

S.S 685 "DELLE TRE VALLI UMBRE"
TRATTO SPOLETO - ACQUASPARTA
1° stralcio: Madonna di Baiano-Firenzuola

PROGETTO ESECUTIVO

COD. **PG143**

PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GDG - ICARIA

IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Nando Granieri
 Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A351

IL PROGETTISTA:

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

Arch. Pianificatore Marco Colazza

Il Responsabile del Procedimento

Dott. Ing.
 Alessandro Micheli

PROTOCOLLO

DATA

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



Dott.Ing. N.Granieri
 Dott.Arch. N.Kamenicky
 Dott.Ing. V.Truffini
 Dott.Arch. A.Bracchini
 Dott.Ing. F.Durastanti
 Dott.Ing. E.Bartolucci
 Dott.Geol. G.Cerquiglini
 Geom. S.Scopetta
 Dott.Ing. L.Sbrenna
 Dott.Ing. E.Sellari
 Dott.Ing. L.Dinelli
 Dott.Ing. L.Nani
 Dott.Ing. F.Pambianco
 Dott. Agr. F.Berti Nulli

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

Dott. Ing. V.Rotisciani
 Dott. Ing. F.Macchioni
 Geom. C.Vischini
 Dott. Ing. V.Piunno
 Dott. Ing. G.Pulli
 Geom. C.Sugaroni



05.PROGETTO STRADALE
05.01 ELABORATI GENERALI

Studio trasportistico

CODICE PROGETTO			NOME FILE	REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	ANNO	T00PS00TRARE04A		
DTPG143	E	23	CODICE ELAB. T00PS00TRARE04	A	-
A	Emissione		Ago 2023	C.Rossi	F.Durastanti N.Granieri
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO APPROVATO

RELAZIONE TRASPORTISTICA

1	IL MODELLO DI SIMULAZIONE DEL TRAFFICO	2
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>Stato attuale.....</i>	<i>12</i>
1.6.2	<i>Scenario di progetto (2032).....</i>	<i>13</i>
1.7	ANALISI DELLE PRESTAZIONI DELL'INTERVENTO: DATI GENERALI E METODOLOGIA PER LA STIMA DEI LIVELLI DI SERVIZIO LUNGO LA VIABILITÀ DI PROGETTO	14
1.7.1	<i>La metodologia utilizzata per la verifica delle prestazioni delle strade di tipo C.....</i>	<i>15</i>
1.8	LIVELLI DI SERVIZIO IN ASSE PER LA VERIFICA DELL'INTERVENTO DI PROGETTO.....	17
1.8.1	<i>Livello di servizio tratto 3 (i=-4%, L=1,055km).....</i>	<i>17</i>
1.8.2	<i>Livello di servizio tratto 4 (i=-1,74%, L=0,911km).....</i>	<i>20</i>
1.8.3	<i>Livello di servizio tratto 5 (i=-2,8%, L=0,473km).....</i>	<i>21</i>
1.8.4	<i>Livello di servizio tratto 6 (i=0,5%, L=0,962km).....</i>	<i>23</i>
1.8.5	<i>Livello di servizio tratto 7 (i=-3%, L=0,462km).....</i>	<i>23</i>
1.9	CONCLUSIONI	23

1 IL MODELLO DI SIMULAZIONE DEL TRAFFICO

A supporto del progetto esecutivo del 1° Stralcio Madonna di Baiano-Firenzuola 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) caratterizzato da un'offerta di rete pari a quella dello stato attuale con, in aggiunta, il 1° Stralcio Baiano – Firenzuola completato (tipo C), connesso alla rete viaria esistente.

1.1 La zonizzazione

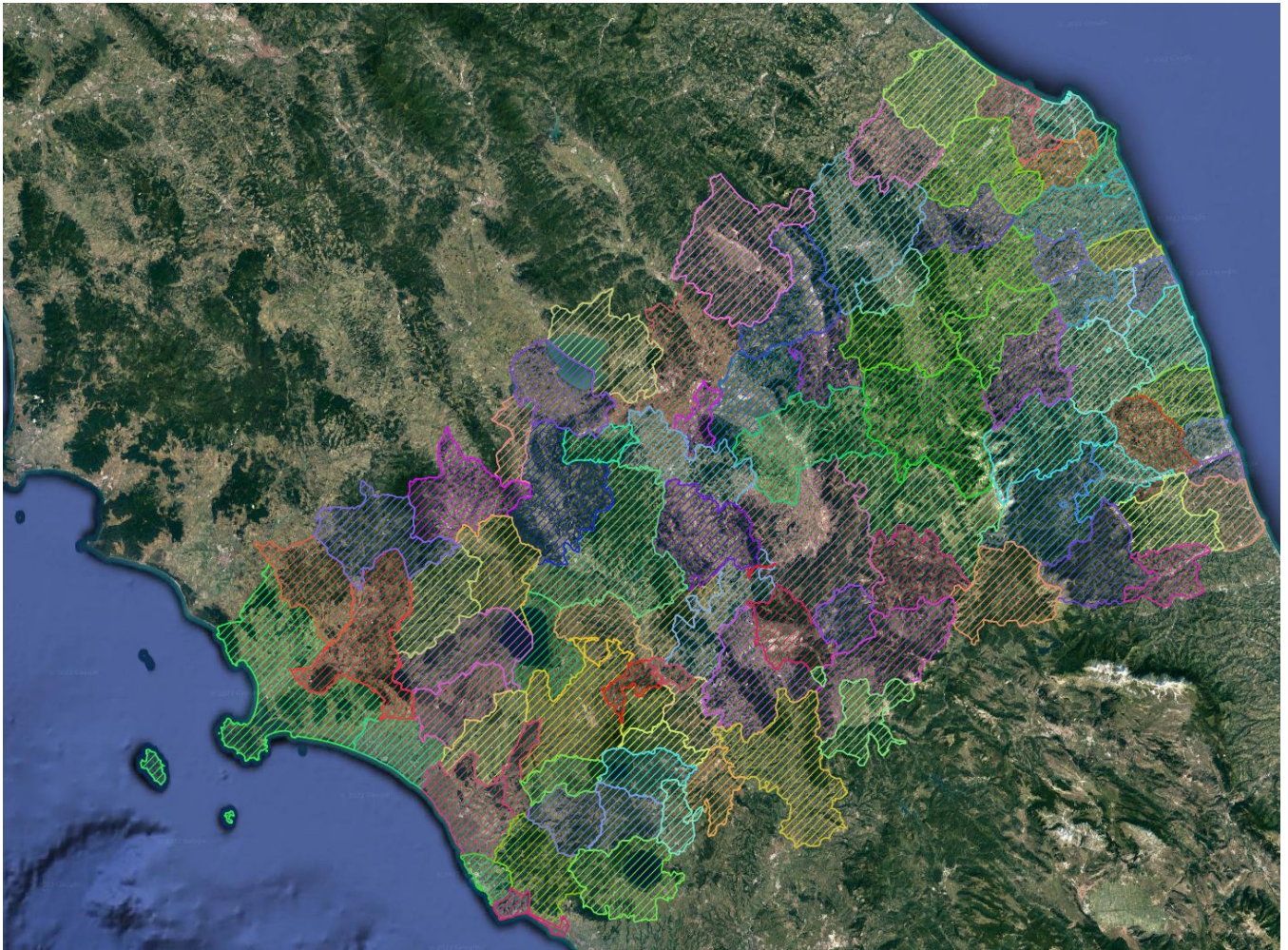
Come base di partenza per l'implementazione del modello di traffico si suddivide l'area di studio in zone di traffico (ZDT), aree uniformi dal punto di vista trasportistico. La zonizzazione tiene conto di diversi criteri:

- 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.

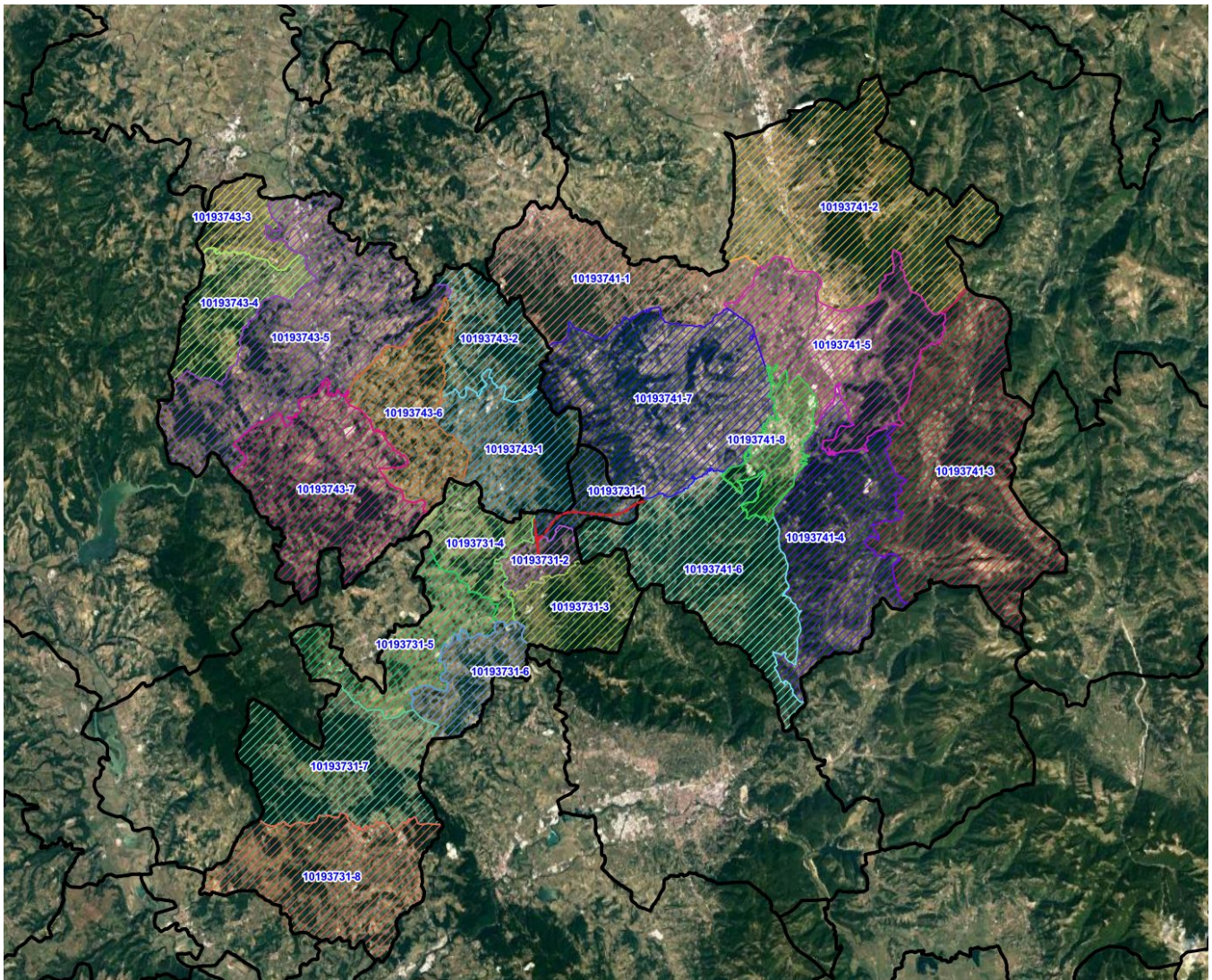
L'estrazione dell'azzoneamento ANAS conta su **149 zone di traffico**. In particolare, **le 3 zone nei pressi dell'intervento sono state ulteriormente frazionate al fine di rappresentare anche il traffico locale che può utilizzare la viabilità di progetto.**

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.

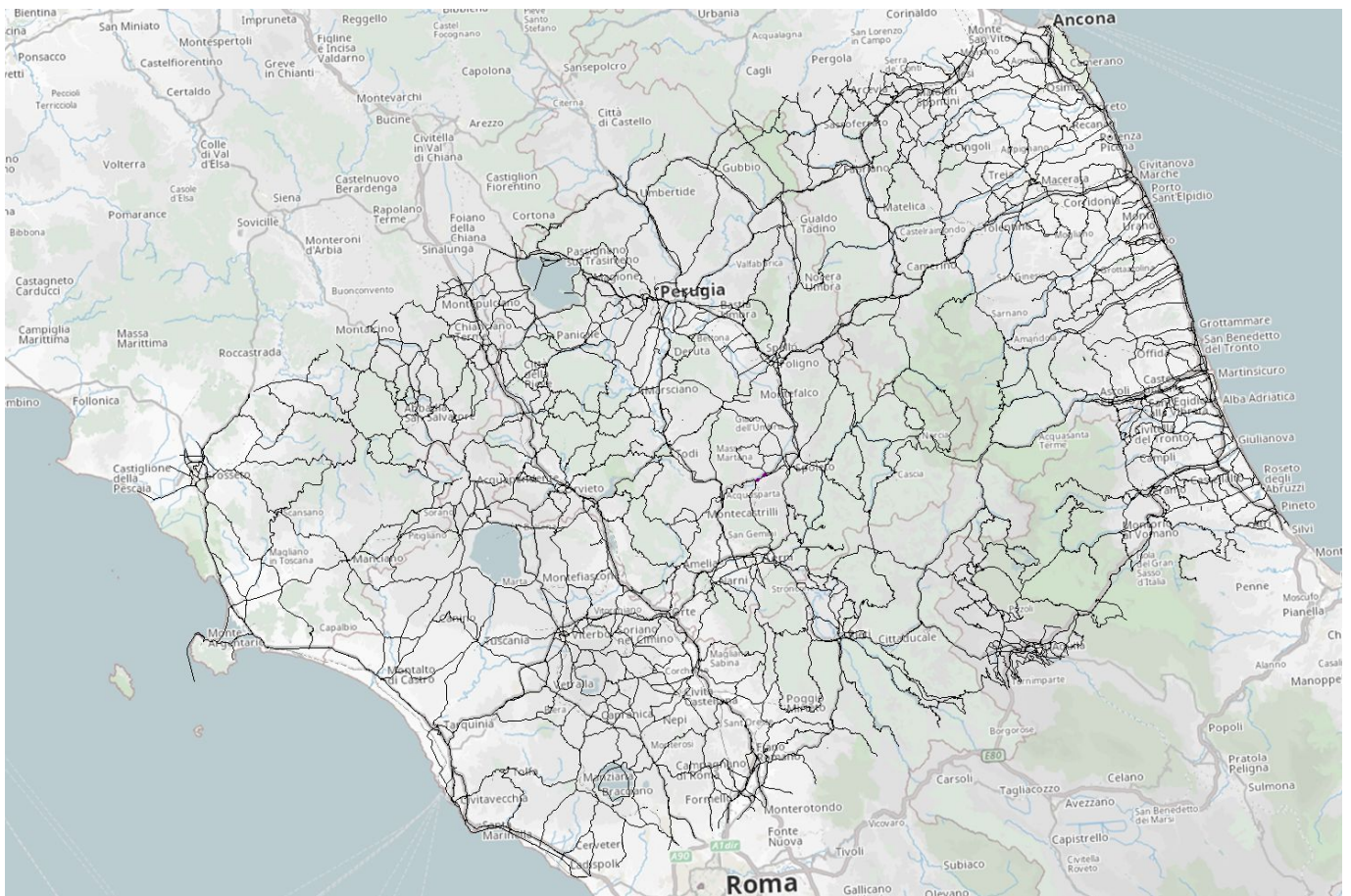
La rete viaria è il grafo OSM (OpenStreetMap), caratterizzato in termini di tipo di strada, n° corsie, velocità di flusso libero e capacità teorica. Il grafo, in versione informatizzata vettoriale, è

RELAZIONE TRASPORTISTICA

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 “*typeno*”, in modo da associare a ciascun tipo i valori di velocità, capacità, numero di corsie e i coefficienti α e β utilizzati nella formula BPR (Bureau of Public Roads¹) 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

¹ 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 €/h²
 - 1 ora: 3600 secondi
 - conversione: 0,004874 €/s
 - coefficiente: 0,004874 €/s*100=0,4874 cent/s
- Coefficiente di costo relativo al costo chilometrico
 - 0,074² €/km
 - 1 km: 1.000 metri
 - conversione: 0,000074 €/m

² 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 €/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:

$$T = \frac{\text{Lunghezza}}{V_r} \cdot 60 \cdot \left(1 + \text{coe} \cdot \left(\frac{\text{volam}}{S} \right)^B \right)$$

³ 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;
- α e β 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 α e β , 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, α e β 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

RELAZIONE TRASPORTISTICA

contorno della viabilità di progetto) hanno consistenza pari a 125.125 per i veicoli leggeri e 9.701 per i mezzi pesanti.

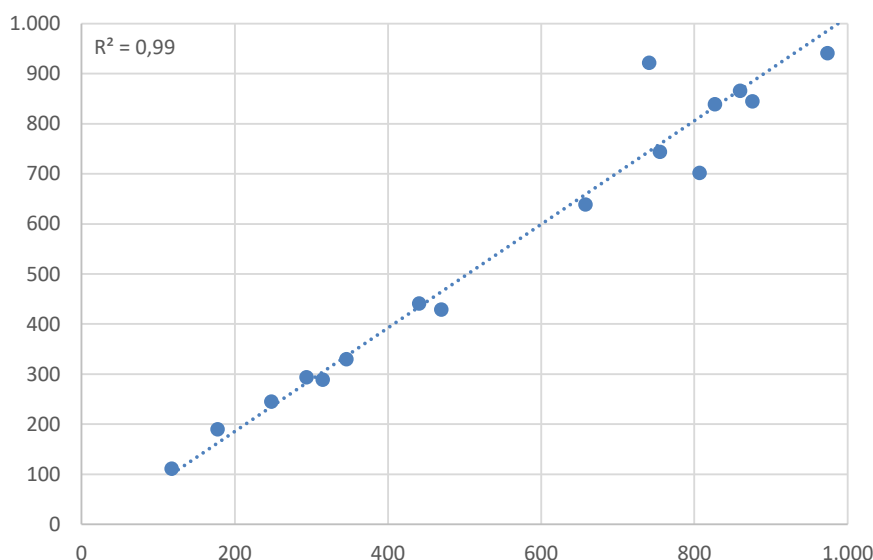
1.5 La calibrazione del modello

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

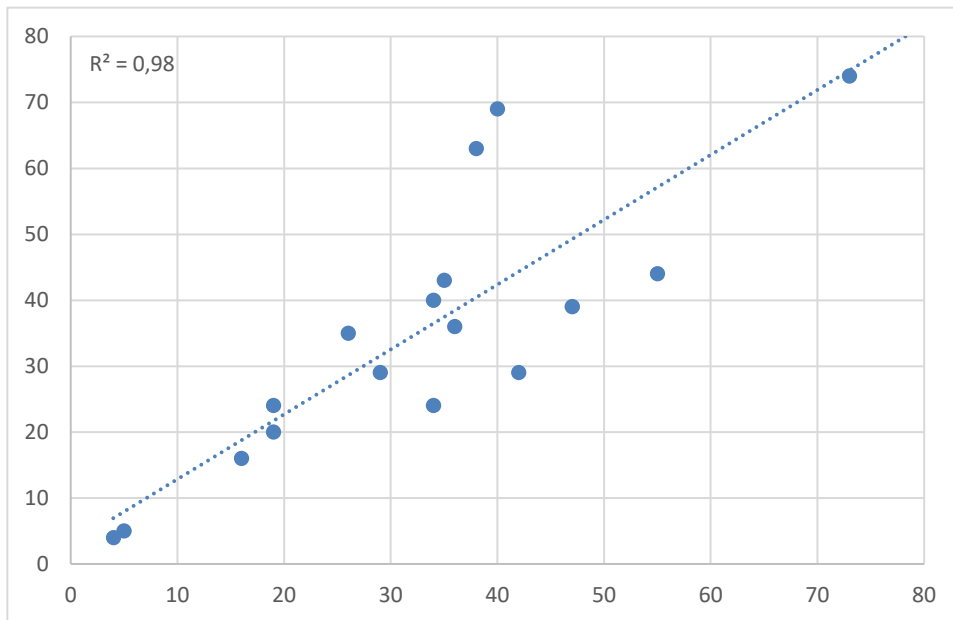
Utile per una valutazione puntuale, sezione per sezione, è il calcolo dell'indice GEH, definito come:

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

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%.

RELAZIONE TRASPORTISTICA

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 e lo scenario di progetto.

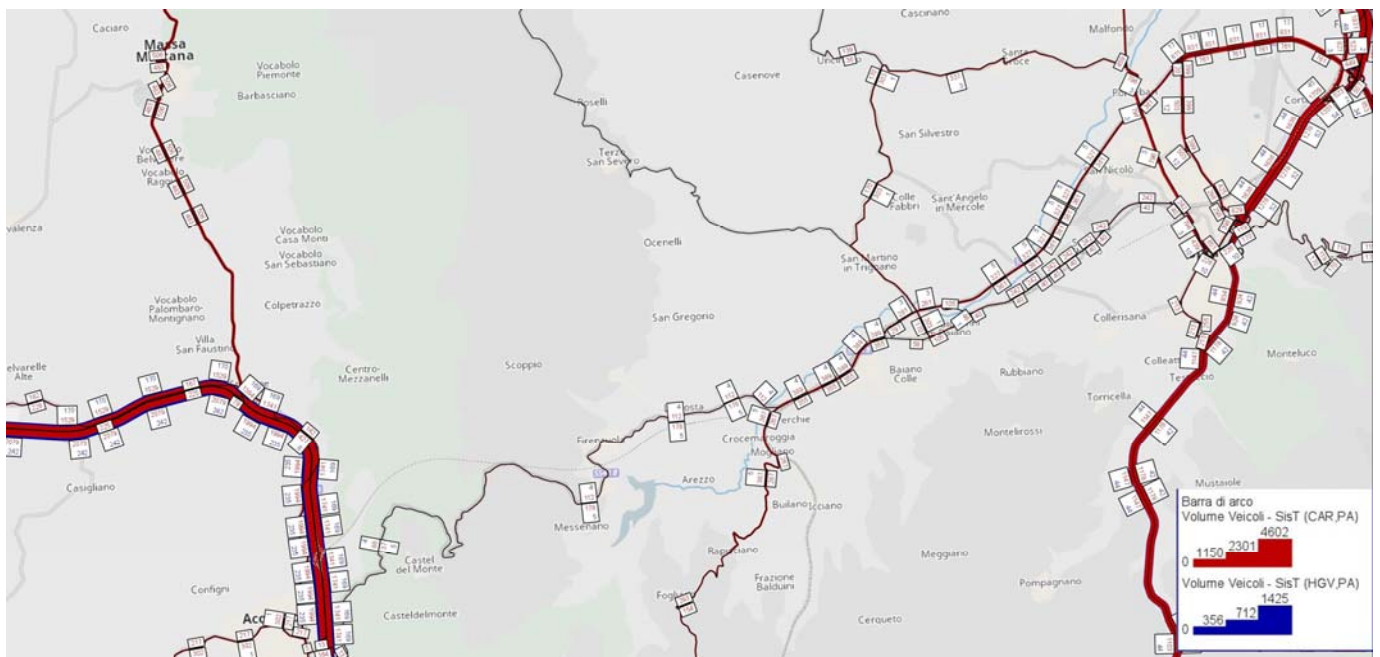
Nei paragrafi a seguire si riportano i risultati delle assegnazioni per le 2 matrici considerate dei leggeri e dei pesanti in ora di punta.

Sono stati simulati:

- scenario attuale calibrato;
- scenario di progetto (2032) con la realizzazione del 1° stralcio Baiano;

1.6.1 Stato attuale

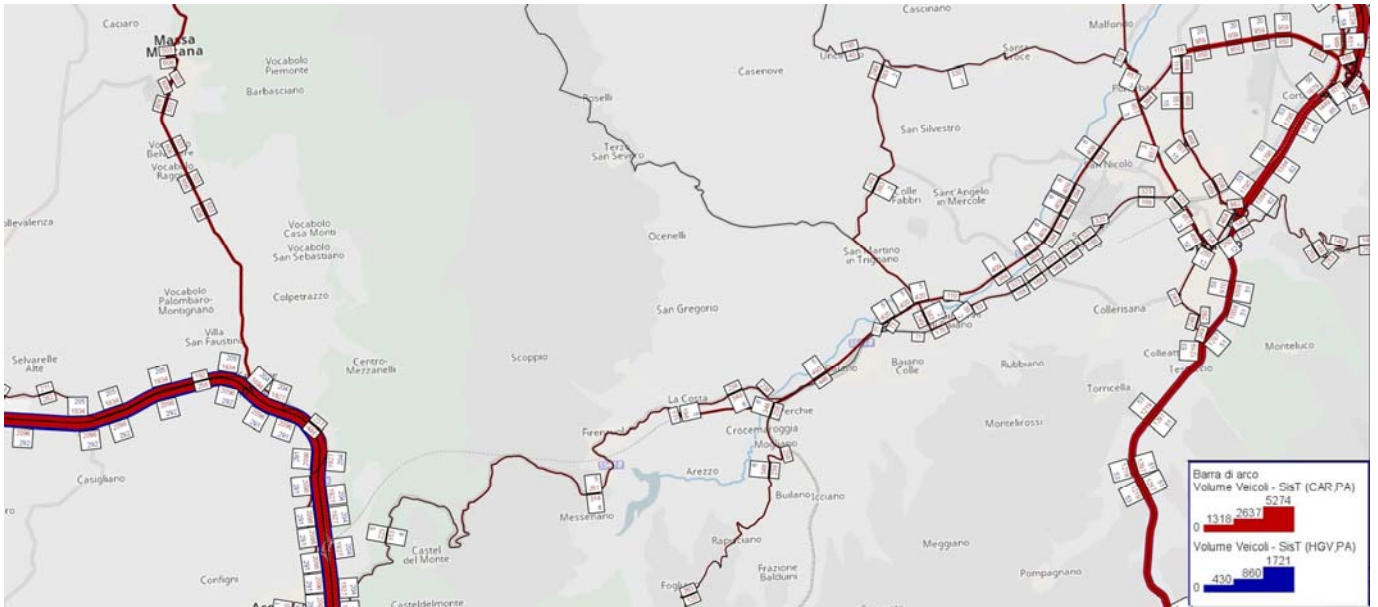
Il risultato evidenziato dalla figura a seguire definisce, per ciascun arco della rete, il flusso di traffico (distinto in veicoli leggeri e pesanti) dell'ora di punta nello stato attuale.



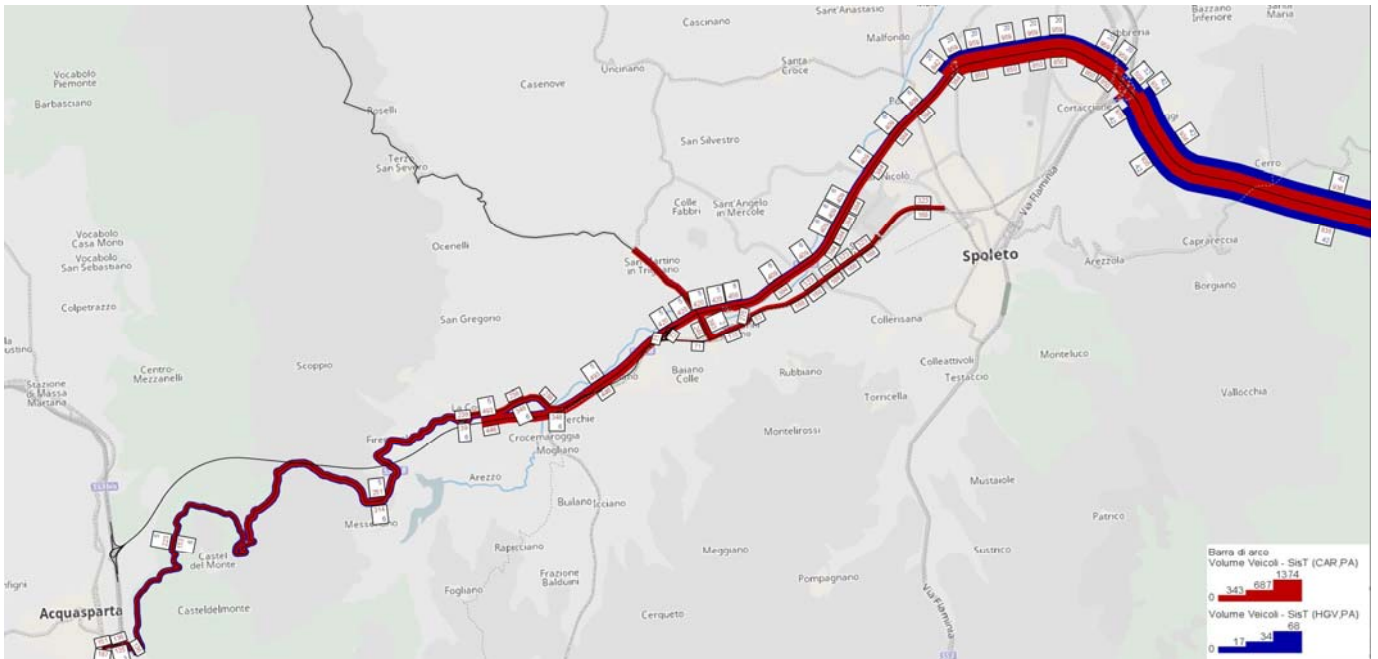
Assegnazione stato attuale: matrici dei leggeri e dei pesanti in ora di punta

1.6.2 Scenario di progetto (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 progetto, considerando il grafo stradale comprensivo del 1° stralcio Baiano – Firenzuola.



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



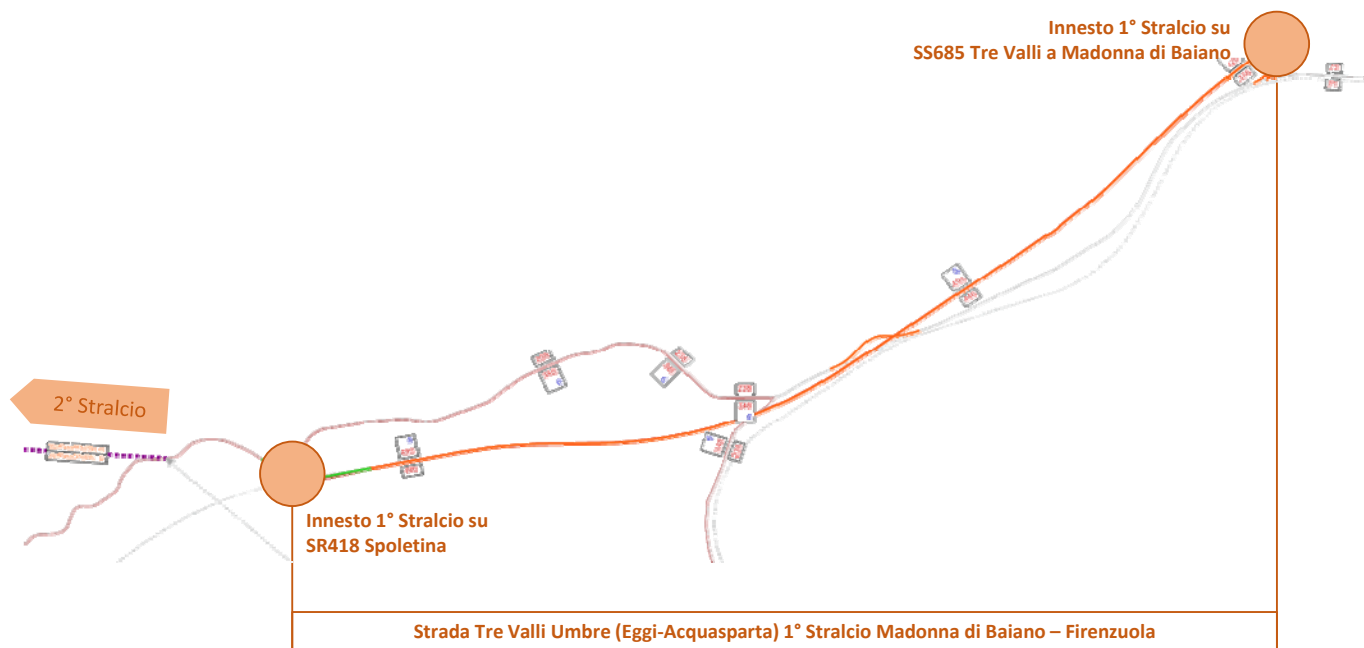
Assegnazione scenario di progetto: matrici dei leggeri e dei pesanti in ora di punta-focus sull'area di progetto (con flussogramma in scala maggiore)

1.7 Analisi delle prestazioni dell'intervento: dati generali e metodologia per la stima dei livelli di servizio lungo la viabilità di progetto

Gli output delle simulazioni di traffico consentono di avere la stima dei flussi di traffico lungo la nuova viabilità di collegamento tra Madonna di Baiano e Firenzuola.

Per la verifica delle prestazioni lungo il nuovo asse che si sviluppa per un totale di circa 4,4 km, sono stati valutati i livelli di servizio nello scenario di progetto. Oltre a caratteristiche geometriche e plano-altimetriche del tracciato, tra i dati di base per la stima dei livelli di servizio vi sono i flussi di traffico equivalenti nell'ora di punta e la percentuale dei mezzi pesanti per direzione.

L'assegnazione dello scenario di progetto restituisce, lungo il tratto in progetto, un totale di 446 veic-eq nell'ora di punta annua in direzione est (verso Madonna di Baiano) e un totale di 498 veic-eq nell'ora di punta annua in direzione opposta (verso Firenzuola). Questi dati sono evidenziati anche nello schema riportato.



Schema intervento con etichette relative ai flussi di traffico (in rossi veicoli leggeri, in blu mezzi pesanti)

La viabilità di progetto, di lunghezza pari a 4,4 km circa, si articola su 9 tratti (uno per ogni cambio di livelletta) come riportato nella tabella seguente.

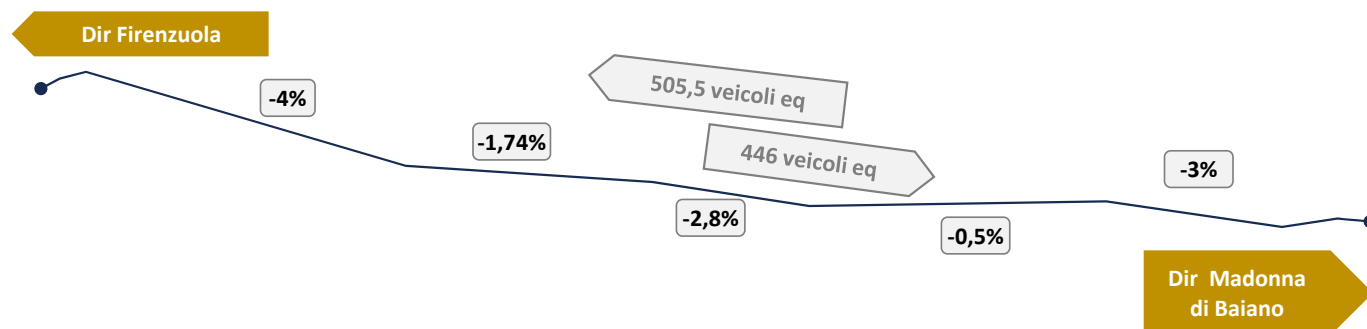
RELAZIONE TRASPORTISTICA

	Lunghezza	Pendenza	Andamento altimetrico del tracciato	Corsie per senso di marcia
tratto 1	14,85	2,00%	P	1
tratto 2	92,4	2,68%	P	1
tratto 3	1055,55	-4,00%	M	1
tratto 4	911,14	-1,74%	P	1
tratto 5	472,82	-2,80%	O	1
tratto 6	962,27	0,50%	P	1
tratto 7	461,64	-3,00%	O	1
tratto 8	238,52	1,78%	P	1
tratto 9	161,18	-0,49%	P	1

Caratteristiche delle livellette e andamento altimetrico da manuale HCM

P=Pianeggiante, O=Ondulato, M=Montuoso

Le tratte oggetto di verifica sono quelle evidenziate con estensione superiore ai 400 metri. Nel complesso sono stati valutati i livelli di servizio per totali 3,8 km di tracciato.



1.7.1 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, 1° stralcio, è di tipo C per l’intero asse.

Per l’intervento di progetto si è effettuata una analisi globale (per i tratti 4, 5, 6, 7) ed un’analisi direzionale per il tratto 3 caratterizzato da andamento “montuoso”.

La norma richiede un livello di servizio pari a C per le sezioni afferenti alle strade di tipo C – extraurbane secondarie (DM2001).

RELAZIONE TRASPORTISTICA

Per la tipologia C - extraurbana secondaria, ma in generale per strade a due corsie, una per senso di marcia, la velocità non è l'unica misura della qualità del servizio offerto. Si valuta, infatti, anche il ritardo in accodamento dovuto al volume di traffico sostenuto dall'infrastruttura ed al sorpasso impedito, che su questo tipo di viabilità ha un impatto rilevante per i livelli di servizio.

Per queste ragioni, per il calcolo del livello di servizio di tutti i tratti verificati è stato utilizzato l'effetto combinato dei seguenti indicatori:

- 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.

Nel complesso lungo il tracciato è garantito il sorpasso per circa il 21% dello sviluppo. Nelle valutazioni per singole tratte si farà riferimento ad un sorpasso impedito dell'80%.

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

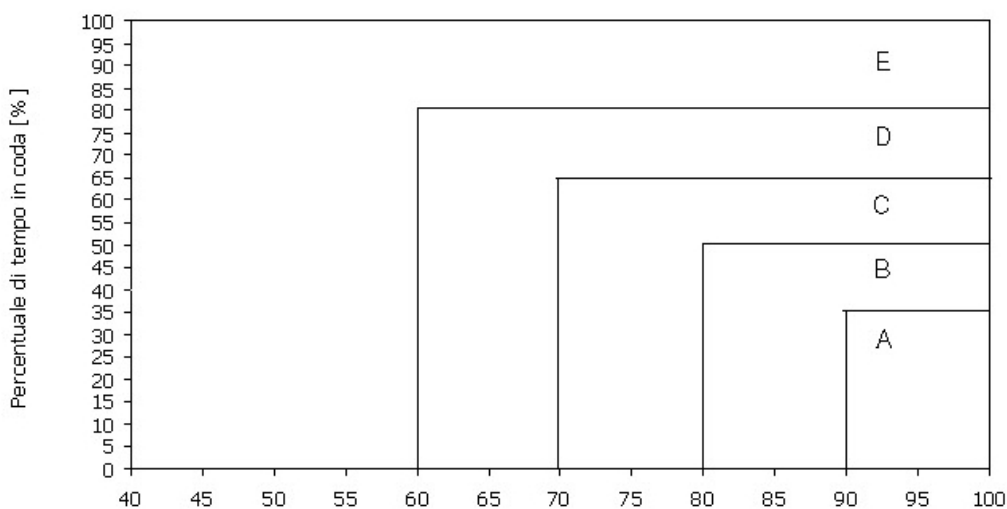


Tabella finale per determinazione dei Livello di Servizio (in ascissa la velocità media di viaggio, in ordinata la % di tempo speso in coda)

RELAZIONE TRASPORTISTICA

Per le strade di tipo C è richiesta una velocità media superiore (o uguale) ai 70 km/h ed una percentuale di tempo speso in coda inferiore (o uguale) al 65%.

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

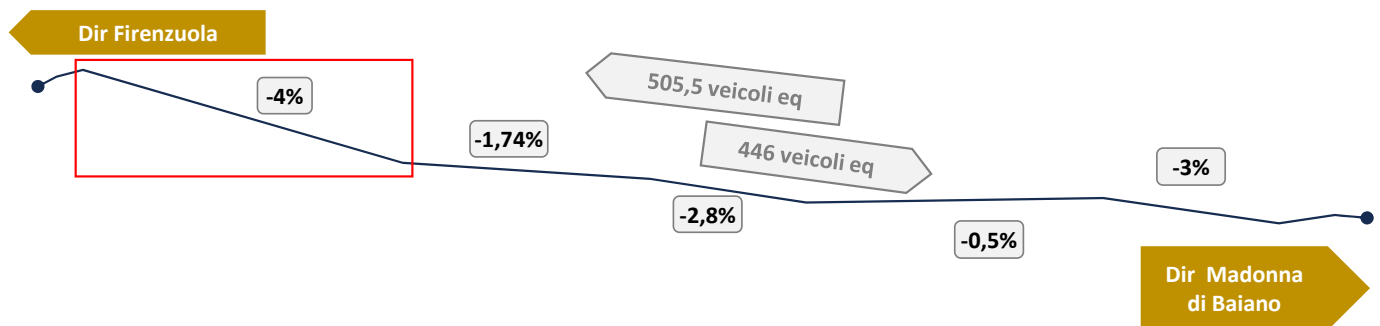
A seguire si riportano le tabelle riferite ai tratti sottoposti a valutazione. I LOS sono stati calcolati per valori riferiti **all'ora di punta annua** dal modello di simulazione al 2032 (quindi nella condizione di massima pressione possibile per ciascuna viabilità). Solo nel caso del tratto 3 (montuoso) la verifica è stata condotta anche rispetto a flussi di traffico riportati **all'ora di punta del giorno medio**, corrispondente a circa l'8% del TGM.

1.8.1 Livello di servizio tratto 3 (i=-4%, L=1,055km)

Il primo tratto analizzato è caratterizzato da una pendenza del -4% e da un'estensione di 1,055 km, classificato secondo l'HCM come tratto montuoso.

Il tipo di analisi richiesto per livellette di questo tipo è quella direzionale.

Analisi ora di punta annua

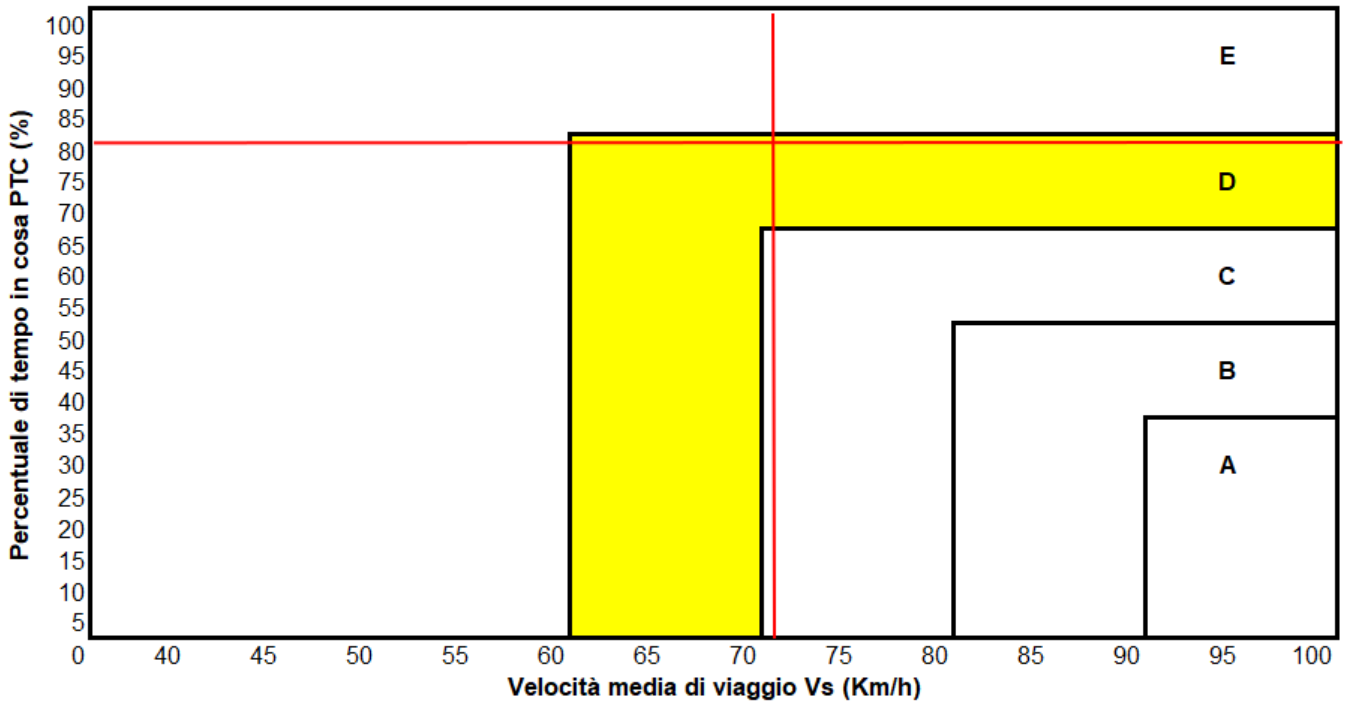


La valutazione viene condotta a partire dalla direzione "salita" (Qd) rispetto alla direzione opposta (Qo). I risultati evidenziano per la velocità media (Vsd) un livello di servizio C. Mentre per la percentuale di tempo speso in coda (PTCd) un livello di servizio D. Complessivamente il livello di servizio è D.

RELAZIONE TRASPORTISTICA

TASSO DI FLUSSO PER Vs			TASSO DI FLUSSO PER PTC					
fcB	2,8 *		BVFL	90 km/h				
fa	0		VFL	87,2				
"direzione 1, salita"								
fg	1		VHPd	505,5 veicoli/h	fg	1		
fHV	0,950991 formula		phf	1	fHV	1		
Pt	0,5%		Qd	531,5506	Pt	0,005297		
Pr	0%				Pr	0		
Et	5,87775				Et	1		
Er	1				Er	1		
"direzione opposta, discesa"								
fg	1 in discesa=1		VHPo	446 veicoli/h				
fHV	1,00		phf	1				
Pt	0%		Qo	446		Qo	446	
Pr	0%				a	-0,06689		
Et	1,9				b	0,46382		
Er	1,1							
						BPTCd	69,89888	
fnp	4,178 **		Vsd	70,80262	fnp	9,4275	PTCd	79,32638
Livello di servizio C			Livello di servizio D					

OdP annua
Tratto 3 - Direzionale OdP Annua

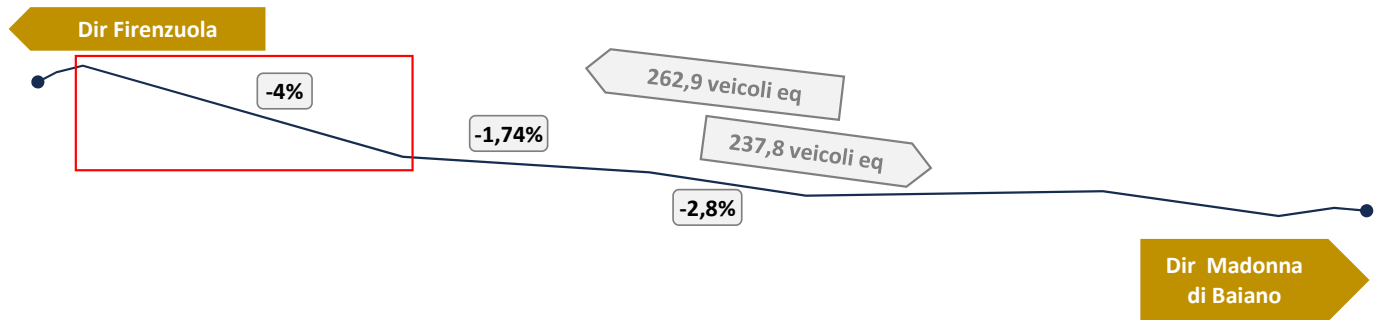


Livello di Servizio del tratto 3 a due corsie in ora di punta annua

RELAZIONE TRASPORTISTICA

Analisi ora di punta media

L'analisi per il tratto 3 (montuoso), mantenendo la verifica di tipo direzionale, sono state condotte anche considerando l'ora di punta media, che si assume pari all'8% del TGM.

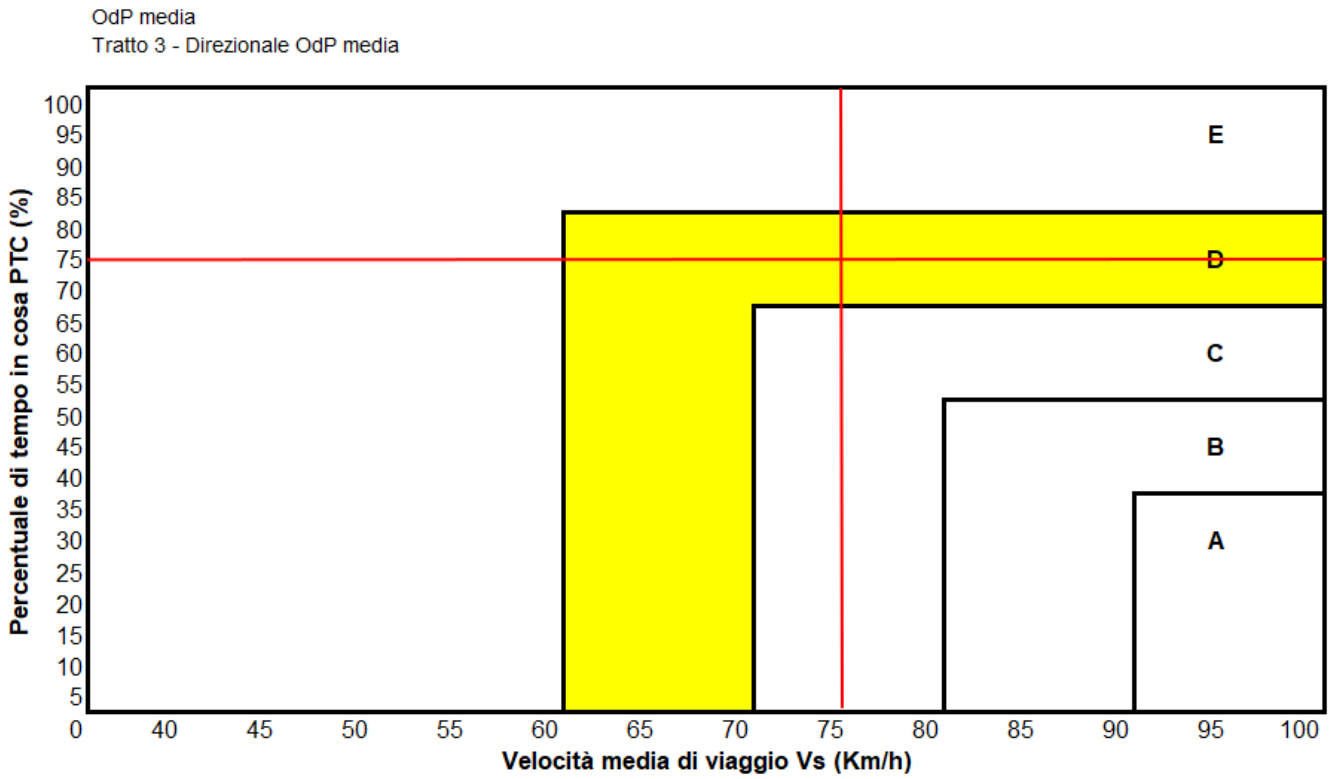


I valori dei flussi di traffico si riducono rispetto all'ora di punta annua, pertanto, le prestazioni del tratto in oggetto migliorano.

Anche in questo caso per la velocità media il livello di servizio è C, mentre la percentuale di tempo speso in coda si colloca nel livello D.

TASSO DI FLUSSO PER Vs				TASSO DI FLUSSO PER PTC				
fcb	2,8*		BVFL	90 km/h				
fa	0		VFL	87,2				
"direzione 1, salita"								
fg	1		VHPd	262,9333 veicoli/h	fg	1	VHPd	262,9333 veicoli/h
fHV	0,949454	formula	phf	1	fHV	1	phf	1
Pt	0,5%	%	Qd	276,931	Pt	0,5%	Qd	262,9333
Pr	0	%			Pr	0		
Et	6,038875				Et	1		
Er	1,3				Er	1		
"direzione opposta, discesa"								
fg	1	in discesa=1	VHPo	237,8667 veicoli/h				
fHV	1,00		phf	1				
Pt	0,0%	%	Qo	237,8667			Qo	237,8667
Pr	0	%			a	-0,02133		
Et	2,5				b	0,632216		
Er	1,1						BPTCd	51,44887
fnp	5,921333**		Vsd	74,8437	fnp	25,012	PTCd	76,46087
Livello di servizio C				Livello di servizio D				

RELAZIONE TRASPORTISTICA



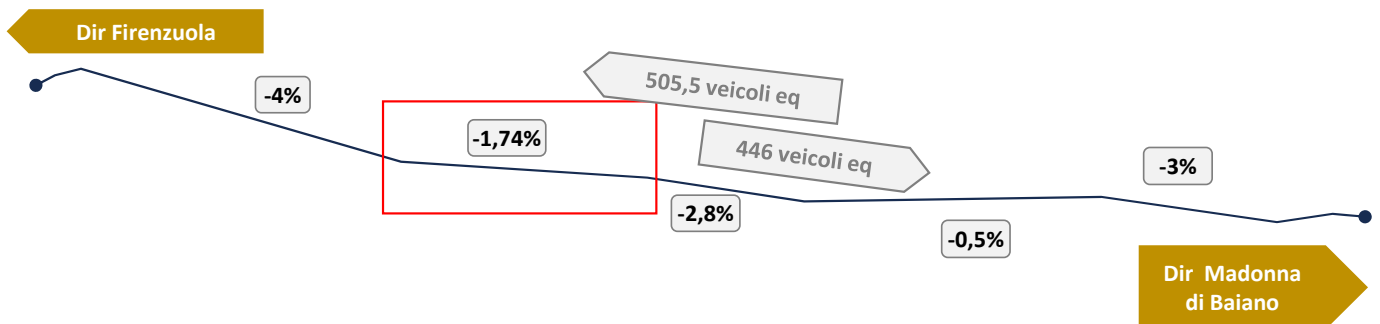
Livello di Servizio del tratto 3 a due corsie in ora di punta media

1.8.2 Livello di servizio tratto 4 (i=-1,74%, L=0,911km)

Il tratto 4 è caratterizzato da una pendenza del -1,74% e da un'estensione di 0,911 km, ed è classificato secondo l'HCM come tratto pianeggiante.

Il tipo di analisi richiesto per livellette di questo tipo è quella globale.

I risultati evidenziano sia per la velocità media (Vs) che per la percentuale di tempo speso in coda (PTC) un livello di servizio C.

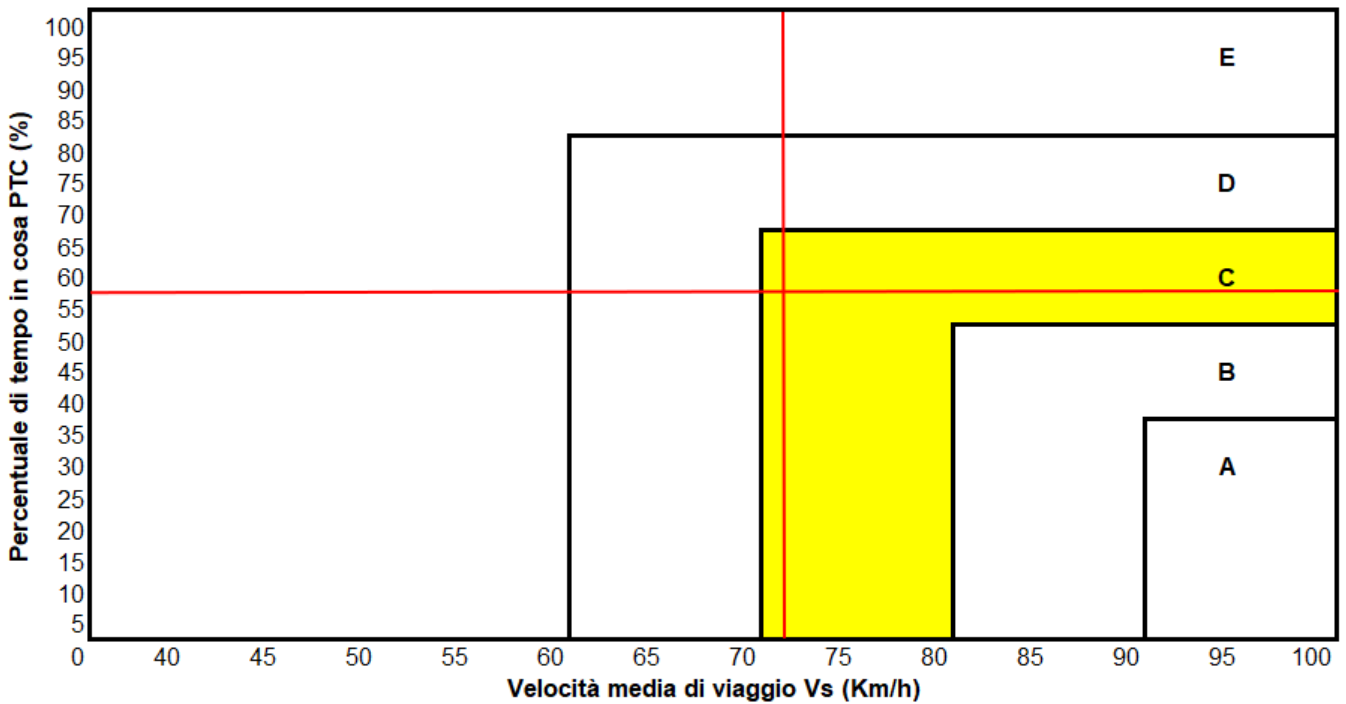


RELAZIONE TRASPORTISTICA

Sono stati considerati, in via prudentiale, le condizioni di flusso di traffico più gravose e rappresentate dalla distribuzione dei flussi nell'ora di punta annua.

TASSO DI FLUSSO PER Vs			TASSO DI FLUSSO PER PTC				
			VHP	952 veq/h			
fcb	2,8 *		phf	1			
fa	0				fg	1	
fg	1		BVFL	90 km/h	fHV	1,00	
fHV	1,00				Pt	0,005	
Pt	0,005 %		VFL	87,2 km/h	Pr	0	
Pr	0 %		Q	951,51	Et	1,1	
Et	1,2				Er	1	
Er	1		Vs	71,5 km/h			
fnp	3,77 **				fd/hp	1,90	
						Q	952
						BPTC	56,67
						PTC	58,57
Livello di servizio C			Livello di servizio C				

©



Livello di Servizio del tratto 4 (e tratto 6) a due corsie in ora di punta annua

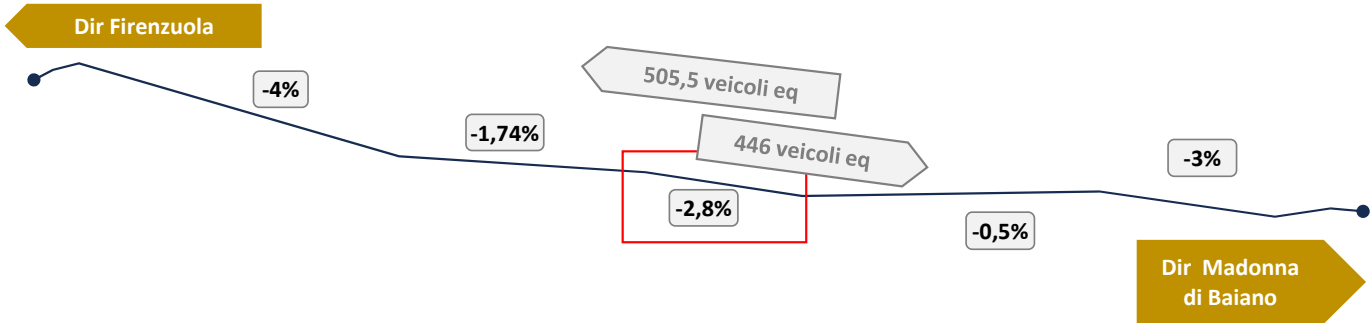
1.8.3 Livello di servizio tratto 5 (i=-2,8%, L=0,473km)

Il tratto 5 è caratterizzato da una pendenza del -2,8% e da un'estensione di 0,472 km, ed è classificato secondo l'HCM come tratto ondulato.

Il tipo di analisi richiesto per livellette di questo tipo è quella globale.

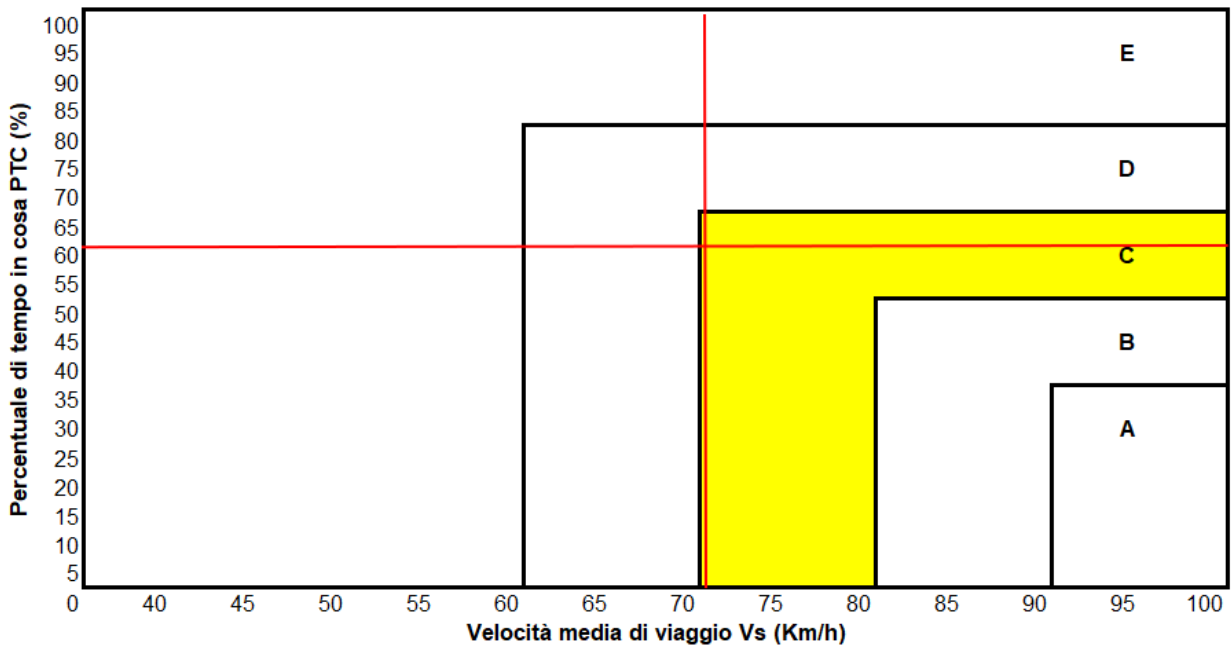
RELAZIONE TRASPORTISTICA

I risultati evidenziano sia per la velocità media (Vs) che per la percentuale di tempo speso in coda (PTC) un livello di servizio C.



Sono stati considerati, in via prudenziale, le condizioni di flusso di traffico più gravose e rappresentate dalla distribuzione dei flussi nell'ora di punta annua.

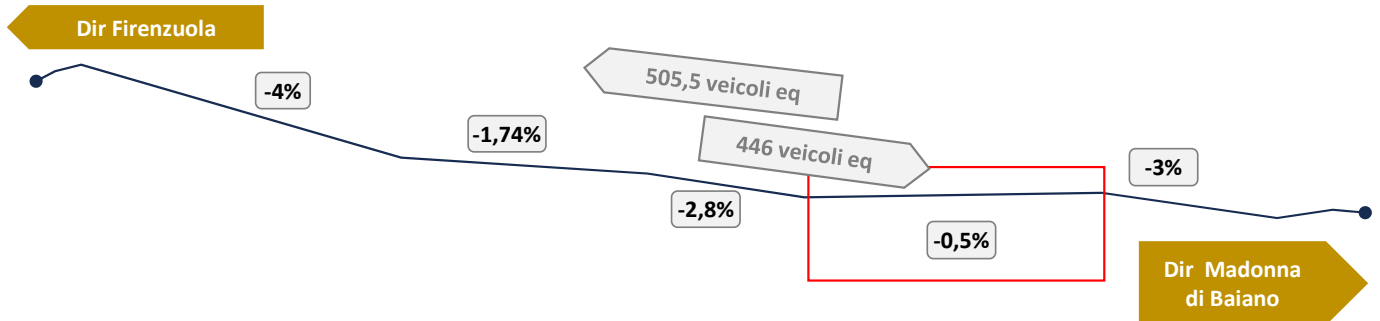
TASSO DI FLUSSO PER Vs				TASSO DI FLUSSO PER PTC				
fcb	2,8	*		VHP	952	veq/h		
fa	0			phf	1			
fg	0,93			BVFL	90	km/h	fg	0,94
fHV	1,00			VFL	87,2	km/h	fHV	1,00
Pt	0,005	%		Q	1023,17		Pt	0,005
Pr	0	%		Vs	70,6	km/h	Pr	0
Et	1,9						Et	1,5
Er	1,1						Er	1
fnp	3,77	**					fd/np	1,90
Livello di servizio C				Livello di servizio C				



Livello di Servizio del tratto 5 (e tratto 7) a due corsie in ora di punta annua

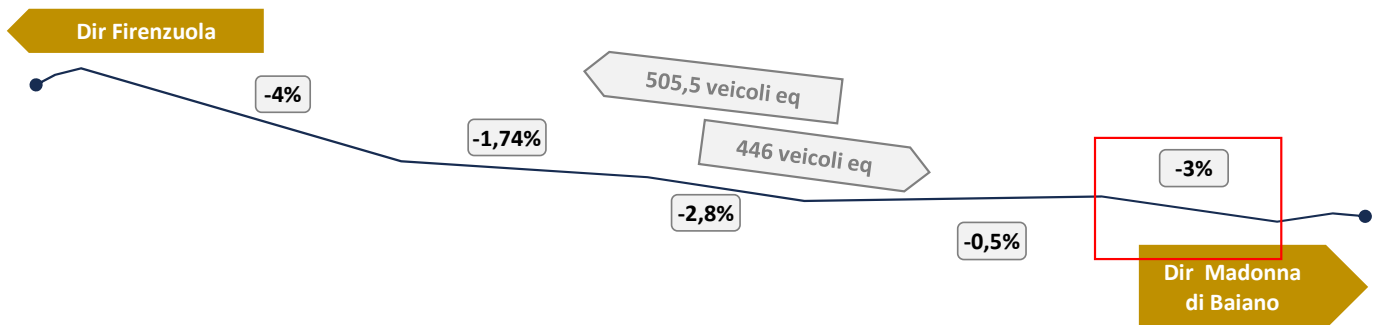
RELAZIONE TRASPORTISTICA

1.8.4 Livello di servizio tratto 6 (i=0,5%, L=0,962km)



Per questo tratto i livelli di servizio sono i medesimi del tratto 4 pianeggiante. Pertanto, livello di servizio C.

1.8.5 Livello di servizio tratto 7 (i=-3%, L=0,462km)



Per questo tratto i livelli di servizio sono i medesimi del tratto 5 ondulato. Pertanto, livello di servizio C.

1.9 Conclusioni

Sugli assi stradali che compongono il primo 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 in cui si ipotizza entrata in esercizio della strada), si registrano livelli di servizio di tipo C e di tipo D (solo sulla livelletta montuosa) per i tratti analizzati rappresentativi di tutto il tracciato in progetto.

Si precisa che la matrice oraria è stata calibrata sui valori di punta annuo 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.**

È evidente come, per tutte le restanti ore dell'anno ad eccezione di quelle di punta annua del quinquennio, i traffici sulla rete si riducono notevolmente e, di conseguenza, l'infrastruttura di

RELAZIONE TRASPORTISTICA

progetto potrà garantire livelli di servizio migliori rispetto a quelli registrati nelle condizioni di maggiore carico sulla rete (ora di punta annua).

In considerazione dei flussi assegnati dal modello, il livello di servizio complessivo della viabilità del primo stralcio è di tipo C per l'ora di punta annua, condizione di massima pressione sulla rete in un anno.