tiene conto di diversi criteri:

- le zone di traffico devono avere quanto possibile un utilizzo del territorio omogeneo (zone residenziali o artigianali/commerciali, industriali, etc.);
- ogni zona di traffico deve avere un "baricentro" di zona univoco dove poter idealmente concentrare le origini e le destinazioni degli spostamenti.

La zonizzazione utilizzata per lo studio deriva da un'estrazione di quella del modello nazionale ANAS, opportunamente frazionata al contorno dell'area di intervento.

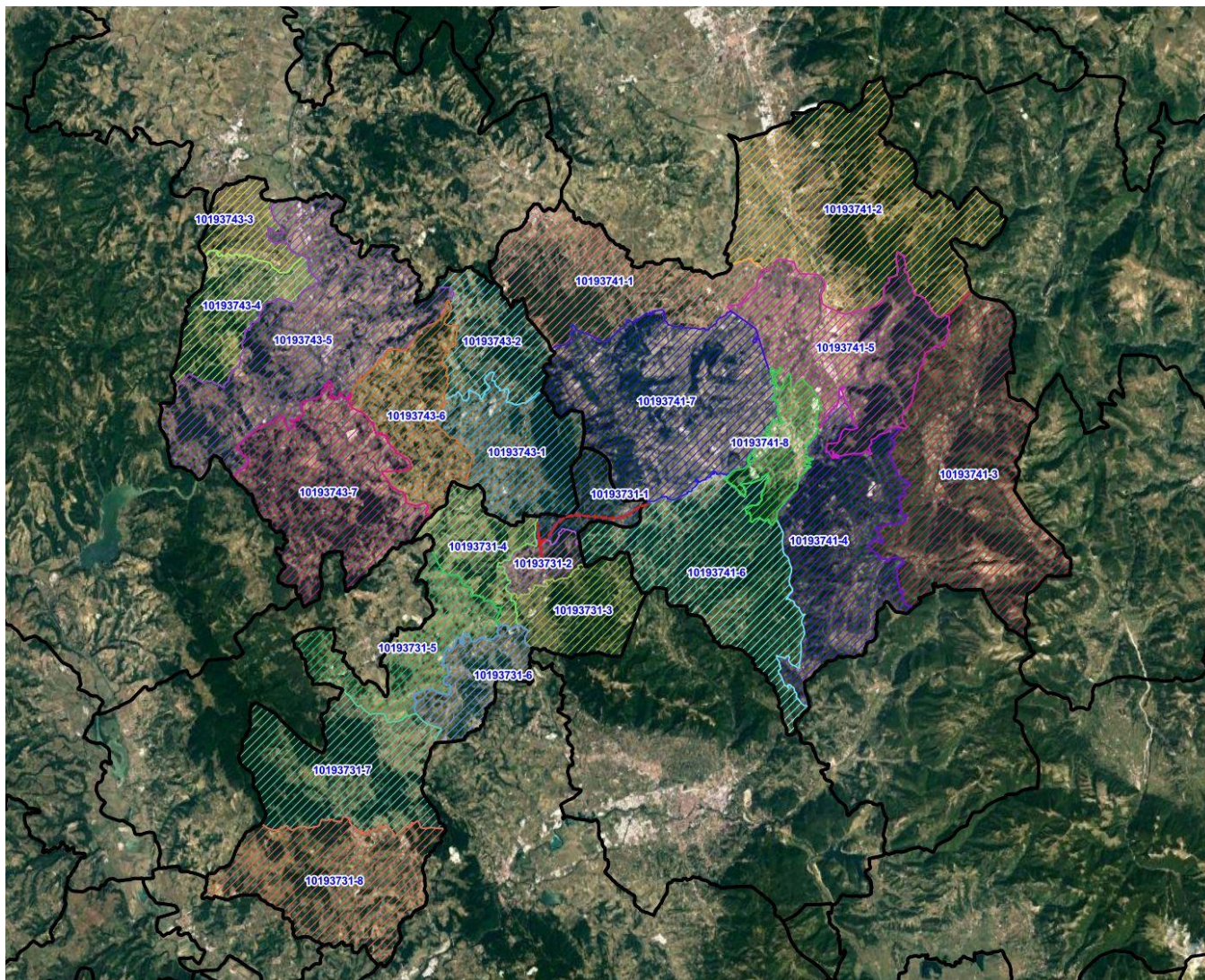
L'estrazione dell'azzoneamento ANAS conta su 149 zone di traffico. In particolare, le 3 zone nei pressi dell'intervento, sono state ulteriormente frazionate al fine di rappresentare anche il traffico locale che può utilizzare la viabilità di progetto.

**RELAZIONE TRASPORTISTICA**



Estrazione della zonizzazione ANAS

Le 3 zone ANAS contraddistinte dai codici ID univoci 10193731, 10193741 e 10193743, sono state divise in complessive 23 zone così come rappresentato nella figura a lato. In particolare, le zona 10193731 e 10193741 sono stata frazionate in 8 ZDT ciascuna (da 10193731-1 a 10193731-8 e da 10193741-1 a 10193741-8), dalla 10193743 sono state ottenute 7 ZDT.



Frazionamento delle zone di traffico ANAS nell'area di intervento

Nel complesso, le zone di traffico che schematizzano l'area di studio di larga scala sono 172.

## 1.2 L'offerta di rete

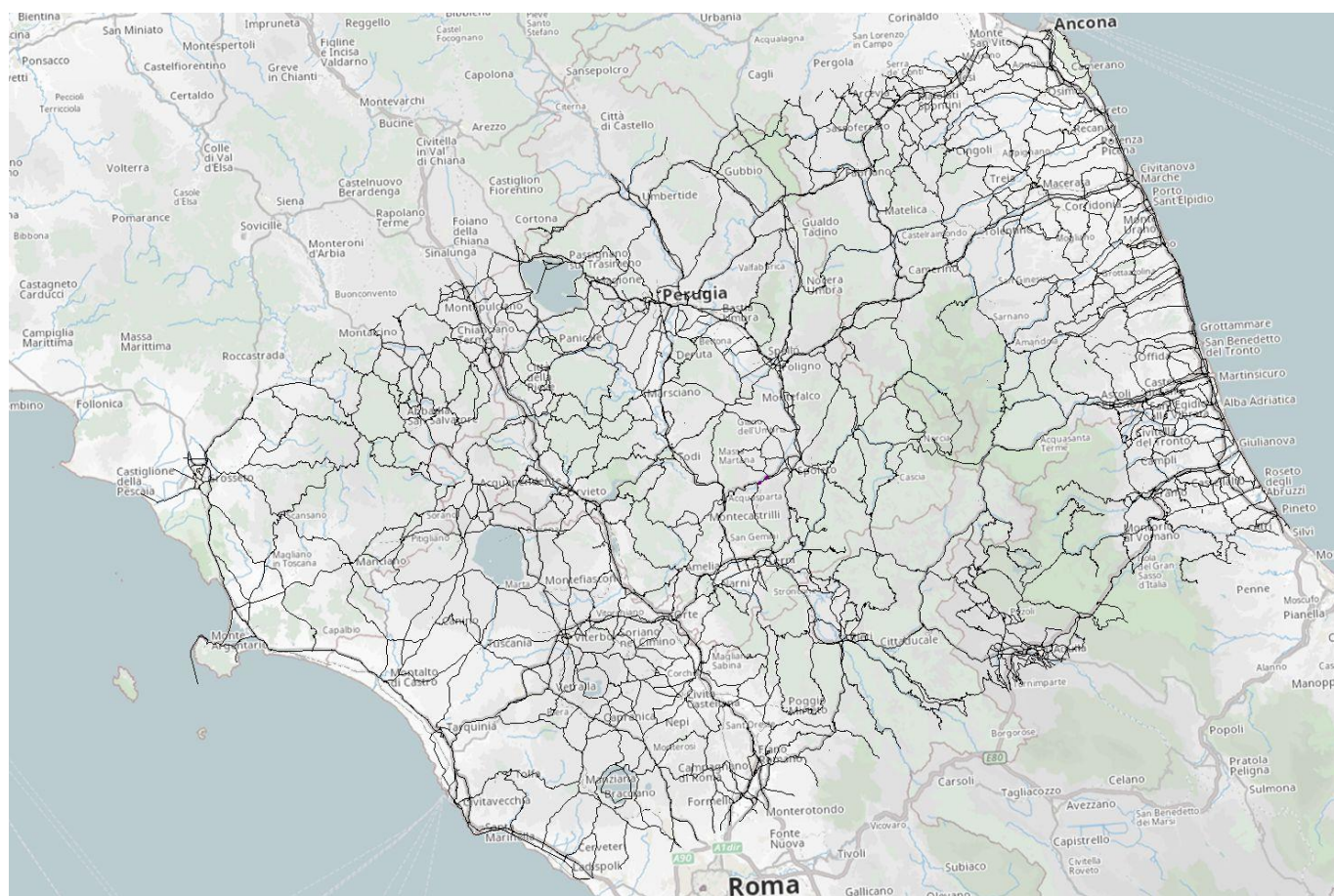
Il sistema infrastrutturale viario dell'area di studio è stato schematizzato in una successione di archi (viabilità) e nodi (incroci), il **grafo**, che ne consente l'utilizzo all'interno del modello di simulazione del traffico.

La rete viaria è il grafo OSM (OpenStreetMap), caratterizzato in termini di tipo di strada, n° corsie, velocità di flusso libero e capacità teorica. Il grafo, in versione informatizzata vettoriale, è

una rappresentazione della rete stradale strettamente georeferenziata e quindi esente da possibili errori di deformazione, scarsa chiarezza e incomprensibilità.

Gli archi sono stati organizzati in classi funzionali e gerarchiche, i tipeno, in modo da associare a ciascun tipo i valori di velocità, capacità, numero di corsie e i coefficienti  $\alpha$  e  $\beta$  utilizzati nella formula BPR (Bureau of Public Roads<sup>1</sup>) per il calcolo del tempo di percorrenza.

**Il grafo della rete viaria nell'area di studio è composto da oltre 56.000 archi monodirezionali per un'estesa di circa 23.000 km, compresi gli interventi di progetto (primo e secondo stralcio).**



Grafo viario dell'area di studio

<sup>1</sup> Ufficio delle strade pubbliche - USA

### 1.3 Impedenza e funzioni di costo modellizzate

Il modello implementato è alimentato da due matrici OD (origine-destinazione) di spostamenti privati, distinte per tipologia di mezzo di trasporto: la matrice dei veicoli leggeri e quella dei mezzi pesanti.

Le funzioni di costo che determinano l'impedenza associata a ciascun arco sono state determinate in funzione del VOT (posto pari a circa 17 euro /h per i veicoli leggeri e 22 €/h per i pesanti) e del costo chilometrico di esercizio del mezzo privato (pari a 0,074 euro/km per i leggeri e 0,406 euro/km per i pesanti)

I valori associati alle variabili sopra descritte per i veicoli leggeri sono i seguenti:

- VOT: 17 €/h;
- Costo chilometrico: 0,074 €/km;

I valori per i mezzi pesanti sono:

- VOT: 22 €/h;
- Costo chilometrico: 0,406 €/km;

La funzione di Impedenza nel modello è stata espressa in centesimi di euro mentre le variabili sono espresse in secondi per i tempi ed in metri per le distanze. Operando le opportune conversioni, di seguito riepilogate, si giunge alla definizione della funzione di impedenza per i mezzi leggeri:

- Coefficiente di costo relativo al VOT:
  - 17 €/h<sup>2</sup>
  - 1 ora: 3600 secondi
  - conversione: 0,004874 €/s
  - coefficiente: 0,004874 €/s\*100=0,4874 cent/s
- Coefficiente di costo relativo al costo chilometrico
  - 0,074<sup>2</sup> €/km
  - 1 km: 1.000 metri
  - conversione: 0,000074 €/m

<sup>2</sup> Fonte Transport analysis guidance (TAG), dipartimento dei trasporti inglese

## RELAZIONE TRASPORTISTICA

- o coefficiente:  $0,000074 \text{ €/m} \cdot 100 = 0,0074 \text{ cent/m}$

Inoltre, agli archi delle strade a pedaggio, quali l'autostrada, è stato associato un costo aggiuntivo espresso in termini di €. L'impedenza su ogni arco, espressa in centesimi di Euro, per i veicoli leggeri è quindi calcolata dalla seguente formula:

- $0,4874 \cdot \text{Tempo}[\text{sec}] + 0,0074 \cdot \text{Lunghezza}[\text{m}] + \text{Pedaggio leggeri}^3$ .

Analogamente, per i mezzi pesanti la definizione della funzione di impedenza è ottenuta così come descritto a seguire:

- Coefficiente di costo relativo al VOT:
  - o  $22^2 \text{ €/h}$
  - o 1 ora: 3600 secondi
  - o conversione:  $0,006172 \text{ €/s}$
  - o coefficiente:  $0,006172 \text{ €/s} \cdot 100 = 0,6172 \text{ cent/s}$
- Coefficiente di costo relativo al costo chilometrico
  - o  $0,406^2 \text{ €/km}$
  - o 1 km: 1.000 metri
  - o conversione:  $0,000406 \text{ €/m}$
  - o coefficiente:  $0,000406 \text{ €/m} \cdot 100 = 0,0406 \text{ cent/m}$

L'impedenza su ogni arco, espressa in centesimi di Euro, per i veicoli leggeri è quindi calcolata dalla seguente formula:

- $0,6172 \cdot \text{Tempo}[\text{sec}] + 0,0406 \cdot \text{Lunghezza}[\text{m}] + \text{Pedaggio pesanti}^3$

Il tempo di percorrenza di ciascun arco sulla rete (tempo nella formula dell'impedenza) è determinato mediante la seguente curva di deflusso che esprime la relazione matematica tra il costo di un arco (espresso in termini di tempo) e il flusso presente sull'arco stesso.

All'interno della simulazione, realizzata con il software Visum, è stata adottata la funzione di tipo BPR (Bureau of Public Roads) del tipo:

$$T = \frac{\text{Lunghezza}}{V_r} * 60 * \left( 1 + \alpha * \left( \frac{\text{volau}}{S} \right)^\beta \right)$$

<sup>3</sup> Pedaggio autostradale calcolato come attributo di arco distinto per mezzo ed espresso in centesimi di euro



## RELAZIONE TRASPORTISTICA

dove:

- $volau$  rappresenta il flusso assegnato dal modello;
- $S$  corrisponde alla capacità di saturazione;
- $\alpha$  e  $\beta$  sono i parametri legati alla geometria dell'infrastruttura, associati direttamente al linktype;
- $Vr$  rappresenta la velocità di flusso libero.

La curva di deflusso ha quindi caratterizzato, al variare della tipologia di arco e quindi di  $\alpha$  e  $\beta$ , la calibrazione e le successive assegnazioni.

Per l'assegnazione del traffico privato sono state definite 8 funzioni di costo BPR, una per ogni macrocategoria di archi così come di seguito elencati:

- Autostrada;
- Archi di tipo B (superstrada);
- Extraurbana principale;
- Extraurbana secondaria - extraurbana minore;
- Interquartiere;
- Urbana principale;
- Urbana secondaria;
- Rampa

Numero: 9	Num	Nome	Descrizione
1	1		BPR ( 1.00 2.00 1.00)
2	2	Autostrada - Tipo A	BPR ( 1.90 3.95 1.00)
3	3	Tipo B	BPR ( 2.00 3.00 1.00)
4	4	Extraurbana principale	BPR ( 2.00 2.70 1.00)
5	5	Extraurbana secondaria - extraurbana minore	BPR ( 2.00 2.50 1.00)
6	6	Interquartiere	BPR ( 1.80 2.50 1.00)
7	7	Urbana principale	BPR ( 1.60 2.50 1.00)
8	8	Urbana secondaria	BPR ( 1.90 2.30 1.00)
9	9	Rampa	BPR ( 2.00 3.00 1.00)

Nella figura a lato,  $\alpha$  e  $\beta$  per le funzioni di costo associate alle 8 principali classi di archi.

#### **1.4 Analisi della domanda: la matrice di base degli spostamenti ANAS**

La domanda di spostamento è descritta dalle matrici Origine – Destinazione (O/D), matrici con righe e colonne in numero pari alle zone di traffico in cui è stata discretizzata l'area di studio. Gli spostamenti che interessano un'area di studio si distinguono in:

- interni o intrazonali, con origine e destinazione interne all'area di studio
- di scambio, con origine interna e destinazione esterna oppure con origine esterna e destinazione interna all'area di studio
- di attraversamento con origine e destinazione esterne all'area di studio.

Le matrici di partenza utilizzate sono quelle di traffico giornaliero medio (TGM) estratte dal modello nazionale ANAS di consistenza pari a 791.929 vetture per i mezzi leggeri e di 64.674 veicoli per i pesanti. Considerato che il modello è alimentato, oltre che dalle matrici ANAS, dai dati di pendolarismo ISTAT (stimati per la fascia di punta della mattina) e che i parametri che caratterizzano l'offerta di rete (il grafo) sono calati sull'ora di punta, ovvero sull'ora di massima pressione veicolare sulla rete, le matrici di partenza ANAS sono stati ricondotte al dato orario. Come riferimento orario di traffico, il più idoneo a guidare le scelte progettuali è quello detto della trentesima ora di punta che, generalmente, assume valori compresi tra il 12% e il 18% del TGM. Pertanto, si è considerato un coefficiente medio per passare dalle matrici giornaliere a quelle orarie del 15%. Le matrici ANAS orarie hanno consistenza 118.789 veicoli leggeri e 9.701 mezzi pesanti.

Come anticipato, le 3 zone del modello ANAS nei pressi del progetto sono state ulteriormente frazionate in 23 ZDT. Le OD associate alle 3 zone ANAS sono state opportunamente ripartite sulle 23 nuove zone secondo i fattori di emissione e attrazione associati a ciascuna (i coefficienti di emissione e attrazione sono stati ricavati dai dati di pendolarismo ISTAT). Infine, al fine di considerare nell'area di studio anche il traffico intrazonale delle 3 zone ANAS al contorno dell'intervento, si sono ricavati gli spostamenti dei veicoli leggeri interni a ciascuna macrozona ANAS da ripartire sulle 23 nuove ZDT secondo i fattori di emissione e attrazione di ciascuna.

Nel complesso, pertanto, le matrici di base, derivate da quelle del modello nazionale ANAS addizionate del traffico leggero interno alle zone 10193731, 10193741 e 10193743 (zone al contorno della viabilità di progetto) hanno consistenza pari a 125.125 per i veicoli leggeri e 9.701 per i mezzi pesanti.

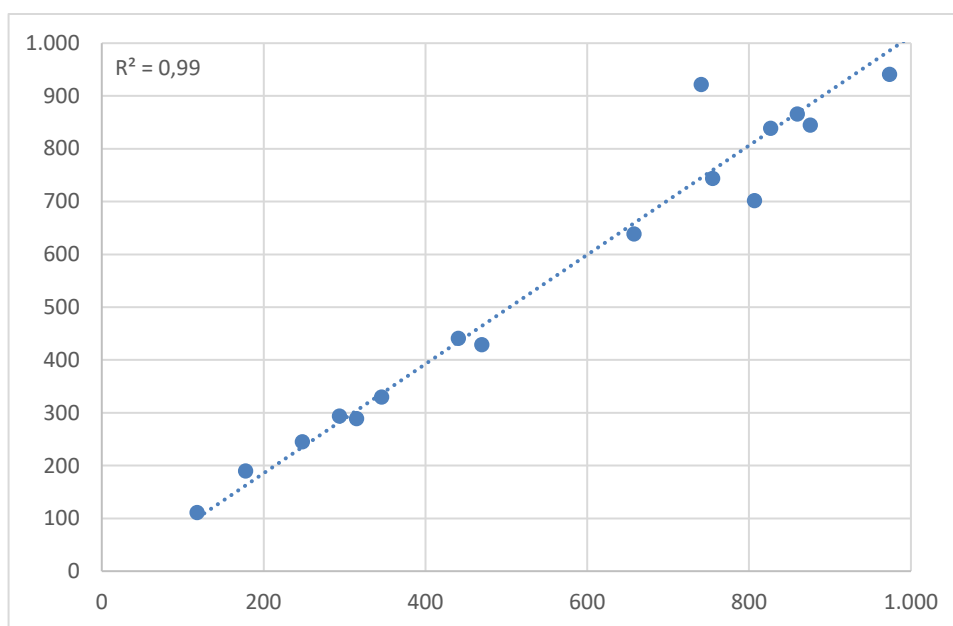
## 1.5 La calibrazione del modello

Una volta completata la rappresentazione dell'offerta e della domanda di mobilità, si è proceduto con la calibrazione delle matrici della mobilità privata (leggeri e pesanti) considerando i valori dei flussi su 22 postazioni di rilievo ANAS lungo le viabilità di competenza nelle vicinanze dell'area di intervento. I dati di rilievo ANAS su 22 sezioni unidirezionali nell'area di studio si riferiscono al quinquennio 2017-2021 e ai primi 3 trimestri del 2022. **Al fine di operare in favore di sicurezza**, per ciascuna delle sezioni considerate, è stato scelto **il valore più alto dell'ora di punta**.

### 1.5.1 La matrice dei leggeri e dei pesanti calibrate in ora di punta

La matrice di base leggeri ha consistenza pari a 125.125 veicoli. Il processo di calibrazione basato sui dati di rilievo su 22 sezioni ha restituito una matrice di 130.682 veic/h nell'area di studio in ora di punta.

L'assegnazione sul modello della matrice dei veicoli in ora di punta ha consentito il confronto con i valori rilevati e la conseguente correzione. Il procedimento ha riportato risultati eccellenti, con valori di regressione lineare (parametro che considera la bontà complessiva della calibrazione, tanto migliore quando si avvicina ad 1) pari a 0.99.



Regressione lineare nel processo di calibrazione (matrice dei leggeri)

**RELAZIONE TRASPORTISTICA**

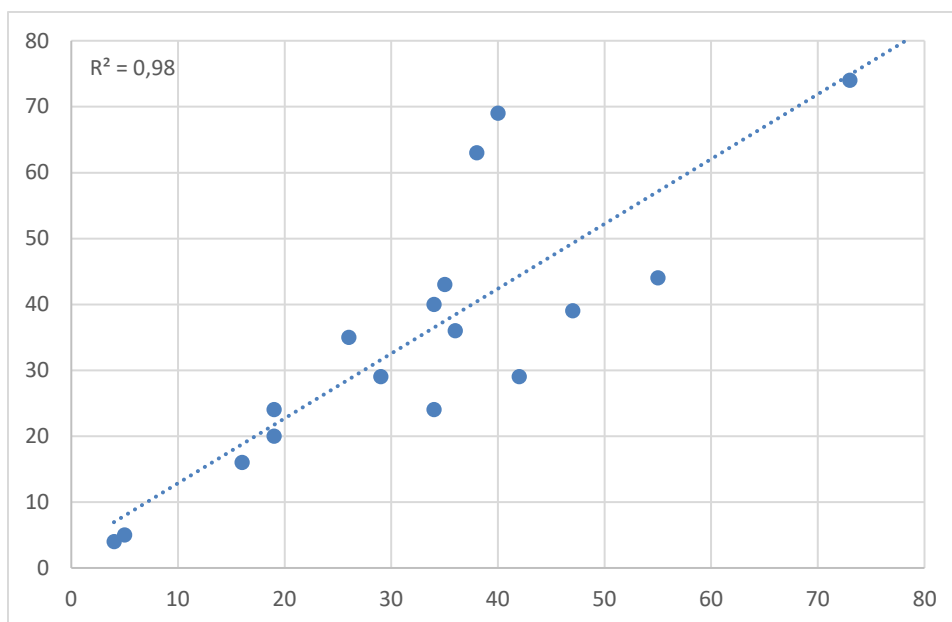
Utile per una valutazione puntuale, sezione per sezione, è il calcolo dell'indice GEH, definito come:

$$GEH = \sqrt{\frac{(simulato - rilevato)^2}{(simulato + rilevato) * 0,5}}$$

Esaminando i punti di calibrazione della mattina, si nota che l'indice GEH risulta sempre minore di 5 ad eccezione di 2 punti di calibrazione (in cui, in ogni caso, il GEH è appena sopra a 5) a conferma della bontà del processo di calibrazione.

**La matrice O/D dei leggeri del modo privato, così calibrata, fa registrare un incremento rispetto a quella di partenza del 4,4%.**

La matrice di base dei pesanti ha consistenza pari a 9.701 veicoli. Il processo di calibrazione basato sui dati di rilievo su 22 sezioni ha restituito una **matrice di 10.013 veic/h nell'area di studio**. La regressione lineare, parametro utile a stimare la bontà del processo di correzione della matrice di partenza, è pari a 0.98.



Regressione lineare nel processo di calibrazione (matrice dei pesanti)

Esaminando i punti di calibrazione della mattina, si nota che l'indice GEH risulta sempre minore di 5 a conferma della bontà del processo di calibrazione.

**La matrice O/D del modo privato, così calibrata, fa registrare un incremento rispetto a quella di partenza del 3,2%.**

Le matrici leggeri e pesanti aggiustate mediante il processo di calibrazione sintetizzano efficacemente la distribuzione dei flussi nell'area di studio.

## 1.6 I risultati delle simulazioni di traffico

Incrociando il grafo e la rete viaria con la zonizzazione e con le matrici degli spostamenti è stato possibile assegnare la domanda alla rete e rappresentare lo stato attuale, lo scenario di riferimento e quello di progetto del sistema stradale dell'area di studio. Nei paragrafi a seguire si riportano i risultati delle assegnazioni per le 2 matrici considerate dei leggeri e dei pesanti in ora di punta.

Sono stati simulati:

- scenario attuale calibrato;
- scenario di riferimento (2032) che prevede la realizzazione del 1° Stralcio tra Baiano e Firenzuola (strada di tipo C);
- scenario di progetto (2032) con la realizzazione del 1° stralcio Baiano – Firenzuola e del 2° stralcio Firenzuola – Acquasparta (strada di tipo C);
- scenario di progetto (2042) con la realizzazione del 1° stralcio Baiano – Firenzuola e del 2° stralcio Firenzuola – Acquasparta (strada di tipo B).

### 1.6.1 La domanda di progetto

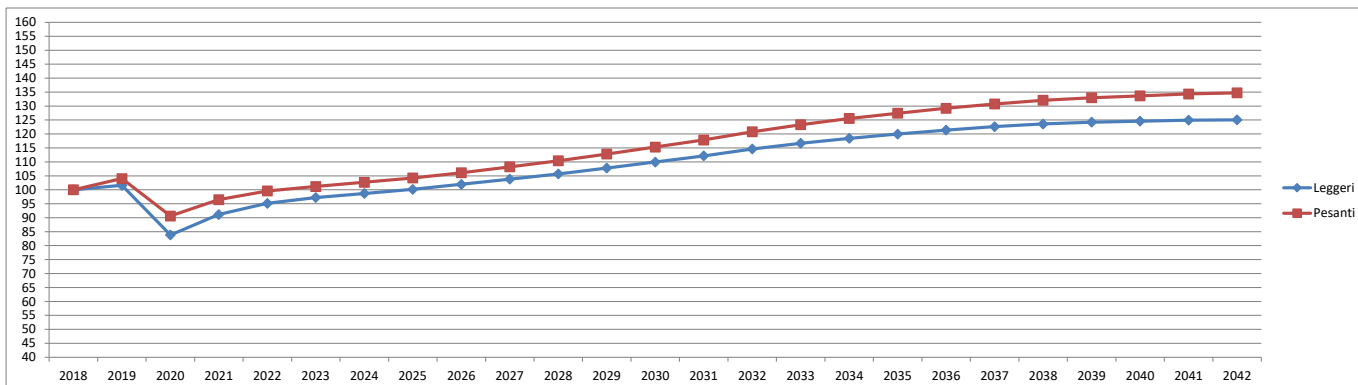
Al fine di fare valutazioni sugli scenari futuri che tengano conto di possibili incrementi della domanda di mobilità e non rischino, pertanto, di sottostimare il traffico, si è immaginata una crescita degli spostamenti così come nella tabella a seguire. Nelle curve di crescita è stato stimato l'impatto sulla domanda di mobilità dell'emergenza sanitaria nazionale che, dal 2020, ha subito una flessione per poi tornare a crescere. Come anno di riferimento della domanda si è preso l'ultimo anno precedente alla pandemia (2018) poiché il processo di calibrazione si è appoggiato ai dati di punta dal 2017 al 2022 (precedenti alla pandemia e che, pertanto, non hanno risentito dell'emergenza).

TASSI ANNUI

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
Leggeri	100.0%	1.6%	-17.5%	8.8%	4.4%	2.2%	1.5%	1.5%	1.8%	1.8%	1.8%	2.0%	2.0%	2.0%	2.2%	1.8%	1.5%	1.3%	1.2%	1.0%	0.8%	0.5%	0.3%	0.3%	0.1%
Pesanti	100.0%	4.0%	-12.9%	6.5%	3.2%	1.6%	1.5%	1.5%	1.8%	2.0%	2.0%	2.2%	2.2%	2.2%	2.5%	2.1%	1.8%	1.5%	1.4%	1.2%	1.0%	0.7%	0.5%	0.5%	0.3%

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
Leggeri	100	101.6	83.8	91.2	95.1	97.23	98.69	100.17	101.97	103.80	105.67	107.79	109.94	112.14	114.61	116.67	118.42	119.96	121.40	122.61	123.59	124.21	124.59	124.96	125.08
Pesanti	100	104.0	90.6	96.5	99.6	101.18	102.69	104.23	106.11	108.23	110.40	112.83	115.31	117.84	120.79	123.33	125.55	127.43	129.21	130.76	132.07	133.00	133.66	134.33	134.73

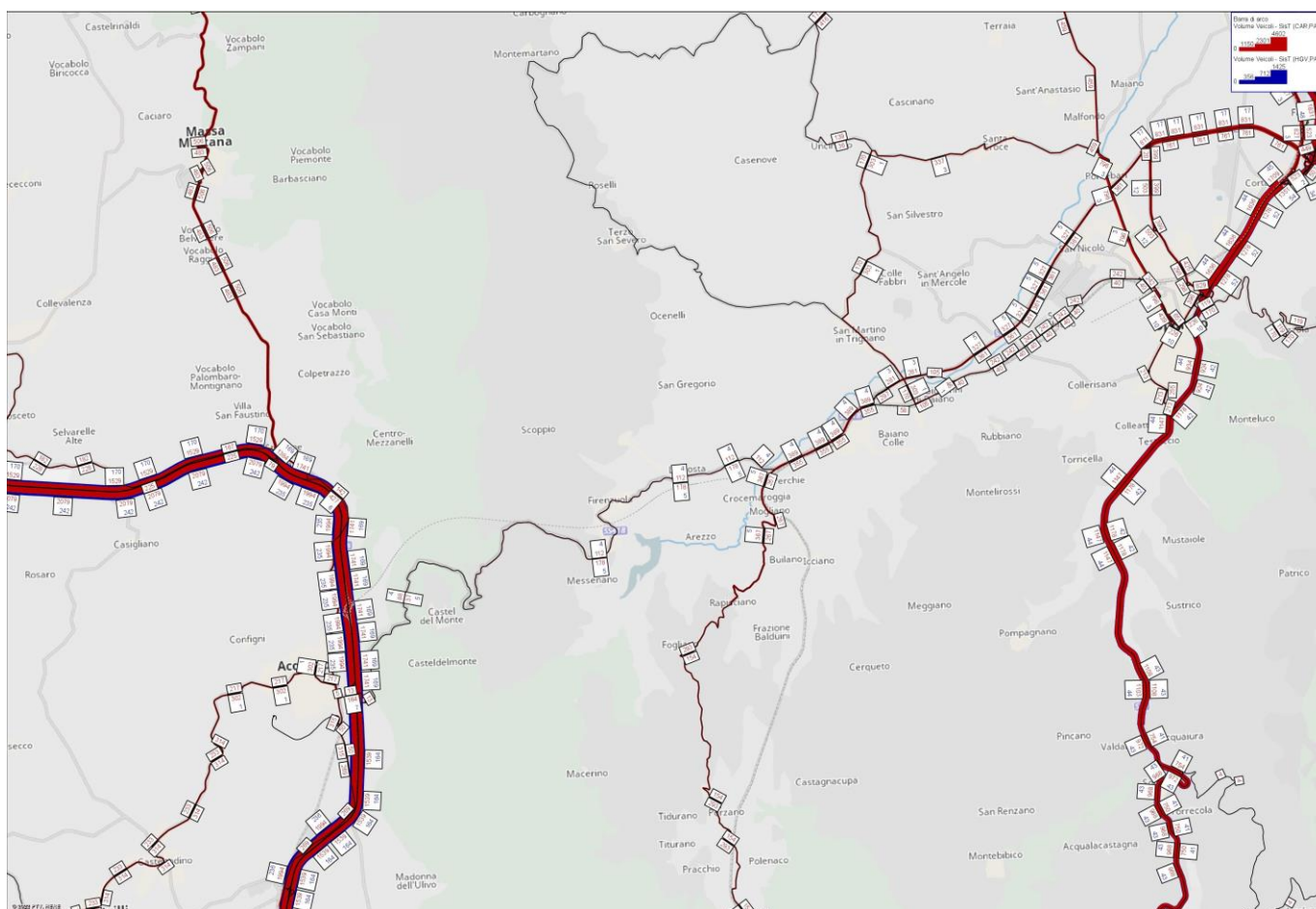
**RELAZIONE TRASPORTISTICA**



La crescita di domanda di veicoli leggeri è pari al 15% al 2032 e al 25% al 2042. La crescita di domanda dei mezzi pesanti complessiva è pari al 21% al 2032 e al 35% al 2035.

**1.6.2 Stato attuale**

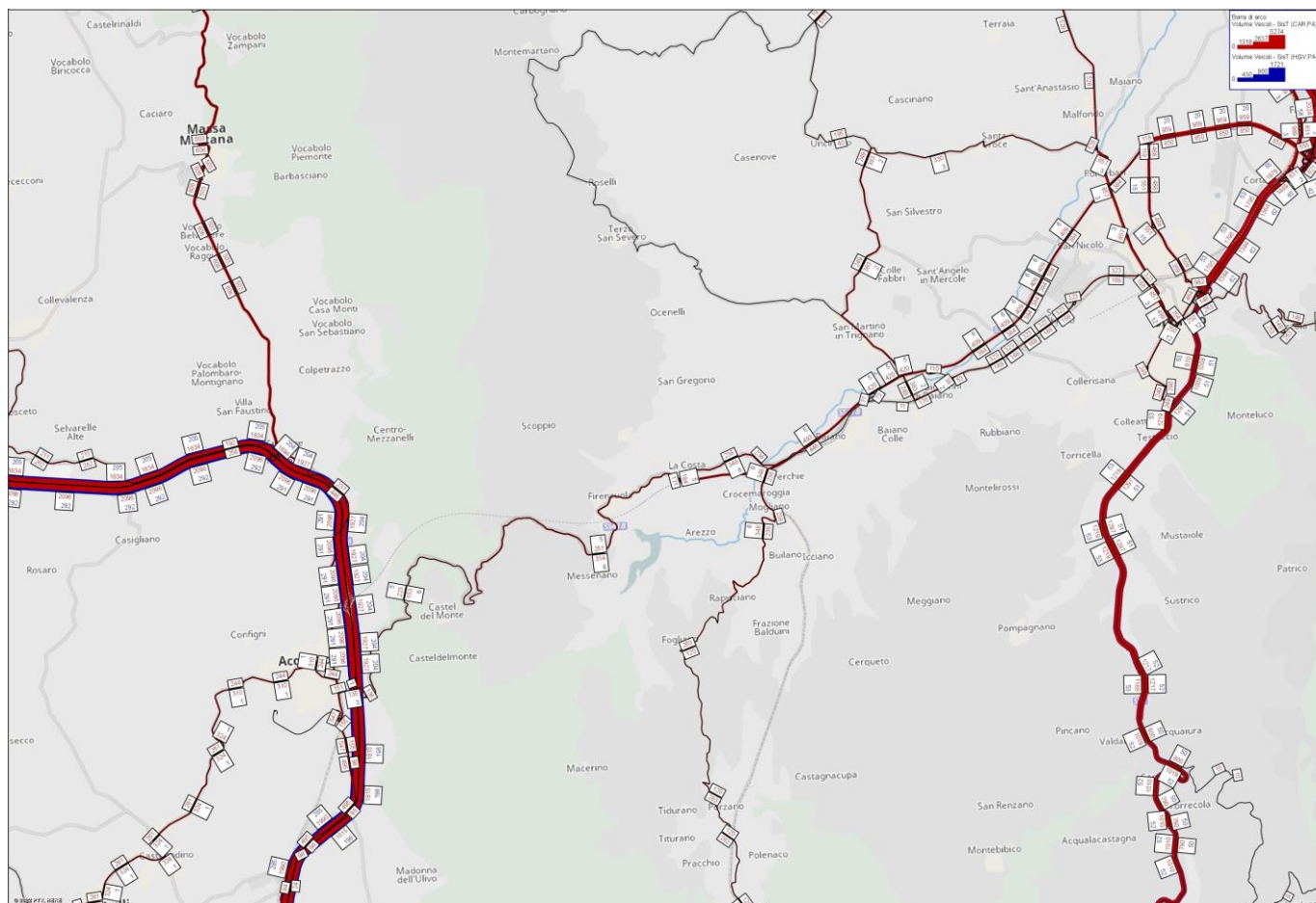
Il risultato evidenziato dalla figura a seguire definisce, per ciascun arco della rete, il flusso di traffico (distinto in veicoli leggeri e pesanti) dell'ora di punta nello stato attuale.



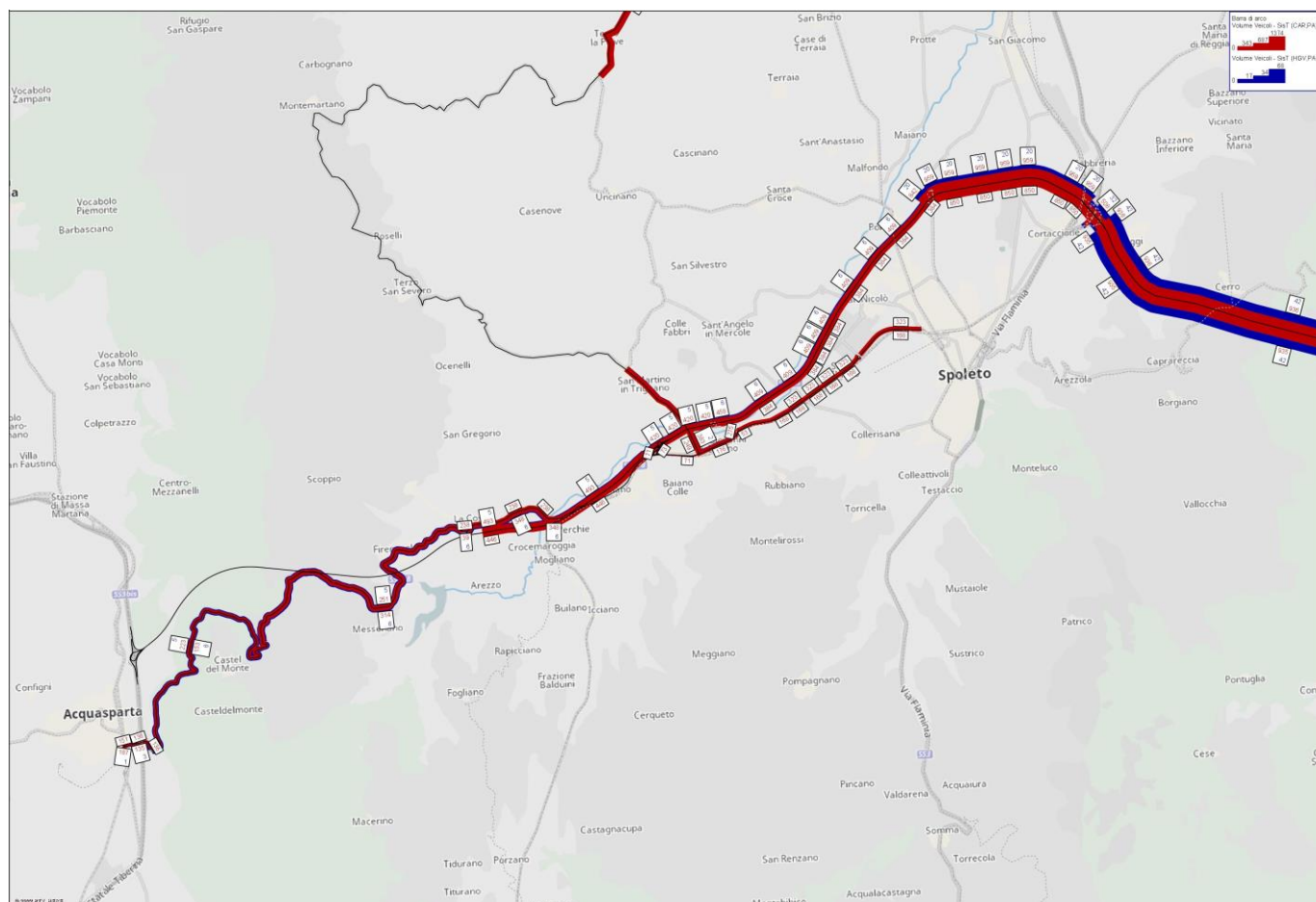
Assegnazione stato attuale: matrici dei leggeri e dei pesanti in ora di punta

### 1.6.3 Scenario di riferimento (2032)

Il risultato evidenziato dalla figura a seguire definisce, per ciascun arco della rete, il flusso di traffico (distinto in veicoli leggeri e pesanti) dell'ora di punta nello scenario di riferimento, considerando il grafo stradale comprensivo del 1° stralcio Baiano – Firenzuola.



Assegnazione scenario di progetto: matrici dei leggeri e dei pesanti in ora di punta



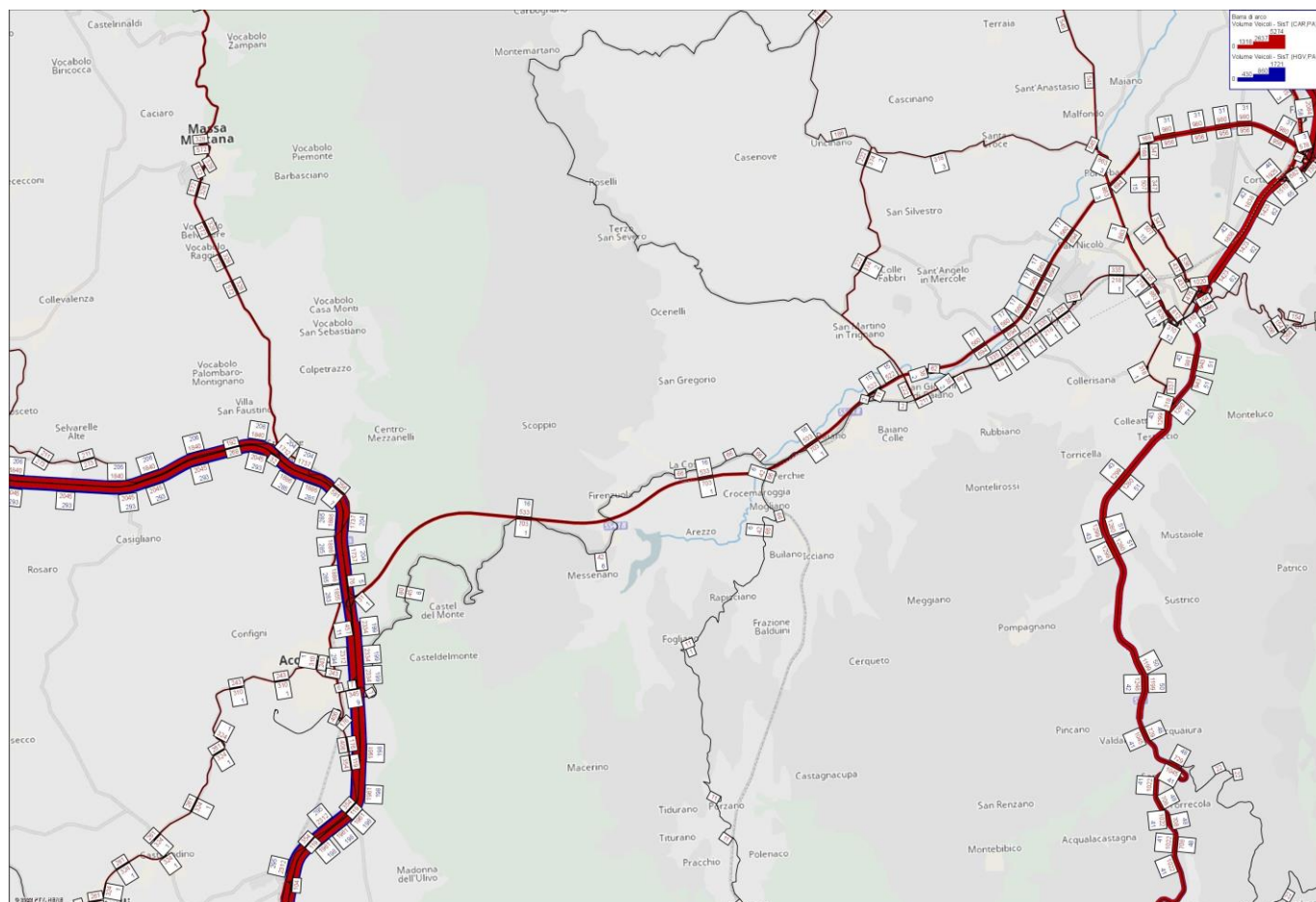
Assegnazione scenario di progetto: matrici dei leggeri e dei pesanti in ora di punta-focus sull'area di progetto

#### 1.6.4 Scenario di progetto (2032)

A seguire si riporta il flussogramma dei veicoli leggeri e di quelli pesanti in ora di punta nello scenario di progetto, considerando come grafo di base quello implementato per lo scenario di riferimento (con 1° stralcio) al quale si va a sommare l'intervento di progetto (2° stralcio Firenzuola – Acquasparta).

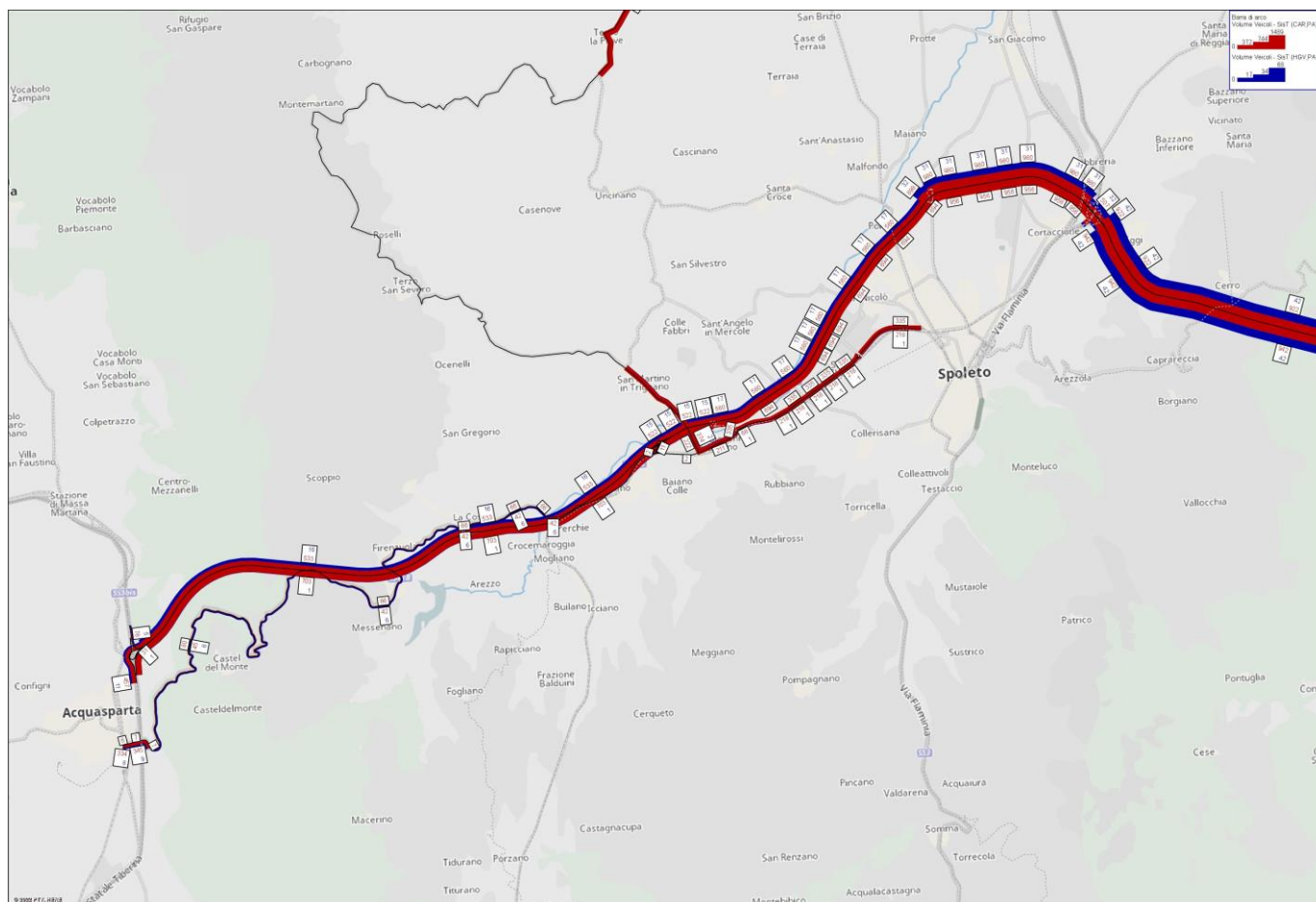


**RELAZIONE TRASPORTISTICA**



Assegnazione scenario di progetto: matrici dei leggeri e dei pesanti in ora di punta

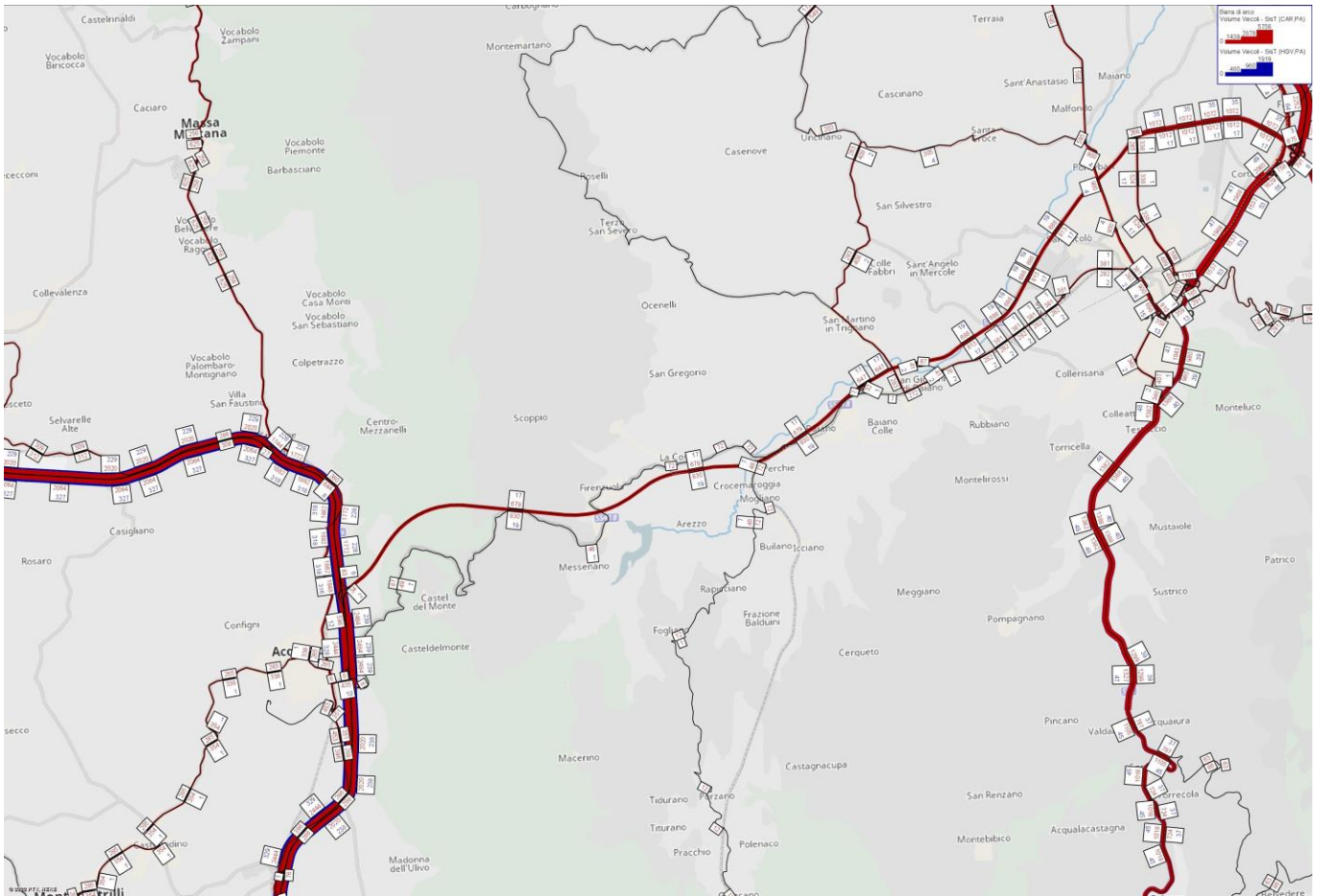
Se si considera l'inverso del coefficiente di trasformazione impiegato per trasformare il dato giornaliero di matrice a quello orario (15%), è possibile ottenere **il traffico giornaliero medio sull'asse di progetto, pari 8.528 veicoli equivalenti**. Il coefficiente di equivalenza per i veicoli leggeri è 1, per i mezzi pesanti è 2,5. Esigua è la percentuale dei pesanti sull'asse, pari all'1,4% del totale.



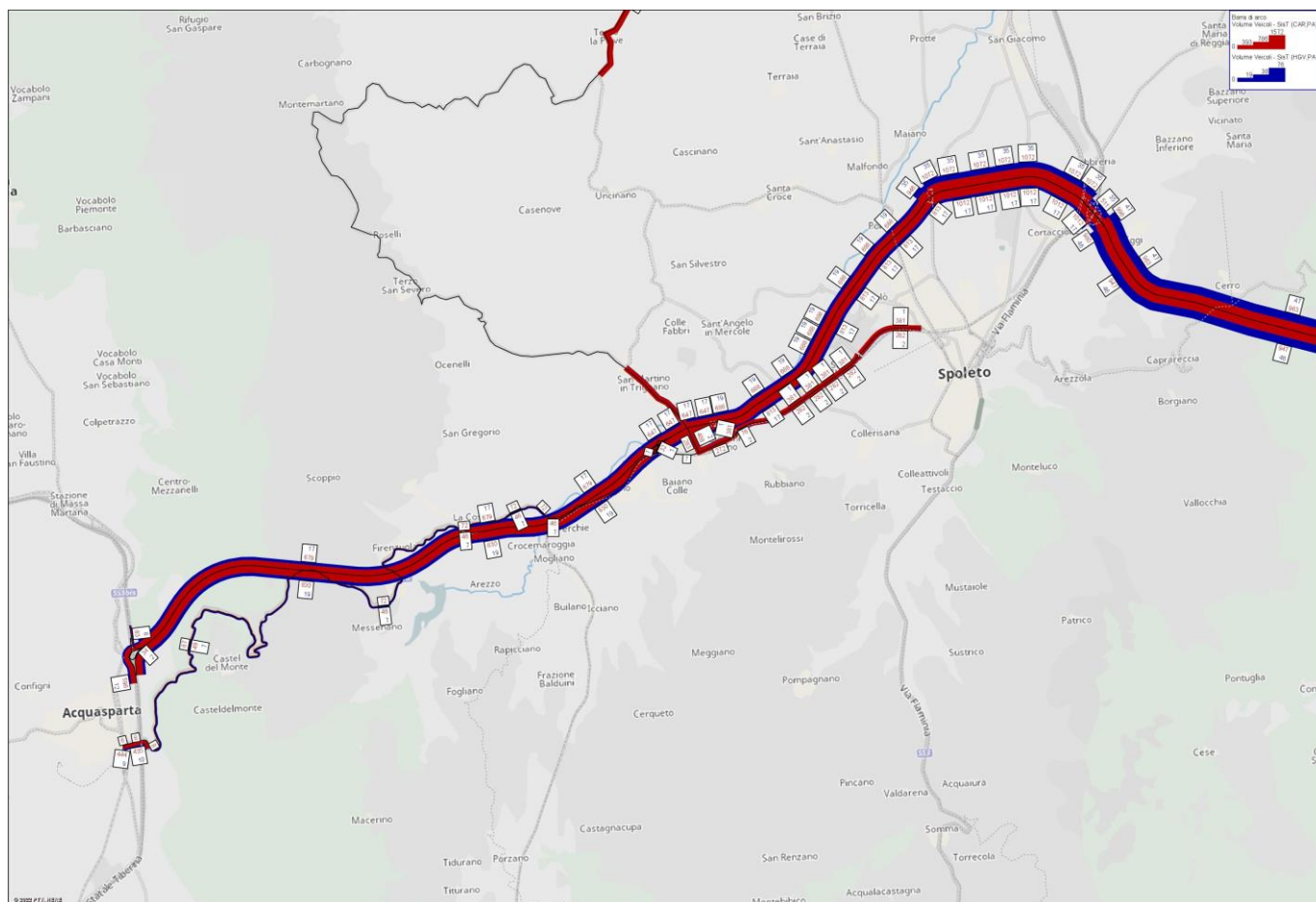
Assegnazione scenario di progetto: matrici dei leggeri e dei pesanti in ora di punta-focus sull'area di progetto

### 1.6.5 Scenario di progetto (2042)

Nella figura a seguire si riporta il flussogramma delle matrici dei leggeri e dei pesanti in ora di punta alla rete di progetto con, in particolare, il **1° e il 2° stralcio della nuova viabilità strada di tipo B**.



Assegnazione scenario di progetto: matrici dei leggeri e dei pesanti in ora di punta

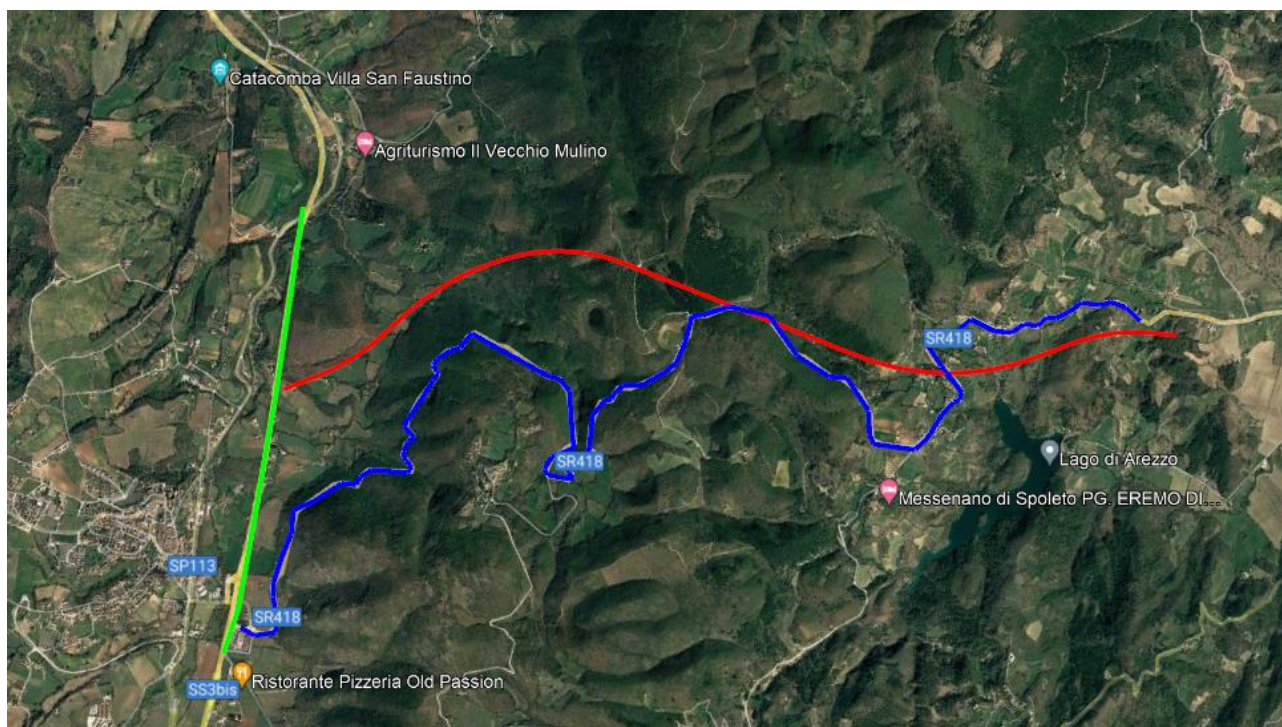


Assegnazione scenario di progetto: matrici dei leggeri e dei pesanti in ora di punta-focus sull'area di progetto

### 1.6.6 Flussi sulle viabilità di progetto e dell'area al contorno

Nelle tabelle a seguire si riportano i flussi massimi registrati sulle viabilità nell'area di progetto in tutti gli scenari simulati.

**RELAZIONE TRASPORTISTICA**



TRATTI STRADALI DI RIFERIMENTO	ANNO DI RIFERIMENTO 2022 - Scenario Ante Operam					
	TGM LEGGERI			TGM PESANTI		
	GIORNALIERO (0-24)	DIURNO (6-22)	NOTTURNO (22-6)	GIORNALIERO (0-24)	DIURNO (6-22)	NOTTURNO (22-6)
SR418 (in blu)	1.933	1.643	290	60	51	9
E45 (in verde)	24.900	21.165	3.735	2.027	1.723	304

TRATTI STRADALI DI RIFERIMENTO	ANNO DI RIFERIMENTO 2032 - Scenario Opzione Zero					
	TGM LEGGERI			TGM PESANTI		
	GIORNALIERO (0-24)	DIURNO (6-22)	NOTTURNO (22-6)	GIORNALIERO (0-24)	DIURNO (6-22)	NOTTURNO (22-6)
SR418 (in blu)	3.767	3.202	565	73	62	11
E45 (in verde)	26.073	22.162	3.911	3.300	2.805	495
Strada di progetto (in rosso - Lotto 1)	6.260	5.321	939	33	28	5

TRATTI STRADALI DI RIFERIMENTO	ANNO DI RIFERIMENTO 2032 - Scenario Post Operam					
	TGM LEGGERI			TGM PESANTI		
	GIORNALIERO (0-24)	DIURNO (6-22)	NOTTURNO (22-6)	GIORNALIERO (0-24)	DIURNO (6-22)	NOTTURNO (22-6)
SR418 (in blu)	833	708	125	40	34	6
E45 (in verde)	30.973	26.327	4.646	3.287	2.794	493
Strada di progetto (in rosso - Lotto 1 e 2)	8.240	7.004	1.236	113	96	17

TRATTI STRADALI DI RIFERIMENTO	ANNO DI RIFERIMENTO 2042 - Scenario Post Operam					
	TGM LEGGERI			TGM PESANTI		
	GIORNALIERO (0-24)	DIURNO (6-22)	NOTTURNO (22-6)	GIORNALIERO (0-24)	DIURNO (6-22)	NOTTURNO (22-6)
SR418 (in blu)	907	771	136	47	40	7
E45 (in verde)	32.853	27.925	4.928	3.780	3.213	567
Strada di progetto (in rosso - Lotto 1 e 2)	10.060	8.551	1.509	240	204	36

### **1.7 Analisi dello scenario di progetto: i livelli di servizio**

I livelli di servizio sono stati verificati nello scenario di progetto riferito all'anno di messa in esercizio previsto dalla variante in oggetto (2032). La viabilità di progetto, di lunghezza pari a 6 km circa, si articola sulle seguenti 4 tratte (una per ogni cambio di livelletta e/o caratteristiche geometriche della strada) a partire dallo svincolo della E45/SS3 bis Tiberina:

1. La prima tratta, di lunghezza di circa 260 m, pendenza media del 3% (strada di tipo ondulato) e doppia corsia per senso di marcia;
2. La seconda tratta, di lunghezza di circa 1.050 m, pendenza media del 4,5% (strada di tipo montuoso) e doppia corsia per senso di marcia;
3. La terza tratta si estende per 4,2 km, ha pendenza media del 2,92% (strada ondulata) e una corsia per senso di marcia
4. La quarta tratta, in discesa (considerando la direzione ovest-est), ha estensione inferiore a 500 m e pendenza del 4% (ondulata).

I livelli di servizio sono stati calcolati per le tratte 2 e 3 poiché la loro estensione supera i 500 m (limite inferiore al di sotto del quale non sono richieste verifiche di funzionalità). I livelli di servizio calcolati per le tratte 2 e 3 sono rappresentativi della funzionalità della intera viabilità di progetto.

### **1.8 La metodologia utilizzata per la verifica delle prestazioni delle strade di tipo C**

A partire dai dati delle assegnazioni, si è operata la verifica del livello di servizio della variante di progetto sulla base delle teorie elaborate dall'HCM (Highway Capacity Manual).

La configurazione di progetto studiata per il progetto, 2° stralcio, è di tipo C per l'intero asse, in continuità con quanto previsto dal 1° stralcio. Per l'intervento di progetto si è effettuata una analisi bidirezionale (per il tratto a 4 corsie) ed una monodirezionale (per il tratto a due corsie) seguendo la procedura indicata dall'HCM. La norma richiede un livello di servizio pari a C per le sezioni afferenti alle strade di tipo C – extraurbane secondarie (DM2001).

Per la tipologia C - extraurbana secondaria, la velocità non è l'unica misura della qualità del servizio offerto. Il ritardo in accodamento dovuto al volume di traffico sostenuto dall'infrastruttura ed al sorpasso impedito è una misura rilevante dei livelli di servizio. Per queste ragioni, per il calcolo del livello di servizio viene utilizzato l'effetto combinato dei seguenti indicatori:

## RELAZIONE TRASPORTISTICA

- Velocità di servizio (o velocità media di viaggio);
- Percentuale di tempo in accodamento.

La velocità di servizio è il rapporto tra la lunghezza della tratta oggetto di analisi ed il tempo medio di percorrenza di tutti i veicoli transitati nel periodo temporale di analisi. La percentuale di tempo in accodamento viene definita come la media percentuale del tempo speso da tutti i veicoli che rimangono accodati nell'impossibilità di sorpassare.

La combinazione dei due parametri definisce il Livello di Servizio di ogni tronco dell'infrastruttura in base alla figura seguente.

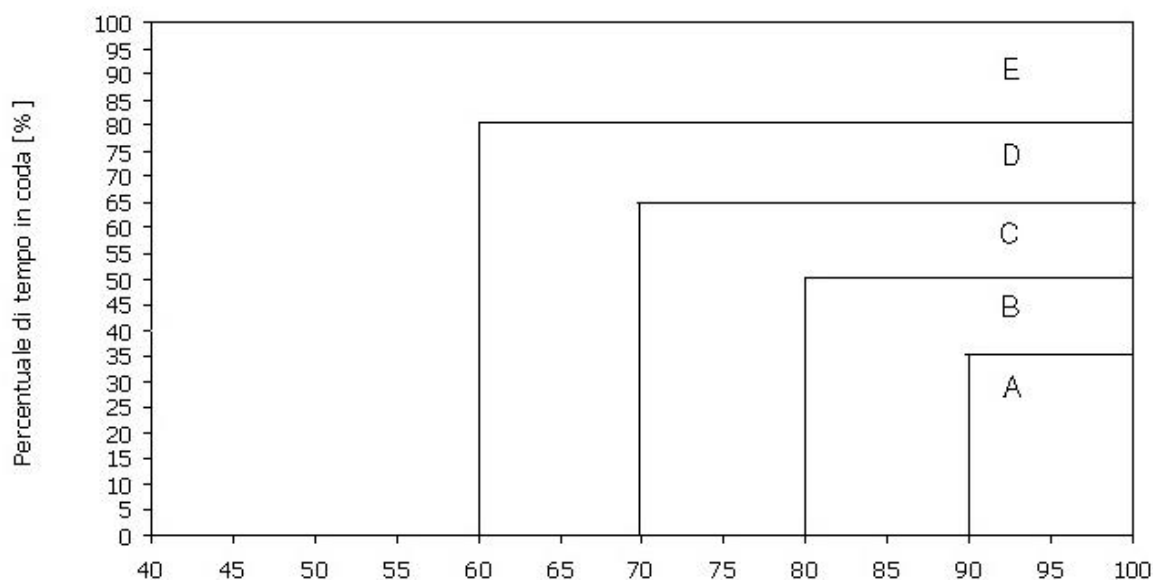


Tabella finale per determinazione dei Livello di Servizio (in ascissa la velocità media di viaggio, in ordinata la % di tempo speso in coda)

### 1.9 Livelli di servizio in asse per la verifica dell'intervento di progetto

A seguire si riportano le tabelle riferite alle due tratte sottoposte a valutazione. I LOS sono stati calcolati sia per valori riferiti **all'ora di punta annua** dal modello di simulazione al 2032 (quindi nella condizione di massima pressione possibile per ciascuna viabilità), sia rispetto a dei flussi di traffico riportati **all'ora di punta del giorno medio**, corrispondente a circa l'8% del TGM.

**RELAZIONE TRASPORTISTICA**

Per il primo tratto a 4 corsie, la cui analisi di livello di servizio è assimilabile a quella di una strada di tipo B, il LOS è di tipo A per l'ora di punta annua e in direzione est (ovverosia in salita, dove si registrano i flussi maggiori, e nell'ora di massimo afflusso annuo). Evidentemente, nella direzione opposta, in discesa e a flusso minore, il livello di servizio sarà parimenti di tipo A.

TASSO DI FLUSSO PER Vs			
N	2		VHP 707 veicoli/h
fc	1		phf 1
fb	0,6		
fs	0		
fm	0		BVFL 90 km/h
fp	1		
fHV	0,97		VFL 88,4 km/h
Pt	1,37	%	
Pr	0	%	Q 365,62 vett/ora
Et	3,5		Vs 88,4 km/h
Er	4,5		DensVeic 4,14
<b>Livello di servizio A</b>			

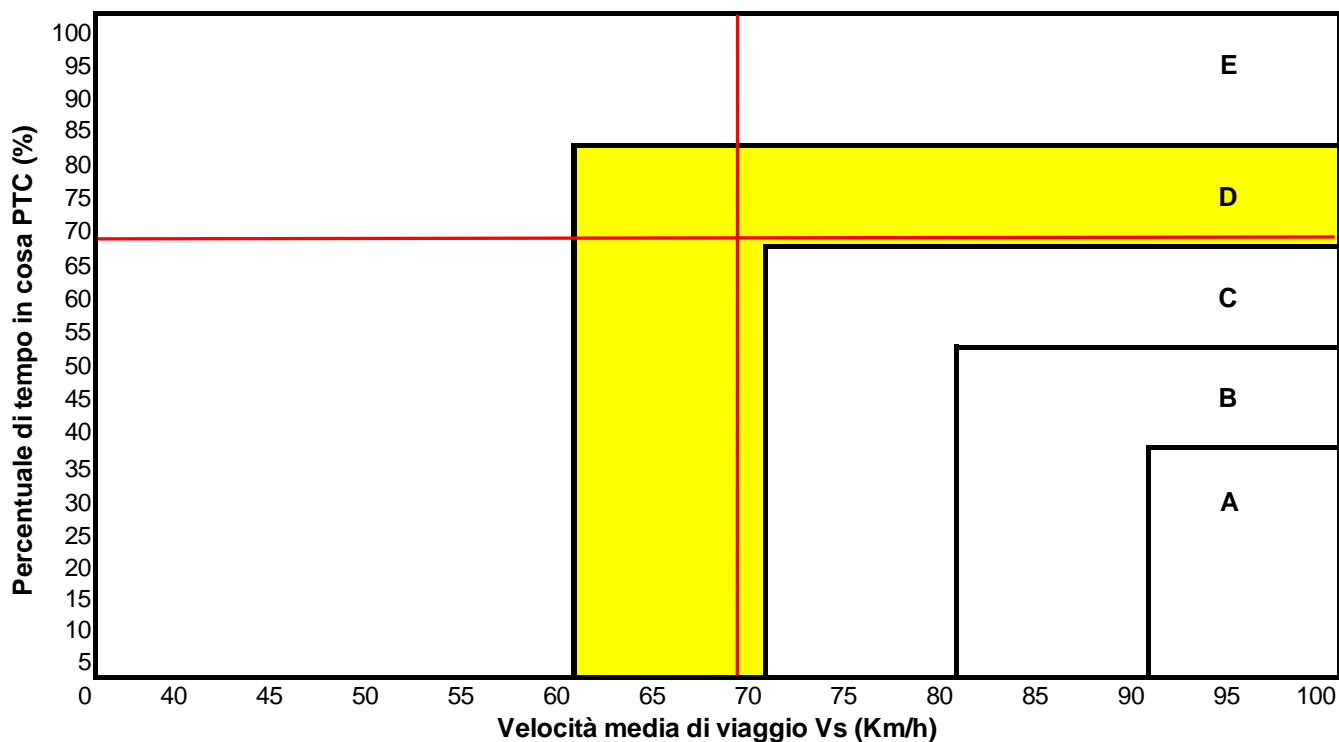
Livello di Servizio del tratto 2 a quattro corsie in ora di punta annua

Per il secondo tratto, ondulato a due corsie, il livello di servizio, individuato combinando la velocità di servizio (Vs) e la percentuale di tempo in accodamento (PTC), è di tipo D rispetto all'ora di punta annua (al limite con i valori di tipo C) e di tipo C per l'ora di punta media.

TASSO DI FLUSSO PER Vs		TASSO DI FLUSSO PER PTC			
		VHP	1279 veq/h		
		phf	1		
fc	2,1			fg	1
fa	0			fHV	1
fg	0,99	BVFL	90 km/h	Pt	1,37
fHV	0,99			Pr	0
Pt	1,37	VFL	87,9 km/h	Et	1
Pr	0			Er	1
Et	1,5	Q	1300,95		
Er	1,1				
fnp	3,12	Vs	68,5 km/h	fd/np	0,94
					distr. di traffico 56-44
<b>Livello di servizio D</b>			<b>Livello di servizio D</b>		



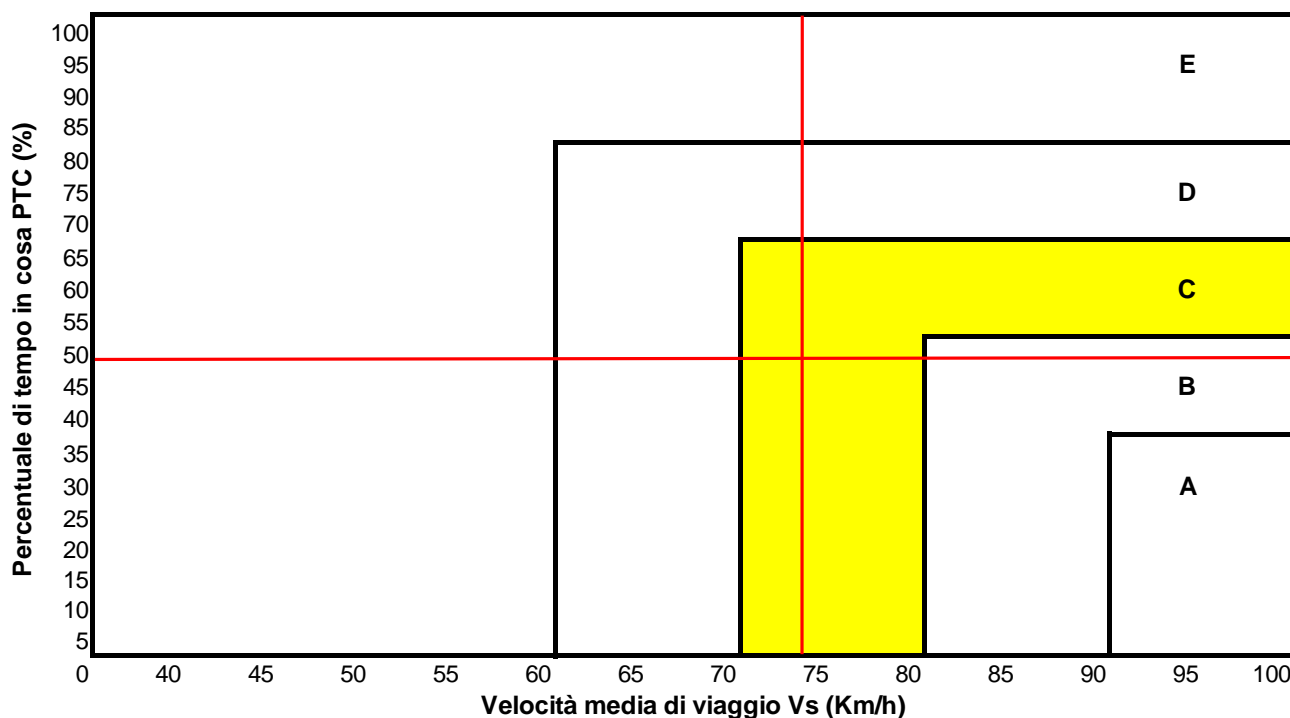
**RELAZIONE TRASPORTISTICA**



Livello di Servizio del tratto 3 a due corsie in ora di punta annua

TASSO DI FLUSSO PER Vs		TASSO DI FLUSSO PER PTC					
fc <sub>b</sub>	2,1	VHP	682 veq/h	fg	0,94	Q	731
fa	0	phf	1	ff <sub>HV</sub>	0,99	BPTC	47,39
fg	0,93	BVFL	90 km/h	Pt	1,37	<b>PTC</b>	<b>49,22</b>
ff <sub>HV</sub>	0,99	VFL	87,9 km/h	Pr	0		
Pt	1,37 %	Q	742,61	Et	1,5		
Pr	0 %	<b>Vs</b>	<b>73,0 km/h</b>	Er	1		
Et	1,9			fd/np	1,83	distr. di traffico 56-44	
Er	1,1						
fn <sub>p</sub>	5,67						
		Livello di servizio C		Livello di servizio B			

**RELAZIONE TRASPORTISTICA**



Livello di Servizio del tratto 3 a due corsie in ora di punta media

In considerazione dei flussi assegnati dal modello, il livello di servizio complessivo della viabilità del secondo stralcio è di tipo C per l'ora di punta annua, condizione di massima pressione sulla rete in un anno, e di tipo B/C rispetto all'ora di punta media giornaliera. Anche nella configurazione peggiore, ovvero quella con i massimi valori di flusso, la viabilità progettata garantisce livelli di servizio nella norma.

### 1.10 Conclusioni

Sugli assi stradali che compongono il secondo stralcio del Tratto Eggi-Acquasparta della Strada delle Tre Valli Umbre, per i flussi assegnati in ora di punta annua dal modello di simulazione al 2032 (anno ipotizzato per l'entrata in esercizio della strada), pari a circa 1.280 veicoli equivalenti, si registrano livelli di servizio di tipo A e di tipo D (al limite con un livello di tipo C); si precisa che la matrice oraria è stata calibrata sui valori di punta di ciascuna sezione degli anni 2017-2022, quindi nella condizione di massima pressione possibile per ciascuna viabilità (si è operato, pertanto, in favore di sicurezza). Il traffico riferito all'ora di punta annua, **riportato al dato giornaliero**, è di circa 8.500 veicoli equivalenti. La percentuale di veicoli pesanti sull'asse di progetto è inferiore al 2% (circa 1,4%).

---

**RELAZIONE TRASPORTISTICA**

---

Si sono calcolati, inoltre, i livelli di servizio rispetto a dei flussi di traffico riportati all'ora di punta generica (e non quella annua), pari a circa l'8% del TGM. Rispetto all'ora di punta generica, la viabilità di progetto registra livelli di servizio di tipo A per il tratto a 4 corsie e C/B per il restante tratto a due corsie.

Si evidenzia come, per tutte le restanti ore dell'anno ad eccezione di quelle di punta annua, i traffici sulla rete si riducono notevolmente e, di conseguenza, l'infrastruttura di progetto potrà garantire livelli di servizio migliori rispetto a quelli registrati nelle condizioni di maggiore carico sulla rete (ora di punta annua), come evidenziato dal calcolo dei LOS rispetto all'ora di punta generica.