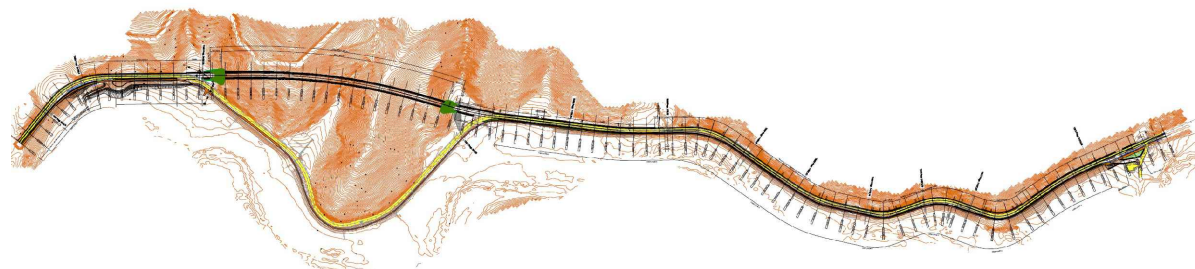


S.S. 685 "DELLE TRE VALLI UMBRE"

RETTIFICA DEL TRACCIATO E ADEGUAMENTO ALLA SEZ. TIPO C2 DAL km 41+500 al km 51+500
STRALCIO 1 - LAVORI DI ADEGUAMENTO ALLA SEZ. TIPO C2 DAL km 49+300 al km 51+500



PROGETTO DEFINITIVO

IMPRESA ESECUTRICE



GRUPPO DI LAVORO ANAS

PROGETTAZIONE



RESPONSABILE DEI LAVORI

IL PROGETTISTA

Ing. Valerio BAJETTI
 Ordine degli Ingegneri della
 provincia di Roma n° A26211
 (Diretto tecnico Ingegneria del Territorio)



IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA
 IN FASE DI PROGETTAZIONE

Ing. Fabrizio BAJETTI
 Ordine degli Ingegneri della
 provincia di Roma n° 10112
 (Diretto tecnico Ingegneria del Territorio)



RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Alessandro MICHELI

PROTOCOLLO

DATA

N. ELABORATO:

A003

A - ELABORATI GENERALI

A0 - ELABORATI DI INQUADRAMENTO

STUDI TRASPORTISTICO E ANALISI COSTI BENEFICI

CODICE PROGETTO

PROGETTO

PG0374D2201

NOME FILE

A003-T00EG00GENRE02_A.dwg

REVISIONE

SCALA:

CODICE
 ELAB.

T00EG00GENRE02

A

D

C

B

A

PRIMA EMISSIONE

MARZO
 2022

ING. VALERIO
 BAJETTI

ING. GIANCARLO
 TANZI

ING. VALERIO
 BAJETTI

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO



S.S.N.° 685 "DELLE TRE VALLI UMBRE"
RETTIFICA DEL TRACCIATO E ADEGUAMENTO ALLA SEZ. TIPO C2
DAL KM 41+500 AL KM 51+500
STRALCIO 1
LAVORI DI ADEGUAMENTO ALLA SEZ. TIPO C2 DAL KM 49+300 AL KM 51+500

STUDIO TRASPORTISTICO ED ANALISI COSTI BENEFICI

INDICE

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | PREMESSA | 1 |
| 2 | DATI DI TRAFFICO | 4 |
| 3 | ANALISI DI SIMULAZIONE | 8 |
| 3.1 | Scenario attuale | 8 |
| 3.2 | Scenario attuale anno 2026..... | 12 |
| 3.3 | Scenario progetto anno 2026..... | 16 |
| 3.4 | Scenario attuale anno 2036..... | 20 |
| 3.5 | Scenario progetto anno 2036..... | 24 |
| 3.6 | confronto indicatori di rete | 28 |
| 3.7 | VARIAZIONE INQUINAMENTO ATMOSFERICO..... | 29 |
| 3.8 | ANALISI DEI TEMPo DI TRASPORTO | 38 |
| 4 | ANALISI COSTI BENEFICI | 39 |
| 4.1 | Introduzione | 39 |
| 4.2 | Ubicazione ed alternative | 41 |
| 4.3 | Descrizione e quantificazione dei costi e dei benefici | 43 |
| 4.4 | Analisi dei Costi | 44 |
| 4.5 | Analisi dei benefici..... | 46 |
| 4.6 | Gli indicatori di convenienza: VANE, SRIE, rapporto B/C | 52 |
| 4.7 | I risultati dell'Analisi Costi Benefici..... | 53 |

1 PREMESSA

La S.S. 685 delle Tre Valli Umbre realizza il più importante e diretto collegamento tra le Regioni Marche e Umbria, unendo il Comune di Arquata del Tronto nell'Ascolano al Comune di Norcia nel Perugino.

Il tratto stradale ha inizio nella Regione Marche in corrispondenza dell'innesto con la S.S.4 "Via Salaria" importante collegamento trasversale dell'Italia centrale, che unisce Roma ad Ascoli Piceno e termina al km.70+500 in corrispondenza dell'innesto sulla S.R. 418 "Spoletina" itinerario di collegamento tra i Comuni di Acquasparta (TR) e Spoleto (PG) che termina, a sua volta, in corrispondenza della S.S.3 BIS EGC E45.

Il confine regionale tra Umbria e Marche separa la tratta di competenza tra le Regioni al km.7+396

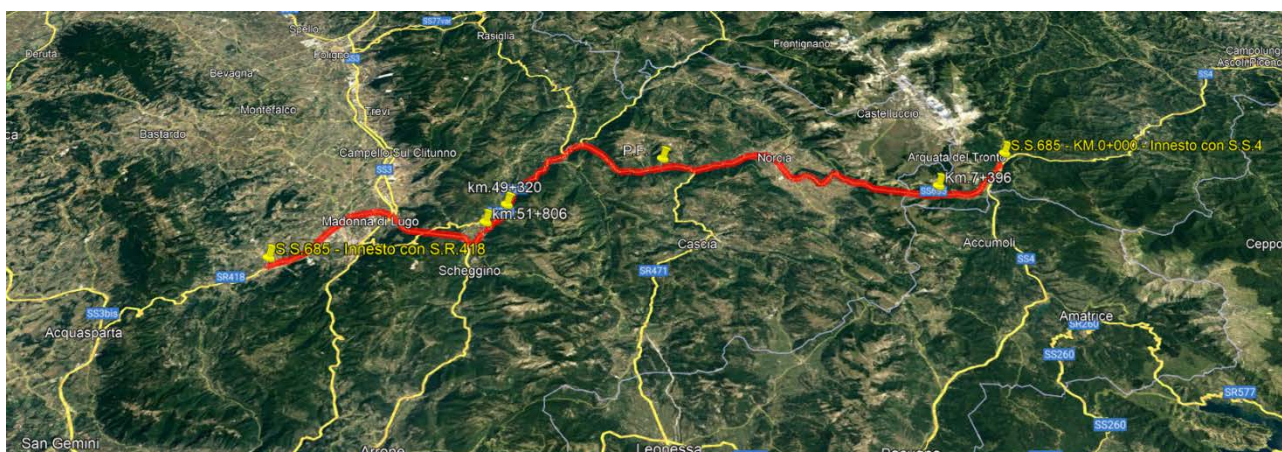


Fig. 1.1 – S.S.685 - ITINERARIO.

Gli interventi previsti in progetto sono finalizzati al miglioramento funzionale di un primo tratto della S.S. 685 "delle Tre Valli Umbre" tra il km 41+500 ed il km 51+500 e rientrano nell'ambito di un più ampio adeguamento generale la cui realizzazione è prevista a medio termine.

Il tratto interessato dagli interventi previsti in progetto inizia nelle immediate vicinanze dell'intersezione con la S.P. 469 "di Colle Comprato", nei pressi dell'abitato di Castel S.Felice, e termina in corrispondenza dell'intersezione con la S.P. 472 "di Vallo di Nera".

L'inizio dell'intervento è stato individuato al km 51+806 della S.S. 685, poco dopo il cavalcavia di svincolo con la S.P. 469, il termine al km 49+320 (attuale intersezione con la SP 472), con uno sviluppo – misurato sul tracciato attuale – di circa 2,5 km.

L'intervento è stato concepito in modo da adeguare la carreggiata stradale ad una sezione di tipo C2 (strade extraurbane secondarie) del D.M. 5 novembre 2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", eliminando le attuali criticità del tracciato consistenti principalmente in:

- Dimensioni della piattaforma, larga mediamente 7,50 m con corsie da 3,50 m e banchine da 0,50 m
- Difficoltà delle manovre di iscrizione dei veicoli pesanti nei tratti a curvatura di raggio stretto
- Raggi di curvatura inferiori a 100 m, che non consentono la velocità minima prevista per le strade extraurbane secondarie (60 km/h);
- Assenza di una adeguata visuale libera in curva in corrispondenza della velocità di progetto congruente con i raggi di curvatura attuali.

Gli interventi consistono quindi in generale in:

- Allargamento della sede stradale, pervenendo ad una piattaforma formata da due corsie da 3,50 m e banchine laterali da 1,25 m, per una larghezza complessiva di 9,50 m (sez. tipo C2);
- Modifica delle curve attuali, assumendo come minimo raggio di curvatura $R_{min} = 118$ m in corrispondenza del quale si ha la velocità di progetto minima per le strade extrurbane $V = 60$ km/h;
- Allargamento delle corsie nelle curve con raggio inferiore a 225 m per la corretta iscrizione in curva dei veicoli pesanti;
- Allargamenti della piattaforma stradale in modo da ottenere una sufficiente visuale libera in funzione della velocità di progetto.

Tra il km 50+950 e il km 51+200 è stata prevista in progetto una variante planimetrica che consente una rettifica del tracciato ed un netto miglioramento delle caratteristiche tecnico funzionali sia in termini di velocità di percorrenza che di visuale libera.

La variante planimetrica ha una lunghezza di circa 600 m e produce una riduzione della lunghezza del tracciato attuale tra le progressive di inizio e fine intervento pari a 186 m

Nell'ambito della riqualificazione in progetto sono previste due opere stradali complementari:

- Realizzazione di una complanare di collegamento al tratto stradale dismesso a seguito della variante, di lunghezza 150 m circa, con nuova intersezione a raso al km 51+500 che accorpa gli attuali due accessi a servizio di costruzioni e fondi privati. La nuova intersezione è posta a distanza adeguata dall'imbocco della galleria prevista in progetto.
- Riqualificazione dell'intersezione tra la S.S. 685 e la SP 472 "di Vallo di Nera", con realizzazione di una breve rampa (circa 60 m) per le manovre di svolta in direzione Vallo di Nera.



Fig. 1.2 – Variante tra il km. 48+320 ed il km. 51+806.

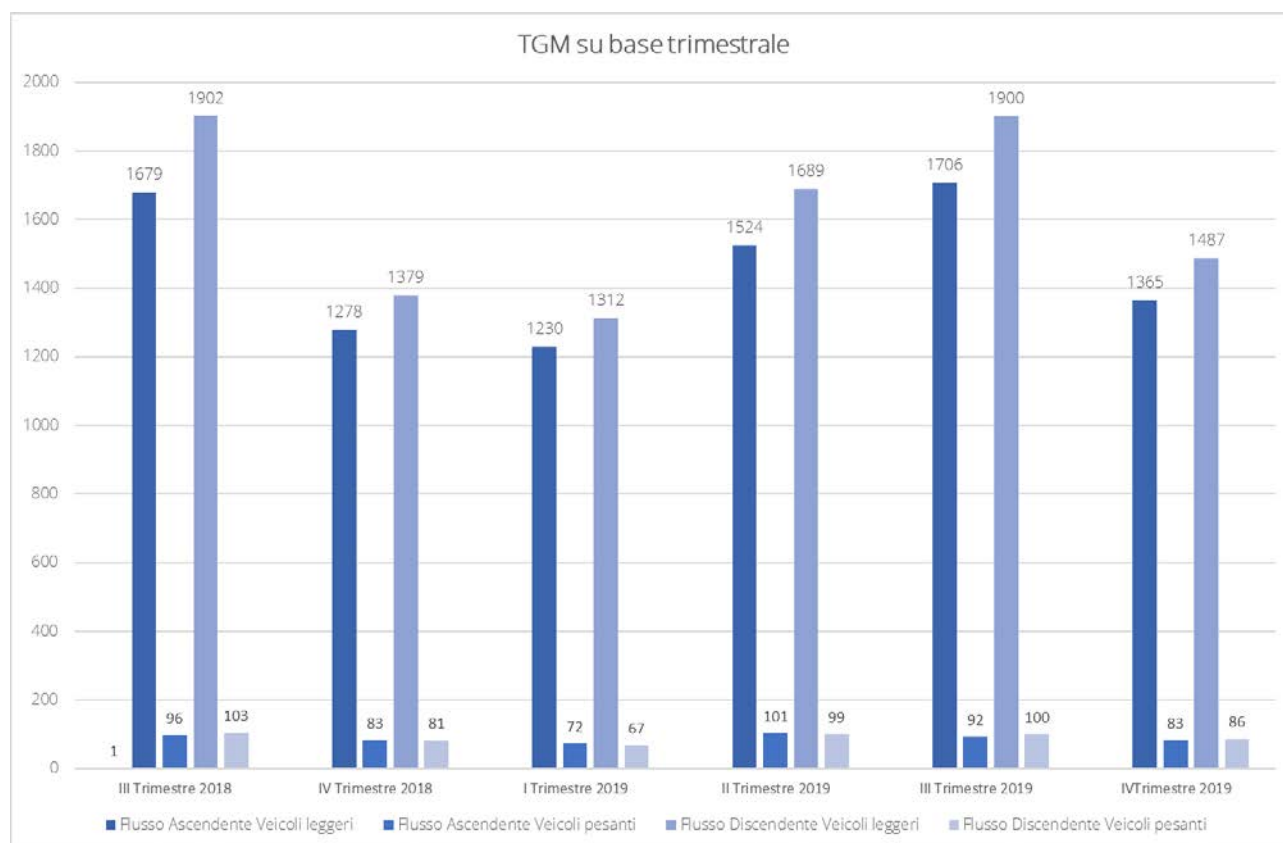
2 DATI DI TRAFFICO

I dati di traffico relativi alla S.S. 685 sono stati desunti dalle rilevazioni effettuate nella postazione fissa di ANAS s.p.a. posta al km. 31+329 in prossimità della zona di intervento.

Di seguito si riportano i dati pervenuti a partire dal terzo trimestre anno 2018 e dell'intero anno 2019 tralasciando i dati degli anni 2020 e 2021 ritenuti non attendibili in relazione alle restrizioni dovute all'epidemia SARS COVID-19.

| Periodo di rilevamento | Flusso Ascendente | | Flusso Discendente | |
|------------------------|-------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| | Veicoli leggeri | Veicoli pesanti | Veicoli leggeri | Veicoli pesanti |
| III Trimestre 2018 | 1679 | 96 | 1902 | 103 |
| IV Trimestre 2018 | 1278 | 83 | 1379 | 81 |
| I Trimestre 2019 | 1230 | 72 | 1312 | 67 |
| II Trimestre 2019 | 1524 | 101 | 1689 | 99 |
| III Trimestre 2019 | 1706 | 92 | 1900 | 100 |
| IV Trimestre 2019 | 1365 | 83 | 1487 | 86 |

TGM :Flusso ascendente direzione Spoleto/Flusso discendente direzione Arquata del Tronto

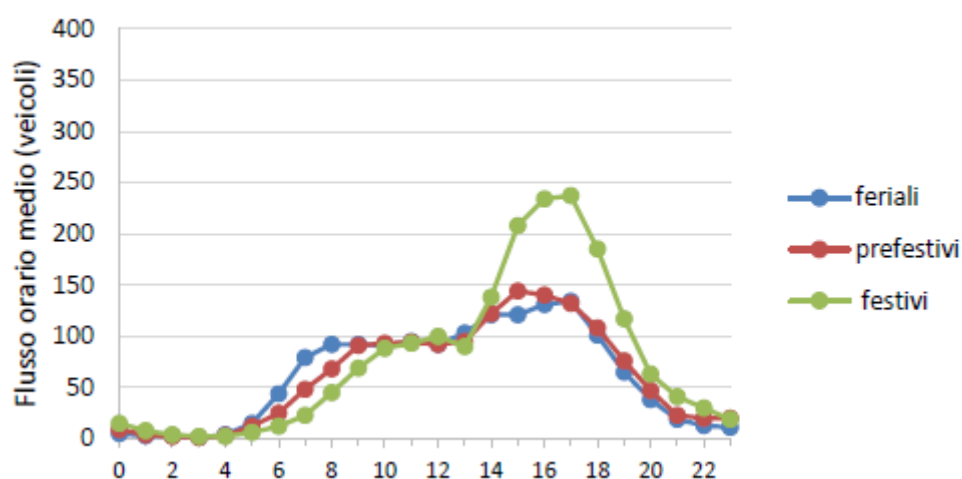


Come si evince dai dati messi a disposizione il trimestre che registra il maggior impegno in termini di traffico è quello compreso tra i mesi di agosto ed ottobre.

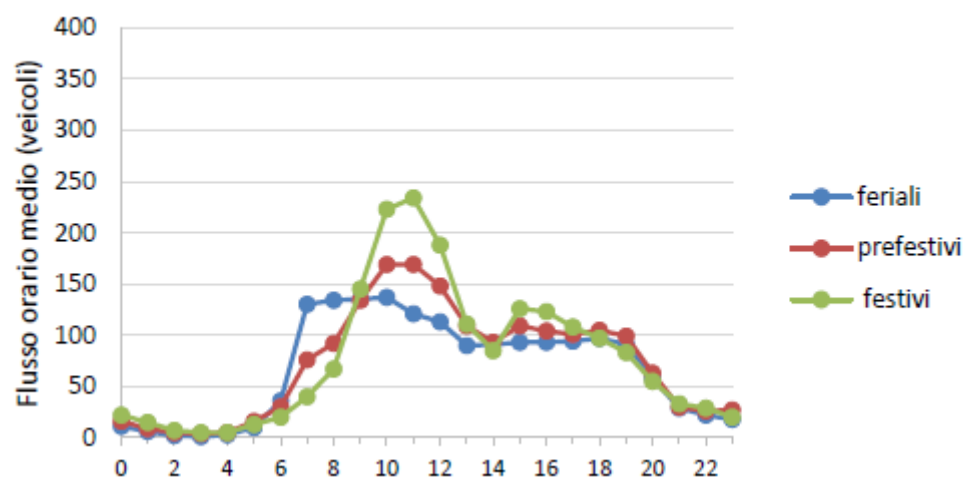
Il dato medio del TGM registrato con riferimento all'anno 2019 è il seguente:

| | Flusso Ascendente | | Flusso Discendente | |
|-----|-------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| | Veicoli leggeri | Veicoli pesanti | Veicoli leggeri | Veicoli pesanti |
| TGM | 1456 | 87 | 1597 | 88 |

Andamento orario medio dei flussi di traffico - Direzione Ascendente



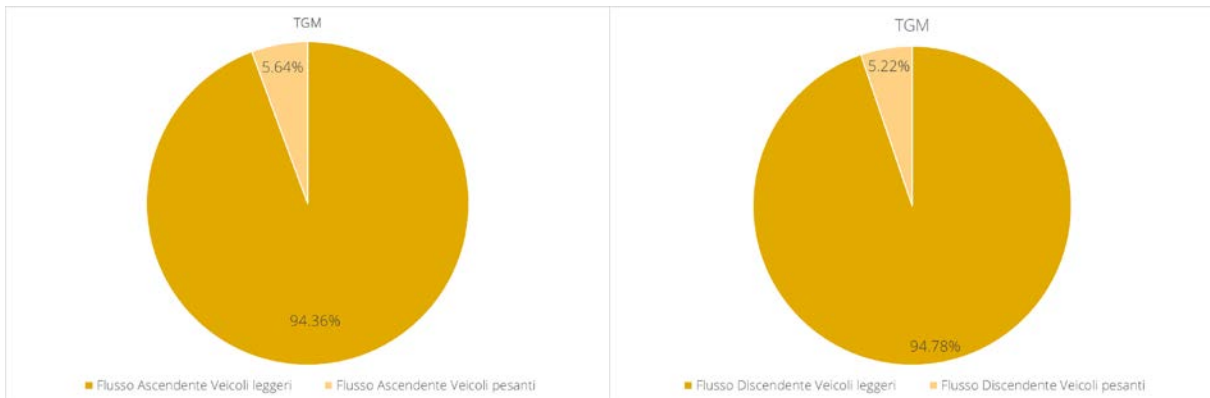
Andamento orario medio dei flussi di traffico - Direzione Discendente



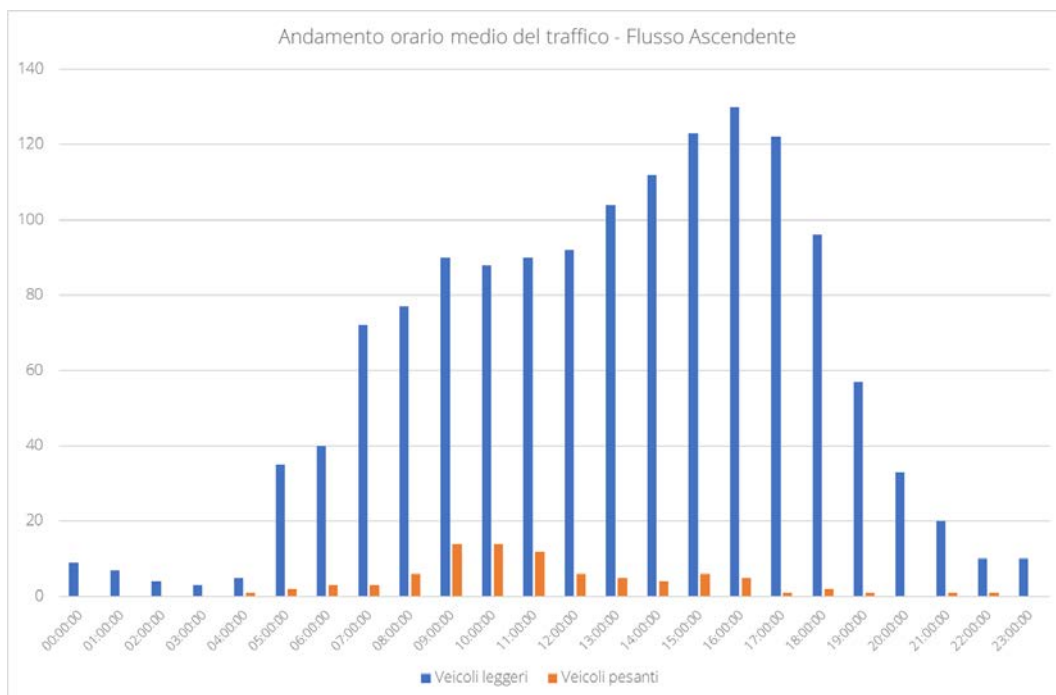
Nei grafici precedenti è riportato l'andamento del flusso di traffico per fasce orarie dai quali si desume l'ora di picco per ciascuna componente di traffico rilevata tra la fascia oraria 15:00-17:00 in direzione Spoleto e tra

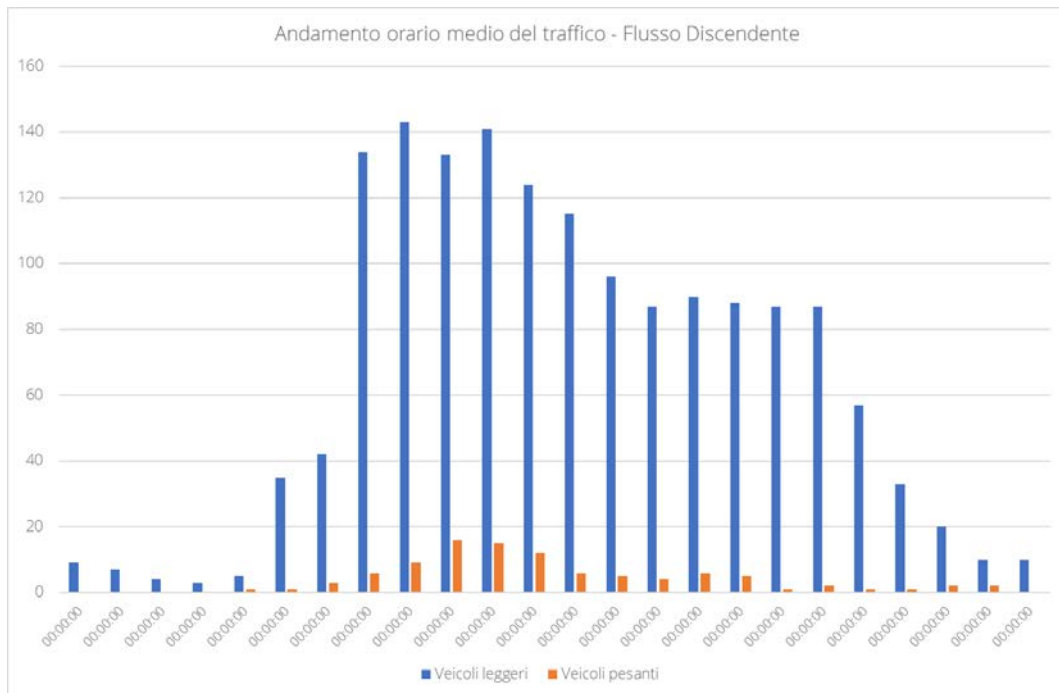
le 10:00 e le 11:00 in direzione Arquata del Tronto. In questa direzione si osserva uno scostamento dell'ora di punta nei giorni feriali che si manifesta tra le 7:00 e le 10:00.

Il valore di picco misurato è pari a circa 240 veicoli (leggeri e pesanti) per entrambi i sensi di marcia.



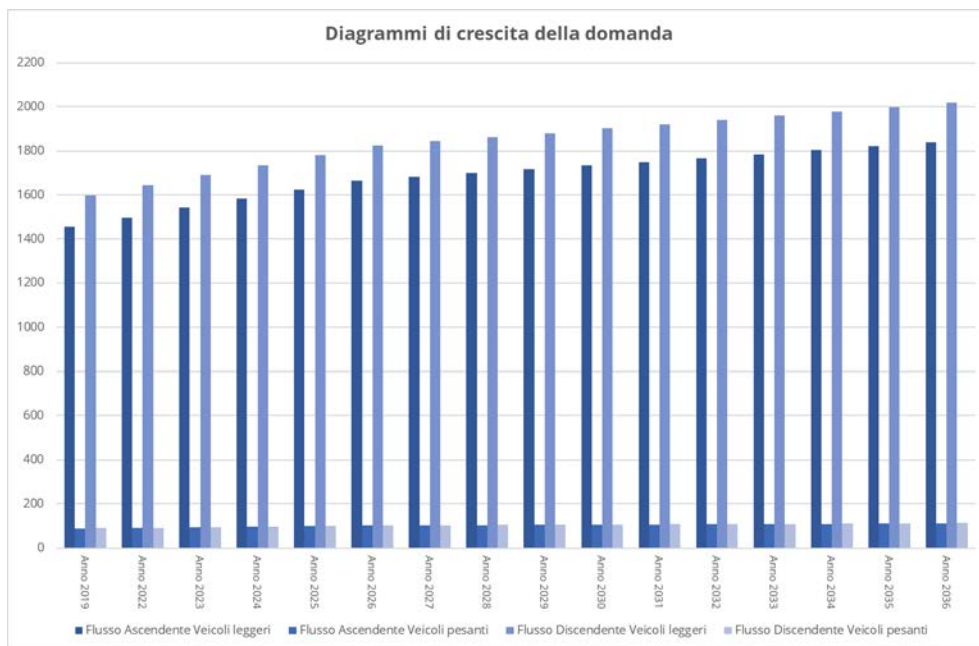
Per entrambi i sensi di marcia il traffico pesante è pari a circa in 5,5% del traffico complessivo. Di seguito si riportano i grafici dell'andamento medio orario del traffico su base giornaliera





I dati sopra riportati sono utilizzati per la determinazione degli indicatori di rete allo stato attuale. Gli indicatori di rete dello scenario attuale e di progetto sono calcolati ipotizzando un livello di crescita pari al 2.2% annuo fino al 2026 anno di messa in servizio del nuovo tracciato e pari all'1% fino al 2036.

Complessivamente si stima al 2026 una crescita della domanda pari all'11.43% ed al 2036 pari al 12.63%

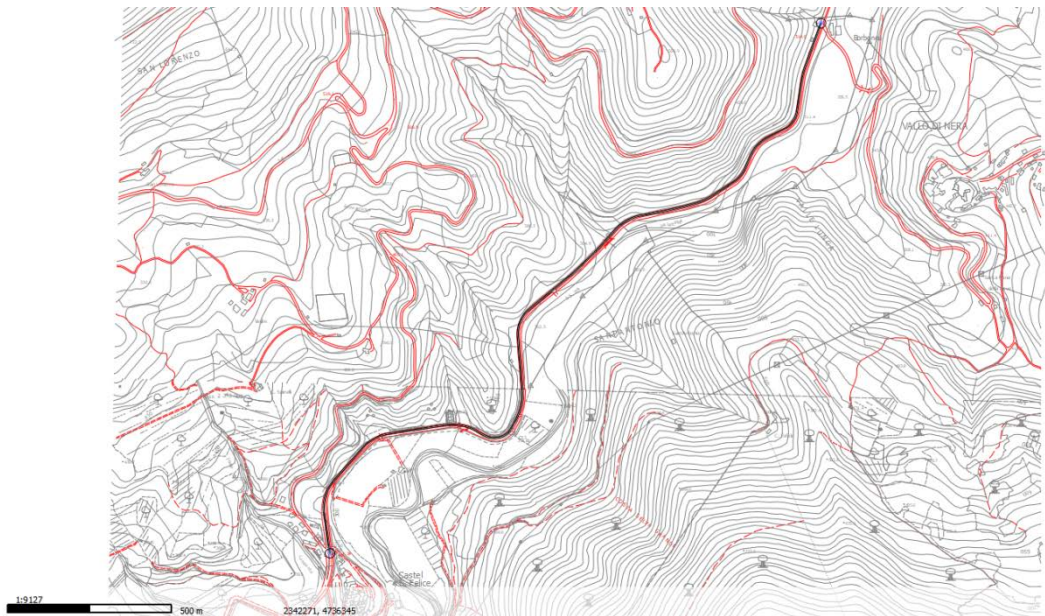


3 ANALISI DI SIMULAZIONE

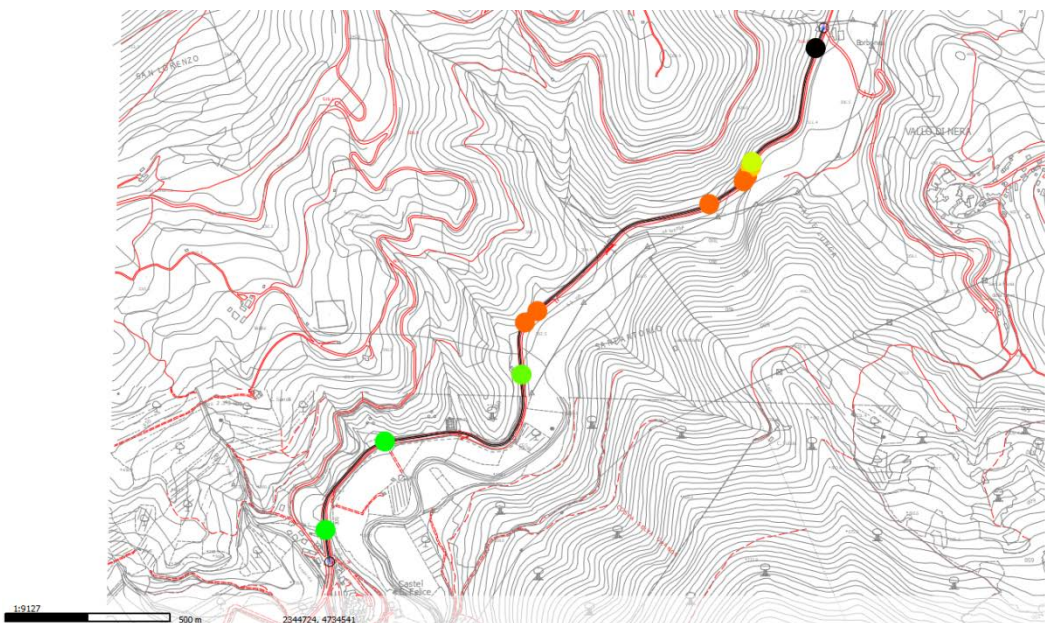
3.1 SCENARIO ATTUALE

Lo scenario attuale è stato implementato a partire dai dati di traffico dell'anno 2019 trascurando i livelli di traffico degli anni 2020 e 2021 in relazione alle restrizioni dovute all'epidemia SARS COVID-19.

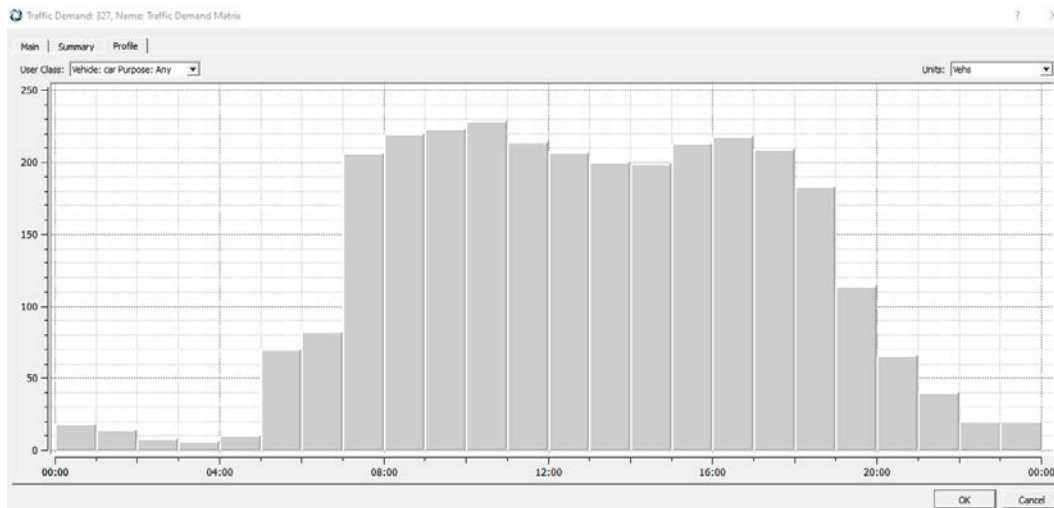
La modellazione è stata effettuata con l'ausilio del software AIMSUN della TSS di Barcellona.



Modello stato attuale



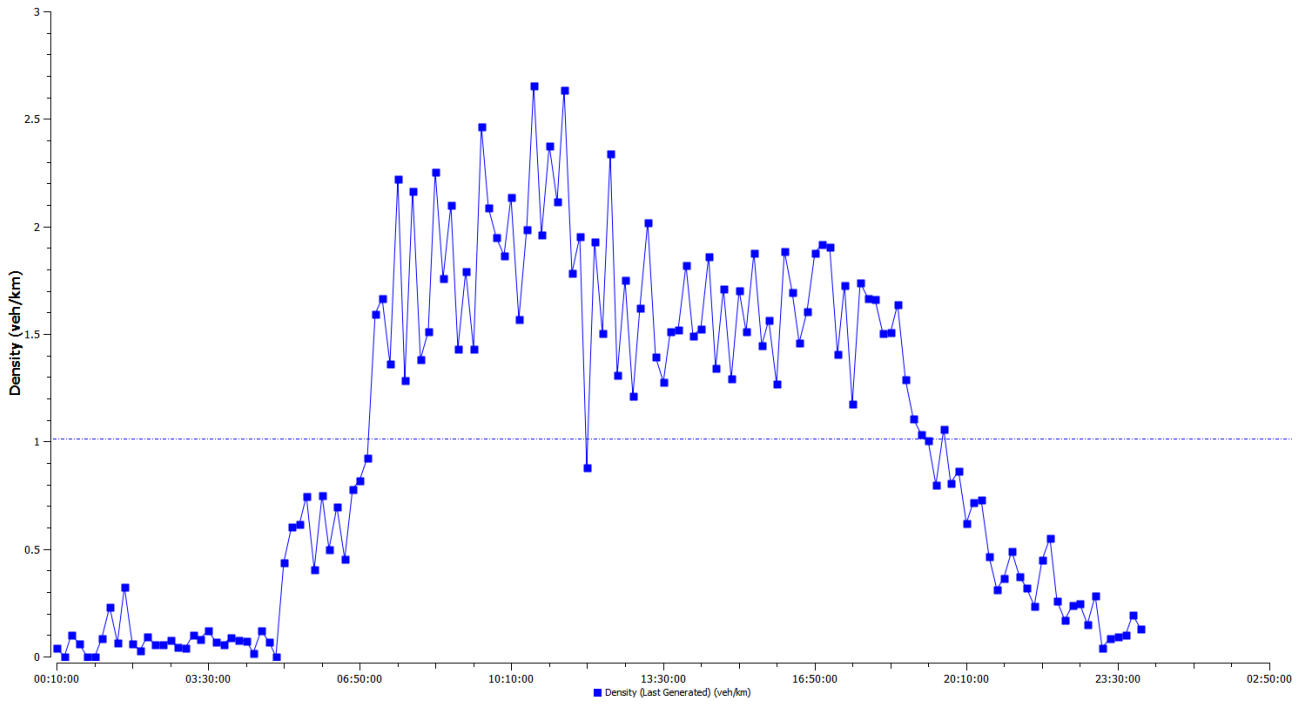
Istante di simulazione ore 10.00



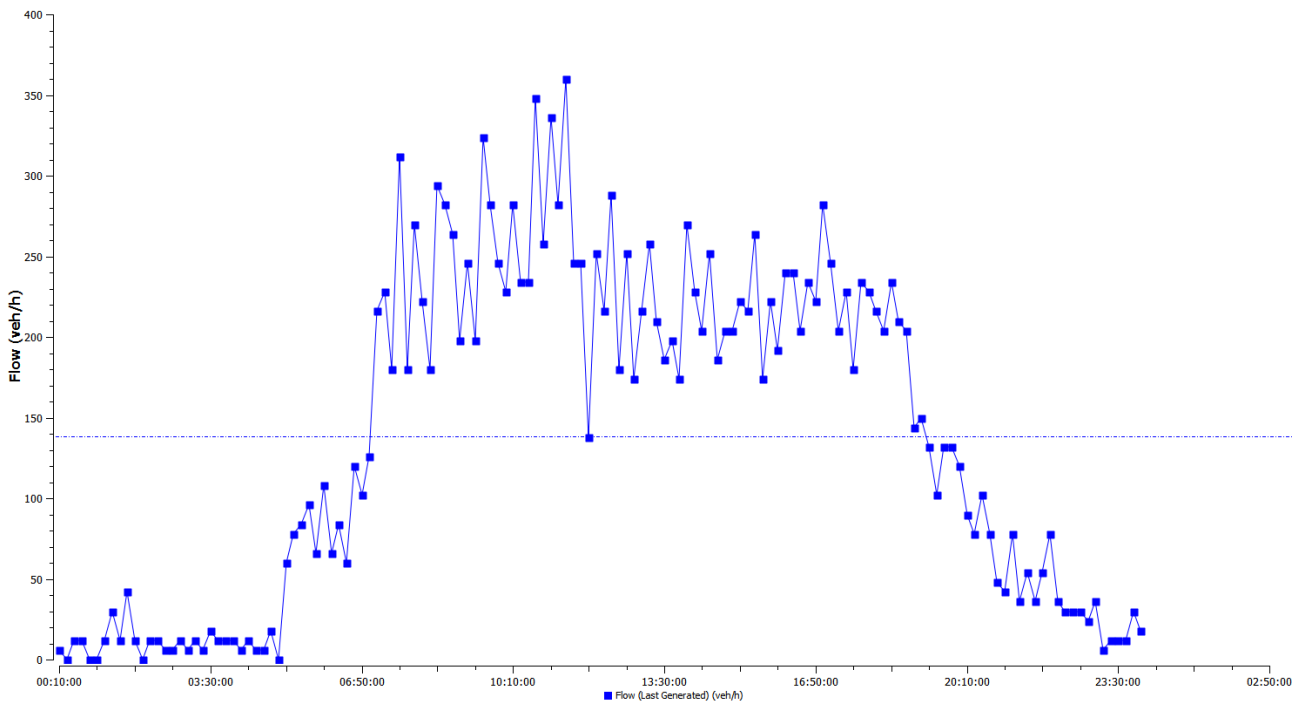
Matrice di domanda su base giornaliera

| Stato attuale anno 2022 | | | |
|--------------------------------|---------|--------------------|--------|
| Time Series | Value | Standard Deviation | Units |
| Delay Time All | 3.15 | 2.71 | sec/km |
| Delay Time car | 3.16 | 2.79 | sec/km |
| Delay Time truck | 3.03 | 0.51 | sec/km |
| Density All | 1.19 | | veh/km |
| Density car | 1.12 | | veh/km |
| Density truck | 0.08 | | veh/km |
| Flow All | 135.29 | | veh/h |
| Flow car | 127.33 | | veh/h |
| Flow truck | 7.96 | | veh/h |
| Harmonic Speed All | 56.73 | 4.49 | km/h |
| Harmonic Speed car | 57.03 | 4.48 | km/h |
| Harmonic Speed truck | 52.31 | 0.83 | km/h |
| Speed All | 57.08 | 4.53 | km/h |
| Speed car | 57.38 | 4.5 | km/h |
| Speed truck | 52.32 | 0.81 | km/h |
| Total Distance Travelled All | 8186.69 | | km |
| Total Distance Travelled car | 7705.09 | | km |
| Total Distance Travelled truck | 481.6 | | km |
| Total Travel Time All | 144.32 | | h |
| Total Travel Time car | 135.11 | | h |
| Total Travel Time truck | 9.21 | | h |
| Travel Time All | 63.46 | 4.99 | sec/km |
| Travel Time car | 63.13 | 4.95 | sec/km |
| Travel Time truck | 68.83 | 1.12 | sec/km |
| Vehicles Outside All | 3247 | | vehs |
| Vehicles Outside car | 3056 | | vehs |
| Vehicles Outside truck | 191 | | vehs |

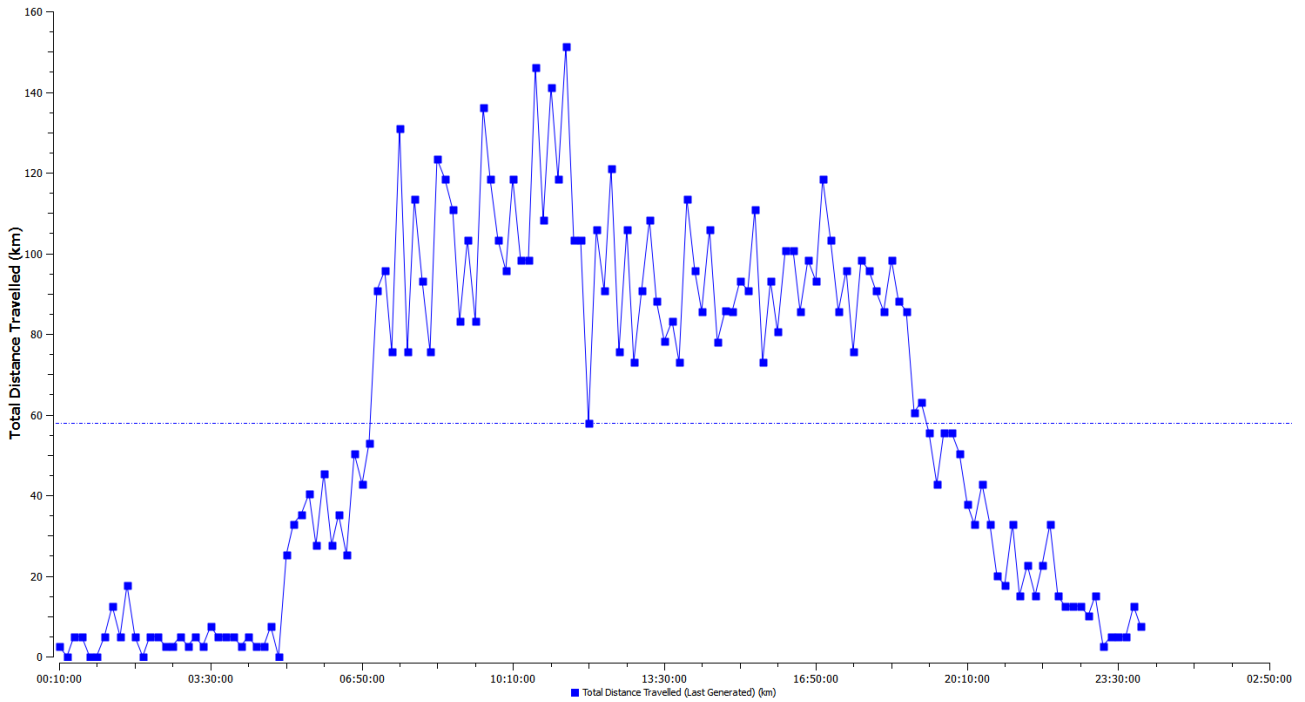
Valori degli indicatori di rete



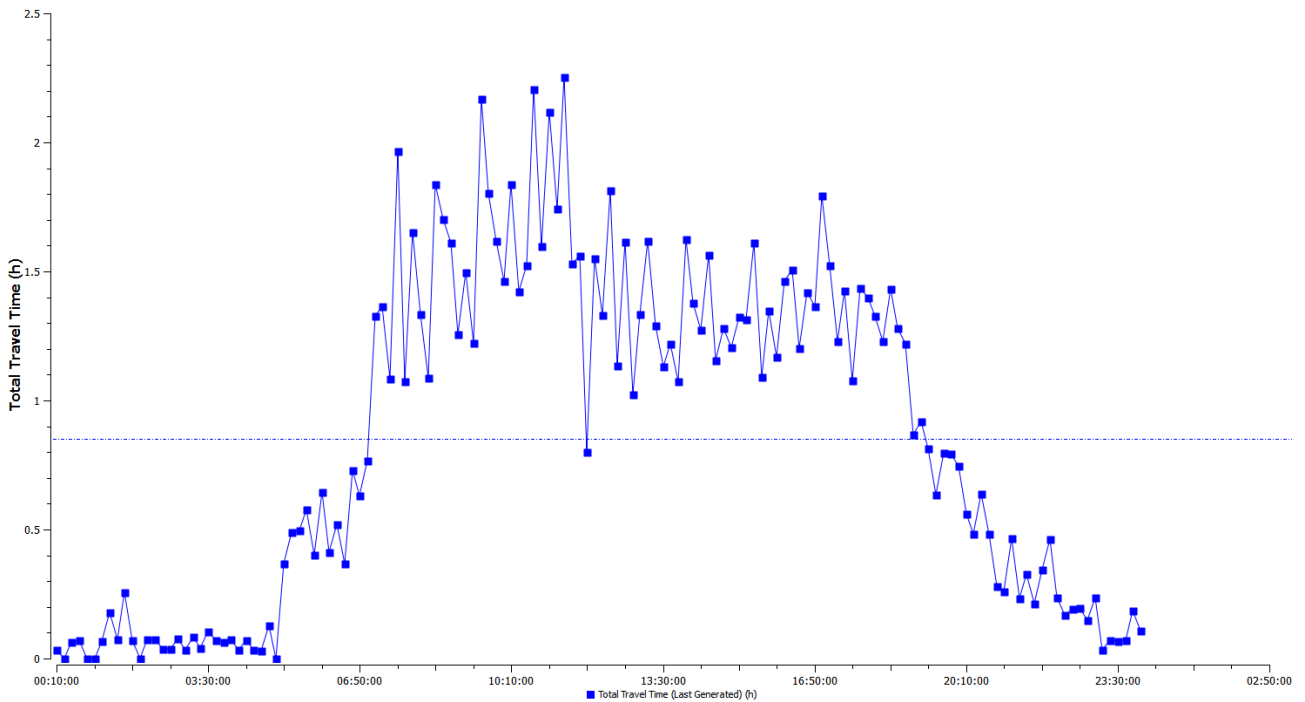
Densità veicolare(veh/km)



Flusso (veh/h)



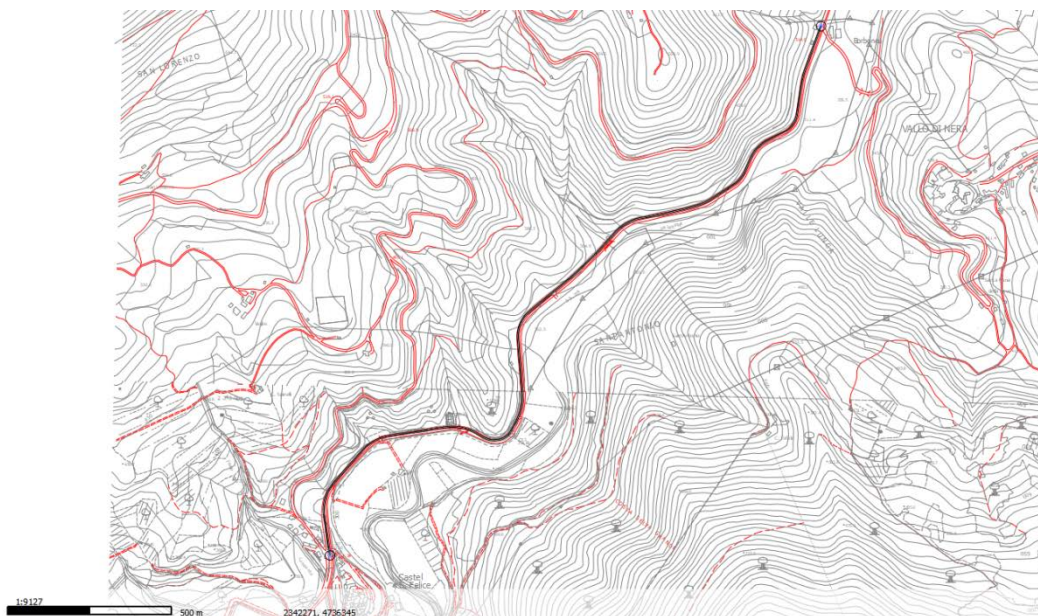
Distanza di viaggio (km)



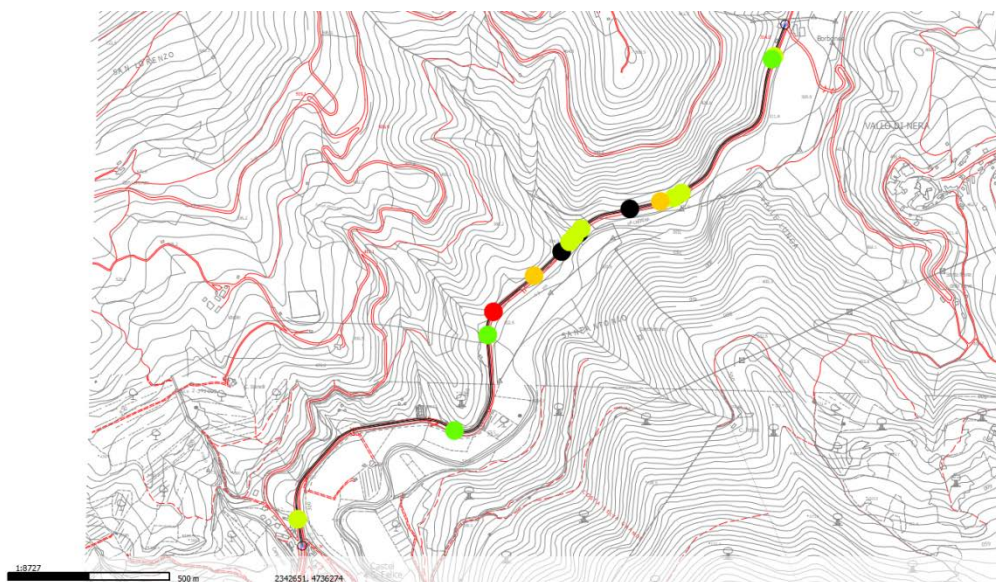
Tempo di viaggio (h)

3.2 SCENARIO ATTUALE ANNO 2026

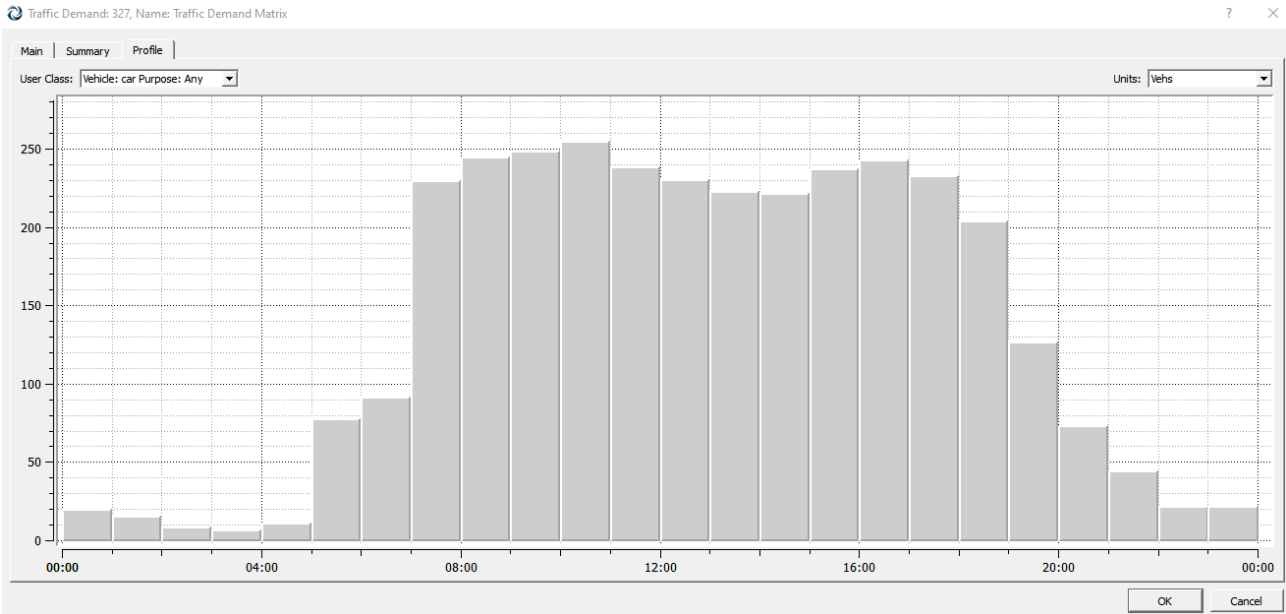
Di seguito si riportano i risultati dello scenario attuale con le previsioni di crescita della domanda stimata all'anno 2026.



Modello stato attuale

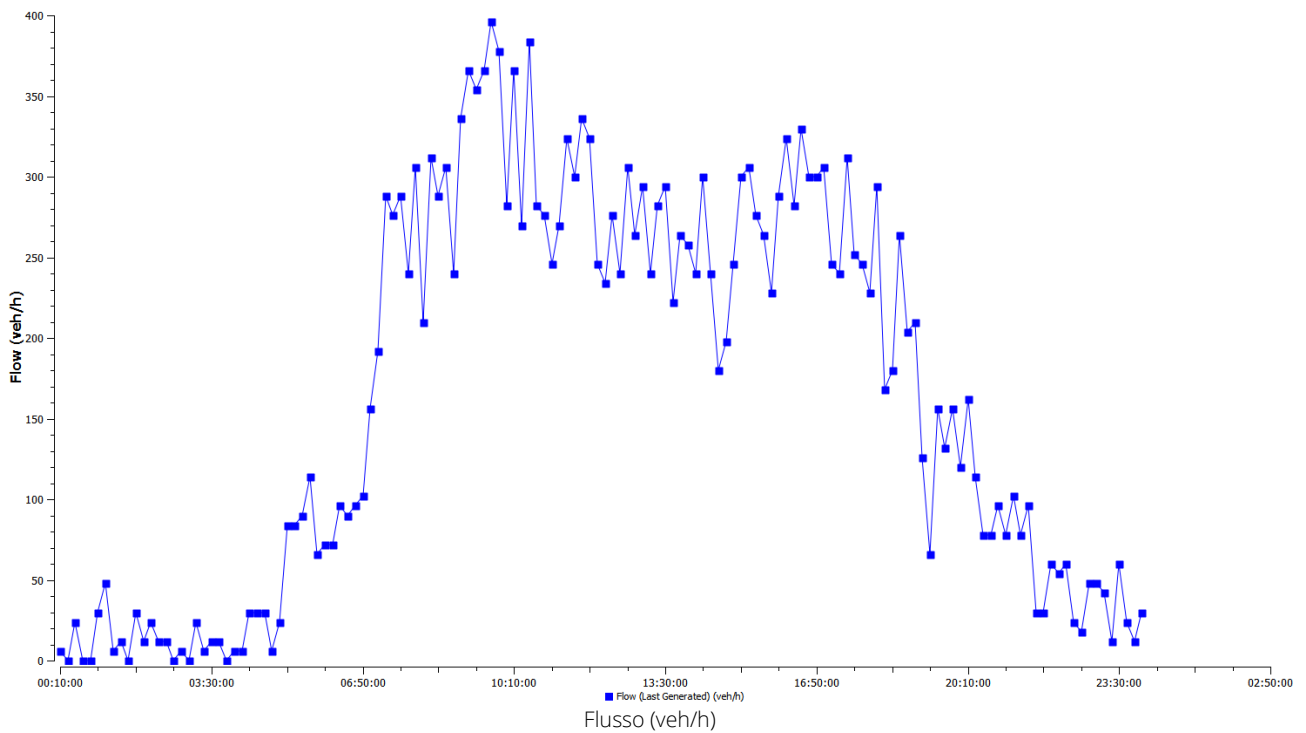
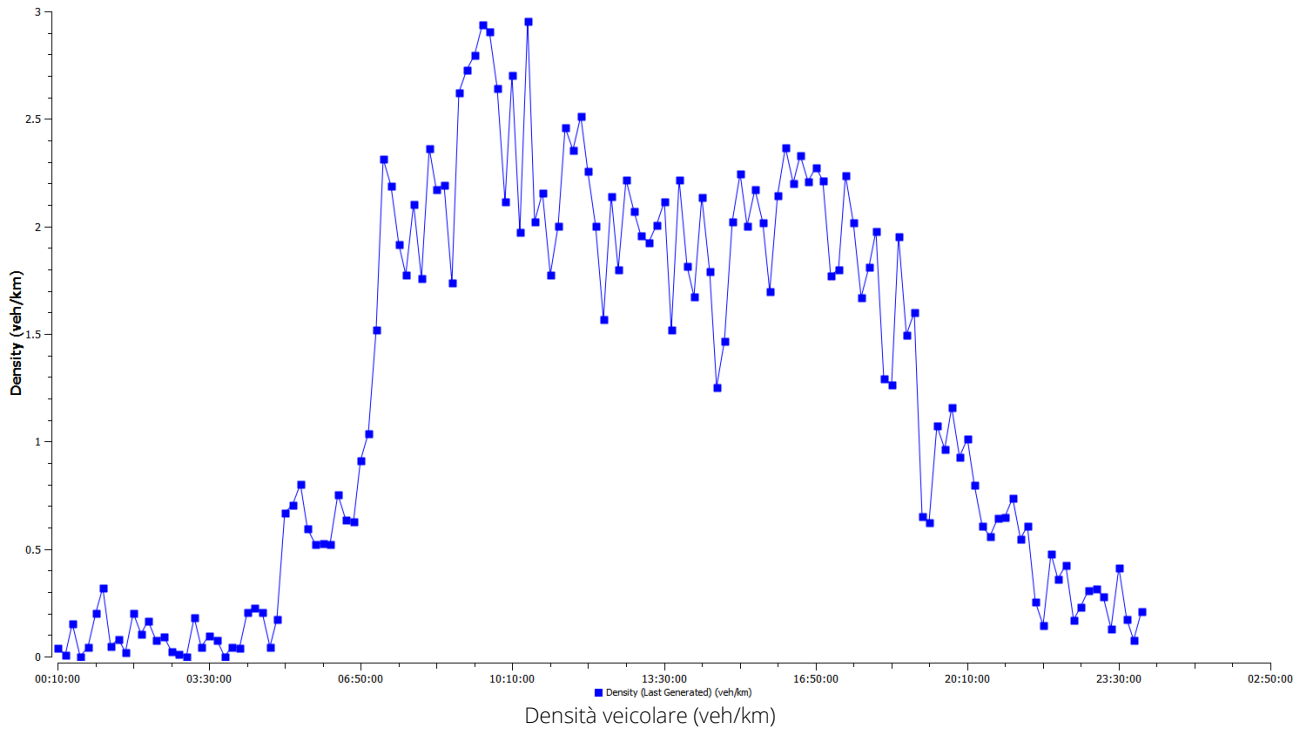


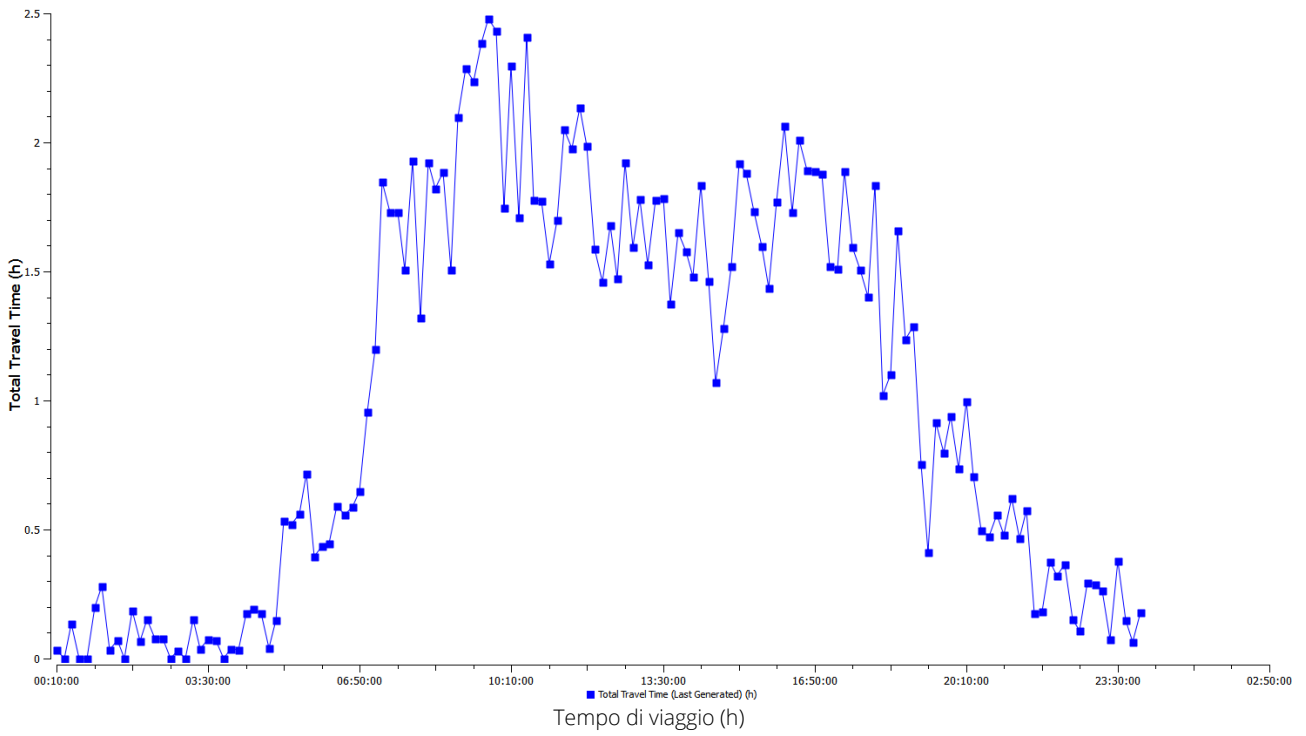
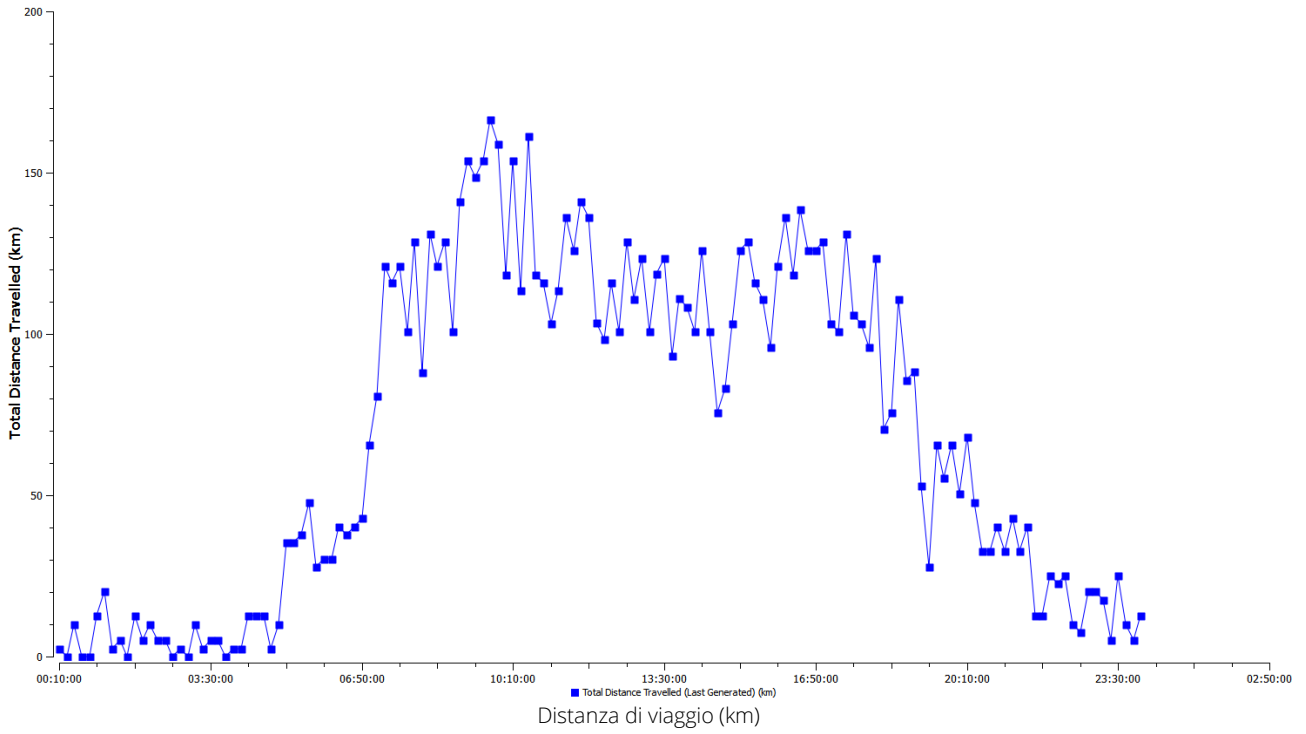
Istante di simulazione ore 10.00



Matrice di domanda su base giornaliera

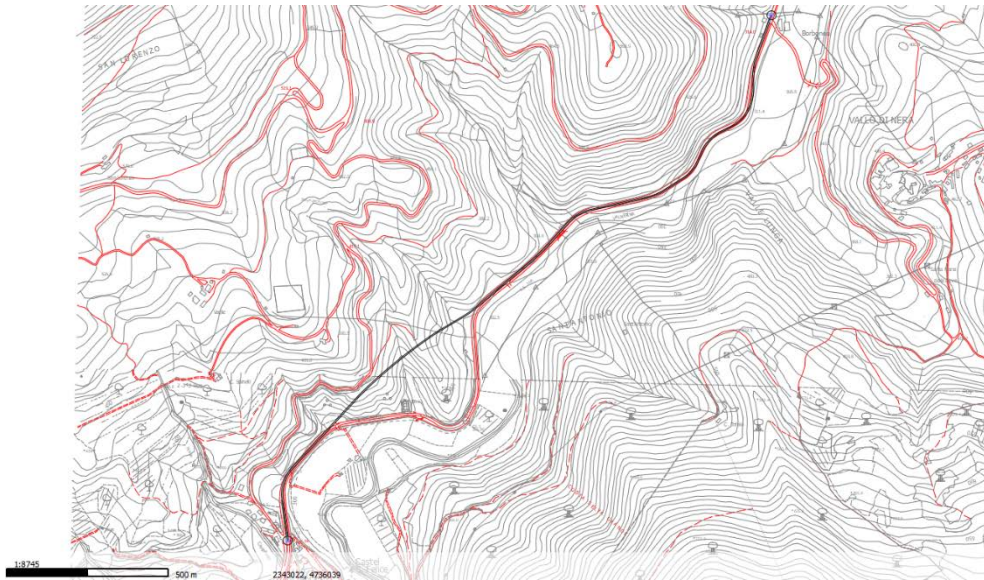
| Stato attuale anno 2026 | | | |
|--------------------------------|----------|--------------------|--------|
| Time Series | Value | Standard Deviation | Units |
| Delay Time All | 3.37 | 2.89 | sec/km |
| Delay Time car | 3.4 | 2.99 | sec/km |
| Delay Time truck | 3.02 | 0.56 | sec/km |
| Density All | 1.5 | | veh/km |
| Density car | 1.39 | | veh/km |
| Density truck | 0.11 | | veh/km |
| Flow All | 169.58 | | veh/h |
| Flow car | 158 | | veh/h |
| Flow truck | 11.58 | N/A | veh/h |
| Harmonic Speed All | 56.4 | 4.33 | km/h |
| Harmonic Speed car | 56.73 | 4.32 | km/h |
| Harmonic Speed truck | 52.15 | 1.03 | km/h |
| Speed All | 56.73 | 4.39 | km/h |
| Speed car | 57.06 | 4.35 | km/h |
| Speed truck | 52.17 | 1.01 | km/h |
| Total Distance Travelled All | 10261.73 | | km |
| Total Distance Travelled car | 9560.78 | | km |
| Total Distance Travelled truck | 700.95 | | km |
| Total Travel Time All | 181.96 | | h |
| Total Travel Time car | 168.52 | | h |
| Total Travel Time truck | 13.44 | N/A | h |
| Travel Time All | 63.83 | 4.87 | sec/km |
| Travel Time car | 63.45 | 4.81 | sec/km |
| Travel Time truck | 69.03 | 1.4 | sec/km |
| Vehicles Outside All | 4070 | | vehs |
| Vehicles Outside car | 3792 | | vehs |
| Vehicles Outside truck | 278 | N/A | vehs |



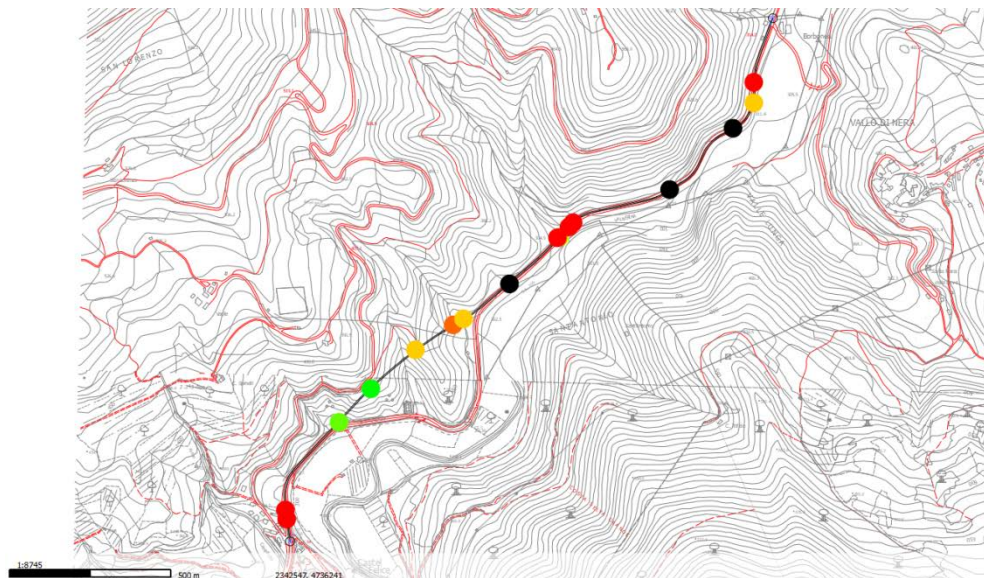


3.3 SCENARIO PROGETTO ANNO 2026

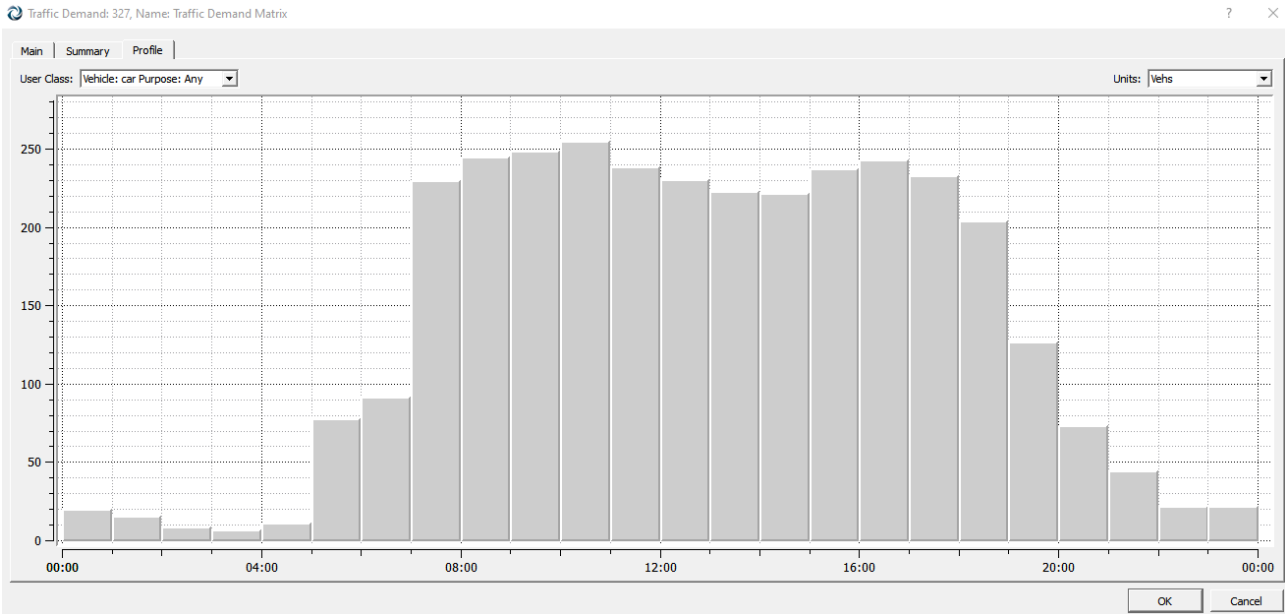
Di seguito si riportano i risultati dello scenario di progetto con le previsioni di crescita della domanda stimata all'anno 2026.



Modello progetto

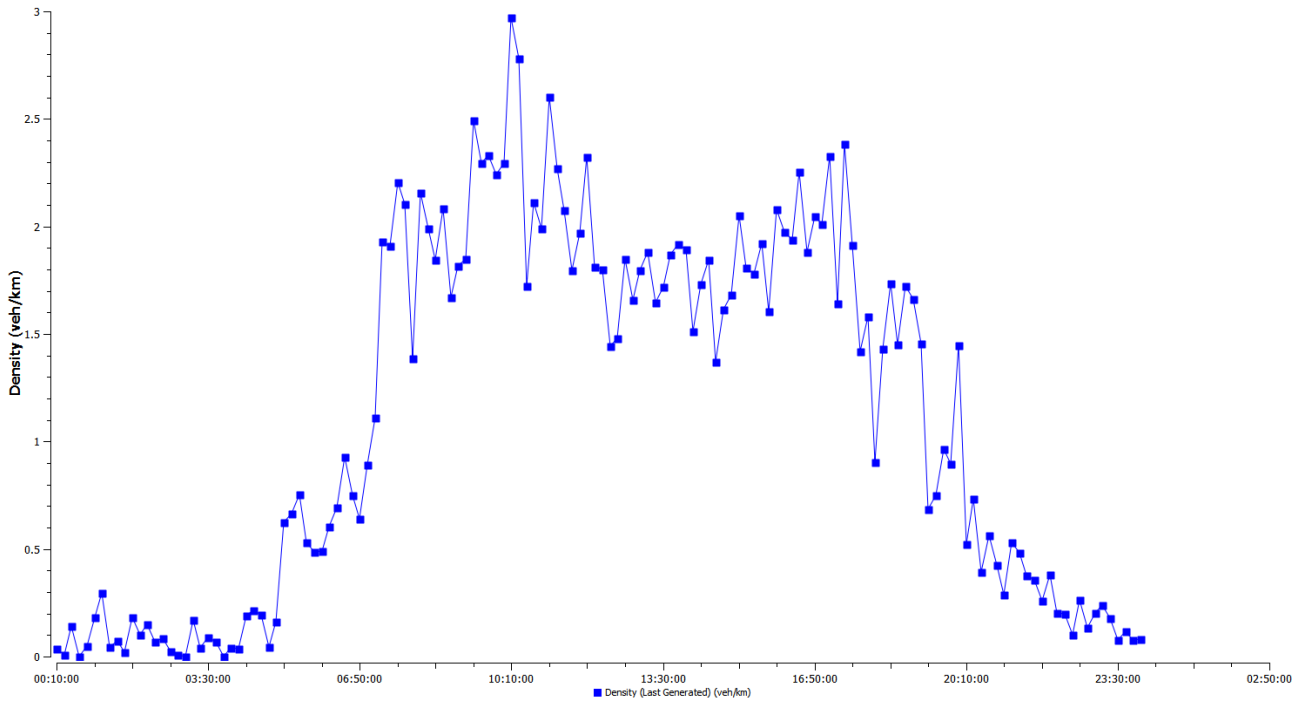


Istante di simulazione ore 10.00

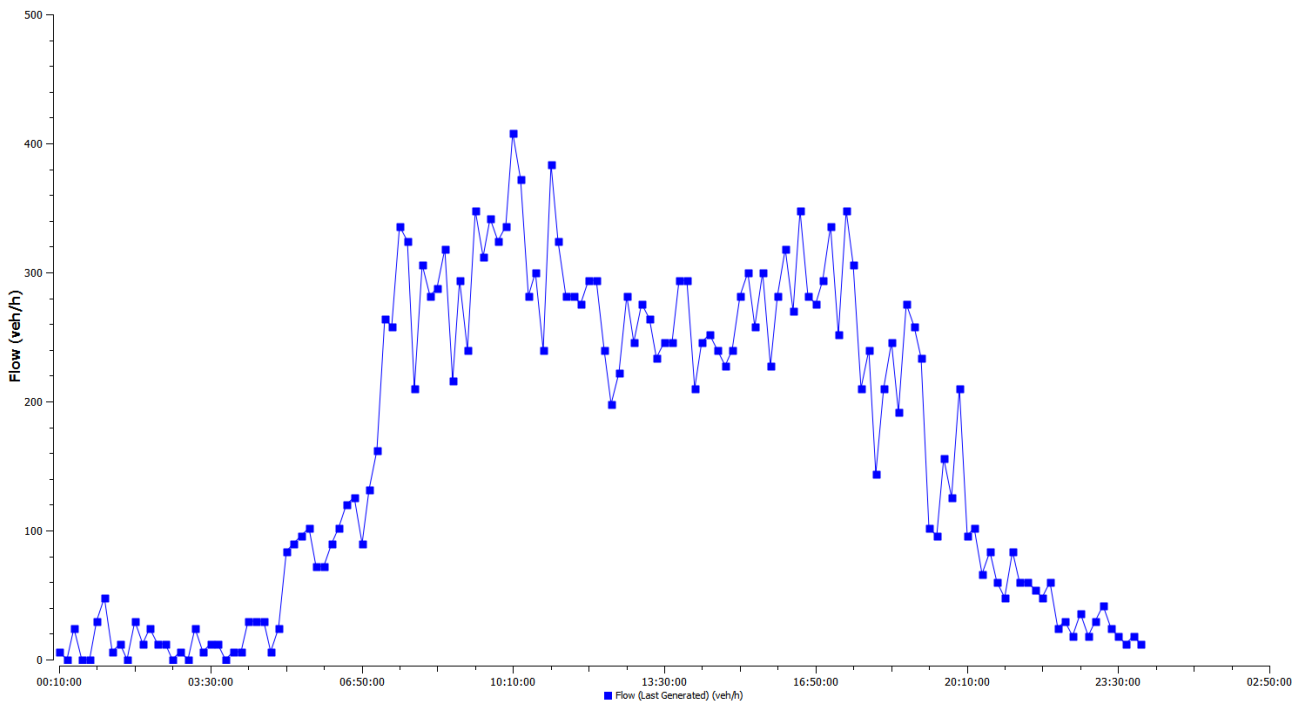


Matrice di domanda su base giornaliera

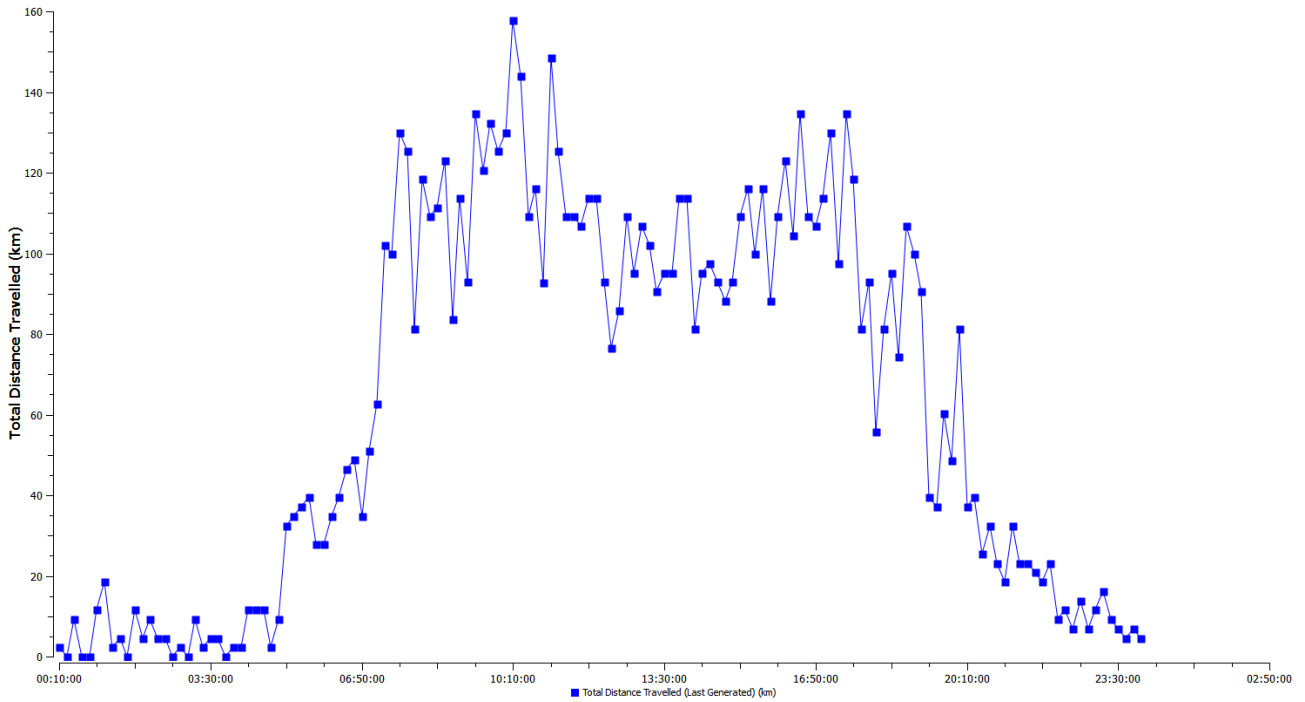
| Progetto anno 2026 | | | |
|--------------------------------|---------|--------------------|--------|
| Time Series | Value | Standard Deviation | Units |
| Delay Time All | 1.55 | 2.88 | sec/km |
| Delay Time car | 1.6 | 2.95 | sec/km |
| Delay Time truck | 0.79 | 1.08 | sec/km |
| Density All | 1.13 | | veh/km |
| Density car | 1.04 | | veh/km |
| Density truck | 0.09 | | veh/km |
| Flow All | 164.54 | | veh/h |
| Flow car | 153.79 | | veh/h |
| Flow truck | 10.75 | | veh/h |
| Harmonic Speed All | 73.04 | 7.23 | km/h |
| Harmonic Speed car | 74.13 | 6.27 | km/h |
| Harmonic Speed truck | 60.32 | 5.21 | km/h |
| Speed All | 73.76 | 7.04 | km/h |
| Speed car | 74.67 | 6.21 | km/h |
| Speed truck | 60.77 | 5.16 | km/h |
| Total Distance Travelled All | 9169.19 | N/A | km |
| Total Distance Travelled car | 8570.12 | | km |
| Total Distance Travelled truck | 599.07 | | km |
| Total Travel Time All | 125.54 | | h |
| Total Travel Time car | 115.6 | | h |
| Total Travel Time truck | 9.93 | | h |
| Travel Time All | 49.29 | 5.07 | sec/km |
| Travel Time car | 48.56 | 4.18 | sec/km |
| Travel Time truck | 59.68 | 5.24 | sec/km |
| Vehicles Outside All | 4070 | | vehs |
| Vehicles Outside car | 3792 | | vehs |
| Vehicles Outside truck | 278 | | vehs |



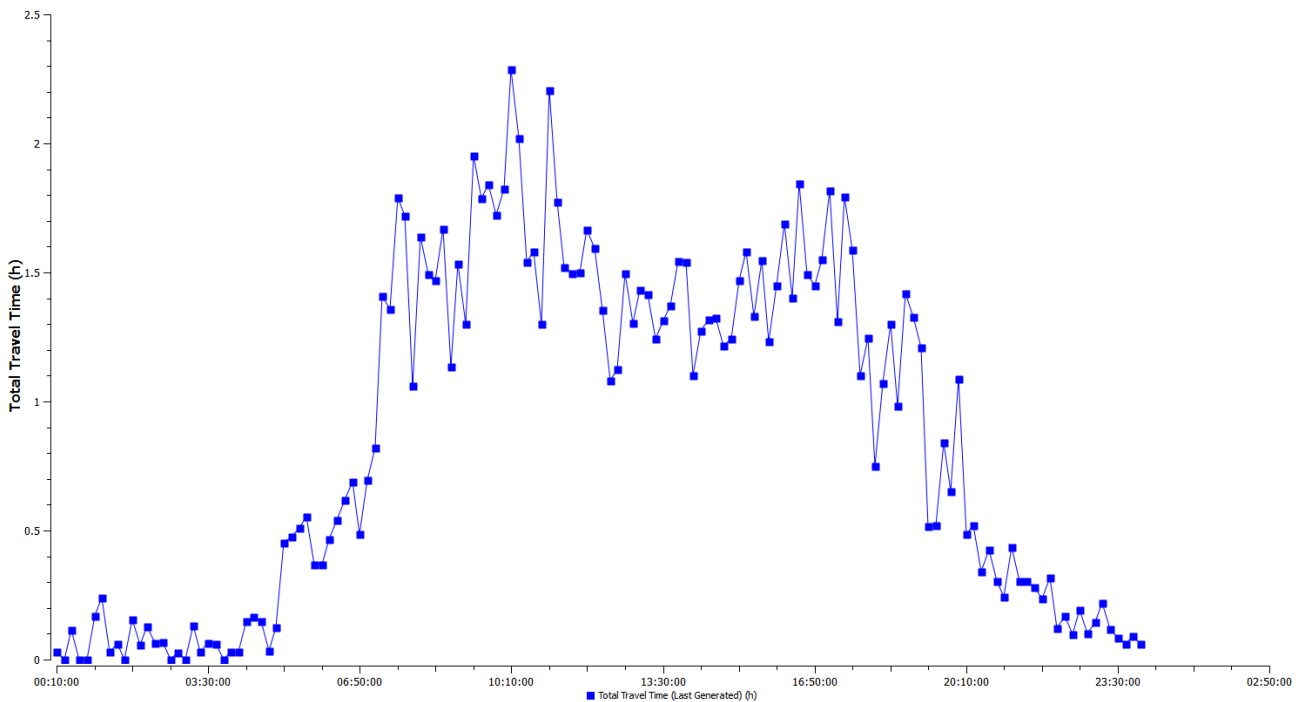
Densità veicolare (veh/km)



Flusso (veh/h)



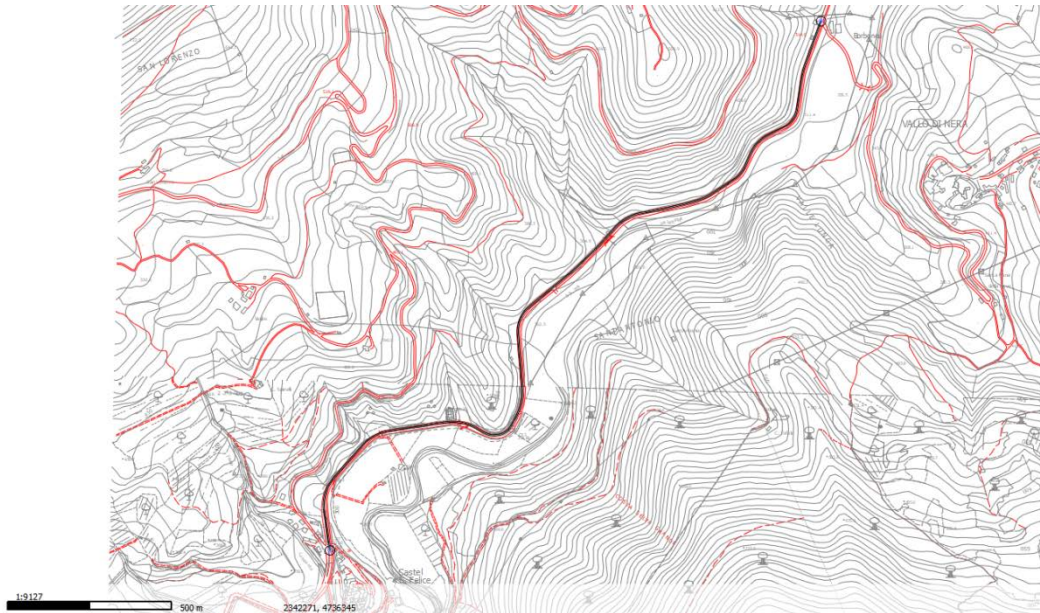
Distanza di viaggio (km)



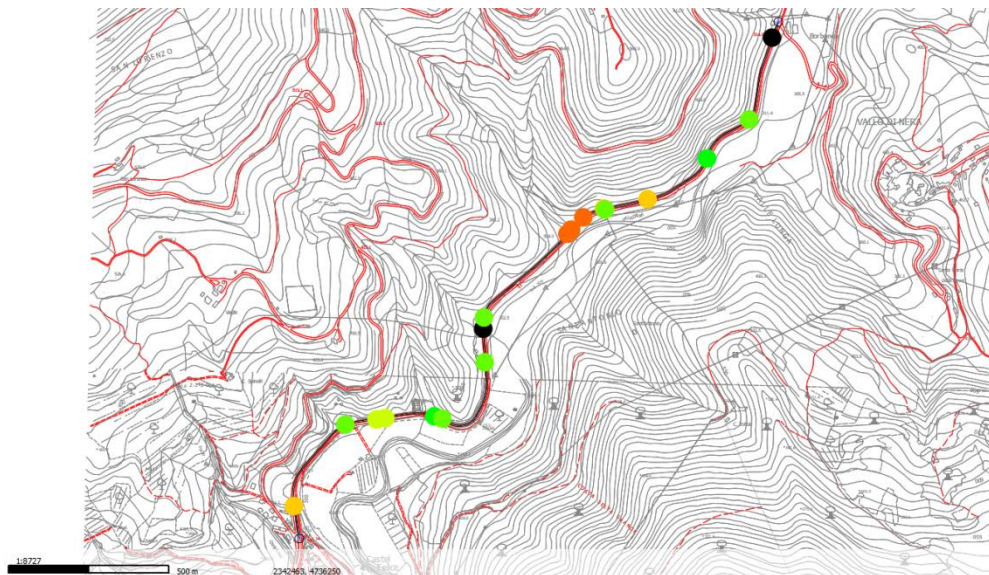
Tempo di viaggio (h)

3.4 SCENARIO ATTUALE ANNO 2036

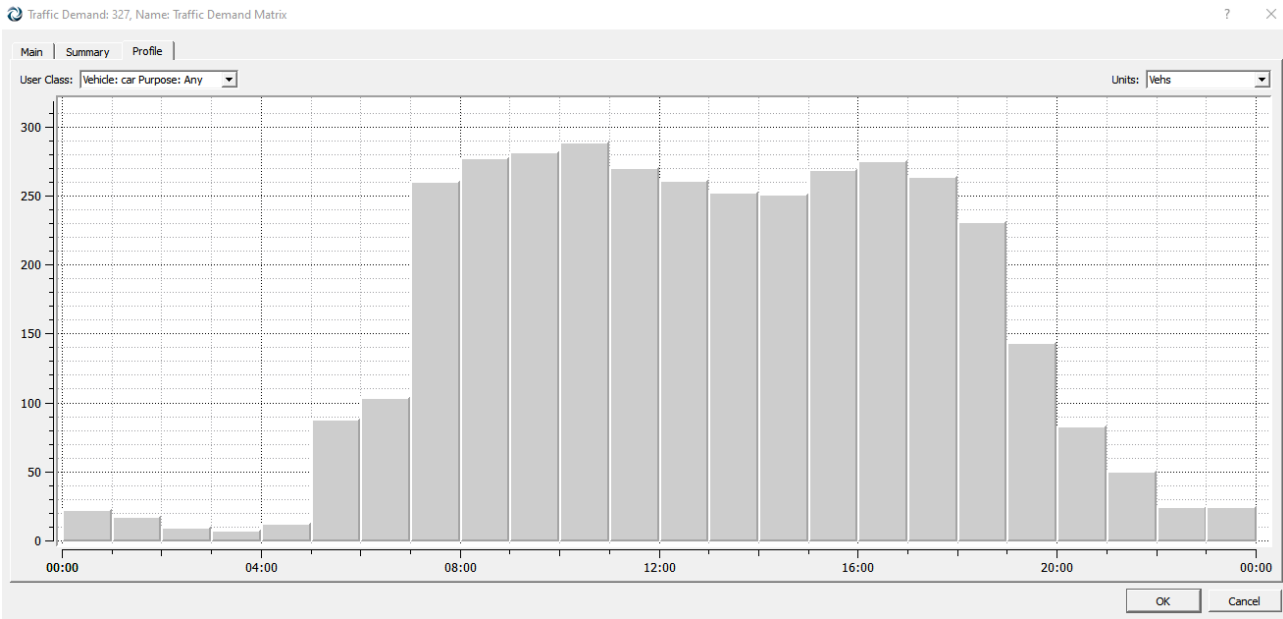
Di seguito si riportano i risultati dello scenario attuale con le previsioni di crescita della domanda stimata all'anno 2036.



Modello stato attuale

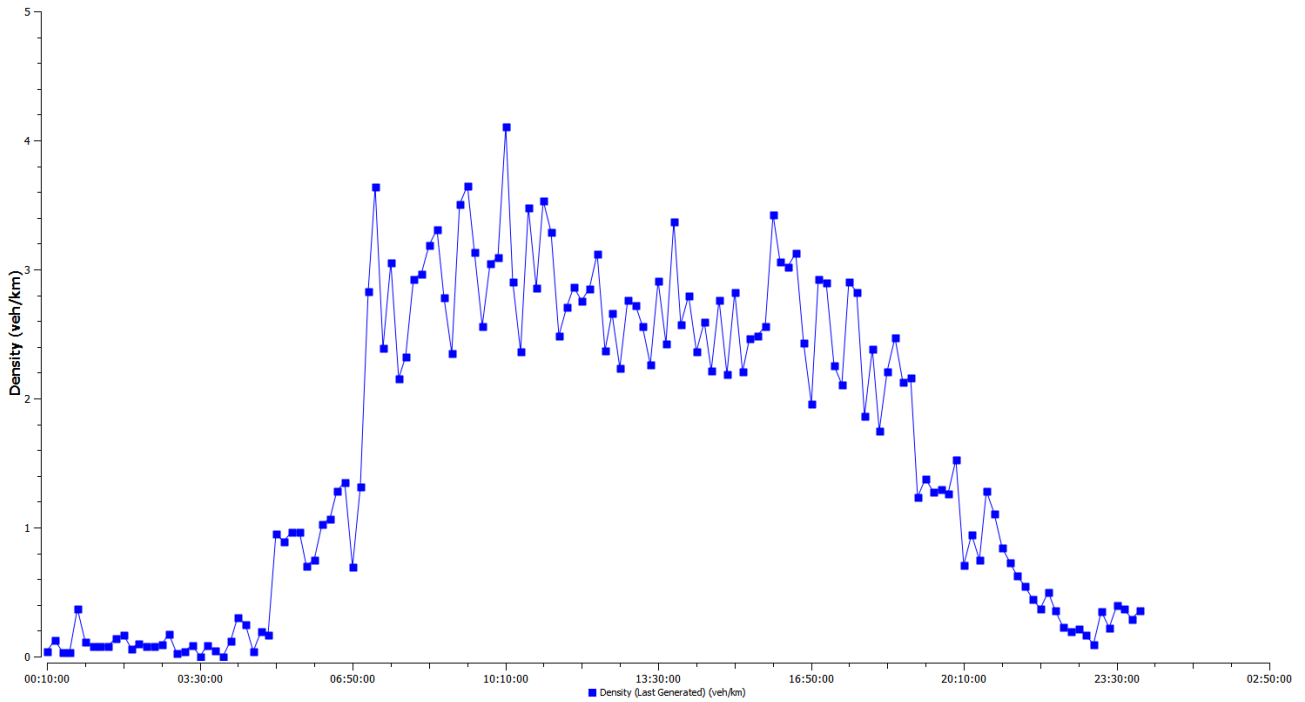


Istante di simulazione ore 10.00

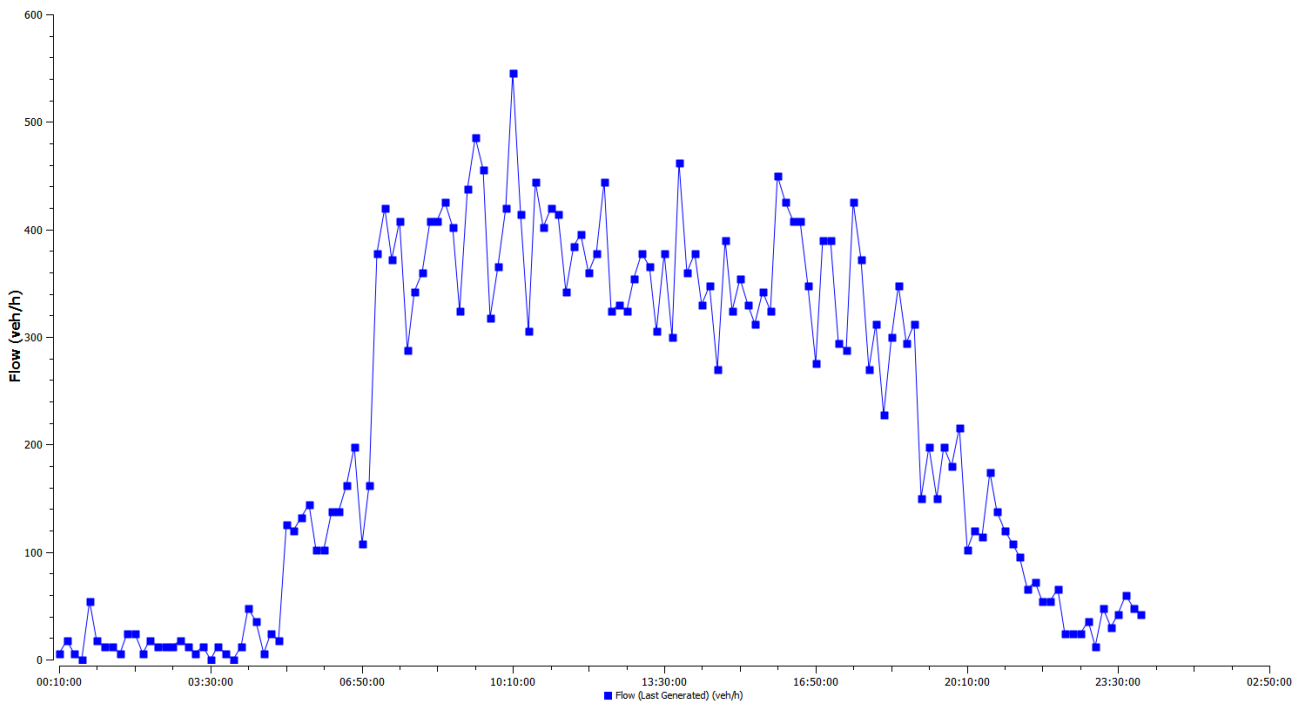


Matrice di domanda su base giornaliera

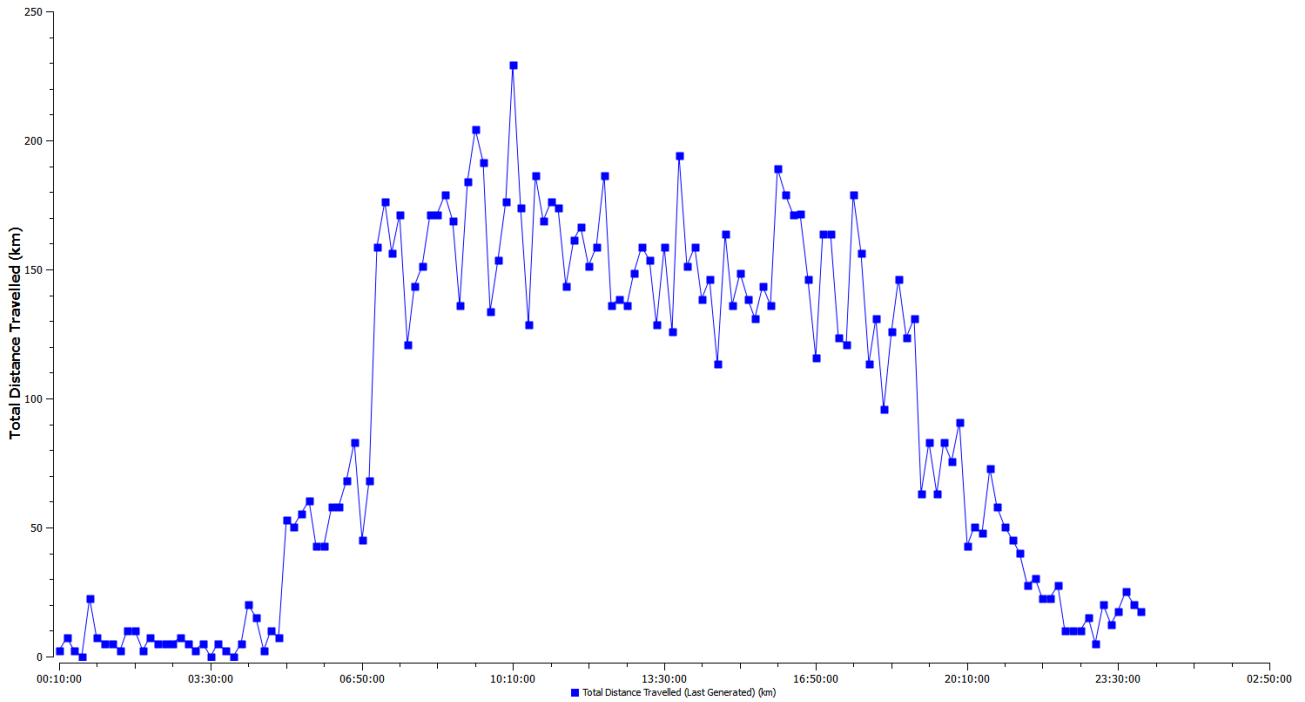
| Stato attuale anno 2036 | | | |
|--------------------------------|----------|--------------------|--------|
| Time Series | Value | Standard Deviation | Units |
| Delay Time All | 3.6 | 3.16 | sec/km |
| Delay Time car | 3.64 | 3.26 | sec/km |
| Delay Time truck | 3.07 | 0.77 | sec/km |
| Density All | 1.92 | | veh/km |
| Density car | 1.78 | | veh/km |
| Density truck | 0.14 | | veh/km |
| Flow All | 215.71 | N/A | veh/h |
| Flow car | 201.29 | | veh/h |
| Flow truck | 14.42 | | veh/h |
| Harmonic Speed All | 56.29 | 4.33 | km/h |
| Harmonic Speed car | 56.62 | 4.32 | km/h |
| Harmonic Speed truck | 52.06 | 1.12 | km/h |
| Speed All | 56.62 | 4.39 | km/h |
| Speed car | 56.95 | 4.36 | km/h |
| Speed truck | 52.09 | 1.1 | km/h |
| Total Distance Travelled All | 13052.91 | | km |
| Total Distance Travelled car | 12180.49 | | km |
| Total Distance Travelled truck | 872.42 | | km |
| Total Travel Time All | 231.89 | N/A | h |
| Total Travel Time car | 215.13 | | h |
| Total Travel Time truck | 16.76 | | h |
| Travel Time All | 63.96 | 4.88 | sec/km |
| Travel Time car | 63.58 | 4.83 | sec/km |
| Travel Time truck | 69.15 | 1.53 | sec/km |
| Vehicles Outside All | 5177 | N/A | vehs |
| Vehicles Outside car | 4831 | | vehs |
| Vehicles Outside truck | 346 | | vehs |



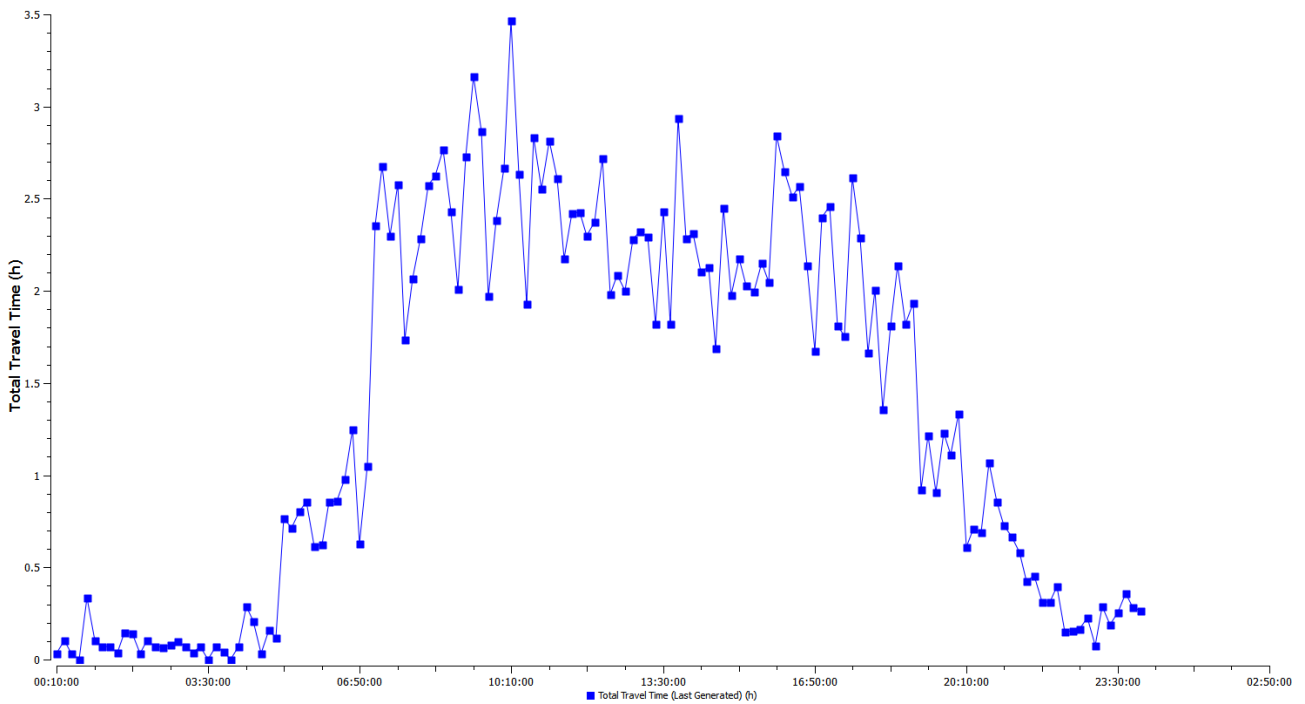
Densità veicolare (veh/km)



Flusso (veh/h)



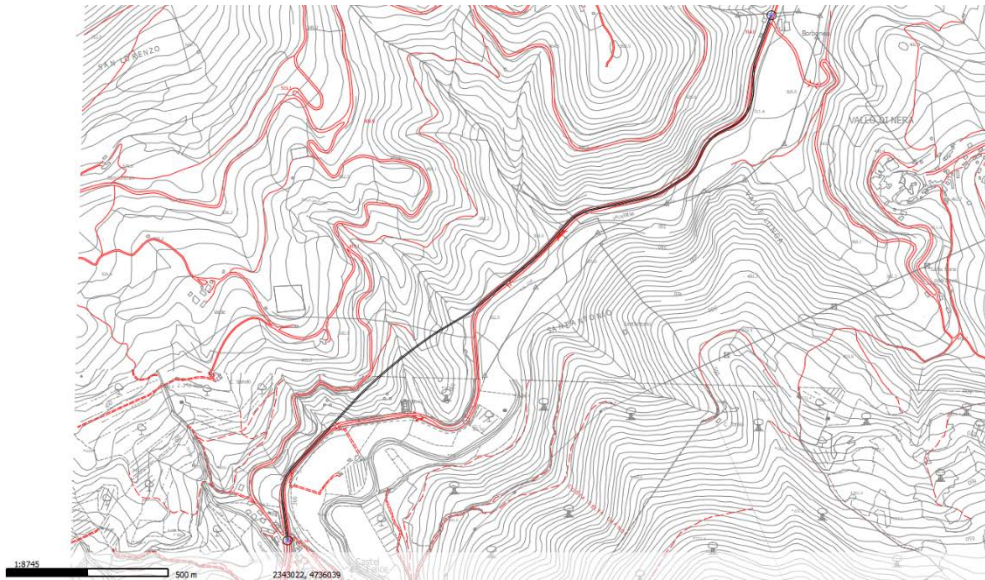
Distanza di viaggio (km)



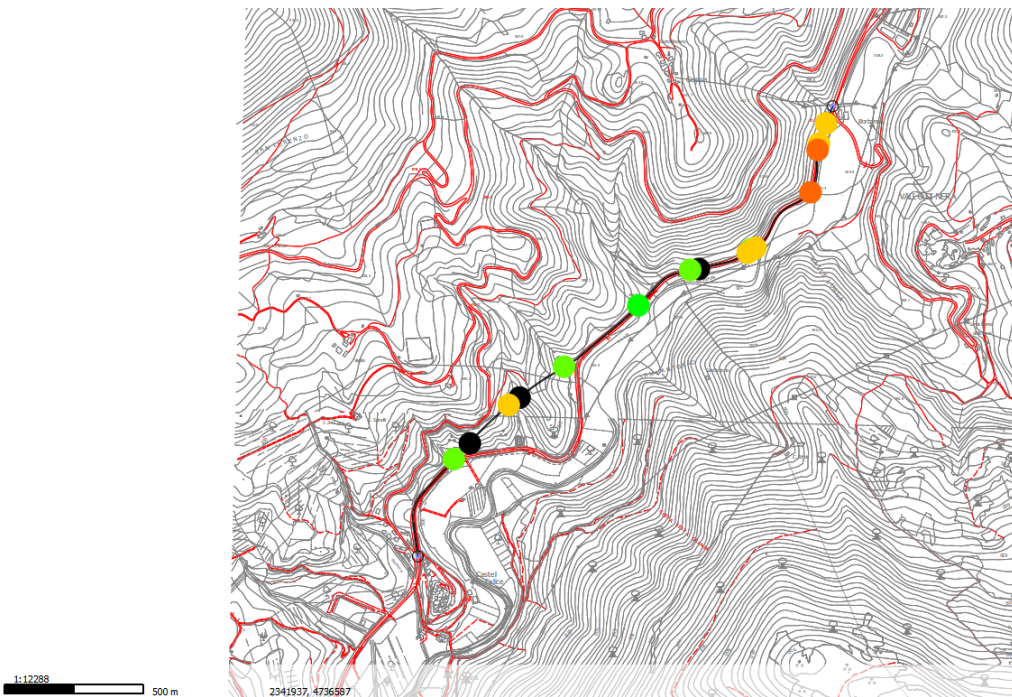
Tempo di viaggio (h)

3.5 SCENARIO PROGETTO ANNO 2036

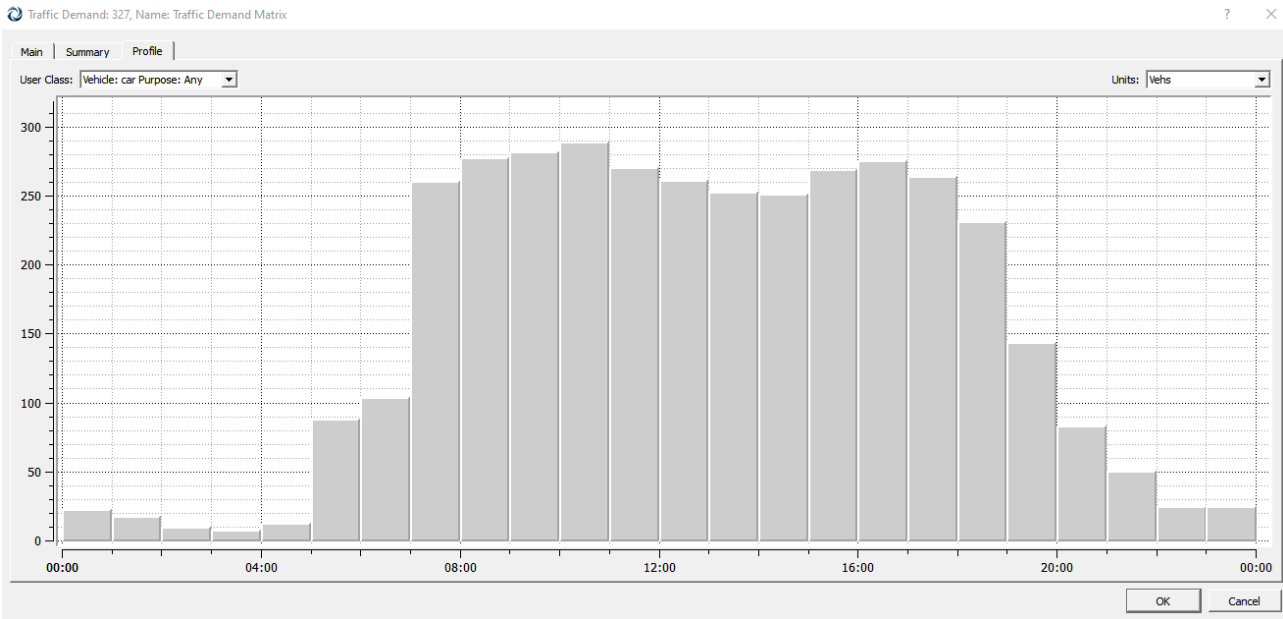
Di seguito si riportano i risultati dello scenario di progetto con le previsioni di crescita della domanda stimata all'anno 2036.



Modello progetto

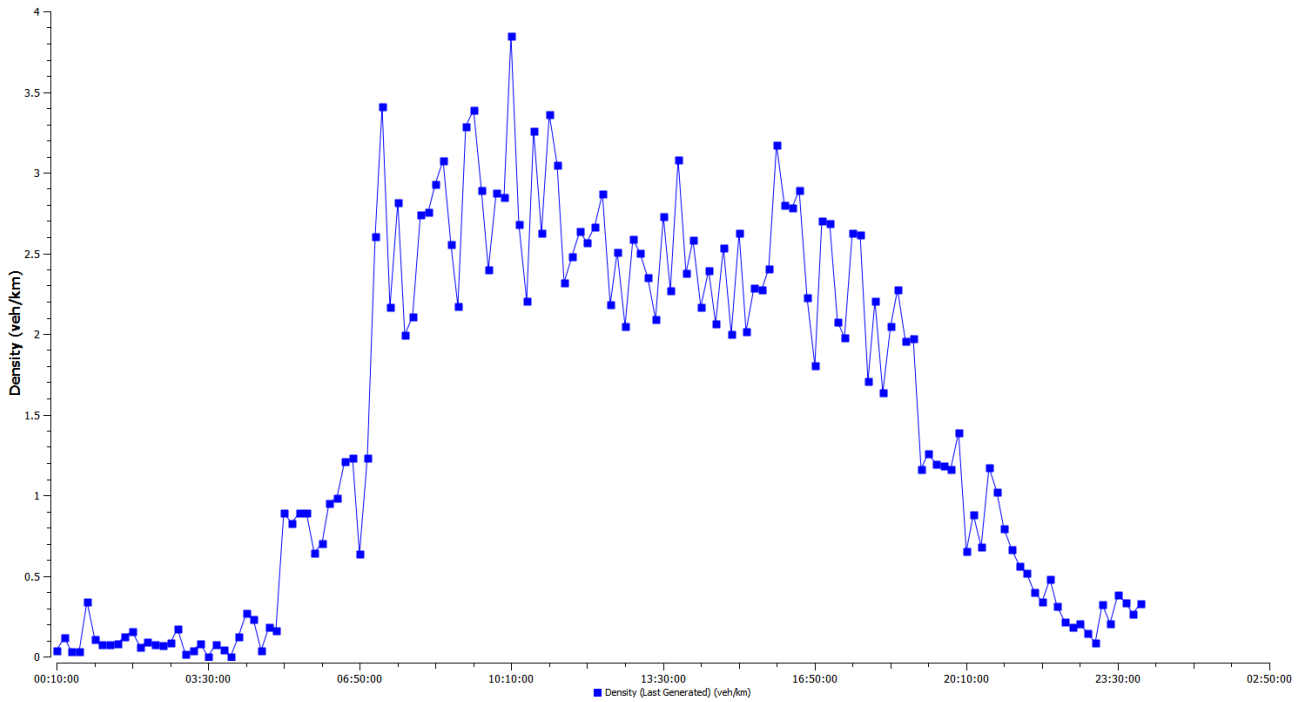


Istante di simulazione ore 10.00

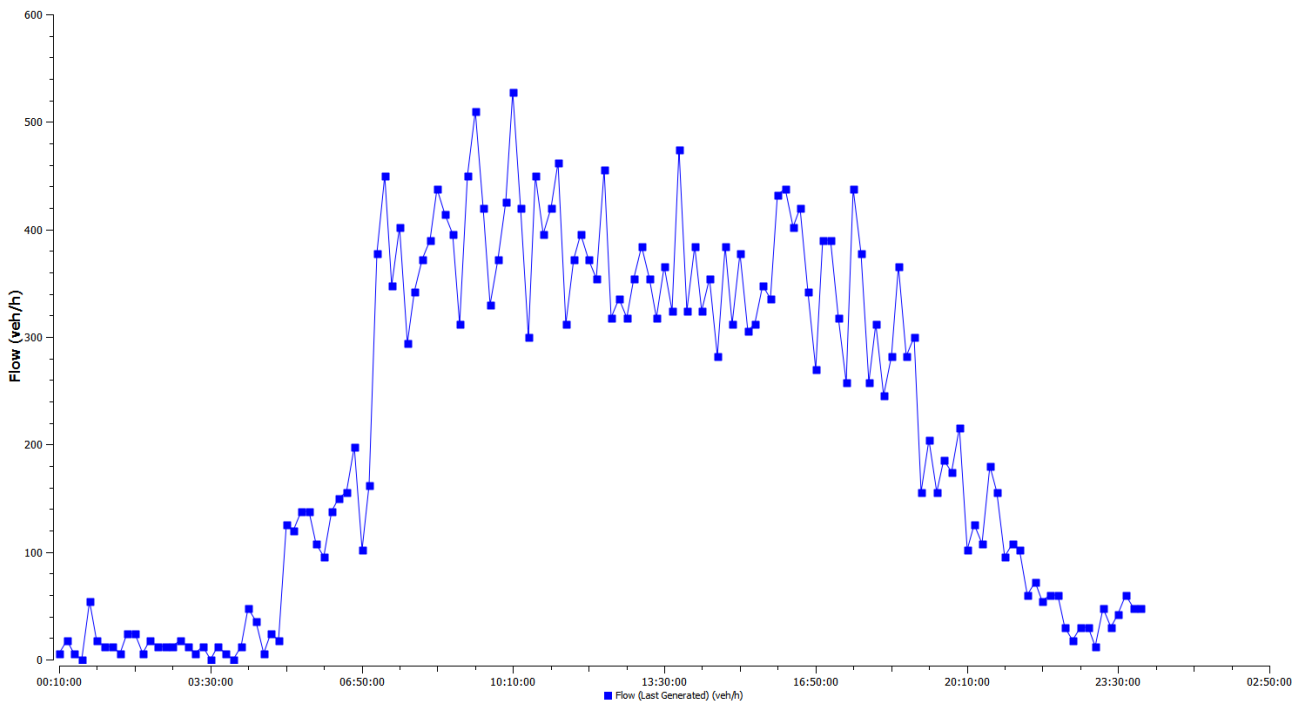


Matrice di domanda su base giornaliera

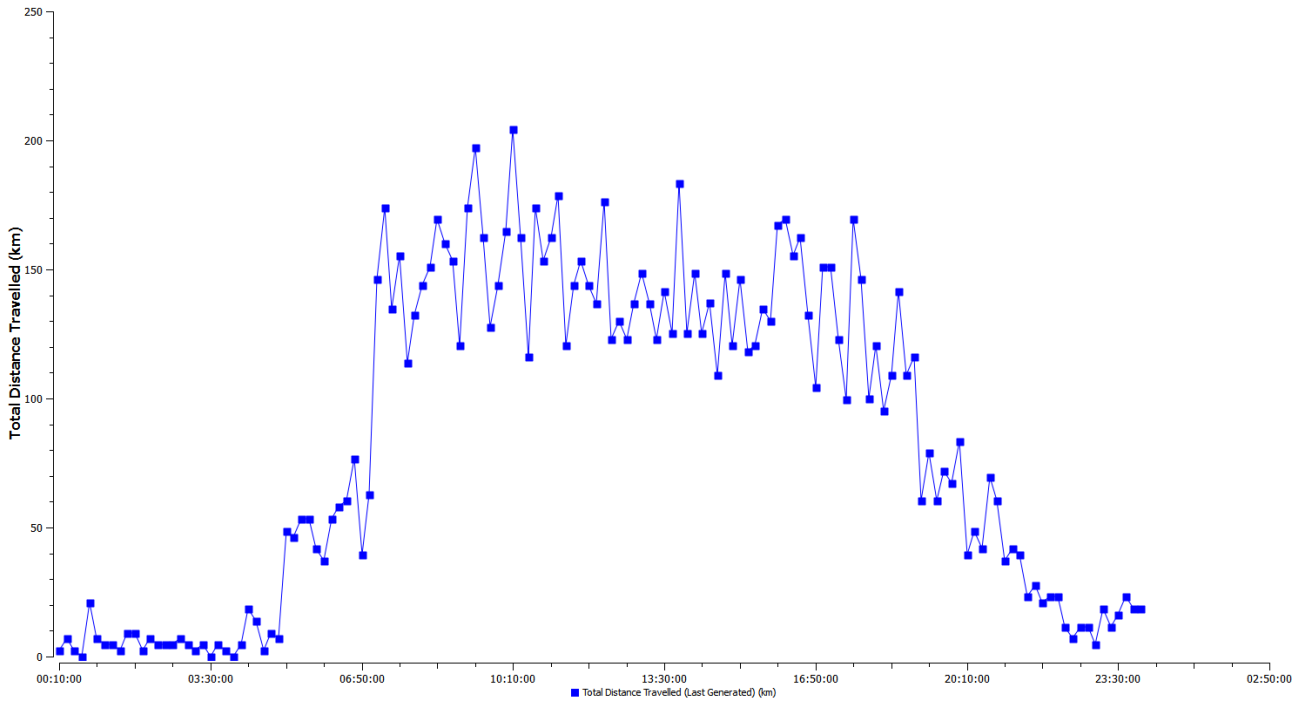
| Progetto anno 2036 | | | |
|--------------------------------|----------|--------------------|--------|
| Time Series | Value | Standard Deviation | Units |
| Delay Time All | 1.86 | 3.31 | sec/km |
| Delay Time car | 1.93 | 3.38 | sec/km |
| Delay Time truck | 0.81 | 1.2 | sec/km |
| Density All | 1.49 | | veh/km |
| Density car | 1.38 | | veh/km |
| Density truck | 0.11 | | veh/km |
| Flow All | 217 | | veh/h |
| Flow car | 204.38 | | veh/h |
| Flow truck | 12.62 | | veh/h |
| Harmonic Speed All | 72.82 | 7.29 | km/h |
| Harmonic Speed car | 73.81 | 6.44 | km/h |
| Harmonic Speed truck | 59.93 | 5.26 | km/h |
| Speed All | 73.55 | 7.09 | km/h |
| Speed car | 74.37 | 6.35 | km/h |
| Speed truck | 60.39 | 5.21 | km/h |
| Total Distance Travelled All | 12092.43 | | km |
| Total Distance Travelled car | 11388.85 | | km |
| Total Distance Travelled truck | 703.58 | | km |
| Total Travel Time All | 166.05 | | h |
| Total Travel Time car | 154.31 | | h |
| Total Travel Time truck | 11.74 | | h |
| Travel Time All | 49.43 | 5.15 | sec/km |
| Travel Time car | 48.78 | 4.36 | sec/km |
| Travel Time truck | 60.07 | 5.36 | sec/km |
| Vehicles Outside All | 5177 | | vehs |
| Vehicles Outside car | 4831 | | vehs |
| Vehicles Outside truck | 346 | | vehs |



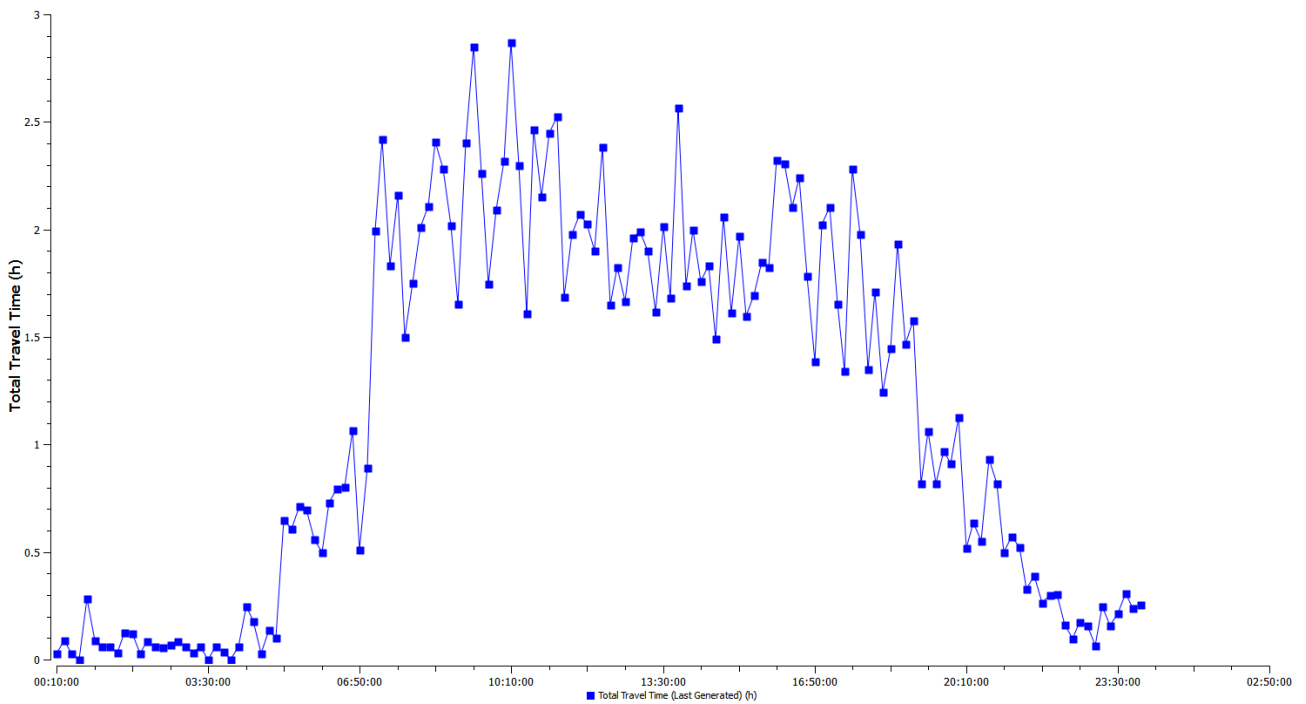
Densità veicolare (veh/km)



Flusso (veh/h)



Distanza di viaggio (km)



Tempo di viaggio (h)

3.6 CONFRONTO INDICATORI DI RETE

Di seguito si riporta il confronto dei valori degli indicatori di rete per i diversi scenari analizzati.

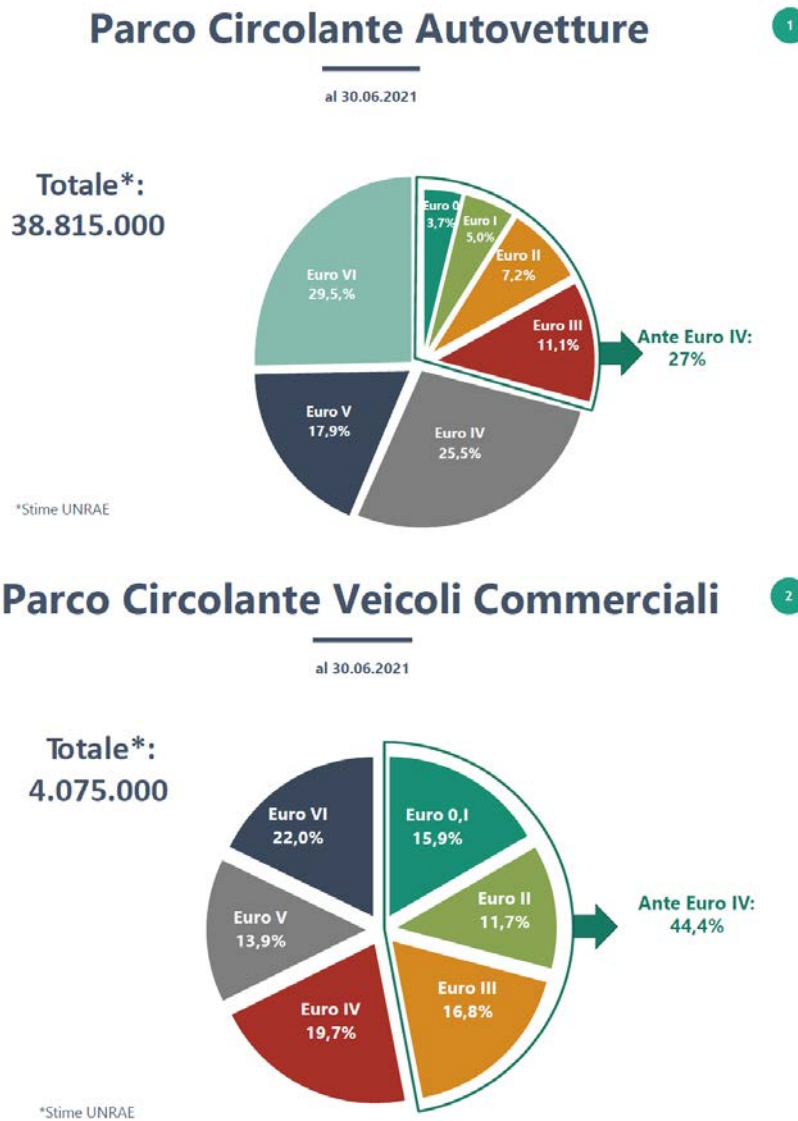
| | Stato attuale | Stato attuale Anno 2026 | Progetto 2026 | Stato attuale Anno 2036 | Progetto Anno 2037 | |
|--------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|----------------------------|-----------------------|--------|
| Time Series | Value | Value | Value | Value | Value | Units |
| Delay Time All | 3.15 | 3.37 | 1.55 | 3.6 | 1.86 | sec/km |
| Delay Time car | 3.16 | 3.4 | 1.6 | 3.64 | 1.93 | sec/km |
| Delay Time truck | 3.03 | 3.02 | 0.79 | 3.07 | 0.81 | sec/km |
| Density All | 1.19 | 1.5 | 1.13 | 1.92 | 1.49 | veh/km |
| Density car | 1.12 | 1.39 | 1.04 | 1.78 | 1.38 | veh/km |
| Density truck | 0.08 | 0.11 | 0.09 | 0.14 | 0.11 | veh/km |
| Flow All | 135.29 | 169.58 | 164.54 | 215.71 | 217 | veh/h |
| Flow car | 127.33 | 158 | 153.79 | 201.29 | 204.38 | veh/h |
| Flow truck | 7.96 | 11.58 | 10.75 | 14.42 | 12.62 | veh/h |
| Harmonic Speed All | 56.73 | 56.4 | 73.04 | 56.29 | 72.82 | km/h |
| Harmonic Speed car | 57.03 | 56.73 | 74.13 | 56.62 | 73.81 | km/h |
| Harmonic Speed truck | 52.31 | 52.15 | 60.32 | 52.06 | 59.93 | km/h |
| Speed All | 57.08 | 56.73 | 73.76 | 56.62 | 73.55 | km/h |
| Speed car | 57.38 | 57.06 | 74.67 | 56.95 | 74.37 | km/h |
| Speed truck | 52.32 | 52.17 | 60.77 | 52.09 | 60.39 | km/h |
| Total Distance Travelled All | 8186.69 | 10261.73 | 9169.19 | 13052.91 | 12092.43 | km |
| Total Distance Travelled car | 7705.09 | 9560.78 | 8570.12 | 12180.49 | 11388.85 | km |
| Total Distance Travelled truck | 481.6 | 700.95 | 599.07 | 872.42 | 703.58 | km |
| Total Travel Time All | 144.32 | 181.96 | 125.54 | 231.89 | 166.05 | h |
| Total Travel Time car | 135.11 | 168.52 | 115.6 | 215.13 | 154.31 | h |
| Total Travel Time truck | 9.21 | 13.44 | 9.93 | 16.76 | 11.74 | h |
| Travel Time All | 63.46 | 63.83 | 49.29 | 63.96 | 49.43 | sec/km |
| Travel Time car | 63.13 | 63.45 | 48.56 | 63.58 | 48.78 | sec/km |
| Travel Time truck | 68.83 | 69.03 | 59.68 | 69.15 | 60.07 | sec/km |
| Vehicles Outside All | 3247 | 4070 | 4070 | 5177 | 5177 | vehs |
| Vehicles Outside car | 3056 | 3792 | 3792 | 4831 | 4831 | vehs |
| Vehicles Outside truck | 191 | 278 | 278 | 346 | 346 | vehs |

L'analisi di simulazione evidenzia un generale miglioramento degli indicatori di rete ed in particolare in termini di velocità di percorrenza e di tempo di viaggio.

3.7 VARIAZIONE INQUINAMENTO ATMOSFERICO

Le variazioni di inquinamento atmosferico sono valutate come variazioni delle emissioni sulla rete stradale dell'area di studio tra gli scenari "con Intervento" e "senza Intervento".

Il modello utilizzato è il CORINAIR e la valutazione è effettuata considerando per le classi veicolari esaminata dal modello una composizione percentuale media basata sul parco veicolare medio circolante in Italia al 2021 suddiviso per Norma Euro di emissione (Fonte -UNRAE).



Parco Circolante Veicoli Industriali

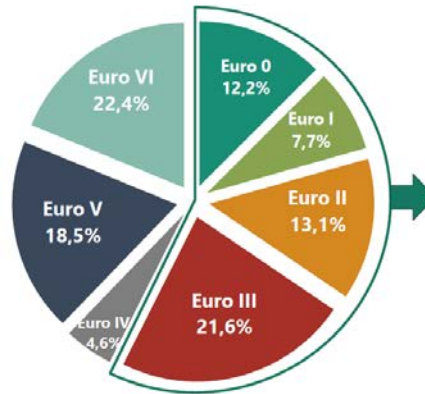
3

al 30.06.2021

Totale*:
702.000

età media
14 anni

*Stime UNRAE
* > 3,5t



Ante Euro IV:
57,4%

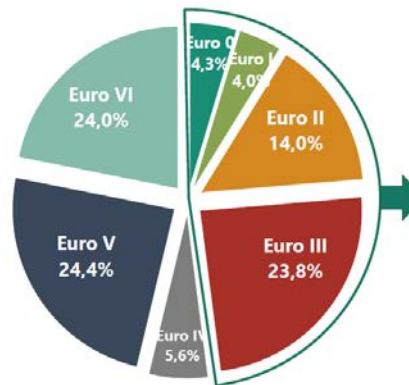
Parco Circolante Autobus

4

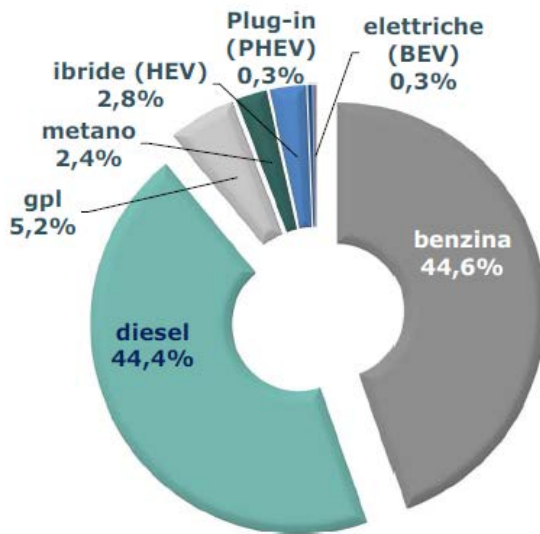
al 30.06.2021

Totale*:
29.000

età media
12 anni



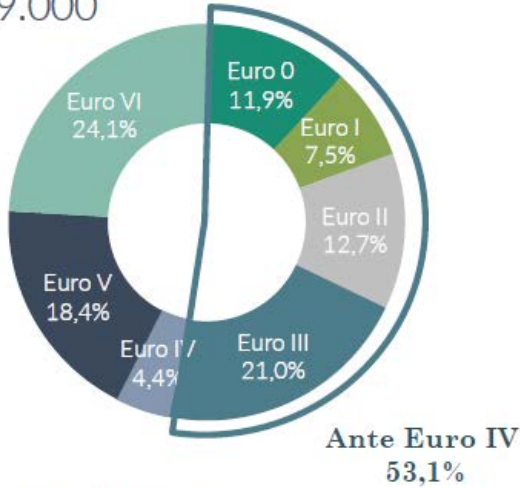
Ante Euro IV:
(in vigore dal
1.10.2016)
29.000
46%



| | Parco auto al 31.12.2021* |
|------------------|---------------------------|
| Benzina | 17.300.000 |
| Diesel | 17.250.000 |
| Gpl | 2.000.000 |
| Metano | 930.000 |
| Ibride (HEV) | 1.100.000 |
| Plug-in (PHEV) | 110.000 |
| Elettriche (BEV) | 118.000 |
| Totale | 38.808.000 |

* stima UNRAE

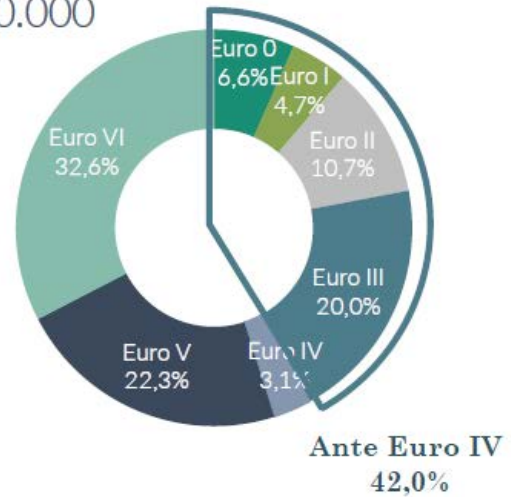
Totale >3,5t:
709.000



Età media: 14 anni

* stima UNRAE

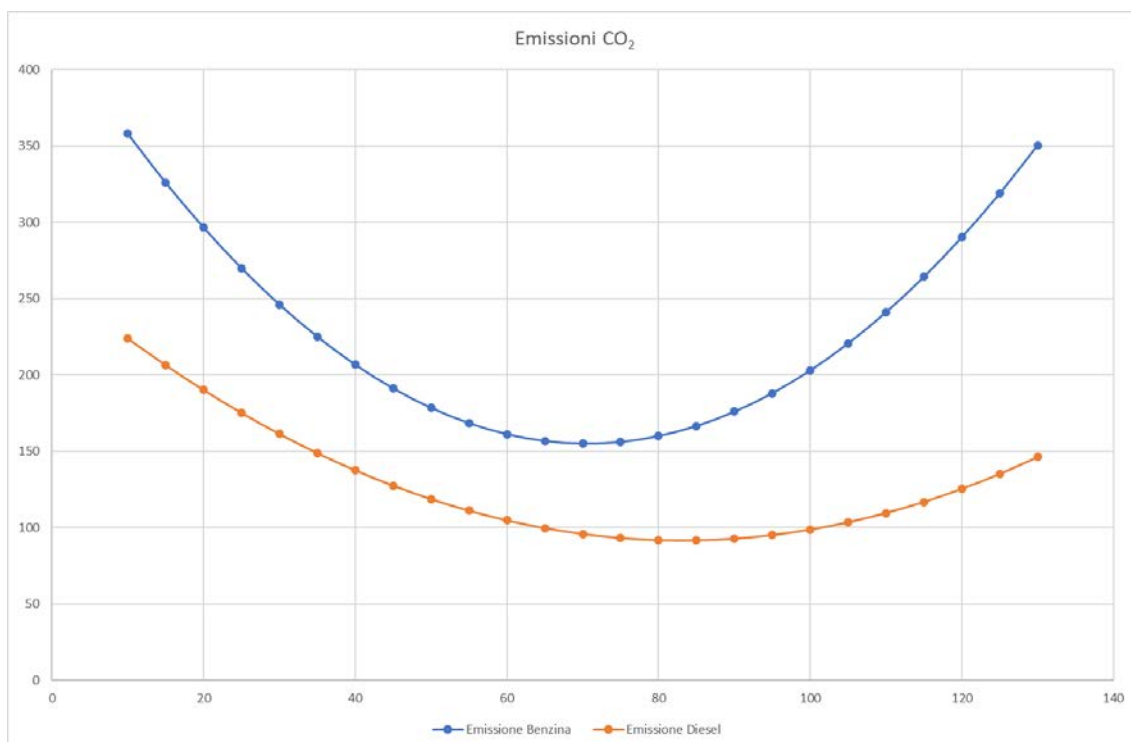
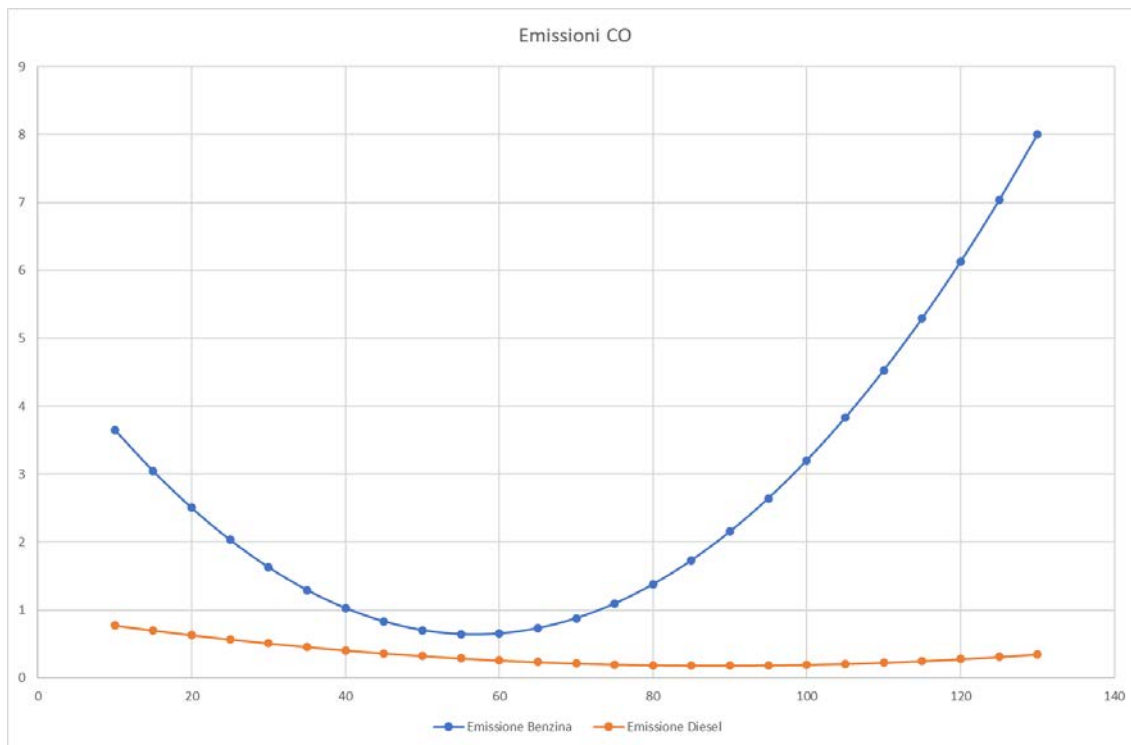
Totale ≥16t:
430.000

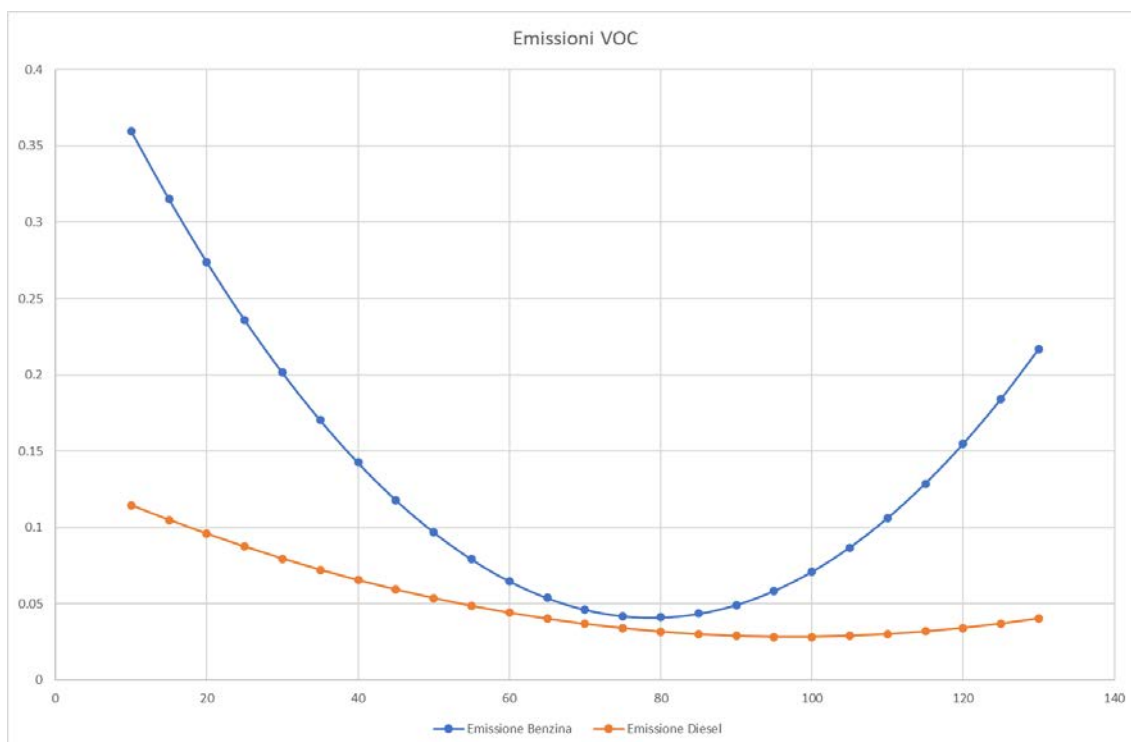
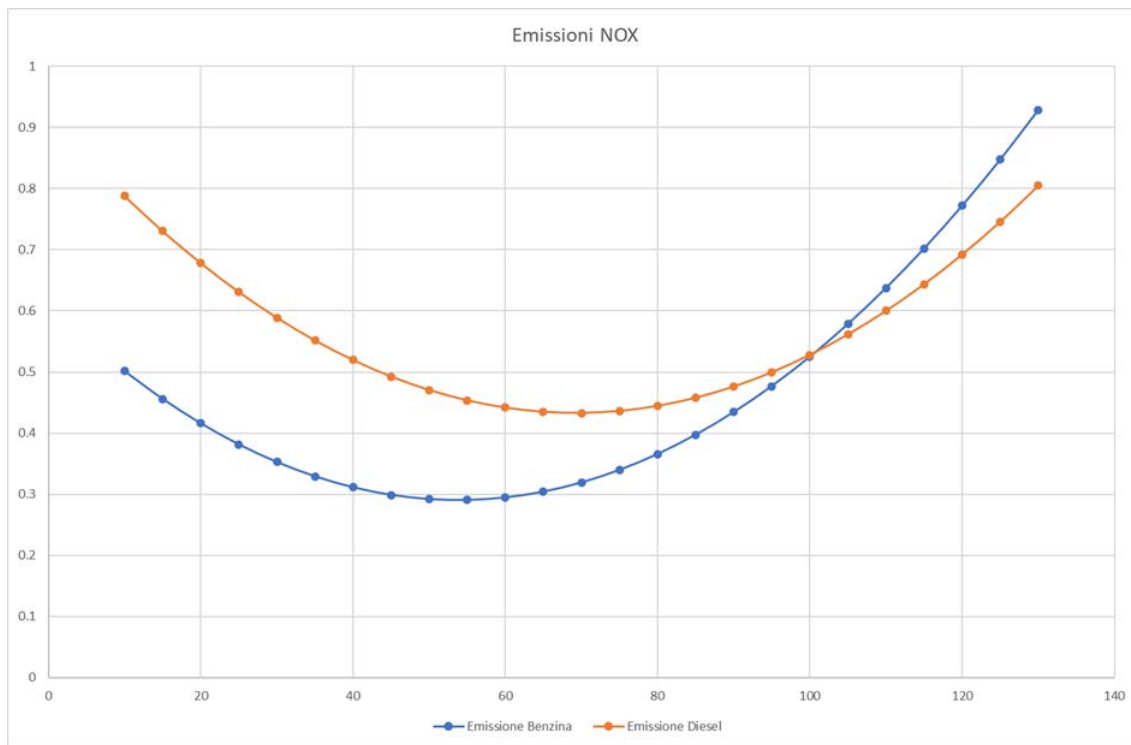


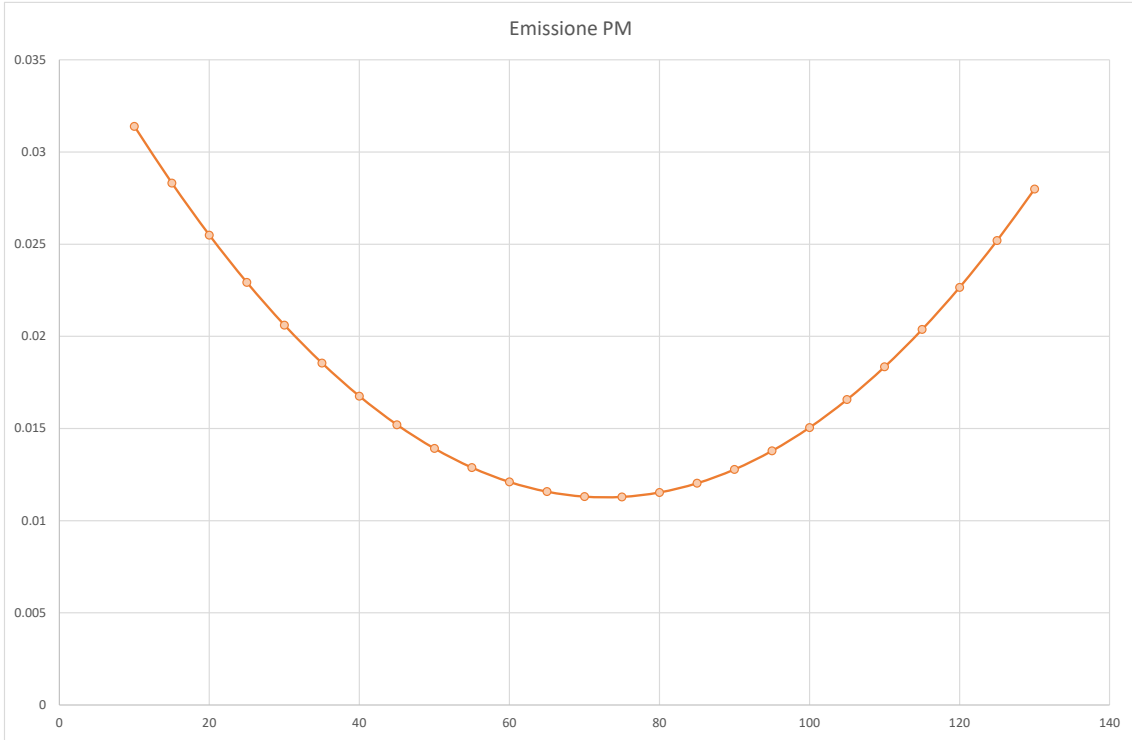
Età media: 12 anni

Di seguito si riportano le curve di emissione delle varie sostanze inquinanti espresse in g/km e suddivise per veicoli leggeri e veicoli pesanti in funzione della velocità di percorrenza.

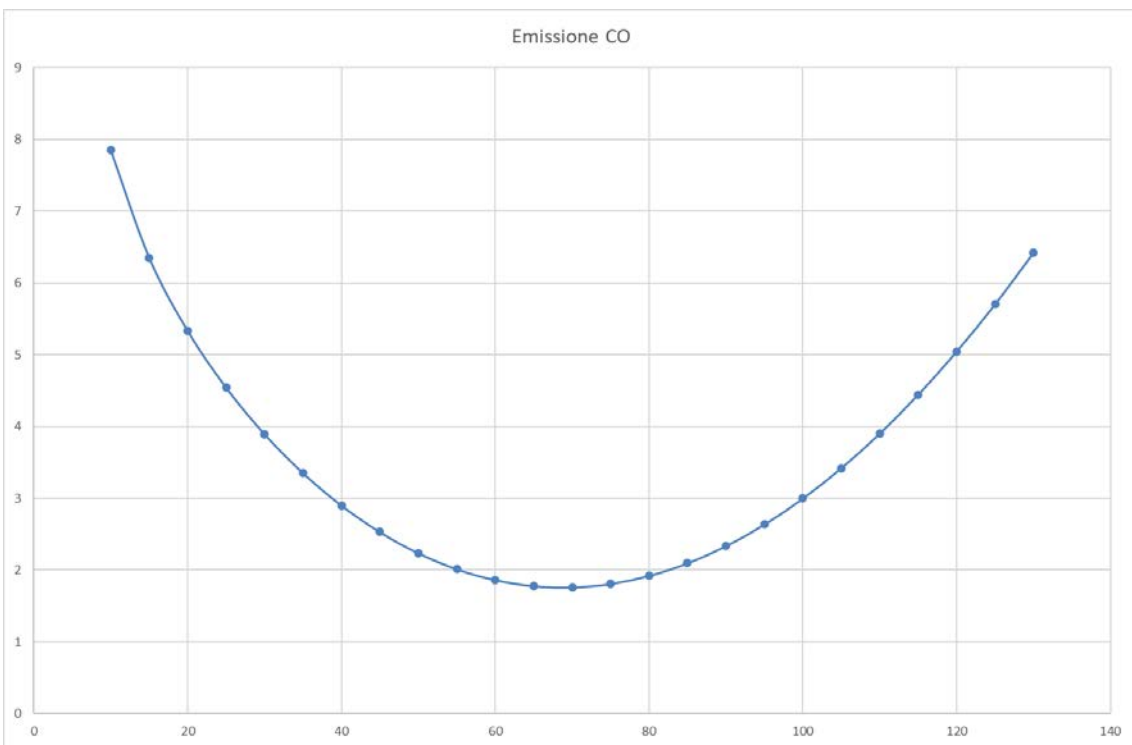
Veicoli leggeri

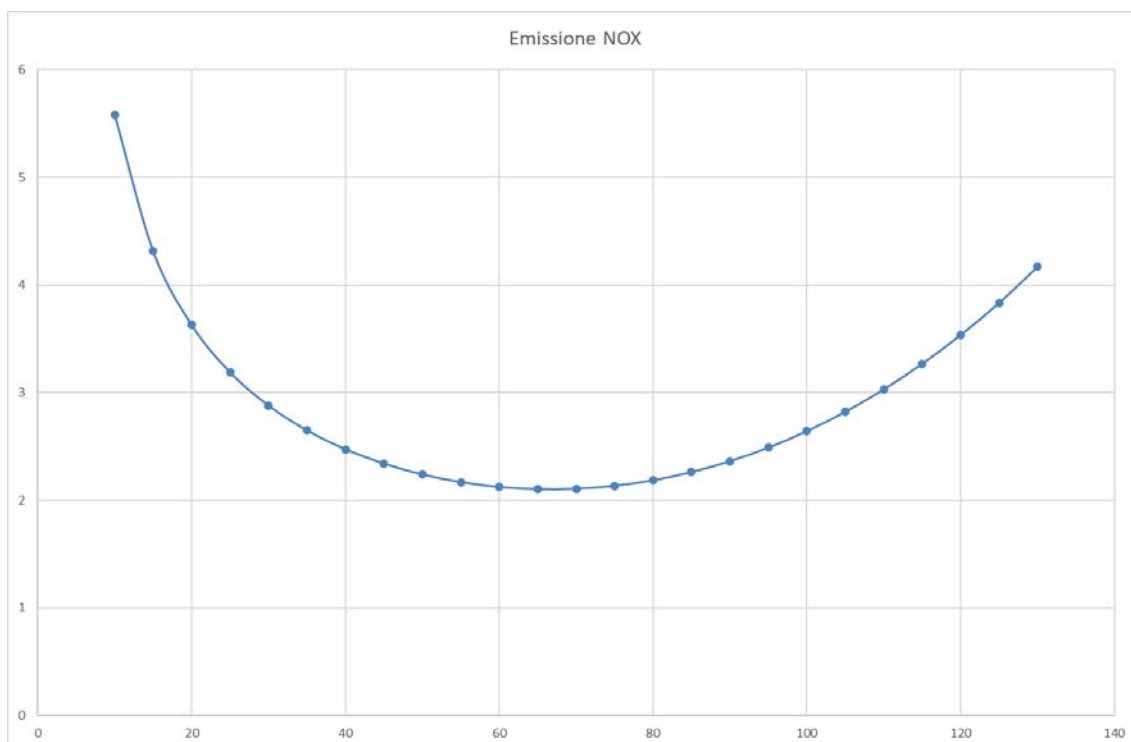
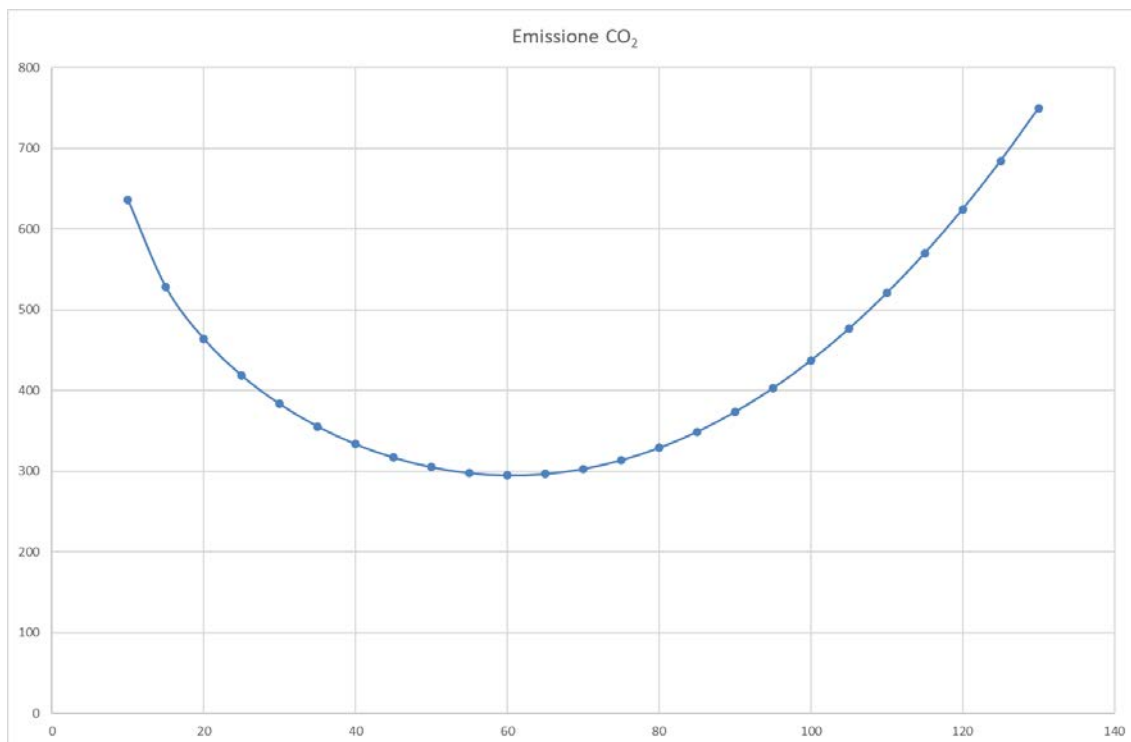


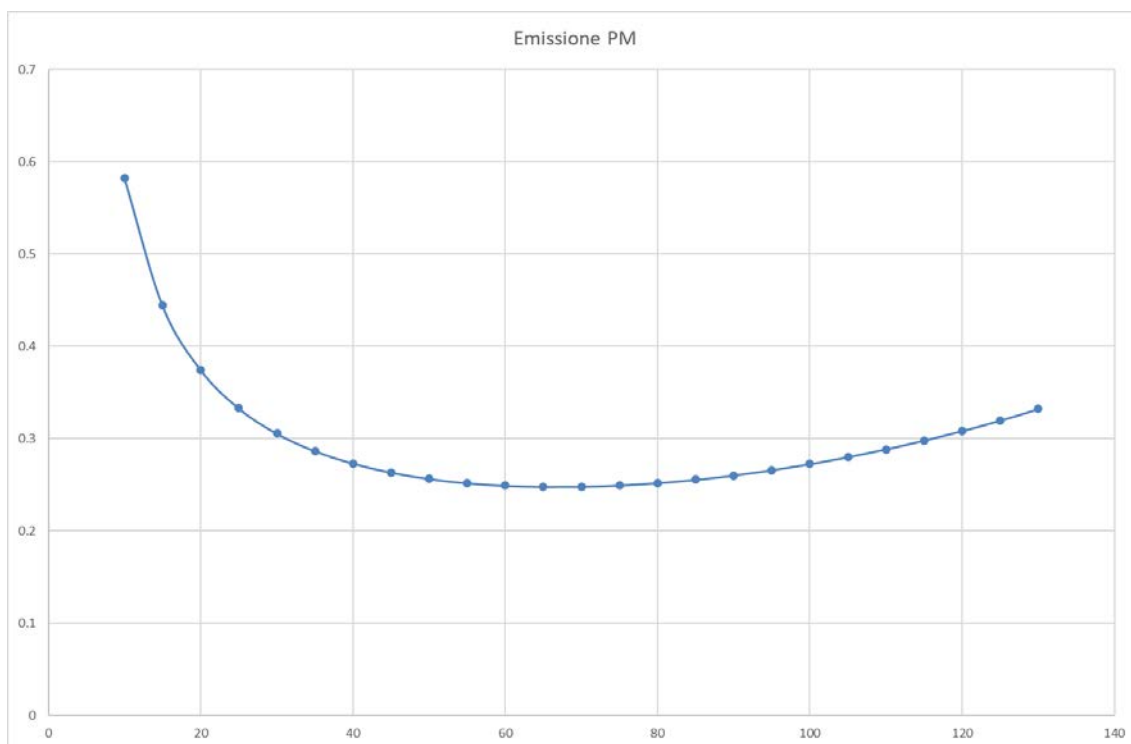
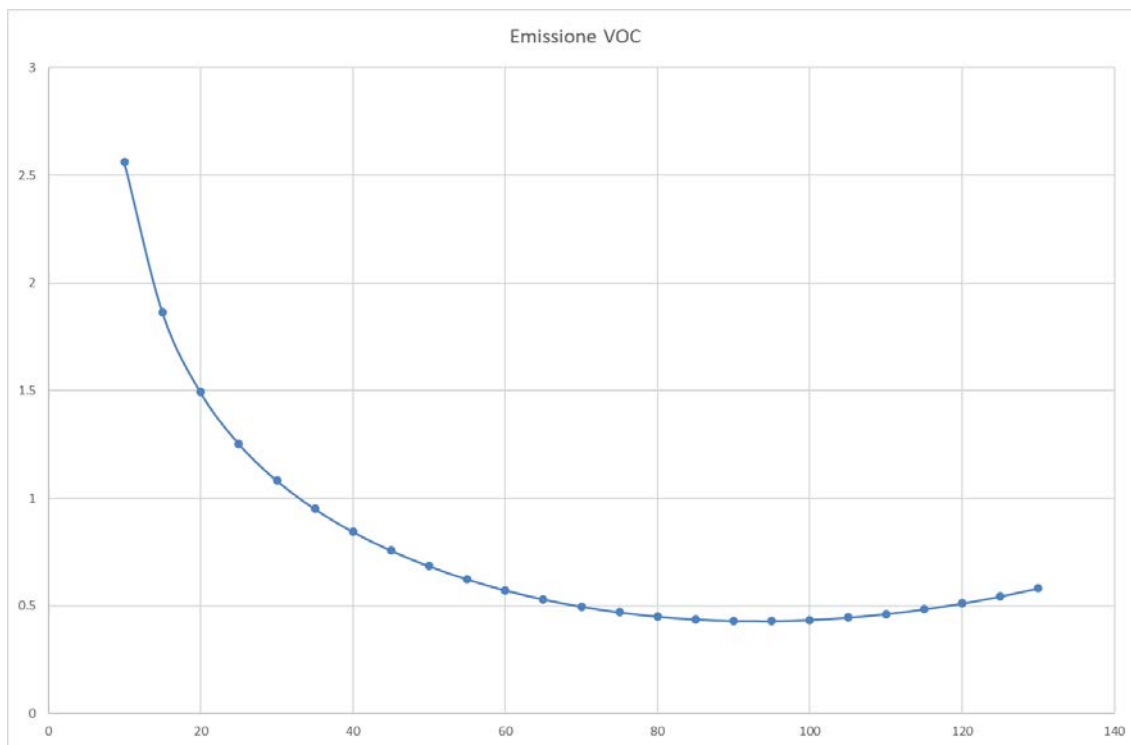




Veicoli pesanti







In relazione ai risultati ottenuti dalla modellazione ed alle tabelle sopra riportate sono state definite le quantità di emissioni nei diversi scenari analizzati in g/anno:

| EMISSIONI VEICOLI LEGGERI | Stato attuale | Stato attuale Anno 2026 | Stato attuale Progetto 2026 | Stato attuale Anno 2036 | Progetto Anno 2037 | Units |
|----------------------------------|----------------------|--------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|--------------|
| CO | 315322 | 375509 | 311853 | 501252 | 423688 | g |
| CO2 | 138908971 | 164746359 | 144028822 | 219336748 | 195101877 | g |
| VOC | 53646 | 63904 | 52578 | 85317 | 71502 | g |
| NOX | 623062 | 736654 | 671265 | 978810 | 906966 | g |
| PM | 16243 | 19203 | 17356 | 25514 | 23471 | g |
| | | | | | | |
| EMISSIONI VEICOLI PESANTI | Stato attuale | Stato attuale Anno 2026 | Stato attuale Progetto 2026 | Stato attuale Anno 2036 | Progetto Anno 2037 | Units |
| CO | 357436 | 477815 | 436715 | 561168 | 477718 | g |
| CO2 | 52886086 | 70697360 | 69252689 | 83030165 | 75754920 | g |
| VOC | 110750 | 148049 | 134438 | 173876 | 147061 | g |
| NOX | 384969 | 503895 | 508823 | 604395 | 544996 | g |
| PM | 44747 | 59155 | 59143 | 70252 | 63980 | g |

3.8 ANALISI DEL TEMPO DI TRASPORTO

Le simulazioni effettuate con riferimento ai diversi scenari ante e post intervento hanno consentito di determinare i seguenti indicatori

- Tempo totale di viaggio passeggeri;
- Totale di veicoli · km passeggeri (autovetture equivalenti);
- Tempo totale di viaggio merci;
- Totale dei veicoli · km merci (autocarri equivalenti)

Il passaggio dal dato giornaliero al dato annuo è ottenuto considerando 365 giorni/anno di circolazione per i veicoli passeggeri e 365 giorni/annoper i veicoli merci. L'utilizzo di 365 giorni annui è dovuto al fatto che nella simulazione dei modelli si eutilizzato il Traffico Giornaliero Medio Annuo rilevato nel territorio dalle sezioni di monitoraggio permanentedel traffico di Anas, ed avendo così conseguentemente scontato nei dati di calibrazione i fenomenidi stagionalità.

Di seguito si riportano i valori degli indicatori di rete nei vari scenari:

| | Stato attuale | Stato attuale Anno 2026 | Stato attuale Progetto 2026 | Stato attuale Anno 2036 | Progetto Anno 2037 | |
|--------------------------------|----------------------|--------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|--------------|
| Time Series | Value | Value | Value | Value | Value | Units |
| Total Travel Time All | 52677 | 66415 | 45822 | 84640 | 60608 | h/anno |
| Total Travel Time car | 49315 | 61510 | 42194 | 78522 | 56323 | h/anno |
| Total Travel Time truck | 3362 | 4906 | 3624 | 6117 | 4285 | h/anno |

4 ANALISI COSTI BENEFICI

4.1 INTRODUZIONE

L'analisi costi benefici (ACB) è applicata al progetto in variante della S.S. n.685 "Tre Valli Umbre" previste dal progetto di fattibilità tecnico-economica considerato, in questa prima fase, come il progetto preferenziale, al fine di verificarne preliminarmente la sostenibilità economica.

L'analisi costi-benefici (ACB) è lo strumento più frequentemente utilizzato nella valutazione di progetti di interesse collettivo e si configura come uno strumento di supporto per:

- La valutazione della sostenibilità economica dell'intervento;
- Il confronto e la scelta tra alternative progettuali di un intervento;
- La definizione di priorità nell'allocazione delle risorse con il confronto tra interventi differenti.

Nella valutazione degli effetti economici dell'investimento, l'ACB considera solamente gli aspetti differenziali ed incrementali dello stesso. L'analisi è dunque sviluppata sulla differenza tra benefici e costi del progetto ("con intervento") e benefici e costi che si potrebbero altrimenti manifestare in assenza di intervento ("senza intervento").

Essendo l'analisi costi-benefici uno strumento di valutazione della fattibilità di un investimento dal punto di vista della collettività, occorre considerare unicamente il costo effettivo per lo Stato. I valori utilizzati sono quindi "economici" (costo effettivo per lo Stato al netto delle tasse e dei trasferimenti allo stesso sotto altra forma) e non "finanziari" (spesa sostenuta per la realizzazione e gestione dell'intervento). La trasformazione dei costi da finanziari in economici avviene mediante l'applicazione di opportuni fattori di conversione.

L'analisi attribuisce all'infrastruttura di progetto una vita utile di 30 anni e considererà un valore residuo delle opere al termine della vita utile. Il valore residuo è considerato poiché l'orizzonte temporale di analisi (il periodo di valutazione è pari a 30 anni) è inferiore alla vita economica di alcune componenti dell'opera. Il valore residuo è calcolato considerando vite utili differenziate per ciascuna componente dell'opera con riguardo ai costi delle opere civili, degli impianti civili e dei sistemi di comunicazione e sicurezza, che varia da un minimo di 15 anni (impianti civili e misure di sicurezza) ad un massimo di 75 anni (ponti, viadotti e gallerie).

Gli indicatori di rete alla base dell'Analisi Costi Benefici sono stati desunti dai risultati dello Studio Trasportistico, specificatamente dai risultati di rete, e fanno riferimento agli scenari di proiezione della domanda studiati.

La tabella seguente evidenzia, ai diversi orizzonti temporali di analisi delle tratte progettuali, la variazione giornaliera degli indicatori trasportistici di rete (confronto tra scenario di progetto e di riferimento) ottenuti dallo studio trasportistico.

| | Stato attuale | Stato attuale Anno 2026 | Stato Progetto Anno 2026 | Stato attuale Anno 2036 | Stato Progetto Anno 2036 | |
|---------------------------------------|---------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------|
| Time Series | Value | Value | Value | Value | Value | Units |
| Total Distance Travelled All | 8186,69 | 10261,73 | 9169,19 | 13052,91 | 12092,43 | km |
| Total Distance Travelled car | 7705,09 | 9560,78 | 8570,12 | 12180,49 | 11388,85 | km |
| Total Distance Travelled truck | 481,6 | 700,95 | 599,07 | 872,42 | 703,58 | km |
| Total Travel Time All | 144,32 | 181,96 | 125,54 | 231,89 | 166,05 | h |
| Total Travel Time car | 135,11 | 168,52 | 115,6 | 215,13 | 154,31 | h |
| Total Travel Time truck | 9,21 | 13,44 | 9,93 | 16,76 | 11,74 | h |

La Valutazione della fattibilità economica dell'ipotesi progettuali è effettuata mediante il calcolo degli indicatori di sostenibilità economica, utilizzando i coefficienti e parametri significativi ed i valori monetari unitari indicati nei paragrafi seguenti. Gli indicatori di sostenibilità economica considerati sono:

- Il Saggio di Rendimento Interno Economico (SRIE)– tasso di sconto che rende uguale a zero il valore attualizzato del progetto, inteso come somma dei flussi di cassa attualizzati ottenuti durante la vita utile del progetto (benefici – costi totali);
- Il Valore Attuale Netto Economico (VANE) – valore dei flussi di cassa (benefici – costi totali) ottenuti dal progetto nel corso della vita utile attualizzati, anno per anno, con il tasso di attualizzazione adottato;
- Il rapporto Benefici/Costi al tasso di attualizzazione adottato.

4.2 UBICAZIONE ED ALTERNATIVE

L' ACB sarà redatta nell'ambito della Fattibilità Tecnico Economica dei lavori di "Rettifica del tracciato e adeguamento alla Sez. Tipo C2 dal km 49+300 al km 51+500 della S.S.685".

I lavori interesseranno i territori comunali di Santa Anatolia di Narco e Vallo di Nera, in Provincia di Perugia.

Le soluzioni individuate nel piano di fattibilità sono relative a tre alternative, riportate nella Fig.2.2 e Fig.2.3.

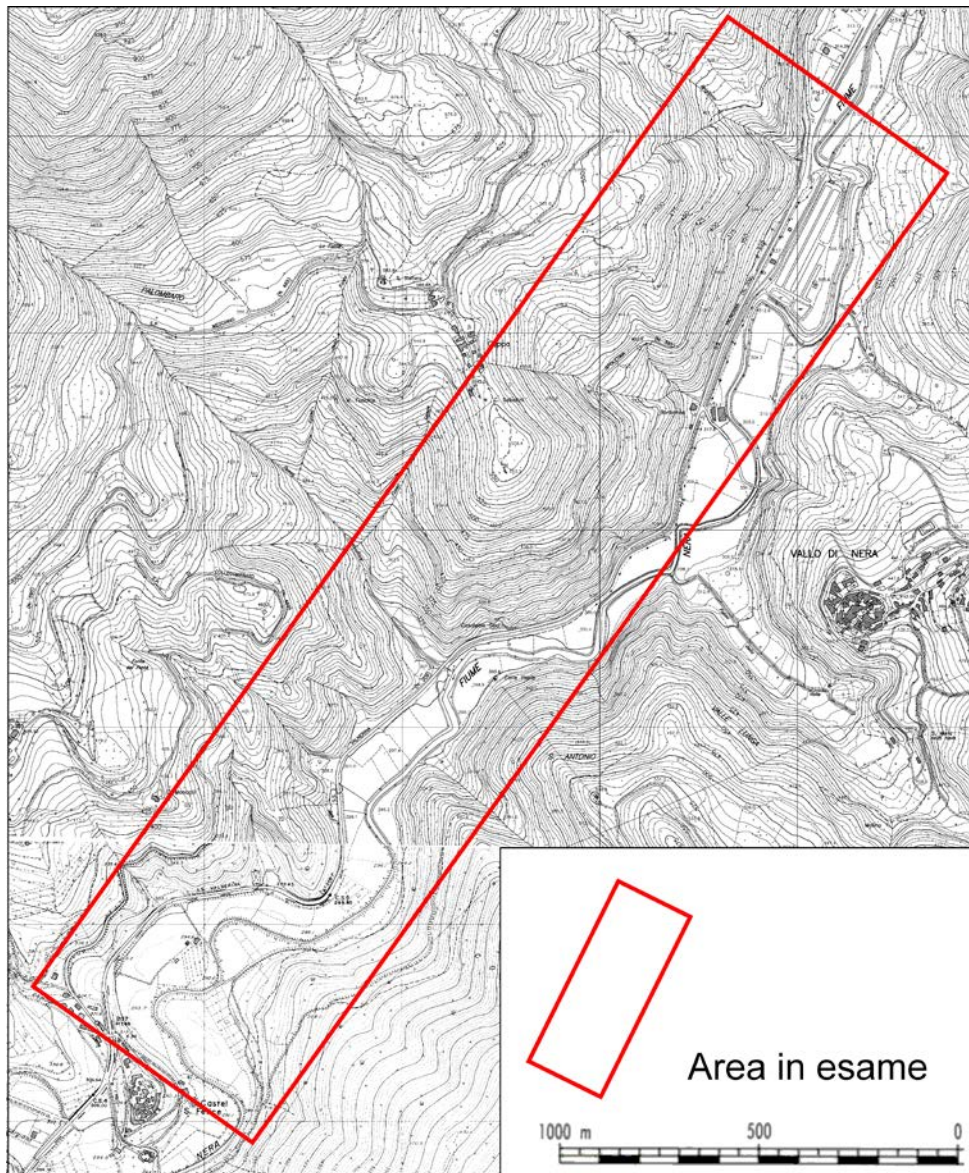


Fig. 2.1 – Inquadramento area in esame (C.T.R. scala 1:5000, sezioni 336033-336074).

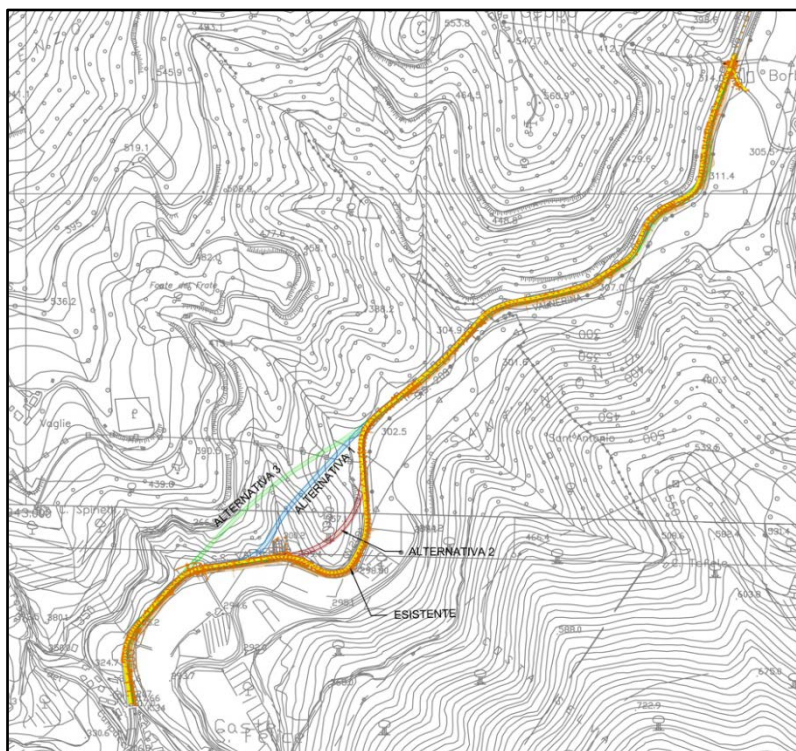


Fig. 2.2 - Sviluppo planimetrico dei tracciati alternativi di progetto.



Fig. 2.3 - Particolare della figura precedente.

4.3 DESCRIZIONE E QUANTIFICAZIONE DEI COSTI E DEI BENEFICI

Premesso che i costi e i benefici si distribuiscono in un certo arco di tempo, sarà necessario collocarli nei precisi momenti in cui si verificheranno per poterli attualizzare e confrontare.

In questa tipologia di opera i costi di investimento vengono sostenuti nell'arco di tempo preventivato per la realizzazione delle varie attività, che dipende in parte da ragioni tecniche e in parte da motivi di ordine burocratico.

Eventuali disguidi tecnico-operativi potranno comportare dei tempi maggiori rispetto a quelli preventivati ma, ovviamente, non saranno oggetto del computo.

La durata economica corrisponde all'orizzonte temporale massimo oltre il quale i benefici netti attualizzati diventano insignificanti. Una volta realizzata l'opera i benefici diretti e quelli indotti possono raggiungere più o meno rapidamente il massimo livello, per mantenersi poi costanti nel tempo.

È del tutto evidente quindi che, nel presente caso, ai fini dell'attualizzazione il preciso momento di collocazione dei benefici è importante come quello della loro quantificazione.

L'arco temporale di riferimento per l'analisi dei benefici è, come già anticipato, pari a 30 anni.

4.4 ANALISI DEI COSTI

Costi di investimento

Sono tutte le erogazioni di denaro necessarie per la realizzazione dell'opera e saranno evidenziate in tabelle e/o grafici. Gli elementi di progetto devono essere realizzati a regola d'arte, per offrire ampie garanzie di qualità del servizio. Inoltre, uno scarso investimento oggi comporterà domani opere di sistemazione dai costi elevatissimi e non sempre con buoni risultati (rischi elevati).

I costi di realizzazione dell'opera, derivanti dal quadro economico di progetto, prevedono un investimento complessivo di circa 25.335.527,8 € di costi finanziari.

Per la realizzazione dell'opera sono stati previsti tre anni di lavori, con inizio dell'investimento al 2023 ed entrata in esercizio al 2026 dell'infrastruttura.

La trasformazione dei costi da finanziari in economici è effettuata utilizzando un fattore medio di conversione, ottenuto considerando le usuali categorie di importo lavori, ad esempio materiali, manodopera, trasporti e noli, ciascuno con il proprio tasso di conversione da valore finanziario ad economico.

Il tasso di conversione medio è ottenuto come media pesata tra i singoli tassi di conversione delle voci di spesa e la percentuale di spesa a queste voci imputata, risultando pari a 0,74. Ne consegue un costo economico dell'opera di 18.748.291€.

Ai fini dell'Analisi da tali costi è stata scomputata, in quanto trasferimento interno alla collettività, l'IVA, e "spalmato" il valore economico sulle annualità precedentemente descritte.

La tabella seguente mostra il costo finanziario e quello economico sostenuto per la realizzazione dell'opera spalmato nei tre anni di lavori previsti.

| COSTI PROGETTO (€) | | |
|---------------------------|------------------------------------|-------------------|
| Finanziario | Coefficiente di conversione | ECONOMICO |
| 6.333.882 | 0,7400 | 4.687.073 |
| 8.867.435 | | 6.561.902 |
| 10.134.211 | | 7.499.316 |
| 25.335.528 | | 18.748.291 |

Il valore residuo dell'opera considerato al trentesimo anno dell'Analisi Costi Benefici è stimato in 14.694.606€ finanziari, pari a 10.874.009€ di costi economici.

Costi di gestione o di esercizio

Sono tutte le erogazioni di denaro necessarie alla gestione e alle manutenzioni ordinarie.

Per quanto riguarda i costi di Gestione (esercizio e manutenzione) saranno utilizzati i valori annui delle spese previste su base parametrica di derivazione ANAS e pari a 15.000,00 €/km all'anno (Strada Extraurbana Tipo C). Ne consegue un costo annuo finanziario di manutenzione di 33.000€, pari a 25.000€ di costi annui economici.

| Quadro Economico | | | |
|---|---|-----------------|------------------------|
| S.S. N° 685 | | | |
| "delle Tre Valli Umbre" | | | |
| Rettifica del tracciato e adeguamento alla sez. tipo C2 dal km 41+500 al km 51+500. | | | |
| Stralcio 1 - Lavori di adeguamento alla sez. tipo C2 dal km 49+300 al km 51+500 | | | |
| PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA | | | |
| A) | Lavori a base di appalto | | |
| a1 | Sommano i Lavori a Corpo e a Misura | | 18 794 034,00 € |
| a2 | A sommare oneri relativi alla sicurezza non soggetti a ribasso | | 969 533,50 € |
| a3 | Totale lavori più oneri relativi alla sicurezza | a1+a2 | 19 763 567,50 € |
| a4 | Progettazione definitiva ed esecutiva | | 1 004 198,64 € |
| a5 | A detrarre Oneri relativi alla Sicurezza non soggetti a ribasso | | 969 533,50 € |
| a6 | Importo lavori soggetto a ribasso | a3+a4-a5 | 19 798 232,64 € |
| B) | Somme a Disposizione della stazione appaltante | | |
| b1 | Interferenze | | 400 000,00 € |
| b2 | Rilievi, accertamenti ed indagini | | 40 000,00 € |
| b3 | Allacciamenti ai pubblici servizi | | 100 000,00 € |
| b4 | Imprevisti | max 8% | 926 695,85 € |
| b5 | Acquisizione Aree ed Immobili, Imposte di registro, ipotecarie e catastali | | 63 458,43 € |
| b6 | Fondo art. 113 c.2 D.lgs 50/2016 | | - € |
| b7 | Spese tecniche (attività di collaudo, CSE,) | | 130 000,00 € |
| b8 | per i Commissari di cui all'art. 205 c. 5 e art. 209 c. 16 del D.Lgs 50/2016 | 0,10% | 19 763,57 € |
| b9 | spese per Commissioni giudicatrici art. 77 c. 10 del D.Lgs 50/2016 | 0,10% | 19 763,57 € |
| b10 | Copertura assicurativa art. 24 c. 4 D.lgs 50/2016 | 0,40% | 79 054,27 € |
| b11 | Spese per Pubblicità e ove previsto per opere artistiche e contributo ANAC | | 50 000,00 € |
| b12 | Spese prove di laboratorio e verifiche tecniche | 1,30% | 256 926,38 € |
| b13 | Spese per domanda di pronuncia di compatibilità ambientale (solo nel caso in cui questa voce ricorra, lo 0,075% andrà applicato ai seguenti importi: (a3+b1+b2+b3+b4+b6+b7+b10+b11+b12) | 0,075% | 16 309,68 € |
| b14 | Oneri di legge su spese tecniche (4% di b7, b8, b9) | | 6 781,09 € |
| b15 | Oneri scioglimento contratto | | |
| b16 | Bonifica Ordigni Bellici | | 150 000,00 € |
| b17 | Monitoraggio ambientale ante e post operam | | 150 000,00 € |
| b18 | Attività di sorveglianza e prospezione archeologica | | 20 000,00 € |
| b19 | Monitoraggio a cura della Direzione Lavori | | 50 000,00 € |
| b20 | Compensazione aree boscate | | 80 000,00 € |
| b21 | Totale Somme a Disposizione | | 2 558 752,83 € |
| C) | Oneri d'investimento | 9,00% | 2 009 008,83 € |
| D) | Totale Importo Investimento | a3+b20+C | 25 335 527,8 € |
| | IVA per memoria | 22,00% | 4 896 400,23 € |

4.5 ANALISI DEI BENEFICI

Analogamente ai costi, anche i benefici sono classificati in diretti, indiretti e socio-ambientali.

Benefici trasportistici

La modellistica di simulazione applicata allo scenario di riferimento - situazione "Senza Intervento" ed allo scenario di progetto - situazione "Con Intervento" individua le variazioni dei parametri che definiscono il Costo Generalizzato di Trasporto e cioè:

- Tempo totale di viaggio passeggeri;
- Totale di veicoli • km passeggeri (autovetture equivalenti);
- Tempo totale di viaggio merci;
- Totale dei veicoli • km merci (autocarri equivalenti).

Per differenza tra situazione "Con Intervento" e situazione "Senza Intervento" si ricava la variazione nell'area di studio degli indicatori, a partire dall'entrata in esercizio dell'intervento e per ciascun anno di vita utile considerato.

I dati annui degli indicatori di rete sono quelli riportati ad inizio capitolo dell'Analisi Benefici Costi e nei risultati dello studio trasportistico, a cui si rimanda.

La procedura di valutazione del costo generalizzato del trasporto utilizza i dati desumibili da pubblicazioni specializzate del settore relativi al costo di trazione dei veicoli (QUATTORRUOTE, per ciò che concerne i veicoli leggeri, e TUTTOTRASPORTI, per quanto riguarda i veicoli pesanti) ed un valore del costo del tempo opportunamente determinato sulla base di analisi già effettuate in altri studi di valutazione tecnico-economica disponibili in letteratura ed in base agli indirizzi forniti nelle "Linee guida per la valutazione degli investimenti in Opere Pubbliche" - D-Lgs. 228/2011 del giugno 2017".

Il Beneficio o Costo Economico annuo è ottenuto utilizzando, quindi, i seguenti valori monetari unitari medi, da cui deriva il totale di Beneficio Netto "non attualizzato" relativo alla variazione del Costo Generalizzato di Trasporto a partire dall'entrata in esercizio dell'intervento e per ciascun anno di vita utile considerato.

| | | | |
|-------------------------|---------|-----------------|-------|
| Tempo Passeggeri | 13,9 € | Passeggero | x ora |
| Tempo Autocarri | 30,00 € | Autocarro Eq. | x ora |
| Percorrenza Autovetture | 0,21 € | Autovetture Eq. | x km |
| Percorrenza Autocarri | 0,79 € | Autocarro Eq. | x km |

Il coefficiente medio di riempimento di un veicolo passeggeri si è stimato in 1,33 passeggeri/veicolo, come da coefficiente medio di trasferimento riportato da Isfort – Osservatorio “Audimob” relativo all’anno 2019.

Tab. 20 - La dinamica del coefficiente medio di riempimento dell'auto (numero passeggeri incluso condicente)

| | 2001 | 2008 | 2018 | 2019 |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Nord-Ovest | 1,13 | 1,34 | 1,37 | 1,33 |
| Nord-Est | 1,11 | 1,33 | 1,32 | 1,31 |
| Centro | 1,14 | 1,36 | 1,34 | 1,33 |
| Sud e Isole | 1,17 | 1,44 | 1,4 | 1,34 |
| Totale | 1,14 | 1,38 | 1,36 | 1,33 |

Fonte: Isfort, Osservatorio "Audimob" sulla mobilità degli italiani

Il valore medio del Tempo dei veicoli leggeri è stato ipotizzato considerando che l’infrastruttura serve prevalentemente traffici di media percorrenza e, in assenza di informazioni specifiche sulle motivazioni e frequenza del viaggio, si è considerata un’incidenza elevata di spostamenti sistematici, pur considerando la presenza di spostamenti per altri motivi dovuti all’incidenza nel valore medio annuo del traffico della stagionalità estiva.

Il valore di 13,9€/h al 2026 utilizzato è desunto dal valore di 12€/h, più basso del valore medio dell’intervallo riportato in tabella da imputare al tempo per gli spostamenti sistematici di media percorrenza nelle “Linee guida per la valutazione degli investimenti in Opere Pubbliche” - D-Lgs. 228/2011 del giugno 2017”, proiettato al 2026 con un tasso annuo di attualizzazione dell’1,5%.

Tabella A4_1 - Valore dei risparmi di tempo di viaggio per motivo dello spostamento e classe di distanza (passeggeri)

| | Valore del Tempo (€2016/pass.-h) | | |
|--|----------------------------------|--------------|--------------|
| | Business | Pendolarismo | Altri motivi |
| Spostamenti urbani e metropolitani | 12-20 | 5-10 | 5-15 |
| Spostamenti su medie e lunghe distanze | 20-35 | 10-15 | 10-25 |

Benefici sulla sicurezza

La metodologia per la valutazione degli effetti sulla sicurezza conseguenti alla differente ipotesi di configurazione della rete futura in funzione dell'intervento individuato prevede, in linea generale, due step di valutazione distinti:

- Definizione e caratterizzazione del fenomeno incidentale;
- Previsione delle variazioni dell'incidentalità per effetto dell'entrata in esercizio delle alternative progettuali.

I dati di incidentalità devono consentire la caratterizzazione del fenomeno con indici statistici rappresentativi la probabilità di accadimento dell'evento. I dati di incidentalità da considerare per l'analisi sono:

- N° incidenti/anno
- N° incidenti/anno con feriti
- N° incidenti/anno con morti

Tali dati costituiscono le fondamenta dell'analisi; ne consegue l'importanza della attendibilità della fonte. Si farà, quindi, riferimento alle pubblicazioni ACI "Localizzazione degli incidenti stradali", utilizzando come dato di input per la stima delle riduzioni di incidentalità il dato medio annuo di incidenti, feriti e decessi nel periodo 2015-2019 relativamente alla SS685 nella tratta soggetta ad adeguamento in variante. Non verranno utilizzati i dati del biennio 2020/2021 in quanto le restrizioni alla circolazione per l'emergenza sanitaria hanno modificato la mobilità nell'area e, di conseguenza, potrebbero aver alterato il dato statistico sugli incidenti.

Associando gli incidenti annui alle percorrenze attuali rilevate sugli stessi assi stradali, saranno definiti gli indicatori di rete per quanto riguarda gli incidenti, calcolati come incidenti/veicoli*km anno. Una volta definiti gli indicatori precedenti, per la stima delle riduzioni dell'incidentalità ottenibili alla realizzazione dell'intervento, nelle sue diverse alternative progettuali, sulle percorrenze dell'asse di progetto si stima la riduzione dei tassi di incidentalità in funzione della sezione progettuale adottata, ovvero, per un adeguamento in variante a sezione C;

- Riduzione del 35% degli incidenti;

- Riduzione del 50% dei feriti;
- Riduzione del 65% dei decessi.

Applicando i nuovi indicatori di incidentalità alle percorrenze sull'asse di progetto, unitamente agli indicatori trovati nello scenario di riferimento per le percorrenze nello scenario di progetto, viene stimata la riduzione complessiva media degli incidenti; degli incidenti con feriti e degli incidenti con decessi.

La valorizzazione economica annua della riduzione degli incidenti è calcolata ipotizzando un costo sociale pari ad ("Linee guida per la valutazione degli investimenti in Opere Pubbliche" - D-Lgs. 228/2011 del giugno 2017):

- 5.165€ per incidente;
- 81.570€ per ferito;
- 1.916.000€ per decesso.

Il valore medio economico di un ferito è la media pesata tra i valori economici di un ferito lieve ed uno grave, considerando un'incidenza dell'80% di feriti lievi sul totale ed aggiornando il valore 2010 al 2026 con un tasso annuo dell'1,5% di inflazione.

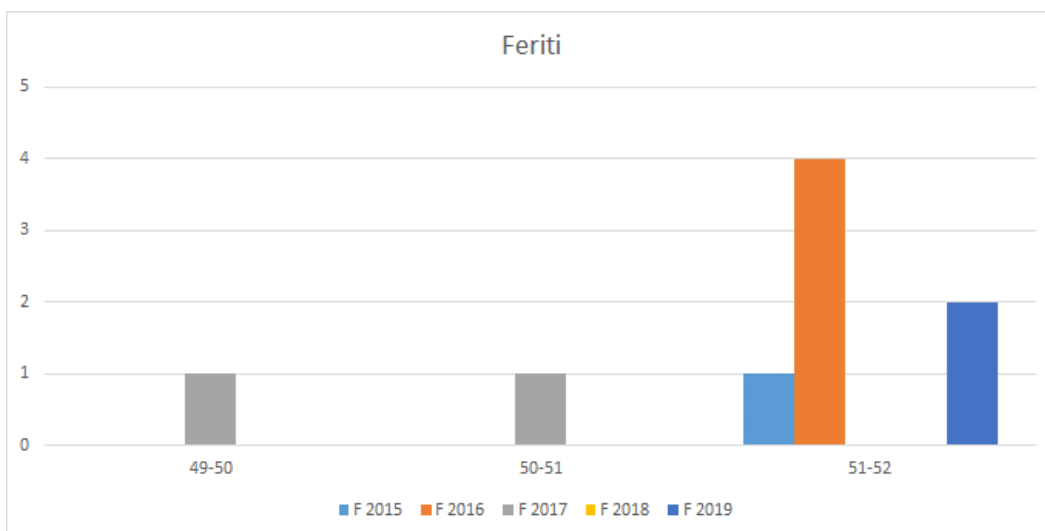
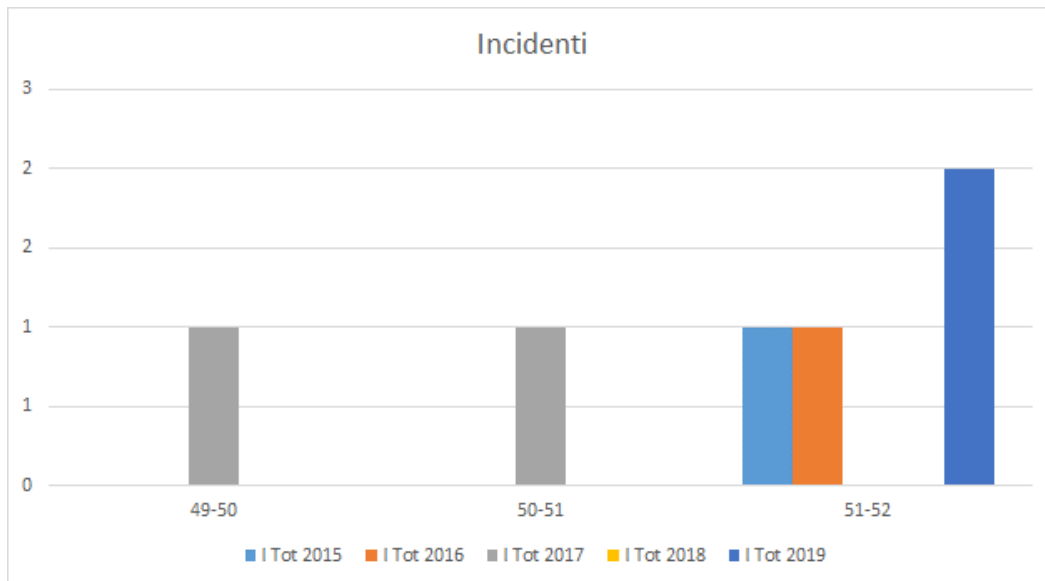
Tabella A4_3 - Costi marginali medi dell'incidentalità a prezzi di mercato (€2010 per incidente, distinto in funzione della gravità)

| Decesso | Ferito grave | Ferito lieve |
|-----------|--------------|--------------|
| 1.916.000 | 246.200 | 18.800 |

Fonte: DG MOVE, Update of the Handbook on External Costs of Transport, 2014

La tabella e le figure seguenti mostrano gli incidenti rilevati nella tratta di progetto dal 2015 al 2019. Si evidenzia: l'assenza di incidenti con decesso; un valore medio di 1,2 incidenti/anno nel quinquennio; un valore medio di 1,8 feriti/anno nel quinquennio.

| Strada | Km | I Tot 2015 | I Tot 2016 | I Tot 2017 | I Tot 2018 | I Tot 2019 | M 2015 | M 2016 | M 2017 | M 2018 | M 2019 | F 2015 | F 2016 | F 2017 | F 2018 | F 2019 |
|--------|-------|------------|------------|------------|------------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| SS685 | 49-50 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| | 50-51 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| | 51-52 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 0 | 0 | 2 |
| | | 1 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 2 | 0 | 2 |
| | | 1,20 | | | | 0,00 | | | | 1,80 | | | | | | |



Benefici socio-ambientali

Le variazioni di inquinamento atmosferico sono valutate come variazioni delle emissioni sulla rete stradale dell'area di studio tra gli scenari "con Intervento" e "senza Intervento".

Il modello utilizzato è il CORINAIR e la valutazione è effettuata considerando per le classi veicolari esaminate dal modello una composizione percentuale media basata sulla combinazione del parco veicolare medio circolante in Italia al 2017 suddiviso per Norma Euro di emissione (Fonte – Ufficio statistico ACI).

| Anno | Norma Euro | AUTOCARRI TRASPORTO MERCI | AUTOVETTURE | MOTOCARRI E QUADRICICLI TRASPORTO MERCI | RIMORCHI E SEMIRIMORCHI TRASPORTO MERCI | Totale |
|------|------------|---------------------------|-------------|---|---|------------|
| 2017 | EURO 0 | 705.481 | 3.768.213 | 211.817 | - | 4.685.511 |
| 2017 | EURO 1 | 274.052 | 1.110.683 | 6.712 | - | 1.391.447 |
| 2017 | EURO 2 | 570.854 | 4.100.597 | 38.761 | - | 4.710.212 |
| 2017 | EURO 3 | 822.787 | 5.743.335 | 453 | - | 6.566.575 |
| 2017 | EURO 4 | 802.902 | 11.451.577 | 118 | - | 12.254.597 |
| 2017 | EURO 5 | 592.380 | 7.109.651 | - | - | 7.702.031 |
| 2017 | EURO 6 | 307.397 | 5.206.617 | - | - | 5.514.014 |
| 2017 | NC | 4.072 | 7.560 | 1.076 | 269.462 | 282.170 |
| 2017 | ND | 3.423 | 22.088 | 1.122 | - | 26.633 |
| | Totale | 4.083.348 | 38.520.321 | 260.059 | 269.462 | 43.133.190 |

Il modello consente di stimare, per ciascuno degli scenari, le emissioni giornaliere ed annue di ciascun inquinante per ogni asse stradale nell'area di studio, in funzione dei carichi veicolari stimati (Veicoli*Km) e della velocità di percorrenza restituita dal modello. In base alla velocità si determina il coefficiente di emissione unitario desunto dalle curve di emissione in funzione della velocità riportate nell'analisi trasportistica.

Dalla percorrenza complessiva sugli archi (veicoli*Km totali) moltiplicata per i fattori di emissione unitari di ciascun arco si è determinato il monte complessivo annuo di emissioni nell'area di studio negli scenari. La variazione di emissioni tra lo scenario di riferimento e di progetto consente di valutare i benefici/malefici da inquinamento determinati dall'entrata in esercizio dell'infrastruttura di studio.

Per la traduzione in termini economici dei volumi di sostanze emesse si è fatto riferimento ai valori CORINAIR che attribuiscono un costo alle sostanze emesse in ambito urbano ed extraurbano; in particolare i valori economici che verranno utilizzati sono:

- 0.0004 €/grammo, per il CO in ambito extraurbano;
- 0,0001 €/grammo, per il CO2 in ambito extraurbano;
- 0.0021 €/grammo, per il VOC in ambito extraurbano;
- 0,0046 €/grammo, per il NOX in ambito extraurbano;
- 0.0795 €/grammo, per il PM10 in ambito extraurbano.

4.6 GLI INDICATORI DI CONVENIENZA: VANE, SRIE, RAPPORTO B/C

VANE

Il *VANE (Valore Attuale Netto Economico)* si ottiene con l'attualizzazione dei benefici, previa detrazione dei costi, nell'arco di tempo che intercorre dall'inizio dell'intervento fino al suo esaurimento tecnico.

Tale tempo deve essere valutato come *vita media tecnica* dell'opera.

Pertanto, il *VANE* è pari a:

$$\sum_{j=0}^n (B_j - C_j) * (1/q^n)$$

dove:

B = benefici

C = costi

j = anni di vita (da 0 a n)

qⁿ = fattore di anticipazione

Non è superfluo qui ricordare che gli interventi in oggetto sono investimenti di tipo "semplice" e presentano, a differenza di quelli complessi, la differenza *(B-C)* *negativa* all'inizio, poi *positiva con piccoli incrementi* e infine *positiva e costante* negli anni fino alla fine della vita tecnica dell'opera.

Ciò è imputabile ai costi iniziali dell'intervento; ai costi di gestione pressoché standard; ai benefici che si otterranno con cadenza regolare.

Poiché il tasso di attualizzazione da adottare dovrà essere superiore al tasso di sconto attuale e, inoltre, andrà incrementato per tenere presente il fattore di rischio legato ai futuri mutamenti delle previsioni fatte, a garanzia dell'analisi effettuata il tasso di attualizzazione considerato per ritenere economicamente sostenibile un progetto è pari al 3,0%, così come indicato nelle "Linee guida per la valutazione degli investimenti in Opere Pubbliche" - D-Lgs. 228/2011 del giugno 2017.

SRIE

Un altro utile indicatore di redditività, concettualmente diverso dal VANE e per alcuni versi ad esso complementare, è il Saggio di Rendimento Interno Economico (SRIE o TRIE, tasso di rendimento interno economico).

Il Saggio di Rendimento Interno Economico (SRIE) è tasso di sconto che rende uguale a zero il valore attualizzato del progetto, inteso come somma dei flussi di cassa attualizzati ottenuti durante la vita utile del progetto (benefici – costi totali). Per verificare la sostenibilità economica dell'intervento il SRI deve essere superiore al 3,0% del tasso di attualizzazione considerato per il calcolo del VANE. Il SRIE si calcola dallo sviluppo del seguente polinomio:

$$SRIE = (Bo-Co) + (B1-C1) * 1/(1+r)^1 + (B2-C2) * 1/(1+r)^2 + \dots + (Bn-Cn) * 1/(1+r)^n = 0$$

dove:

- B = benefici
- C = costi
- $(1+r)^n$ = fattore di anticipazione

Rapporto Benefici/Costi

Il rapporto Benefici/Costi è un indicatore sintetico che consente di valutare la sostenibilità economica dell'intervento. Il rapporto, al tasso di attualizzazione adottato del 3,0%, deve restituire un valore maggiore di 1 tra la somma attualizzata dei Benefici e la somma attualizzata dei costi per la vita utile dell'intervento.

4.7 I RISULTATI DELL'ANALISI COSTI BENEFICI

La Valutazione della fattibilità economica delle ipotesi progettuali è effettuata, come già anticipato, mediante il calcolo:

- Del Saggio di Rendimento Interno Economico (SRIE)– tasso di sconto che rende uguale a zero il valore attualizzato del progetto, inteso come somma dei flussi di cassa attualizzati ottenuti durante la vita utile del progetto (benefici – costi totali);
- Del Valore Attuale Netto Economico (VANE) – valore dei flussi di cassa (benefici – costi totali) ottenuti dal progetto nel corso della vita utile attualizzati, anno per anno, con il tasso di attualizzazione adottato;

- Del rapporto Benefici/Costi al tasso di attualizzazione adottato.

Il tasso di attualizzazione minimo generalmente considerato per ritenere economicamente sostenibile un progetto è pari al 3,0%, così come indicato nelle "Linee guida per la valutazione degli investimenti in Opere Pubbliche" - D-Lgs. 228/2011 del giugno 2017. Le tabelle seguenti riportano i risultati dell'Analisi Costi Benefici dell'alternativa progettuale studiata. I risultati evidenziano:

- Un Saggio di Rendimento Interno Economico SRIE pari al 3,03%;
- Un VANE di 112.532€ al tasso di attualizzazione del 3,0%;
- Un rapporto Benefici/Costi pari a 1,008;

evidenziando la Sostenibilità Economica dell'intervento, pur con valori al limite di quanto riportato nelle Linee guida per la valutazione degli investimenti.

| Calcolo del SRIE | |
|-------------------------------------|-------------------|
| Saggio Rendimento Interno | r= 3,03% |
| BENEFICI ATTUALIZZATI | |
| Variazione Percorrenze | 2.584.820 |
| Variazione Tempo | 9.260.153 |
| Inquinamento Stradale | 359.473 |
| Incidentalità | 1.761.434 |
| TOTALE BENEFICI ATTUALIZZATI | 13.965.881 |
| COSTI ATTUALIZZATI | |
| COSTRUZIONE | 13.530.145 |
| MANUTENZIONE | 435.736 |
| TOTALE COSTI ATTUALIZZATI | 13.965.881 |
| VALORE ATTUALE NETTO | 0 |

| Calcolo del VANE | |
|-------------------------------------|-------------------|
| TASSO DI ATTUALIZZAZIONE | r= 3,00% |
| BENEFICI ATTUALIZZATI | |
| Variazione Percorrenze | 2.600.413 |
| Variazione Tempo | 9.315.344 |
| Inquinamento Stradale | 361.760 |
| Incidentalità | 1.771.969 |
| TOTALE BENEFICI ATTUALIZZATI | 14.049.486 |
| COSTI ATTUALIZZATI | |
| COSTRUZIONE | 13.498.928 |
| MANUTENZIONE | 438.026 |
| TOTALE COSTI ATTUALIZZATI | 13.936.954 |
| VALORE ATTUALE NETTO | 112.532 |

La tabella seguente evidenzia per tutta la vita utile dell'opera i valori economici annui degli elementi considerati nell'Analisi Benefici Costi.

I costi di costruzione attualizzati comprendono i 18.748.291€ di costi economici (vedi par 1.4), pari a 17.586.658€ di costi attualizzati, a cui sono sottratti i 10.874.009€ di valore economico residuo dell'opera, pari a 4.056.513€ di valore residuo attualizzato

| Risultati ABC | |
|---------------|---------|
| SRIE = | 3,03% |
| VANE= | 112.532 |
| B/C= | 1,008 |

| Anno | COSTI | | | | Variazione Tempo | | | | Variazione Percorrenza | | | | Sicurezza | | Inquinamento | | Benefici Netti Totali € | Benefici Netti Attualizzati € | |
|------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|----------------------------|----------------------------------|------------|
| | Costruzione | | Manutenzione | | PASSEGGERI | | MERCÌ | | Autovetture Equivalenti | | Autocarri Equivalenti | | Incidenti+Ferti+Morti | | Co-Co2_VOC-NOX-PM | | | | |
| | Benefici Non Attualizzati | Benefici Attualizzati | Benefici Non Attualizzati | Benefici Attualizzati | Benefici Non Attualizzati | Benefici Attualizzati | Benefici Non Attualizzati | Benefici Attualizzati | Benefici Non Attualizzati | Benefici Attualizzati | Benefici Non Attualizzati | Benefici Attualizzati | Benefici Non Attualizzati | Benefici Attualizzati | Benefici Non Attualizzati | Benefici Attualizzati | | | |
| 2023 | -4.687.073 | -4.549.093 | | | | | | | | | | | | | | | | -4.687.073 | -4.549.093 |
| 2024 | -6.561.902 | -6.181.245 | | | | | | | | | | | | | | | | -6.561.902 | -6.181.245 |
| 2025 | -7.499.316 | -6.856.320 | 0 | 0 | 367.773 | 326.341 | 38.435 | 34.105 | 75.934 | 67.380 | 29.377 | 26.068 | 75.583 | 67.068 | 10.024 | 8.895 | | -6.902.191 | -6.326.463 |
| 2026 | 0 | 0 | -24.420 | -21.669 | 372.926 | 321.172 | 39.835 | 34.307 | 76.997 | 66.312 | 30.899 | 26.611 | 77.029 | 66.339 | 10.686 | 9.203 | | 583.952 | 502.275 |
| 2027 | 0 | 0 | -24.420 | -21.031 | 378.151 | 316.085 | 41.286 | 34.510 | 78.075 | 65.261 | 32.500 | 27.166 | 78.503 | 65.618 | 11.409 | 9.537 | | 595.504 | 497.145 |
| 2028 | 0 | 0 | -24.420 | -20.412 | 383.449 | 311.078 | 42.790 | 34.714 | 79.168 | 64.226 | 34.184 | 27.732 | 80.005 | 64.905 | 12.202 | 9.899 | | 607.378 | 492.142 |
| 2029 | 0 | 0 | -24.420 | -19.811 | 388.822 | 306.151 | 44.349 | 34.919 | 80.277 | 63.208 | 35.955 | 28.311 | 81.536 | 64.200 | 13.072 | 10.292 | | 619.589 | 487.270 |
| 2030 | 0 | 0 | -24.420 | -19.228 | 394.269 | 301.301 | 45.964 | 35.126 | 81.400 | 62.206 | 37.818 | 28.901 | 83.096 | 63.502 | 14.029 | 10.721 | | 632.157 | 482.530 |
| 2031 | 0 | 0 | -24.420 | -18.662 | 399.793 | 296.529 | 47.639 | 35.334 | 82.540 | 61.220 | 39.778 | 29.503 | 84.686 | 62.812 | 15.085 | 11.189 | | 645.101 | 477.925 |
| 2032 | 0 | 0 | -24.420 | -18.112 | 405.395 | 291.832 | 49.374 | 35.543 | 83.696 | 60.250 | 41.839 | 30.119 | 86.306 | 62.129 | 16.253 | 11.700 | | 658.442 | 473.460 |
| 2033 | 0 | 0 | -24.420 | -17.579 | 411.075 | 287.209 | 51.173 | 35.753 | 84.867 | 59.295 | 44.007 | 30.746 | 87.957 | 61.454 | 17.546 | 12.259 | | 672.205 | 469.138 |
| 2034 | 0 | 0 | -24.420 | -17.062 | 416.834 | 282.660 | 53.037 | 35.965 | 86.055 | 58.355 | 46.287 | 31.388 | 89.640 | 60.786 | 18.982 | 12.872 | | 686.416 | 464.964 |
| 2035 | 0 | 0 | -24.420 | -16.559 | 422.675 | 278.183 | 54.969 | 36.178 | 87.260 | 57.430 | 48.685 | 32.042 | 91.356 | 60.126 | 20.581 | 13.545 | | 701.105 | 460.944 |
| 2036 | 0 | 0 | -24.420 | -16.072 | 426.901 | 272.693 | 55.519 | 35.464 | 88.133 | 56.297 | 49.172 | 31.410 | 92.269 | 58.939 | 20.787 | 13.278 | | 708.360 | 452.009 |
| 2037 | 0 | 0 | -24.420 | -15.599 | 431.170 | 267.312 | 56.074 | 34.764 | 89.014 | 55.186 | 49.664 | 30.790 | 93.192 | 57.776 | 20.994 | 13.016 | | 715.688 | 443.245 |
| 2038 | 0 | 0 | -24.420 | -15.140 | 435.482 | 262.038 | 56.635 | 34.078 | 89.904 | 54.097 | 50.160 | 30.182 | 94.124 | 56.636 | 21.204 | 12.759 | | 723.089 | 434.650 |
| 2039 | 0 | 0 | -24.420 | -14.694 | 439.837 | 256.867 | 57.201 | 33.406 | 90.803 | 53.030 | 50.662 | 29.587 | 95.065 | 55.518 | 21.416 | 12.507 | | 730.564 | 426.220 |
| 2040 | 0 | 0 | -24.420 | -14.261 | 444.235 | 251.798 | 57.773 | 32.746 | 91.711 | 51.983 | 51.168 | 29.003 | 96.016 | 54.423 | 21.631 | 12.260 | | 738.114 | 417.953 |
| 2041 | 0 | 0 | -24.420 | -13.842 | 448.678 | 246.829 | 58.351 | 32.100 | 92.628 | 50.957 | 51.680 | 28.431 | 96.976 | 53.349 | 21.847 | 12.019 | | 745.740 | 409.844 |
| 2042 | 0 | 0 | -24.420 | -13.434 | 453.164 | 241.959 | 58.934 | 31.467 | 93.555 | 49.952 | 52.197 | 27.870 | 97.946 | 52.296 | 22.065 | 11.781 | | 753.441 | 401.891 |
| 2043 | 0 | 0 | -24.420 | -13.039 | 457.696 | 237.184 | 59.524 | 30.846 | 94.490 | 48.966 | 52.719 | 27.320 | 98.925 | 51.264 | 22.286 | 11.549 | | 761.220 | 394.091 |
| 2044 | 0 | 0 | -24.420 | -12.655 | 462.273 | 232.504 | 60.119 | 30.237 | 95.435 | 48.000 | 53.246 | 26.781 | 99.914 | 50.253 | 22.509 | 11.321 | | 769.076 | 386.441 |
| 2045 | 0 | 0 | -24.420 | -12.282 | 466.896 | 227.916 | 60.720 | 29.641 | 96.390 | 47.053 | 53.779 | 26.252 | 100.913 | 49.261 | 22.734 | 11.098 | | 777.011 | 378.938 |
| 2046 | 0 | 0 | -24.420 | -11.921 | 466.896 | 221.207 | 60.720 | 28.768 | 96.390 | 45.668 | 53.779 | 25.479 | 100.913 | 47.811 | 22.734 | 10.771 | | 777.011 | 367.783 |
| 2047 | 0 | 0 | -24.420 | -11.570 | 466.896 | 214.695 | 60.720 | 27.921 | 96.390 | 44.323 | 53.779 | 24.729 | 100.913 | 46.403 | 22.734 | 10.454 | | 777.011 | 356.956 |
| 2048 | 0 | 0 | -24.420 | -11.229 | 466.896 | 208.374 | 60.720 | 27.099 | 96.390 | 43.018 | 53.779 | 24.001 | 100.913 | 45.037 | 22.734 | 10.146 | | 777.011 | 346.448 |
| 2049 | 0 | 0 | -24.420 | -10.899 | 466.896 | 202.240 | 60.720 | 26.301 | 96.390 | 41.752 | 53.779 | 23.295 | 100.913 | 43.712 | 22.734 | 9.847 | | 777.011 | 336.249 |
| 2050 | 0 | 0 | -24.420 | -10.578 | 466.896 | 196.287 | 60.720 | 25.527 | 96.390 | 40.523 | 53.779 | 22.609 | 100.913 | 42.425 | 22.734 | 9.558 | | 777.011 | 326.350 |
| 2051 | 0 | 0 | -24.420 | -10.266 | 466.896 | 190.508 | 60.720 | 24.776 | 96.390 | 39.330 | 53.779 | 21.943 | 100.913 | 41.176 | 22.734 | 9.276 | | 777.011 | 316.743 |
| 2052 | 0 | 0 | -24.420 | -9.964 | 466.896 | 184.900 | 60.720 | 24.046 | 96.390 | 38.172 | 53.779 | 21.297 | 100.913 | 39.964 | 22.734 | 9.003 | | 777.011 | 307.419 |
| 2053 | 0 | 0 | -24.420 | -9.671 | 466.896 | 179.457 | 60.720 | 23.338 | 96.390 | 37.048 | 53.779 | 20.670 | 100.913 | 38.787 | 22.734 | 8.738 | | 777.011 | 298.369 |
| 2054 | 0 | 0 | -24.420 | -9.386 | 466.896 | 174.174 | 60.720 | 22.651 | 96.390 | 35.958 | 53.779 | 20.062 | 100.913 | 37.645 | 22.734 | 8.481 | | 777.011 | 289.585 |
| 2055 | 10.874.009 | 4.056.513 | -24.420 | -9.110 | 466.896 | 169.047 | 60.720 | 21.985 | 96.390 | 34.899 | 53.779 | 19.471 | 100.913 | 36.537 | 22.734 | 8.231 | | 11.651.020 | 4.337.573 |