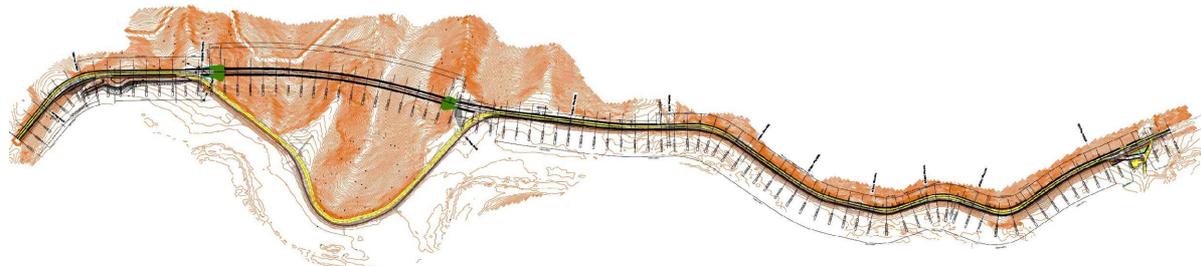


S.S. 685 "DELLE TRE VALLI UMBRE"

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 ESECUTIVO

IMPRESA ESECUTRICE



RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Gianluca DE PAOLIS

PROGETTAZIONE



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)



PROTOCOLLO

DATA

N. ELABORATO:

A003

A - ELABORATI GENERALI

A0 - ELABORATI DI INQUADRAMENTO

STUDI TRASPORTISTICO E ANALISI COSTI BENEFICI

CODICE PROGETTO

PROGETTO

PG0374E2201

NOME FILE

A003-T00EG00GENRE02_A.dwg

REVISIONE

SCALA:

CODICE
ELAB.

T00EG00GENRE02

A

D

C

B

A

PRIMA EMISSIONE

APRILE
2024

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

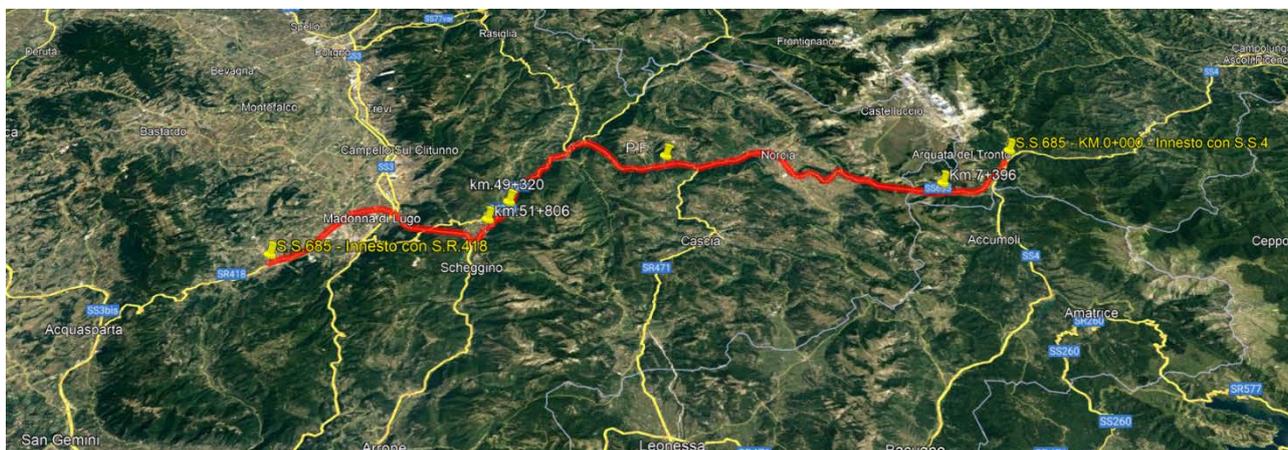


Fig. 1.1 – S.S.685 - ITINERARIO.

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.

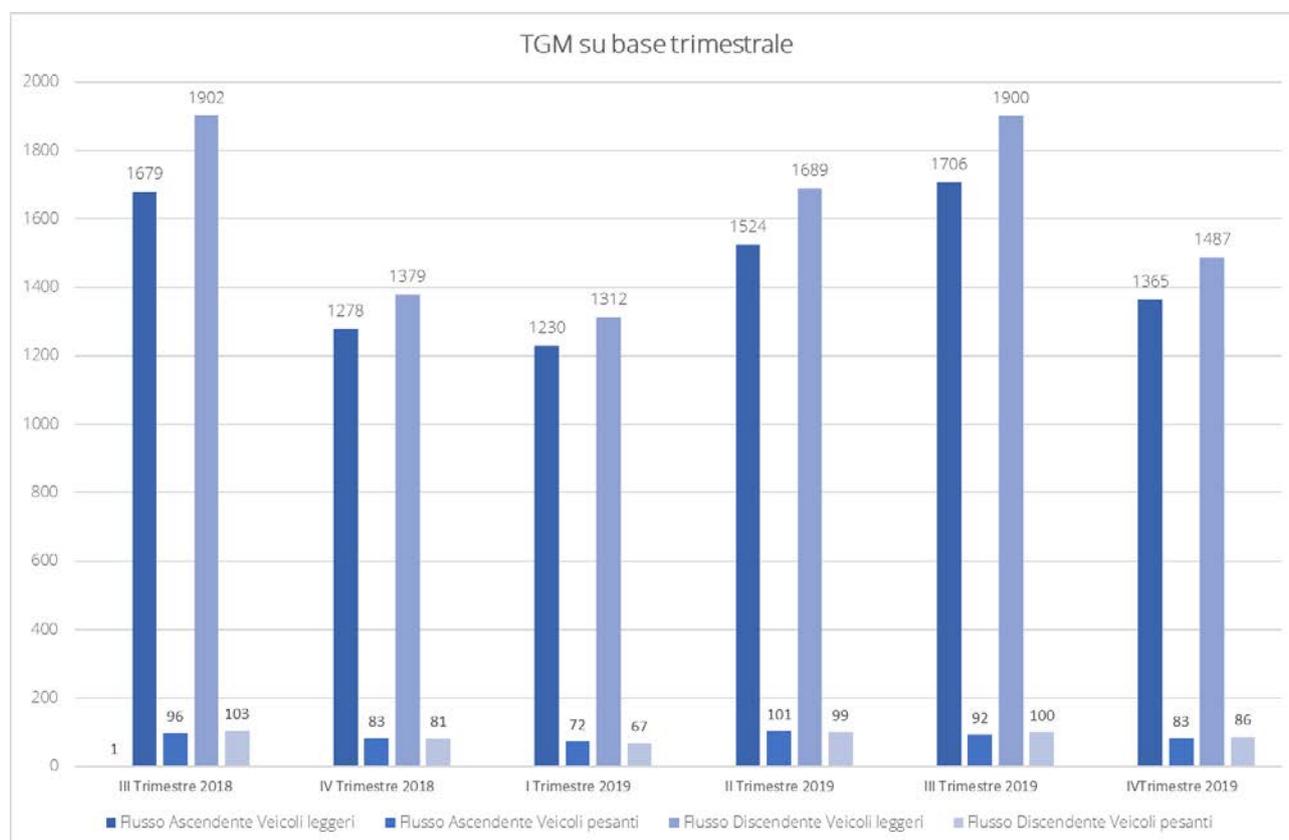
2 DATI DI TRAFFICO

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

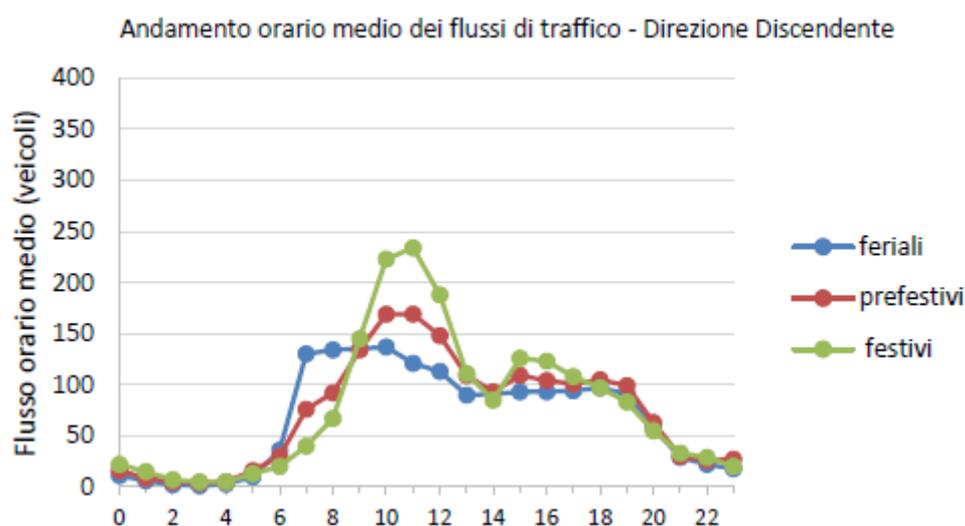
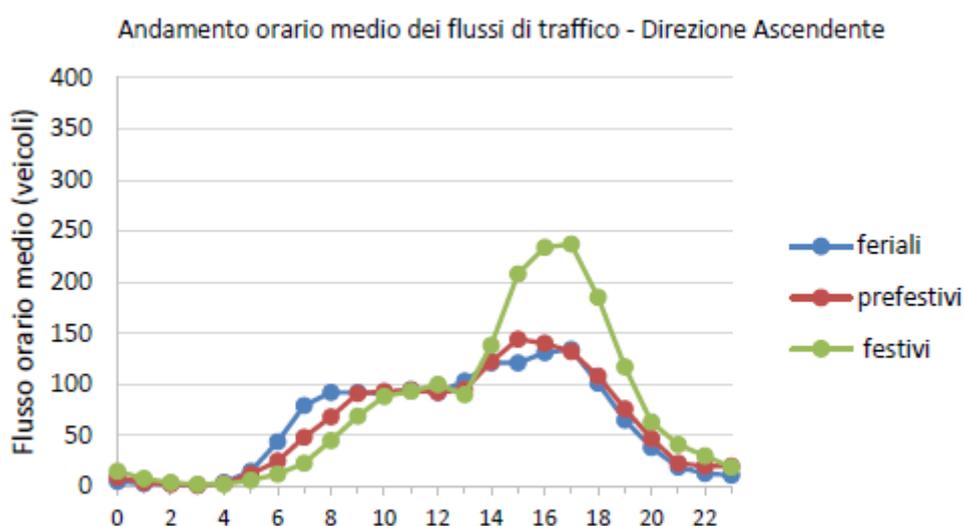
TGM :Flusso ascendente direzione Spoleto/Flusso discendente direzione Arquata del Tronto



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:

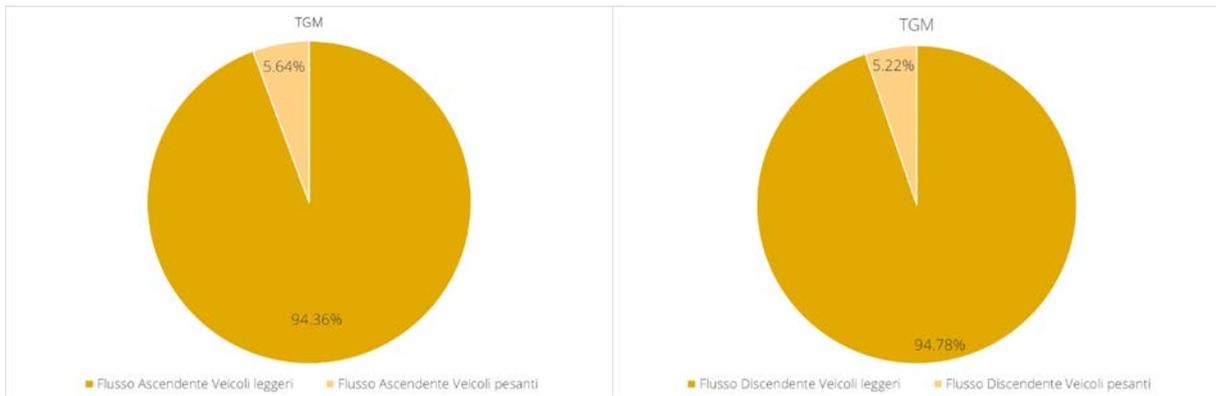
	Flusso Ascendente		Flusso Discendente	
	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti
TGM	1456	87	1597	88



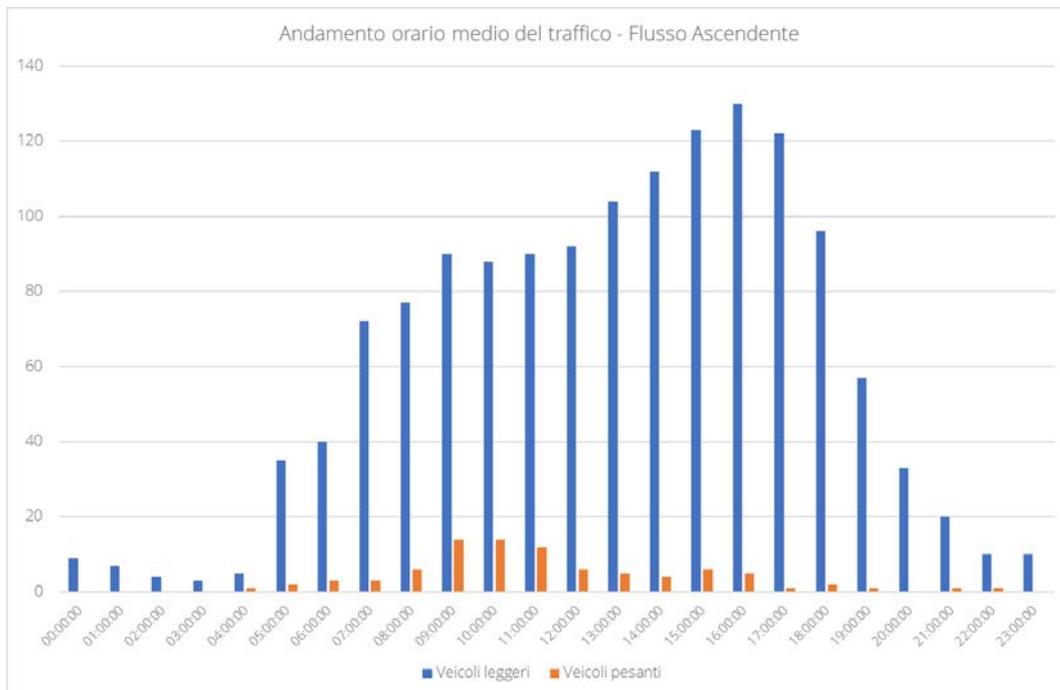
Nei grafici precedenti è riportato l'andamento del flusso di traffico per fasce orarie dai quali si desume l'ora di picco per ciascuna componente di traffico rilevata tra la fascia oraria 15:00-17:00 in direzione Spoleto e tra

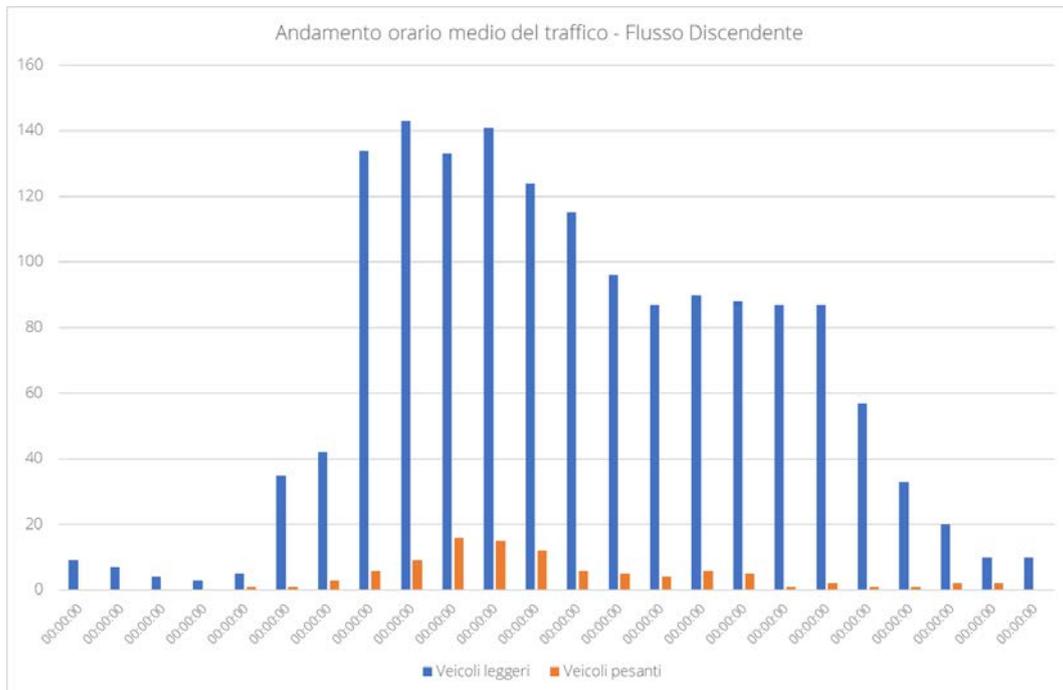
le 10:00 e le 11:00 in direzione Arquata del Tronto. In questa direzione si osserva uno scostamento dell'ora di punta nei giorni feriali che si manifesta tra le 7:00 e le 10:00.

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



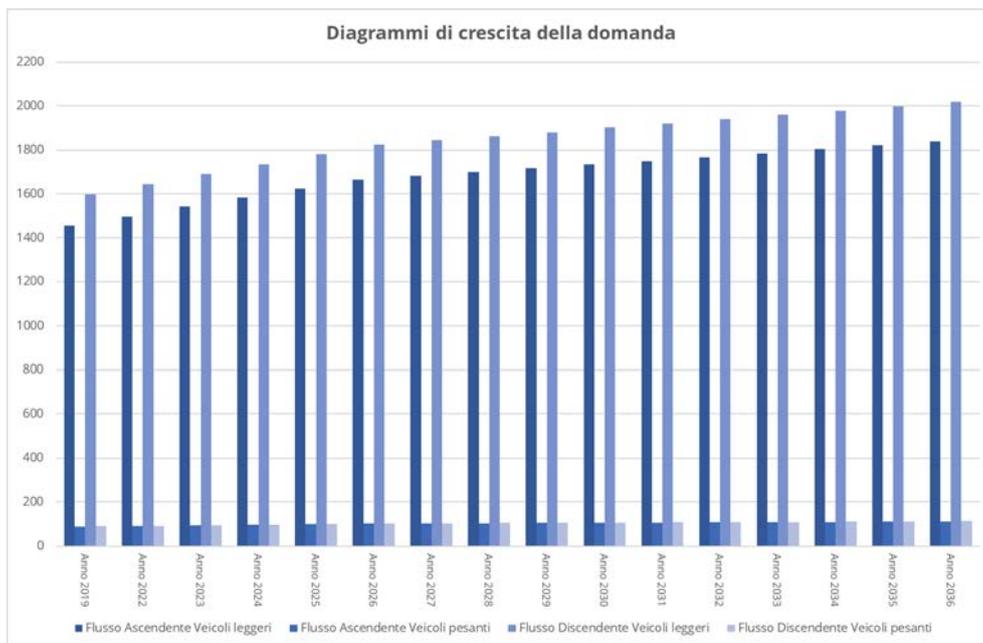
Per entrambi i sensi di marcia il traffico pesante è pari a circa in 5,5% del traffico complessivo. Di seguito si riportano i grafici dell'andamento medio orario del traffico su base giornaliera





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%

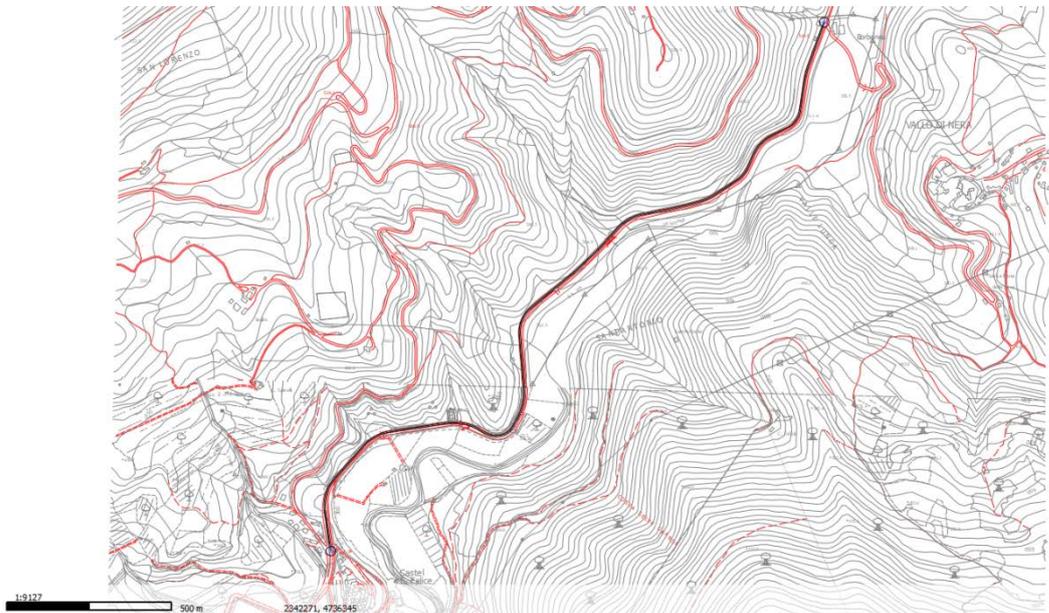


3 ANALISI DI SIMULAZIONE

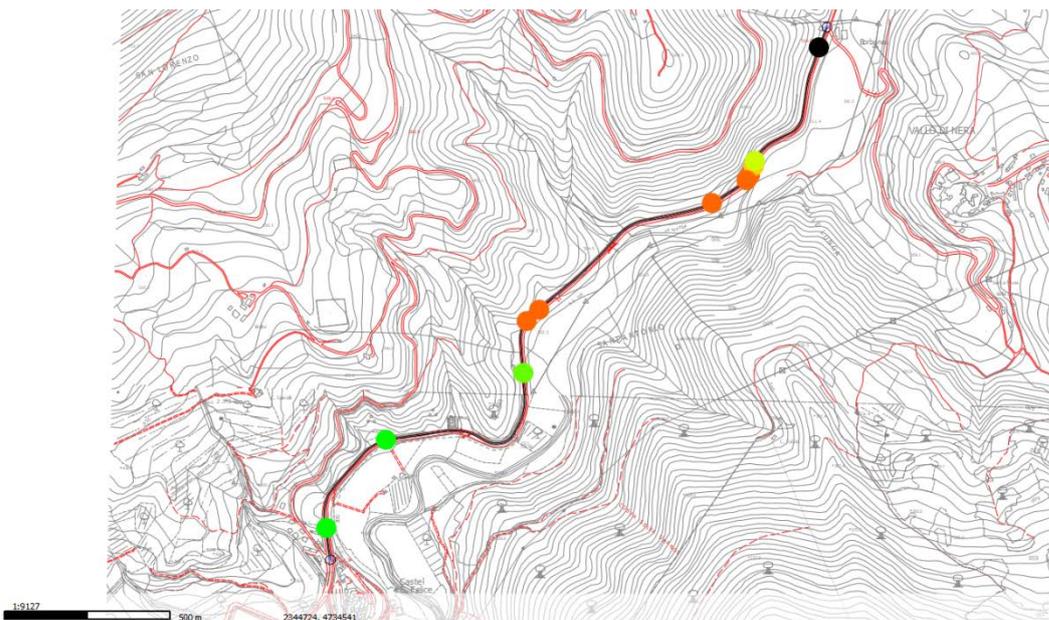
3.1 SCENARIO ATTUALE

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.

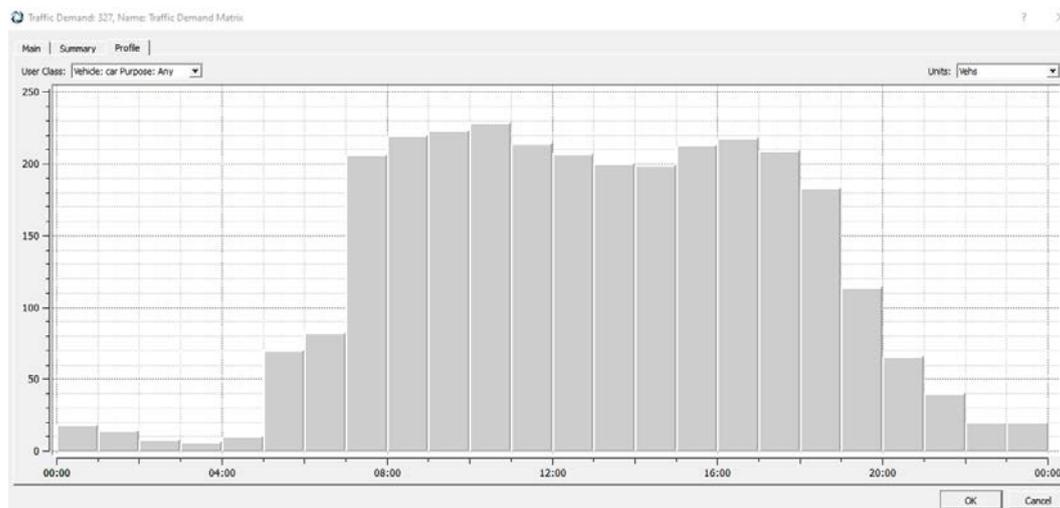
La modellazione è stata effettuata con l'ausilio del software AIMSUN della TSS di Barcellona.



Modello stato attuale



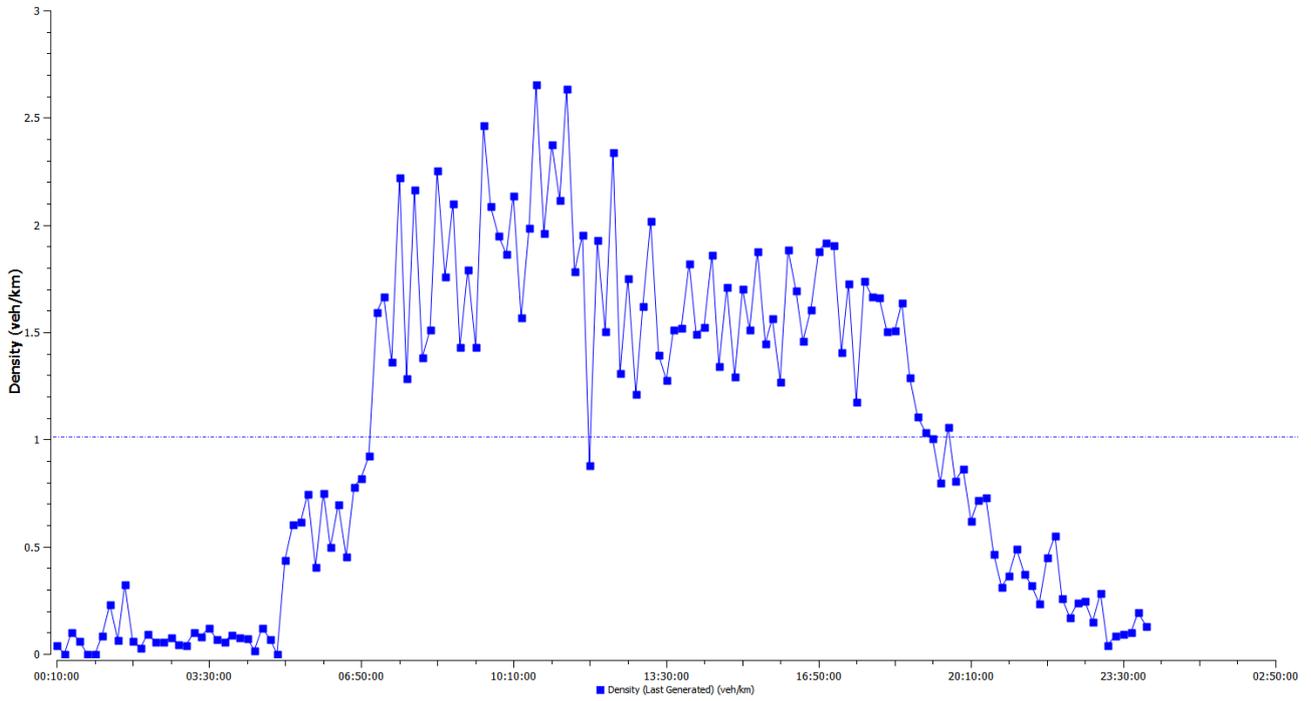
Istante di simulazione ore 10.00



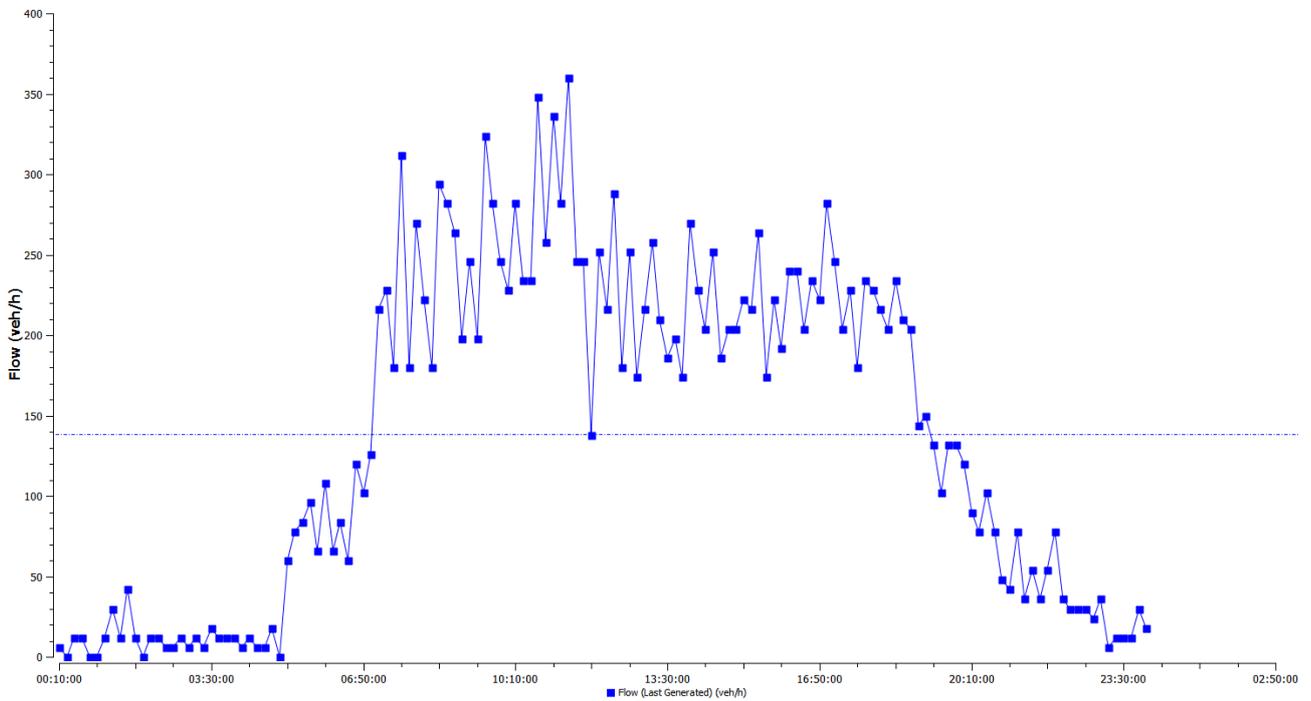
Matrice di domanda su base giornaliera

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

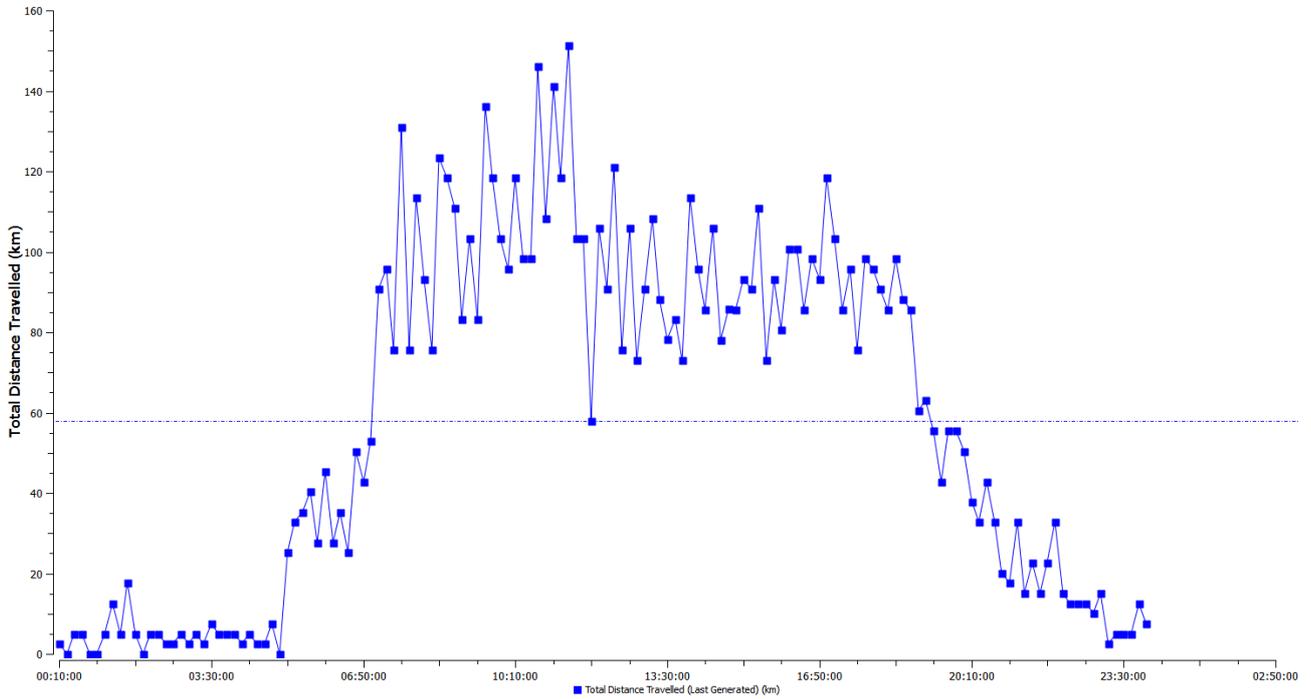
Valori degli indicatori di rete



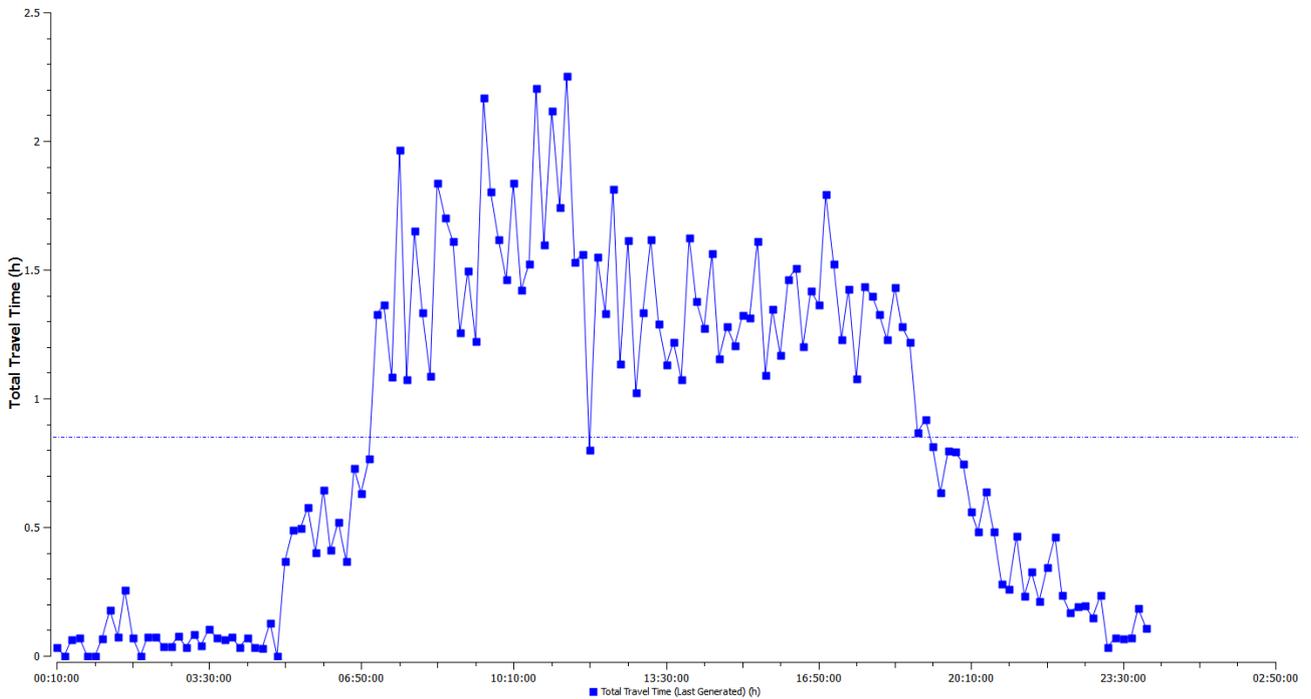
Densità veicolare(veh/km)



Flusso (veh/h)



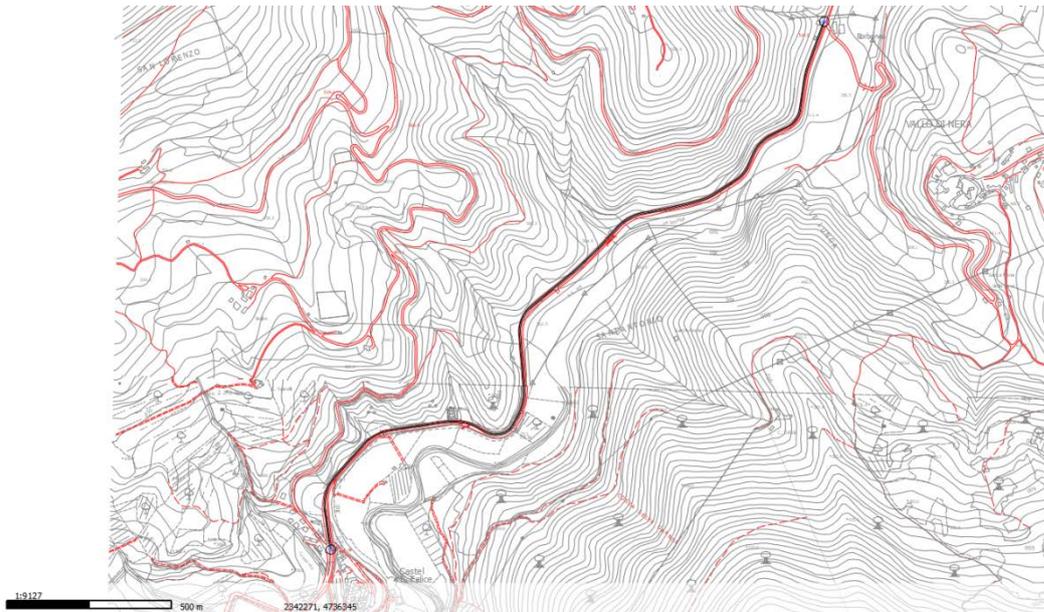
Distanza di viaggio (km)



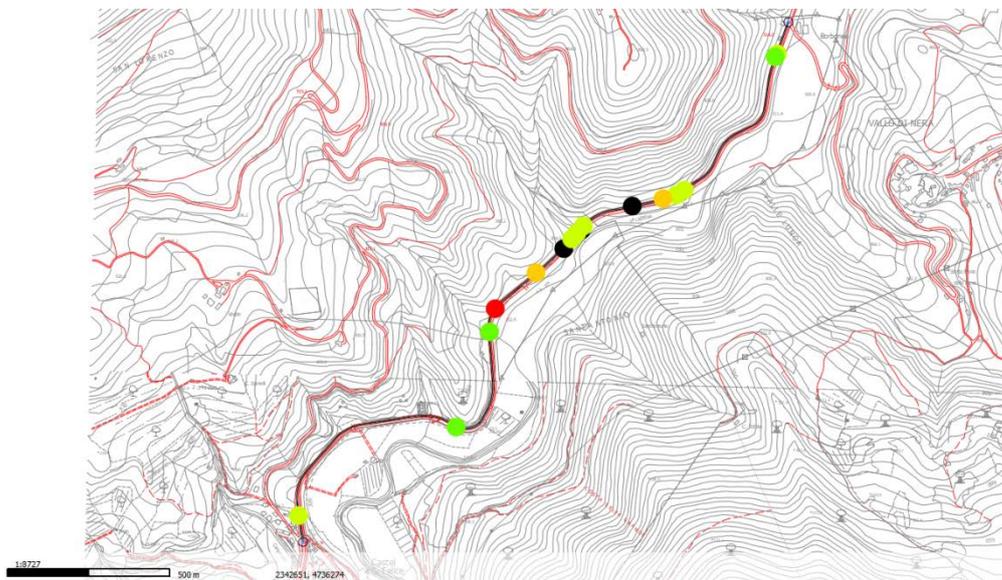
Tempo di viaggio (h)

3.2 SCENARIO ATTUALE ANNO 2026

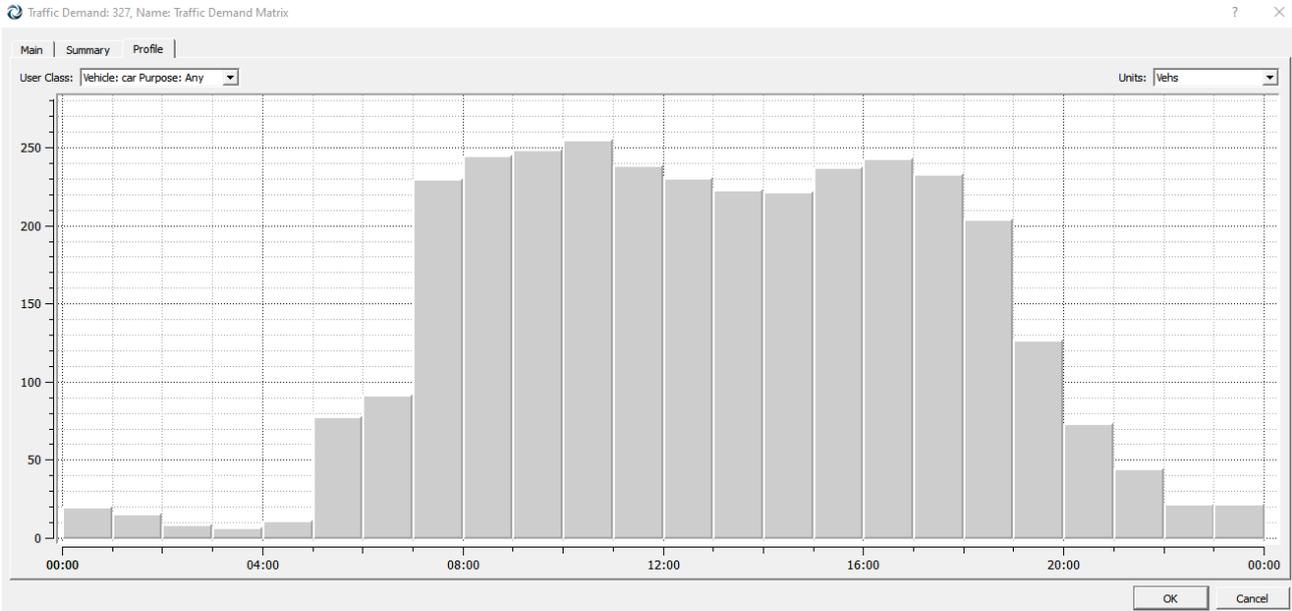
Di seguito si riportano i risultati dello scenario attuale con le previsioni di crescita della domanda stimata all'anno 2026.



Modello stato attuale

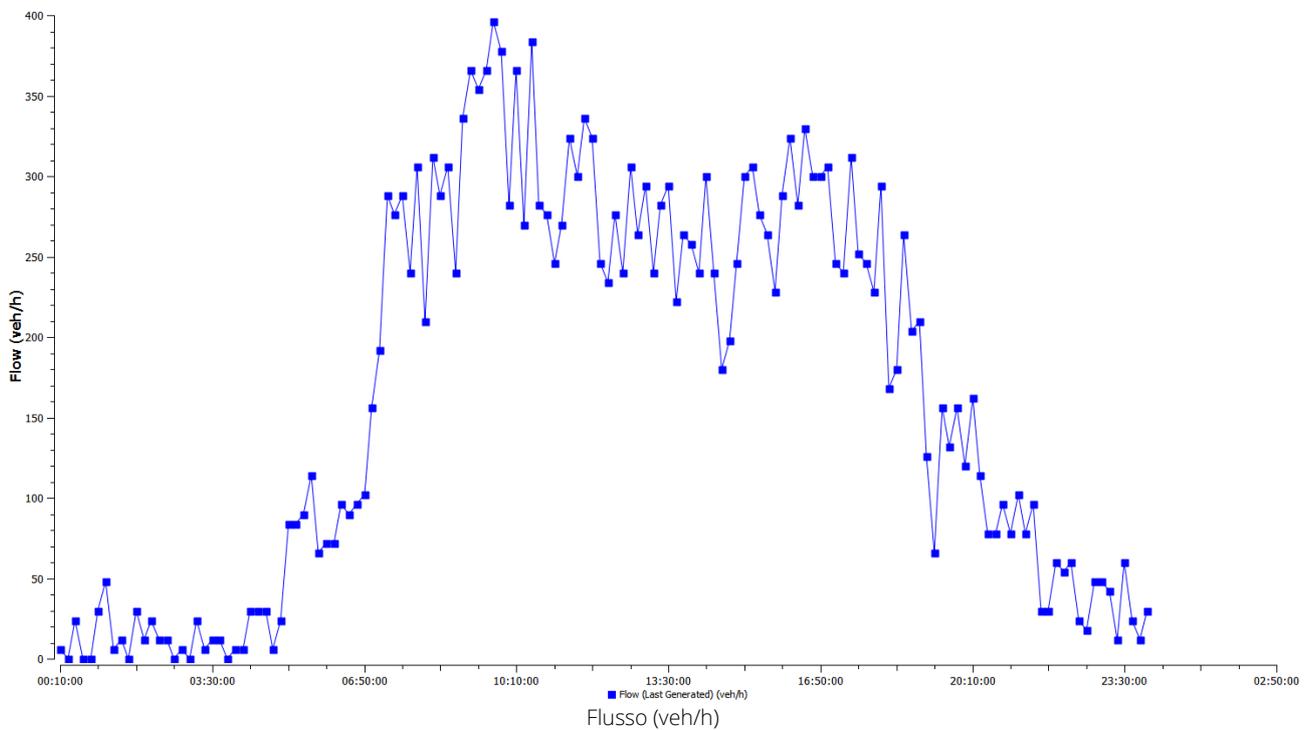
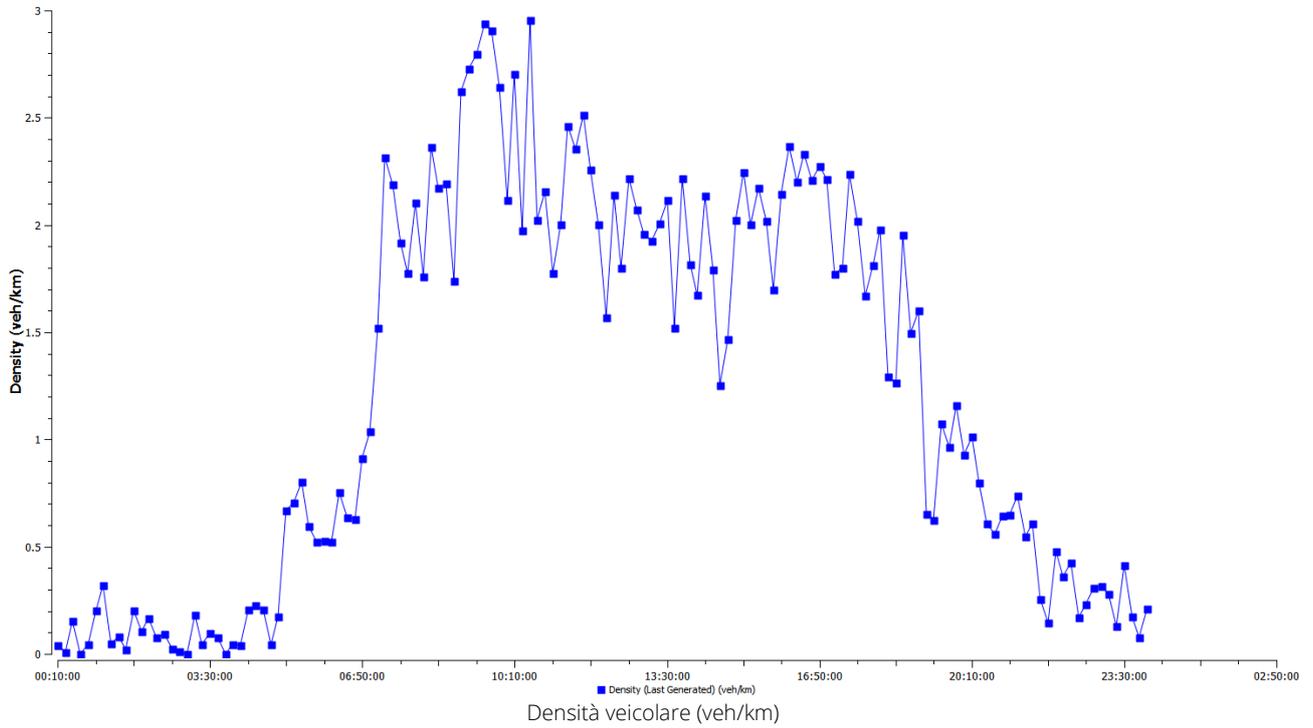


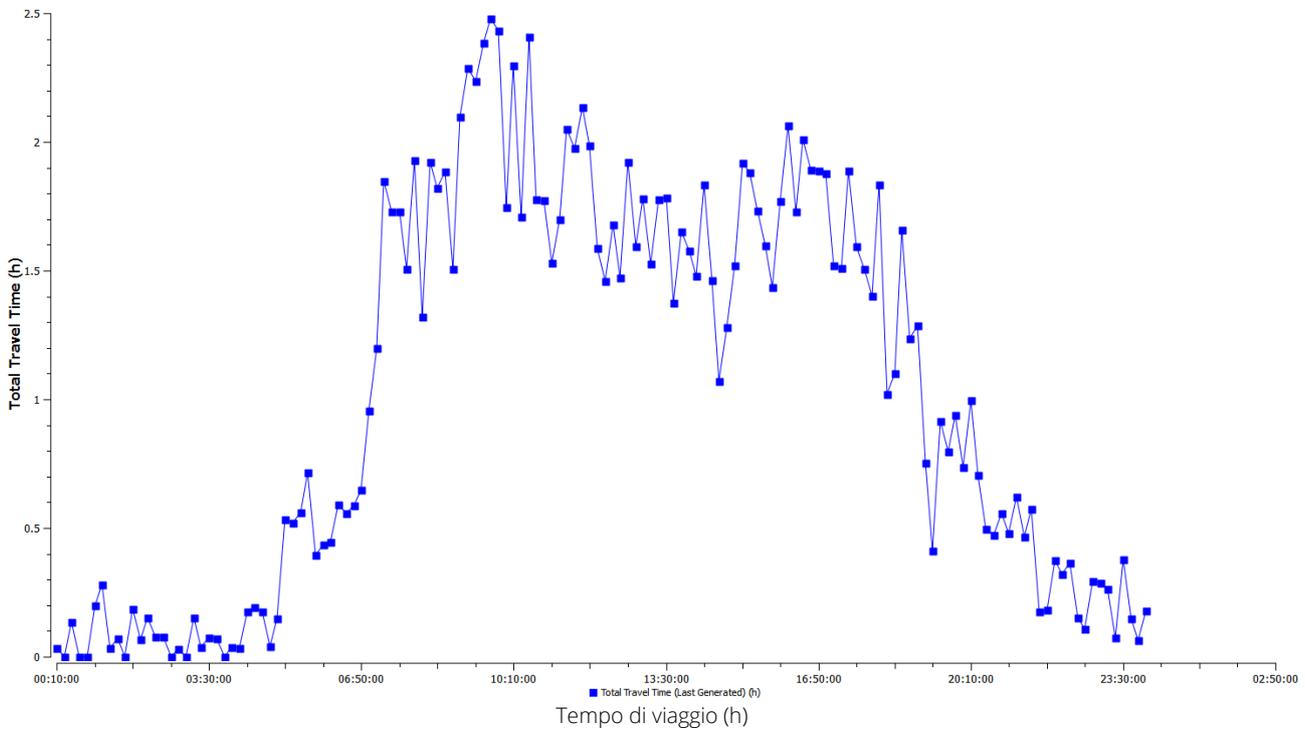
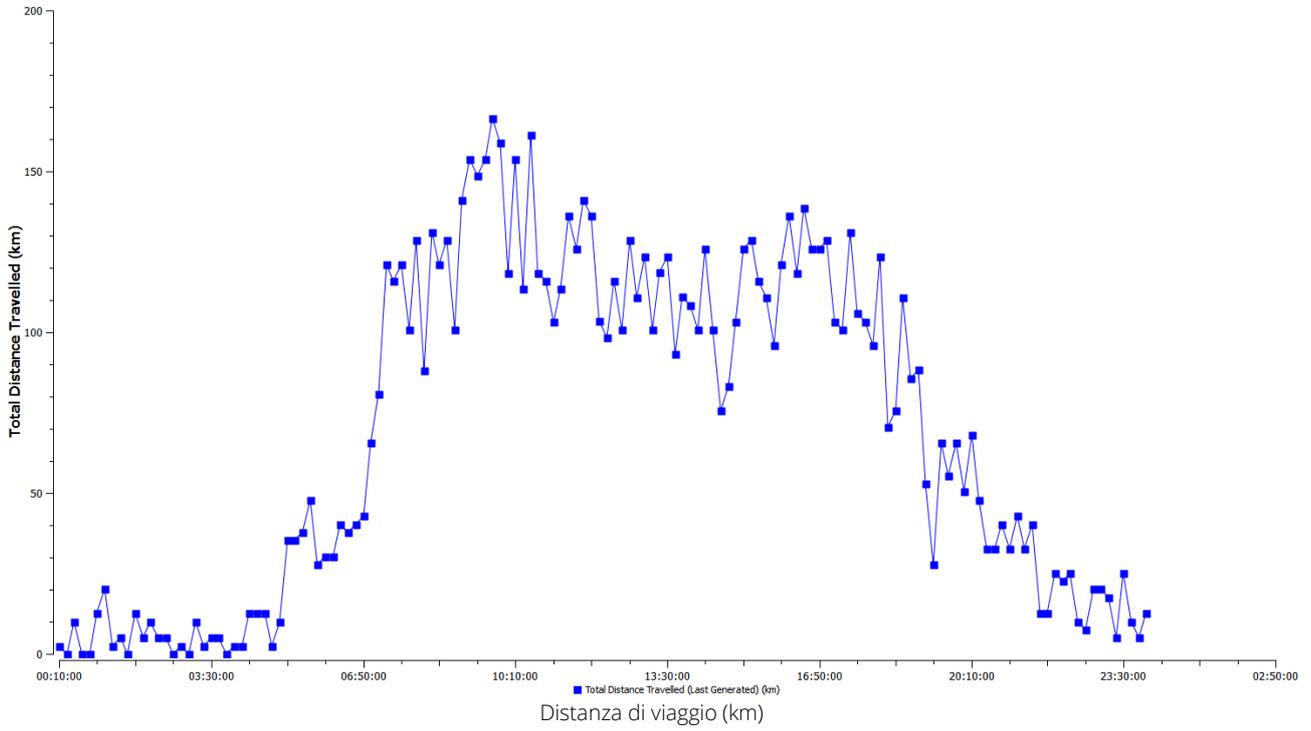
Istante di simulazione ore 10.00



Matrice di domanda su base giornaliera

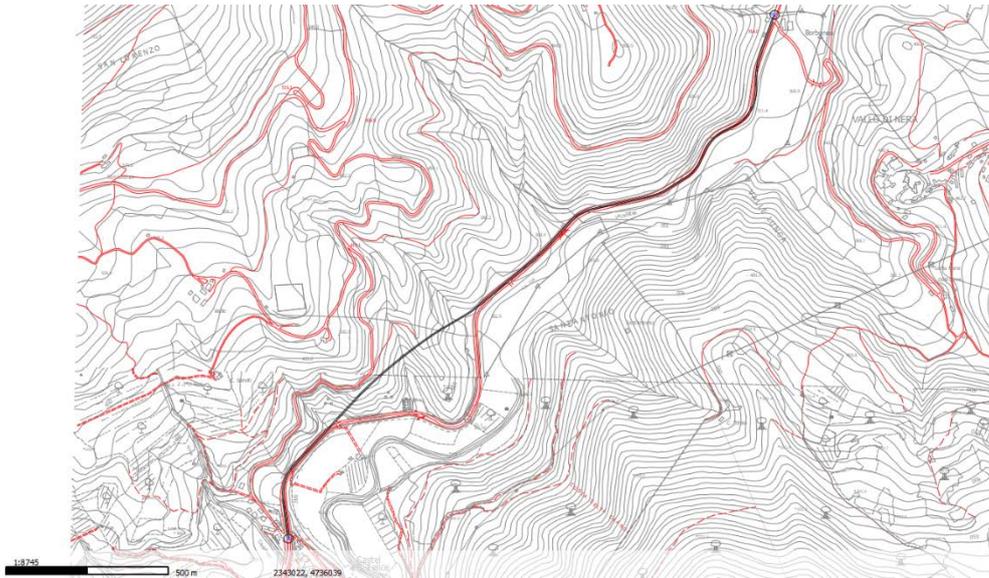
Stato attuale anno 2026			
Time Series	Value	Standard Deviation	Units
Delay Time All	3.37	2.89	sec/km
Delay Time car	3.4	2.99	sec/km
Delay Time truck	3.02	0.56	sec/km
Density All	1.5	N/A	veh/km
Density car	1.39		veh/km
Density truck	0.11		veh/km
Flow All	169.58		veh/h
Flow car	158		veh/h
Flow truck	11.58		veh/h
Harmonic Speed All	56.4		4.33
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	N/A	km
Total Distance Travelled car	9560.78		km
Total Distance Travelled truck	700.95		km
Total Travel Time All	181.96	N/A	h
Total Travel Time car	168.52		h
Total Travel Time truck	13.44		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	N/A	vehs
Vehicles Outside car	3792		vehs
Vehicles Outside truck	278		vehs



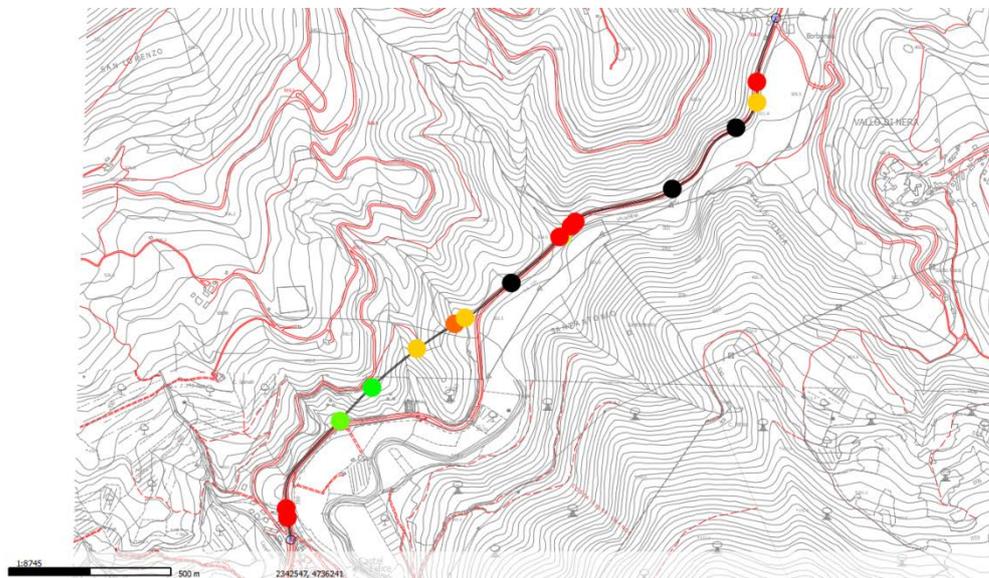


3.3 SCENARIO PROGETTO ANNO 2026

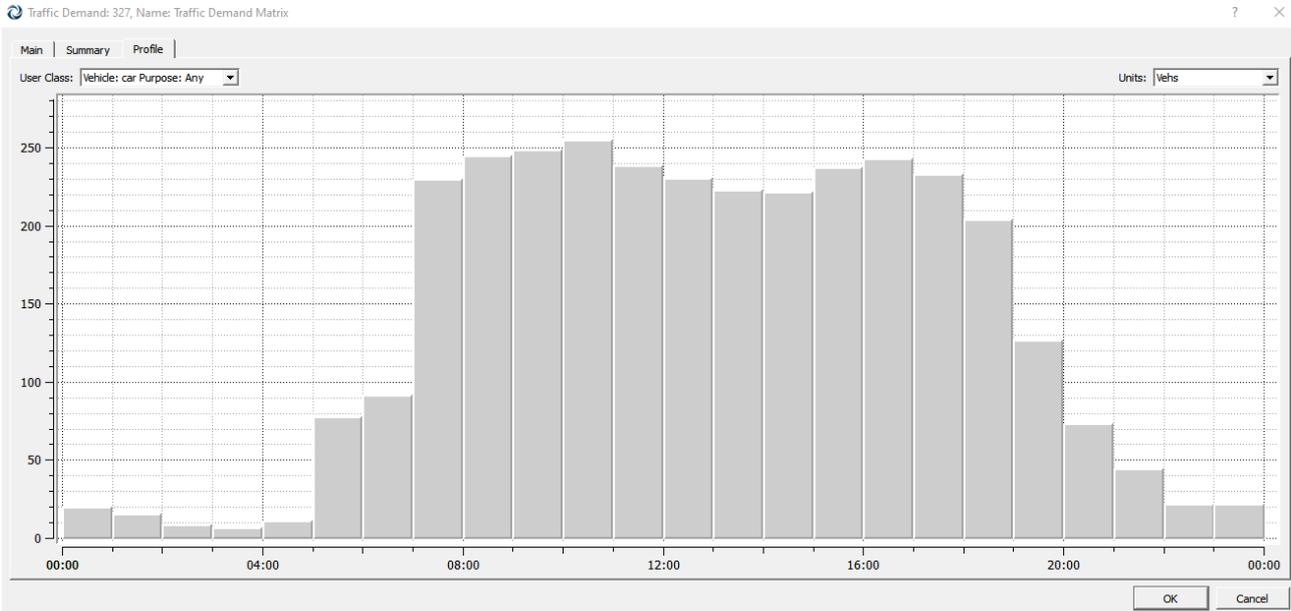
Di seguito si riportano i risultati dello scenario di progetto con le previsioni di crescita della domanda stimata all'anno 2026.



Modello progetto

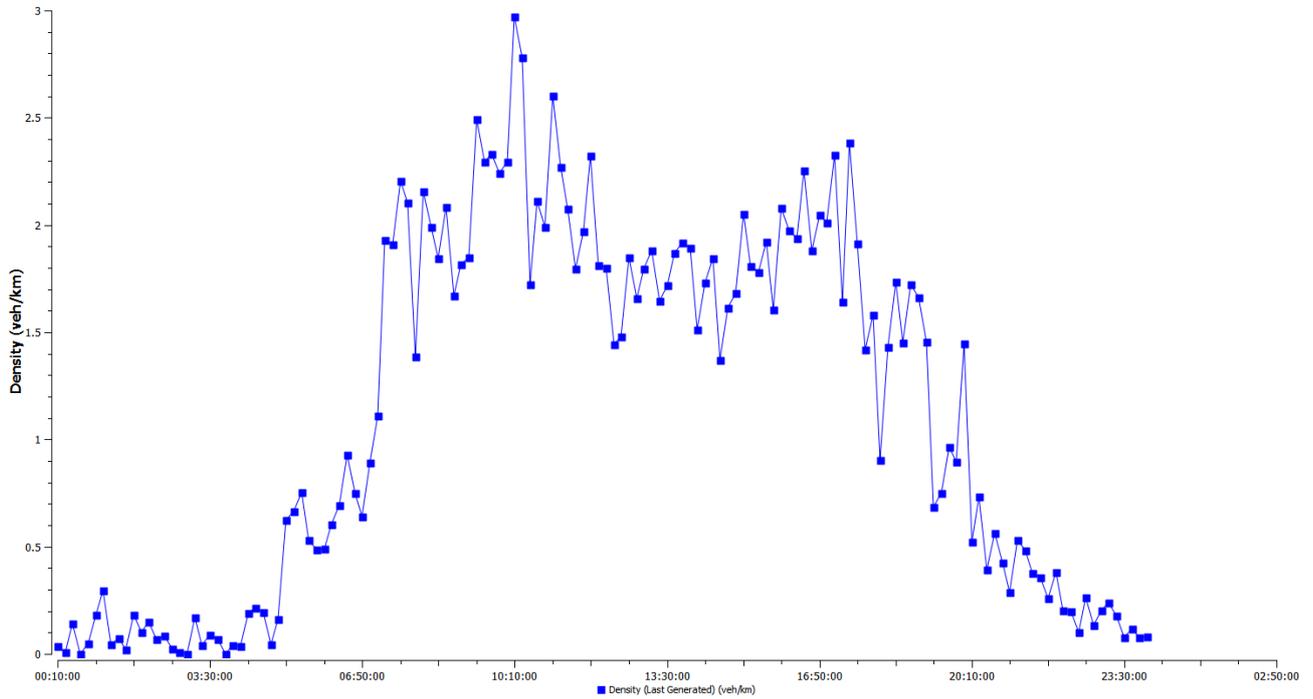


Istante di simulazione ore 10.00

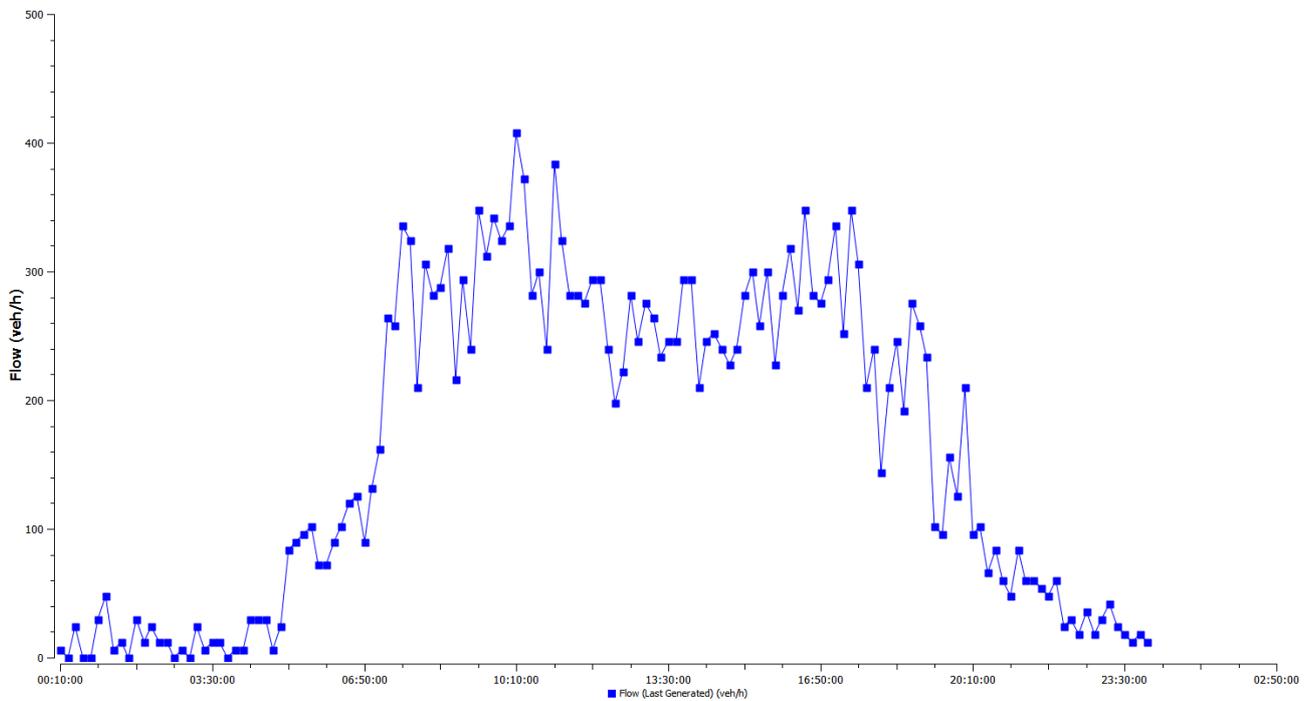


Matrice di domanda su base giornaliera

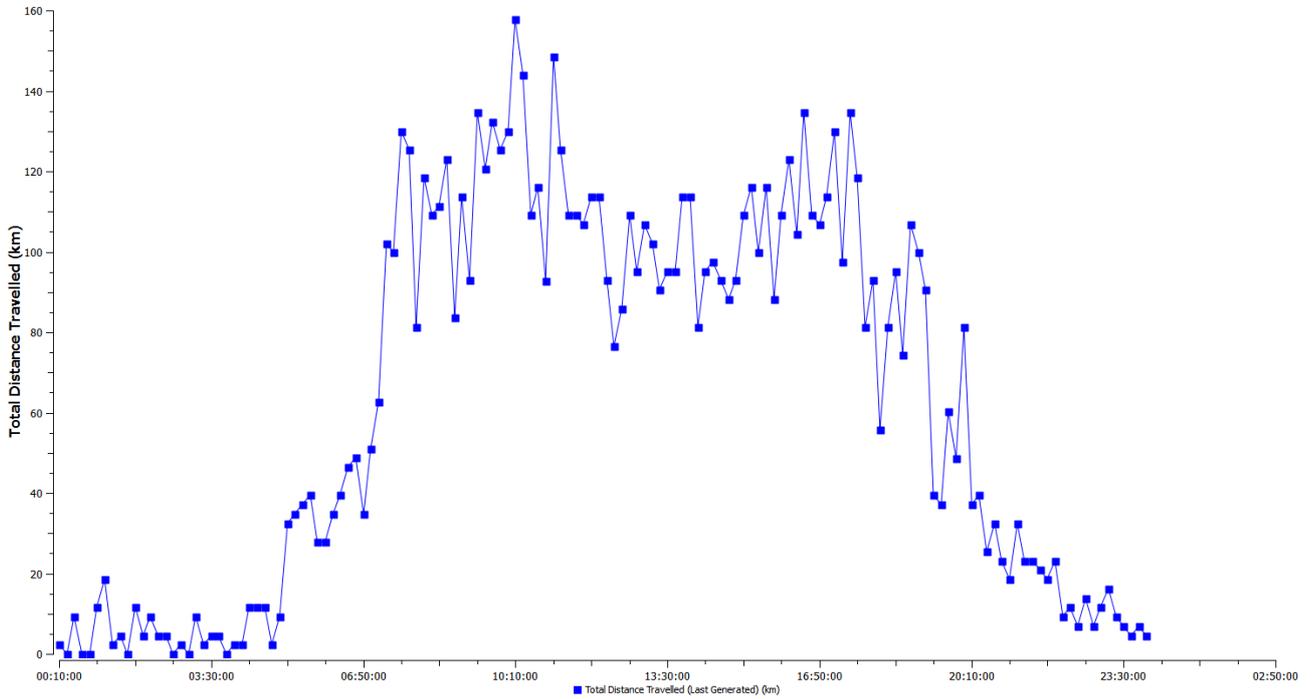
Progetto anno 2026			
Time Series	Value	Standard Deviation	Units
Delay Time All	1.55	2.88	sec/km
Delay Time car	1.6	2.95	sec/km
Delay Time truck	0.79	1.08	sec/km
Density All	1.13		veh/km
Density car	1.04		veh/km
Density truck	0.09		veh/km
Flow All	164.54		veh/h
Flow car	153.79		veh/h
Flow truck	10.75		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



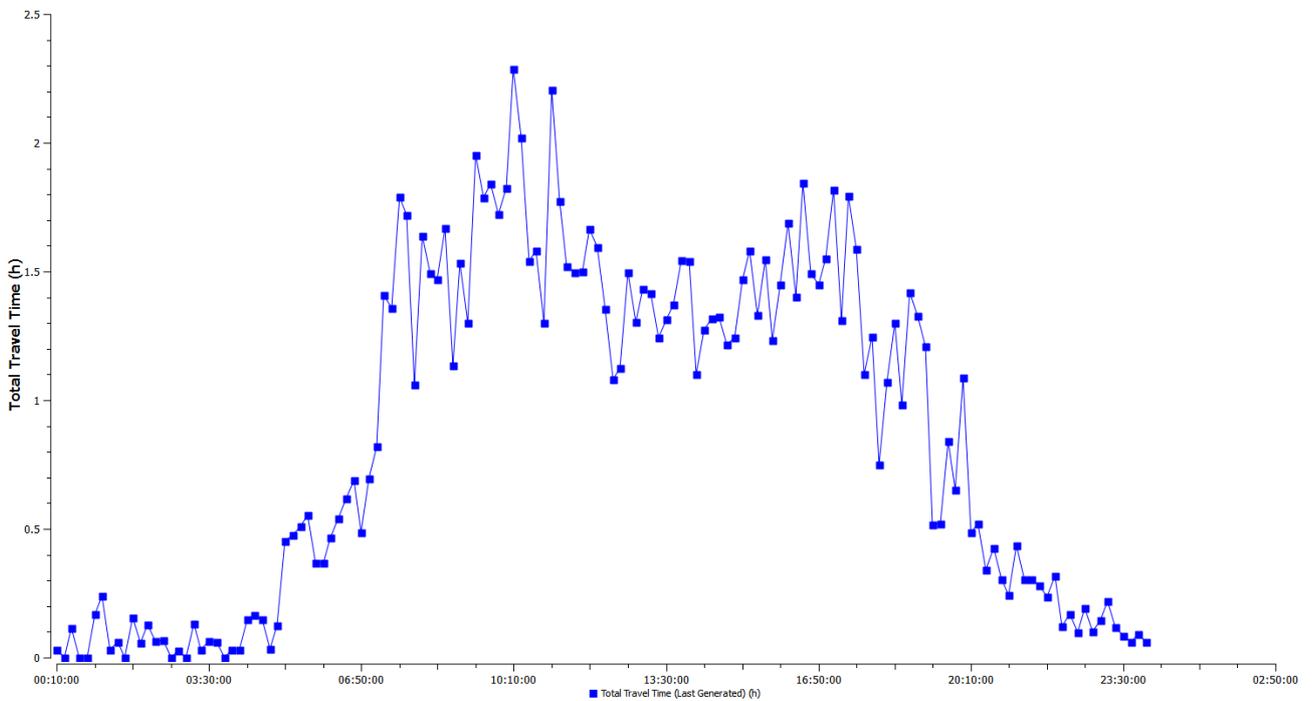
Densità veicolare (veh/km)



Flusso (veh/h)



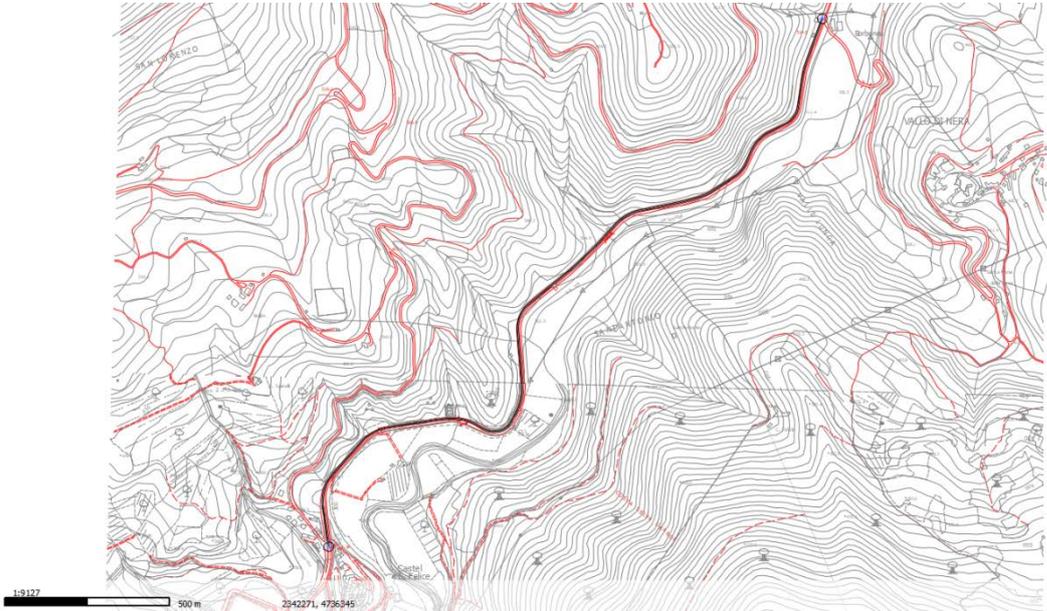
Distanza di viaggio (km)



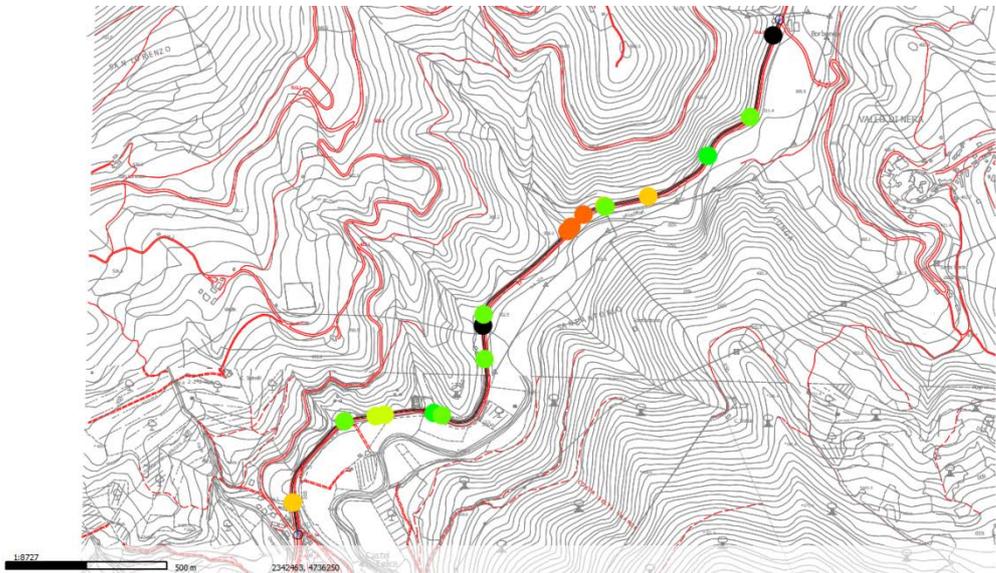
Tempo di viaggio (h)

3.4 SCENARIO ATTUALE ANNO 2036

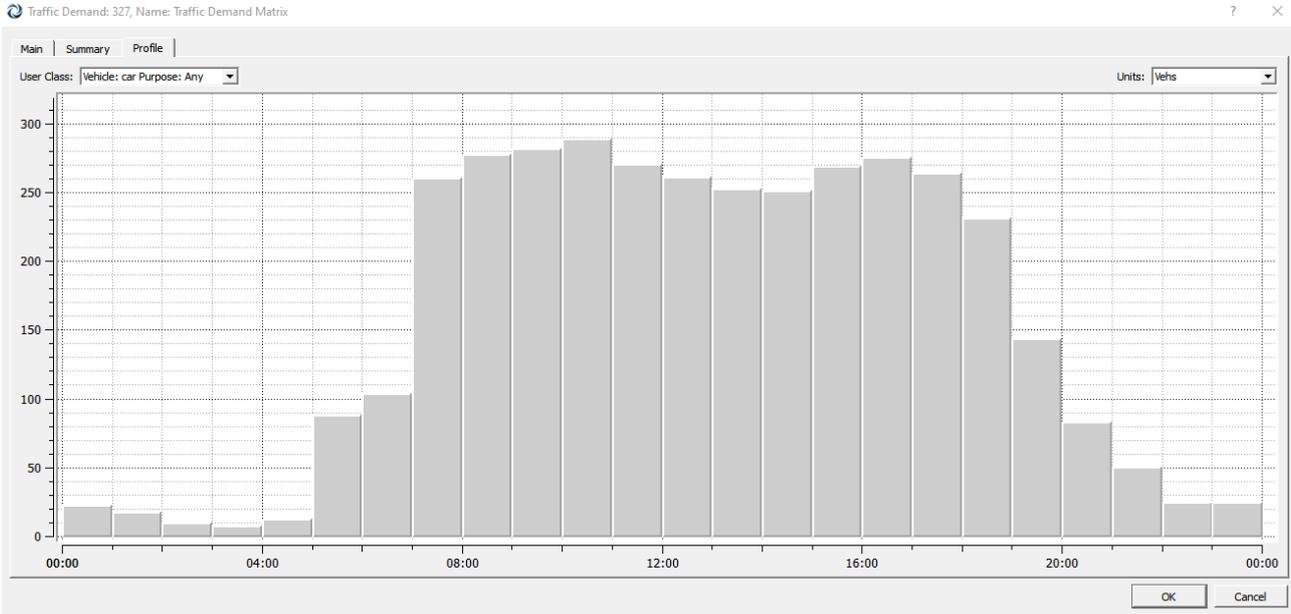
Di seguito si riportano i risultati dello scenario attuale con le previsioni di crescita della domanda stimata all'anno 2036.



Modello stato attuale

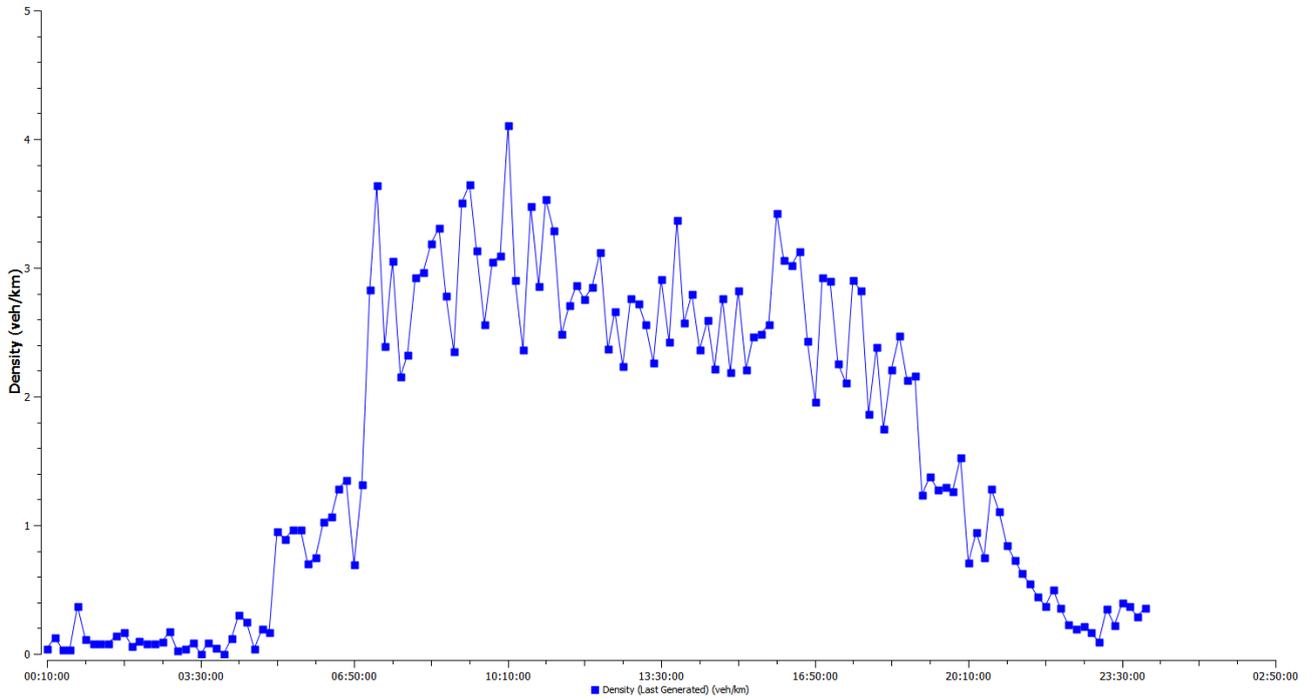


Istante di simulazione ore 10.00

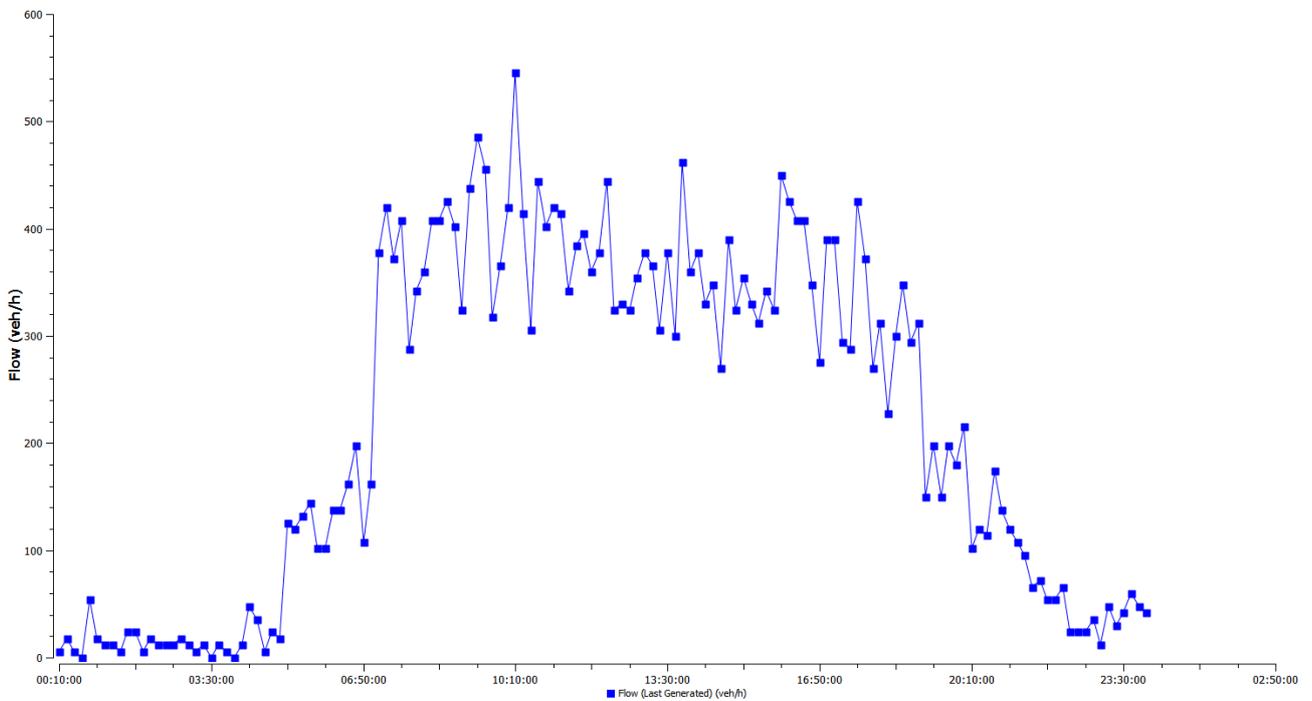


Matrice di domanda su base giornaliera

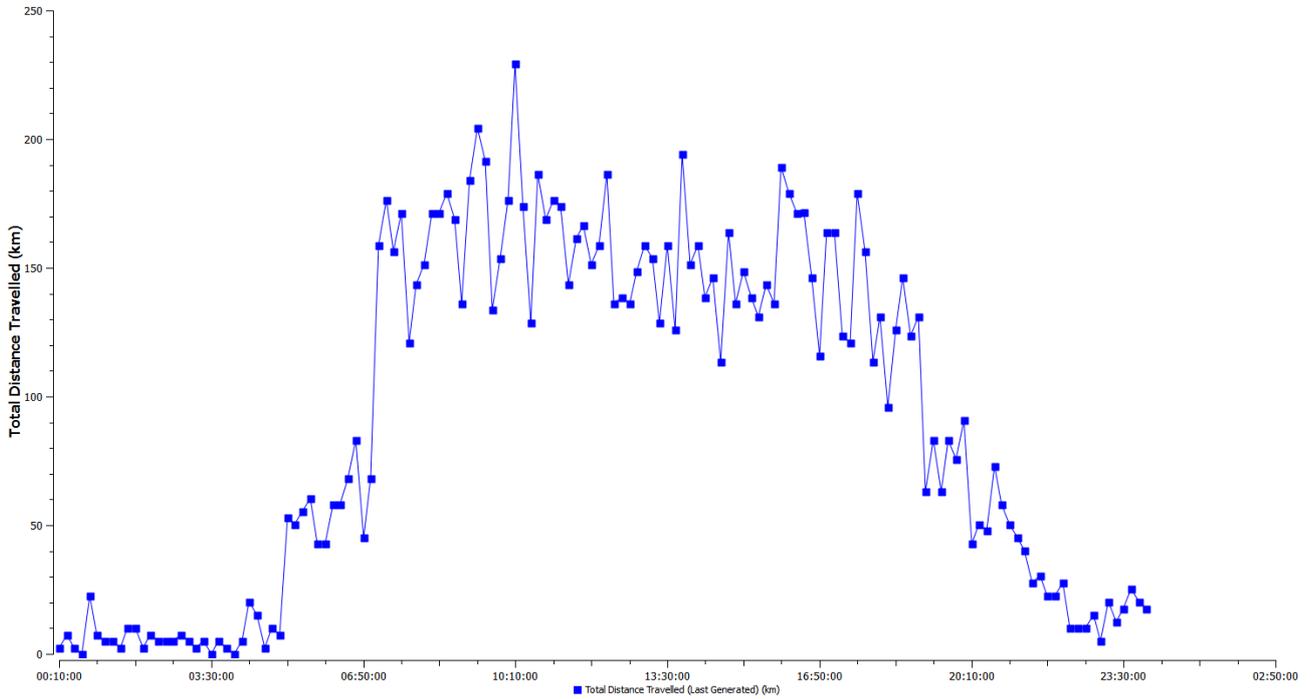
Stato attuale anno 2036			
Time Series	Value	Standard Deviation	Units
Delay Time All	3.6	3.16	sec/km
Delay Time car	3.64	3.26	sec/km
Delay Time truck	3.07	0.77	sec/km
Density All	1.92		veh/km
Density car	1.78		veh/km
Density truck	0.14		veh/km
Flow All	215.71	N/A	veh/h
Flow car	201.29		veh/h
Flow truck	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



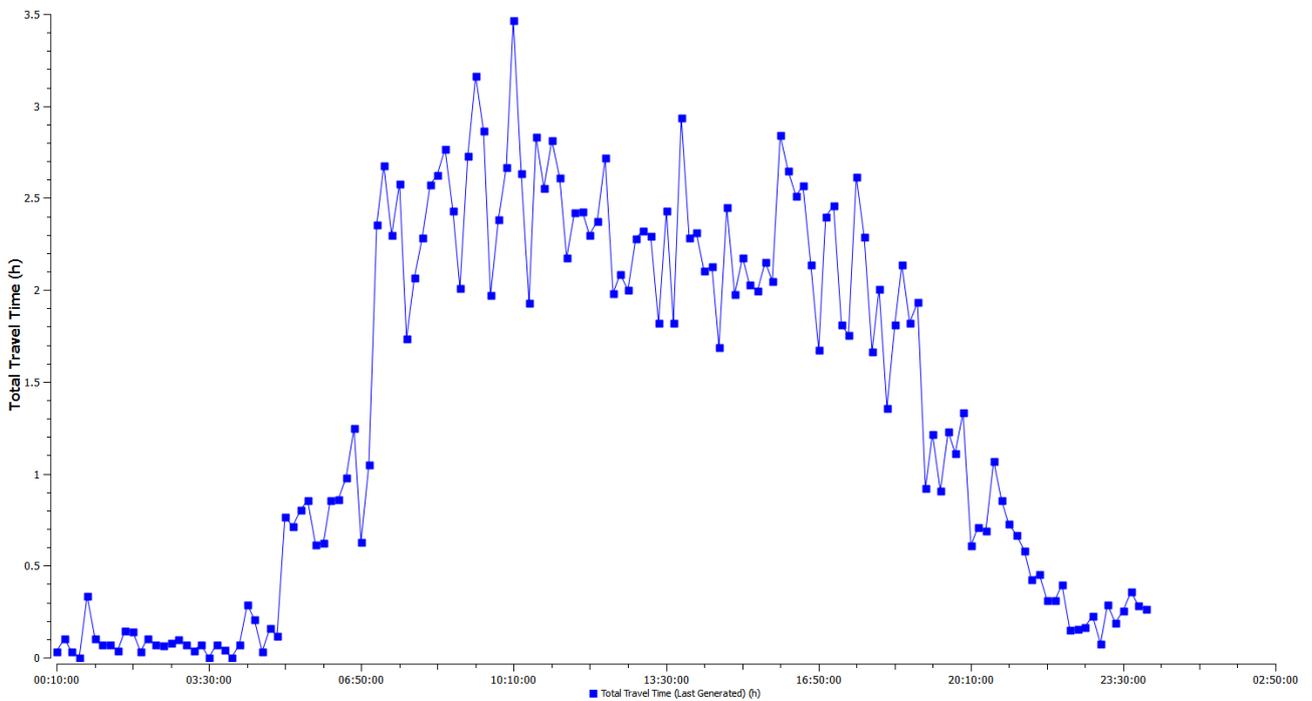
Densità veicolare (veh/km)



Flusso (veh/h)



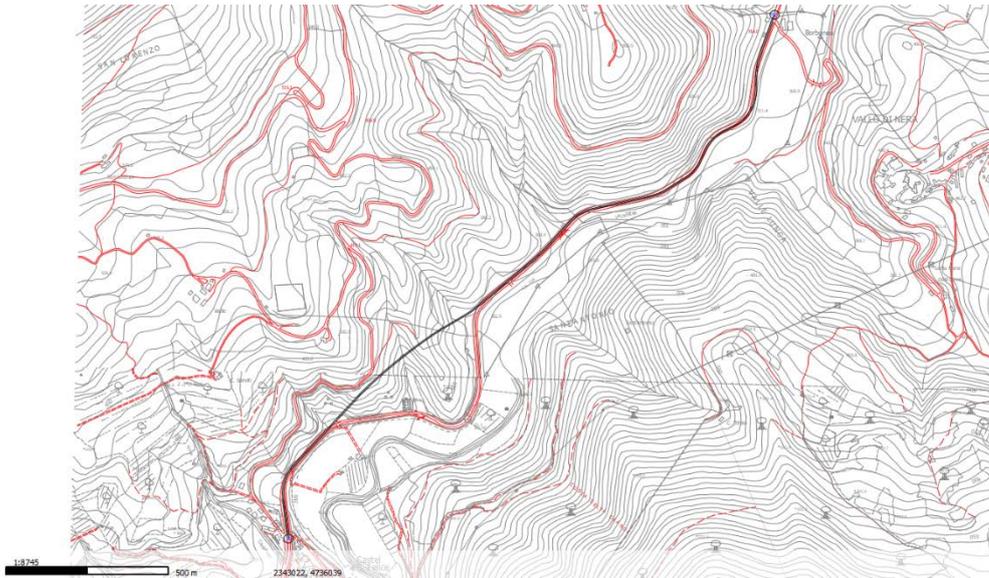
Distanza di viaggio (km)



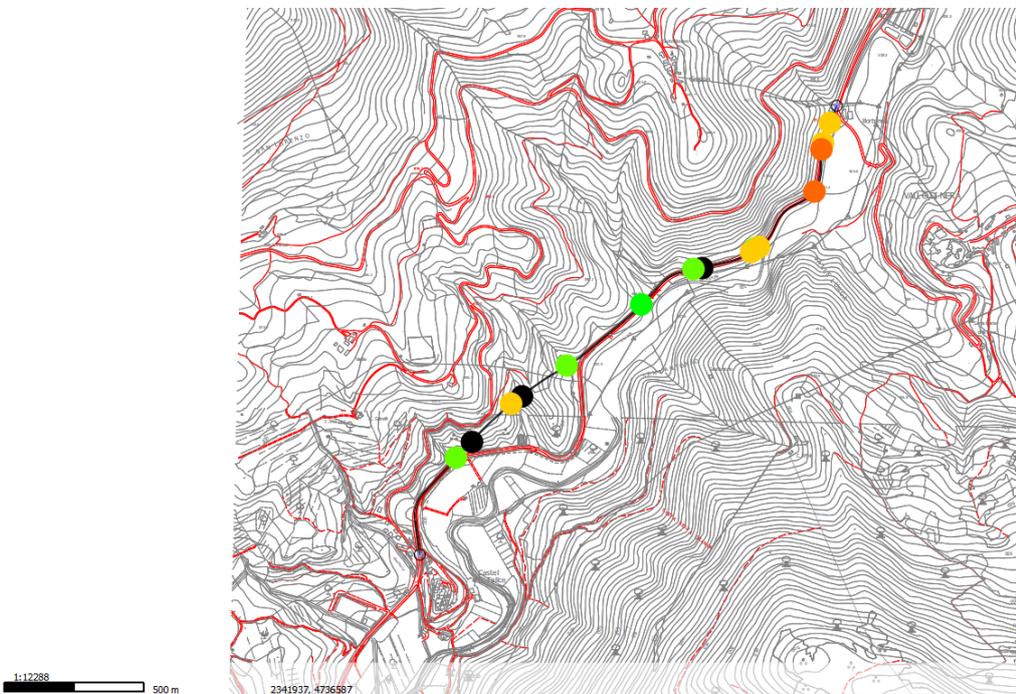
Tempo di viaggio (h)

3.5 SCENARIO PROGETTO ANNO 2036

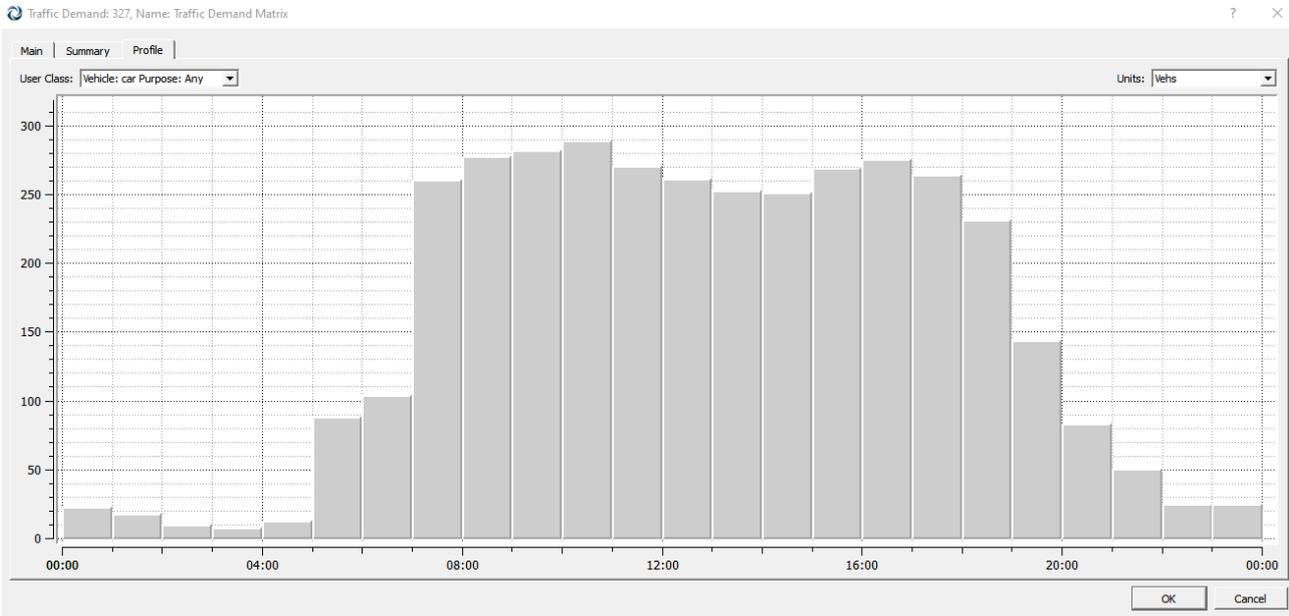
Di seguito si riportano i risultati dello scenario di progetto con le previsioni di crescita della domanda stimata all'anno 2036.



Modello progetto

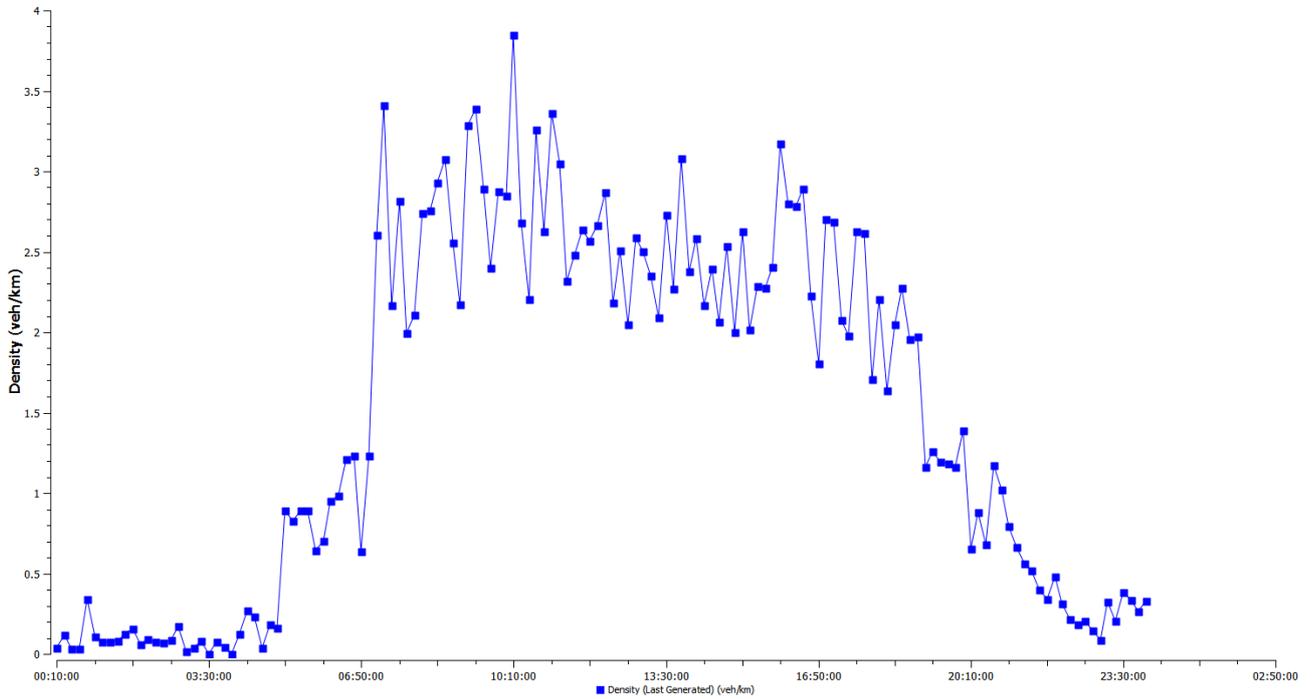


Istante di simulazione ore 10.00

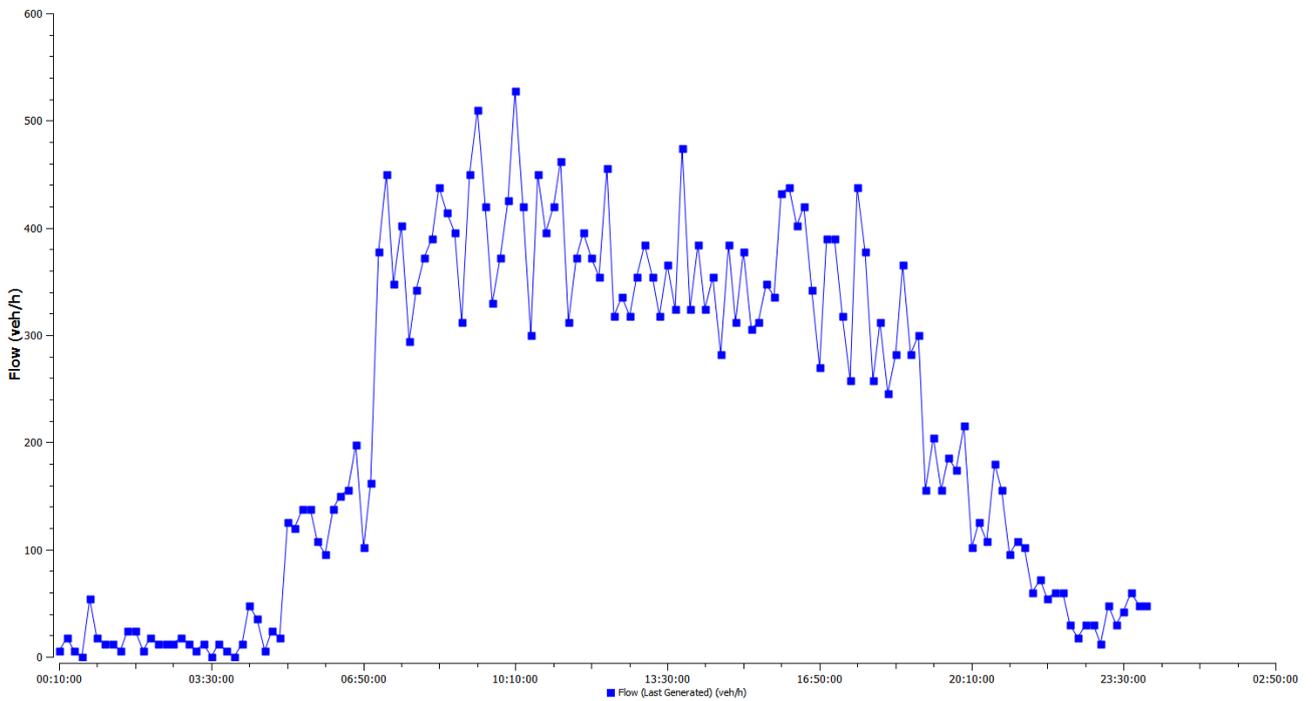


Matrice di domanda su base giornaliera

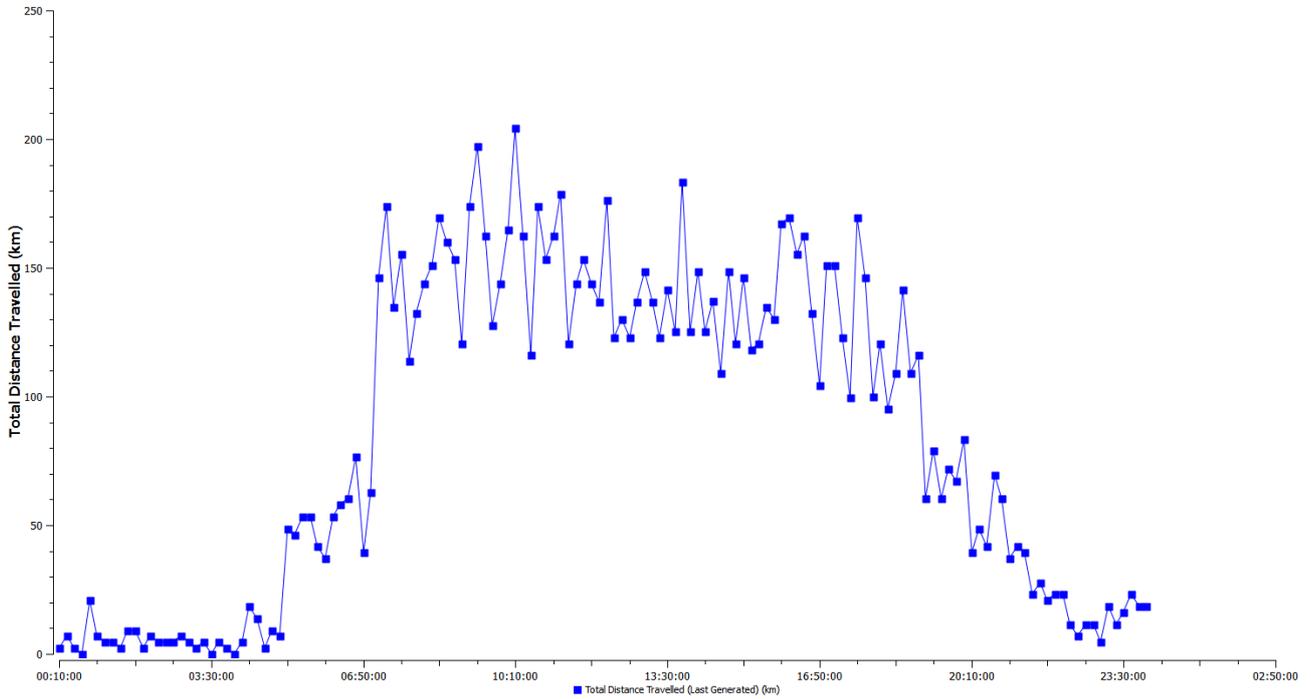
Progetto anno 2036				
Time Series	Value	Standard Deviation	Units	
Delay Time All	1.86	3.31	sec/km	
Delay Time car	1.93	3.38	sec/km	
Delay Time truck	0.81	1.2	sec/km	
Density All	1.49		veh/km	
Density car	1.38		veh/km	
Density truck	0.11		veh/km	
Flow All	217		veh/h	
Flow car	204.38		veh/h	
Flow truck	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		



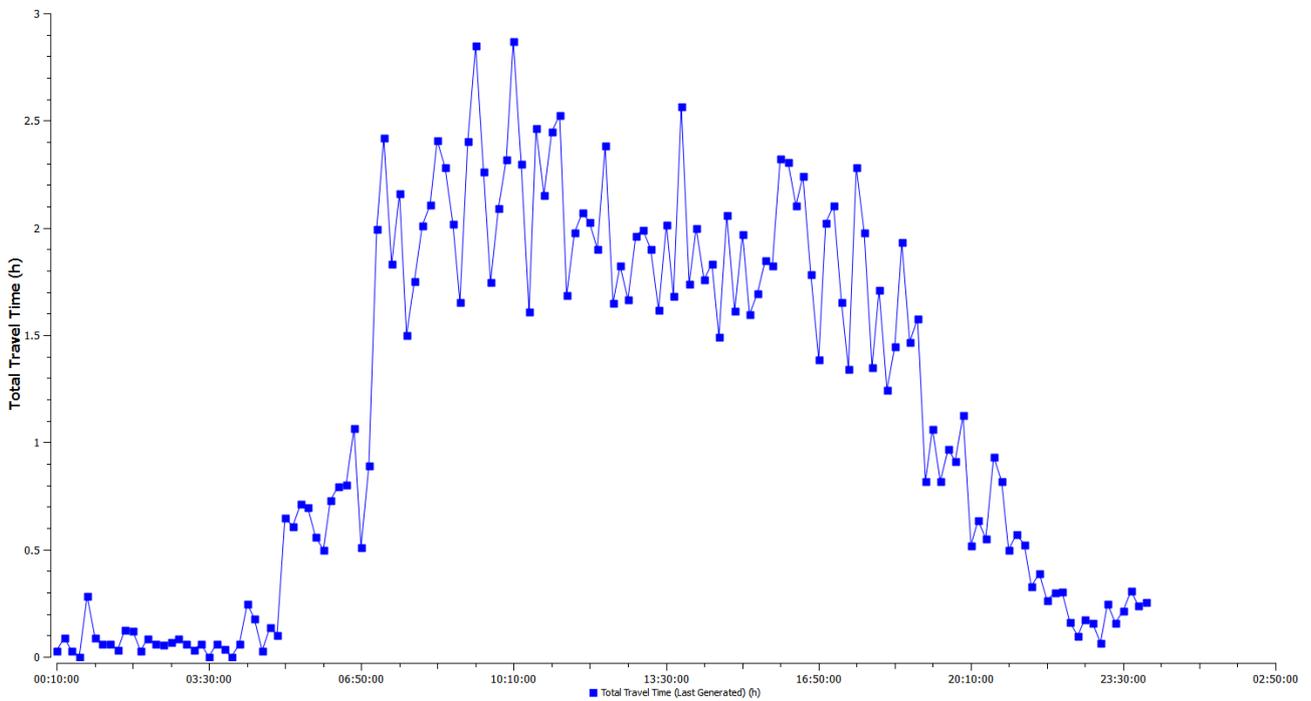
Densità veicolare (veh/km)



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.

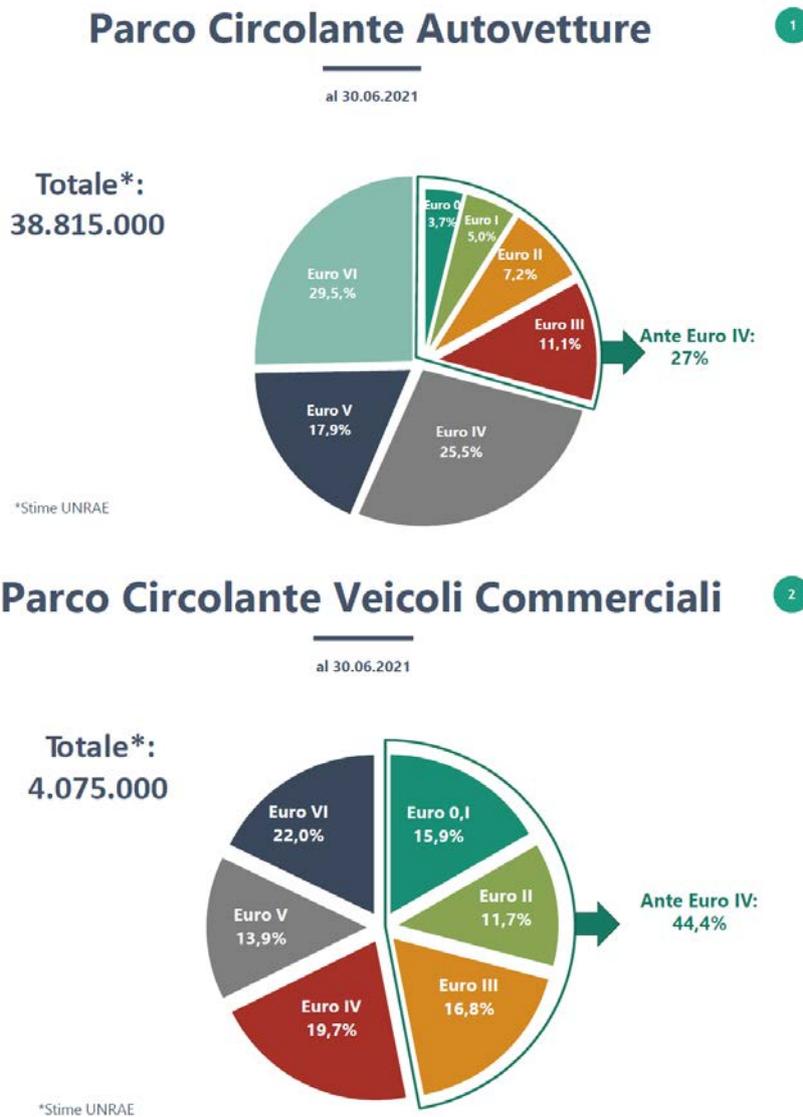
	Stato attuale	Stato attuale Anno 2026	Progetto 2026	Stato attuale Anno 2036	Progetto Anno 2037	
Time Series	Value	Value	Value	Value	Value	Units
Delay Time All	3.15	3.37	1.55	3.6	1.86	sec/km
Delay Time car	3.16	3.4	1.6	3.64	1.93	sec/km
Delay Time truck	3.03	3.02	0.79	3.07	0.81	sec/km
Density All	1.19	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 esaminate 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

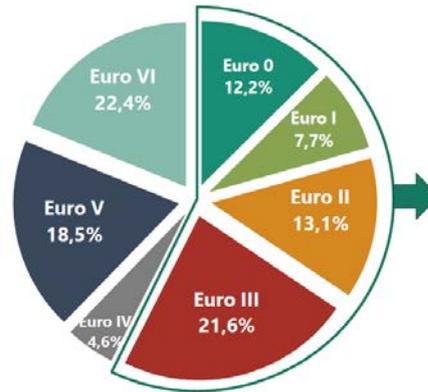
3

al 30.06.2021

Totale*:
702.000

età media
14 anni

*Stime UNRAE
* > 3,5t



Ante Euro IV:
57,4%

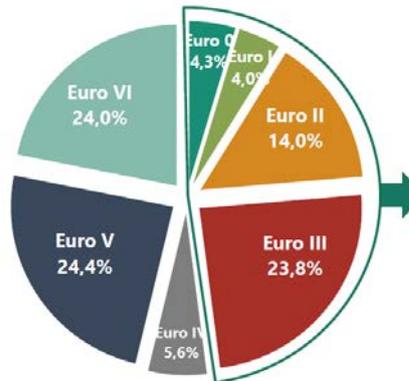
Parco Circolante Autobus

4

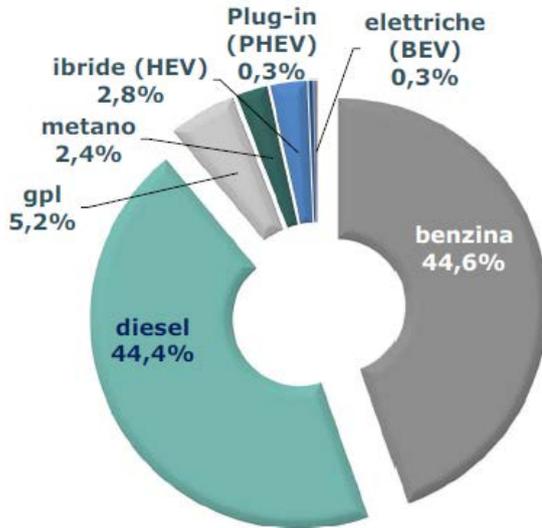
al 30.06.2021

Totale*:
29.000

età media
12 anni



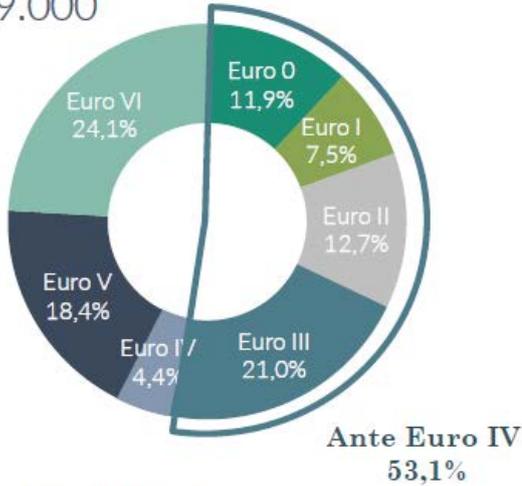
Ante Euro IV:
(in vigore dal
1.10.2016)
29.000
46%



	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

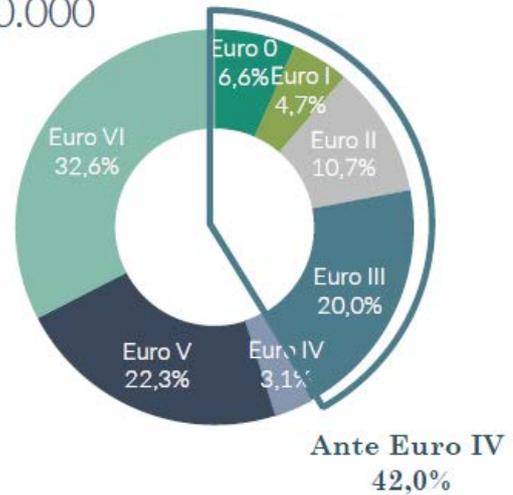
Totale >3,5t:
709.000



Età media: 14 anni

* stima UNRAE

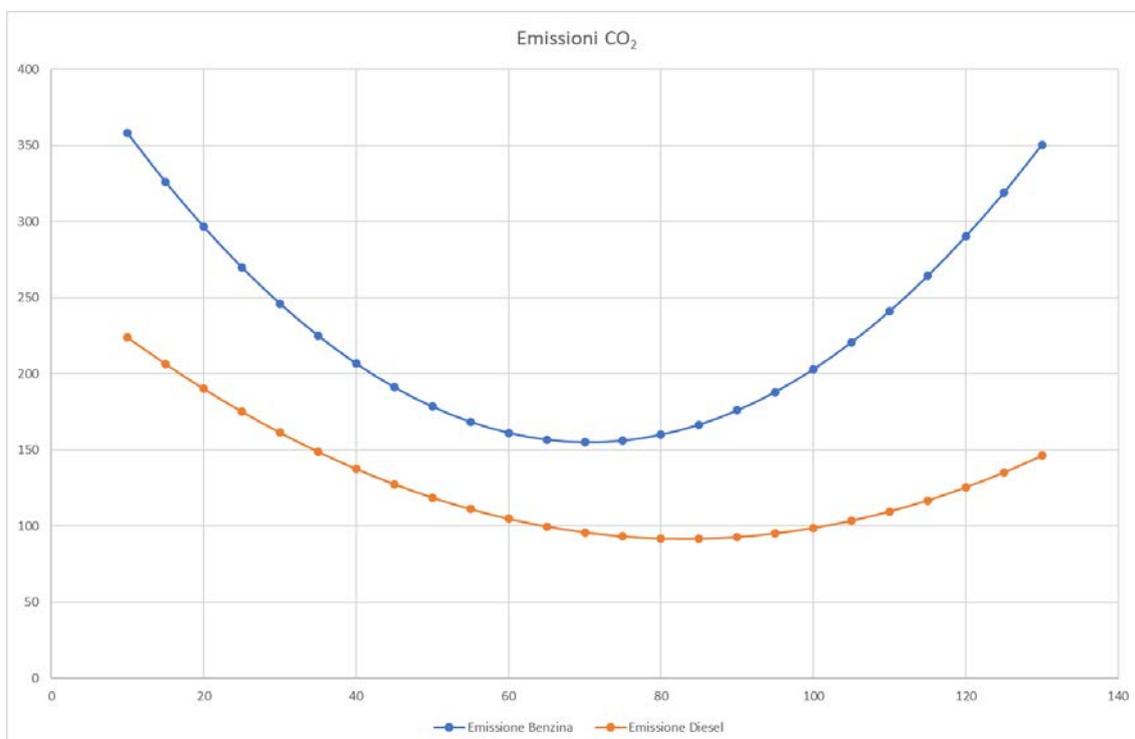
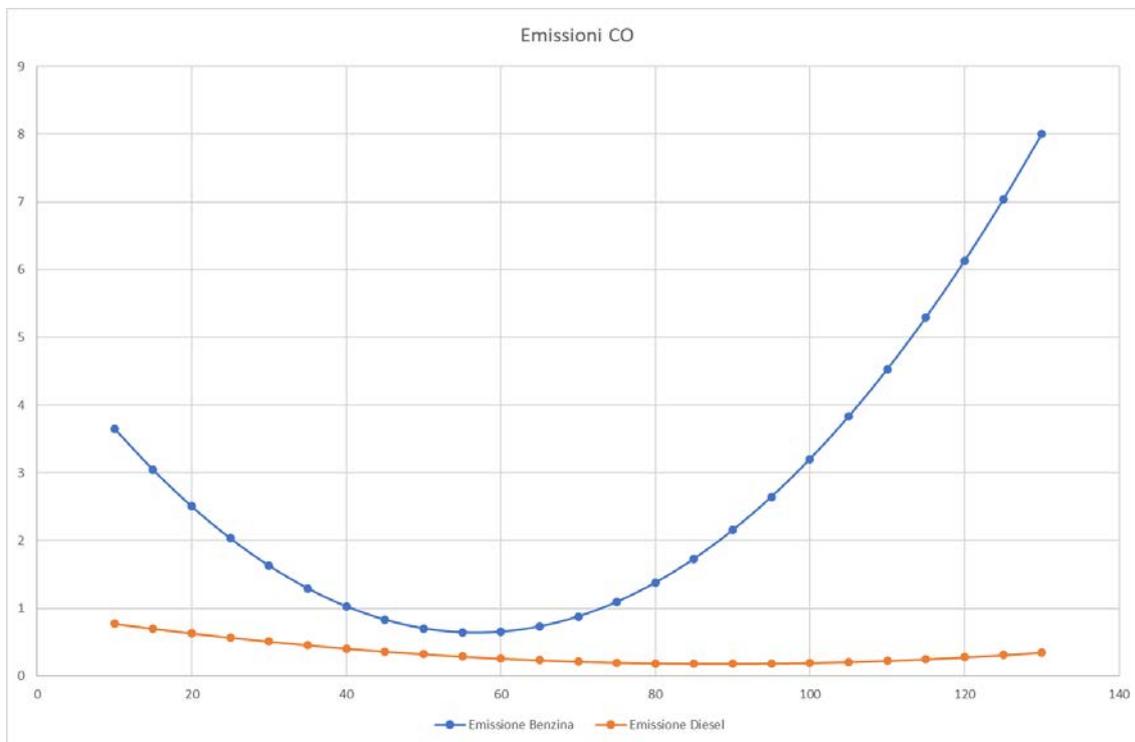
Totale ≥16t:
430.000

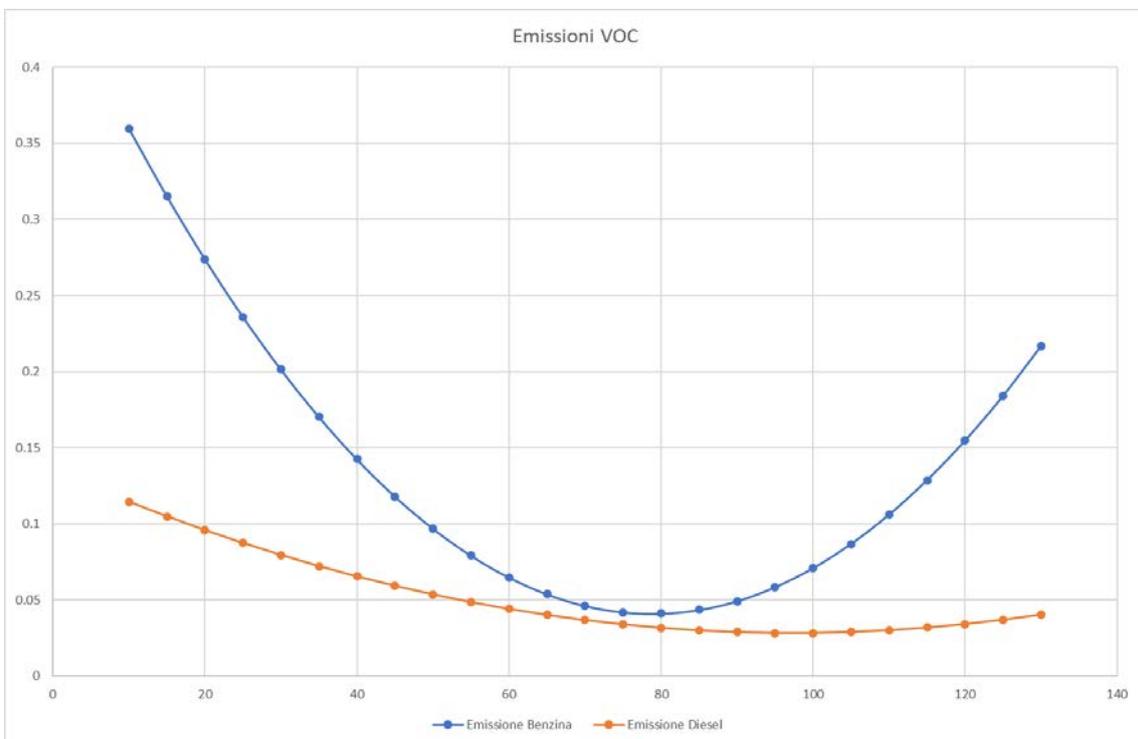
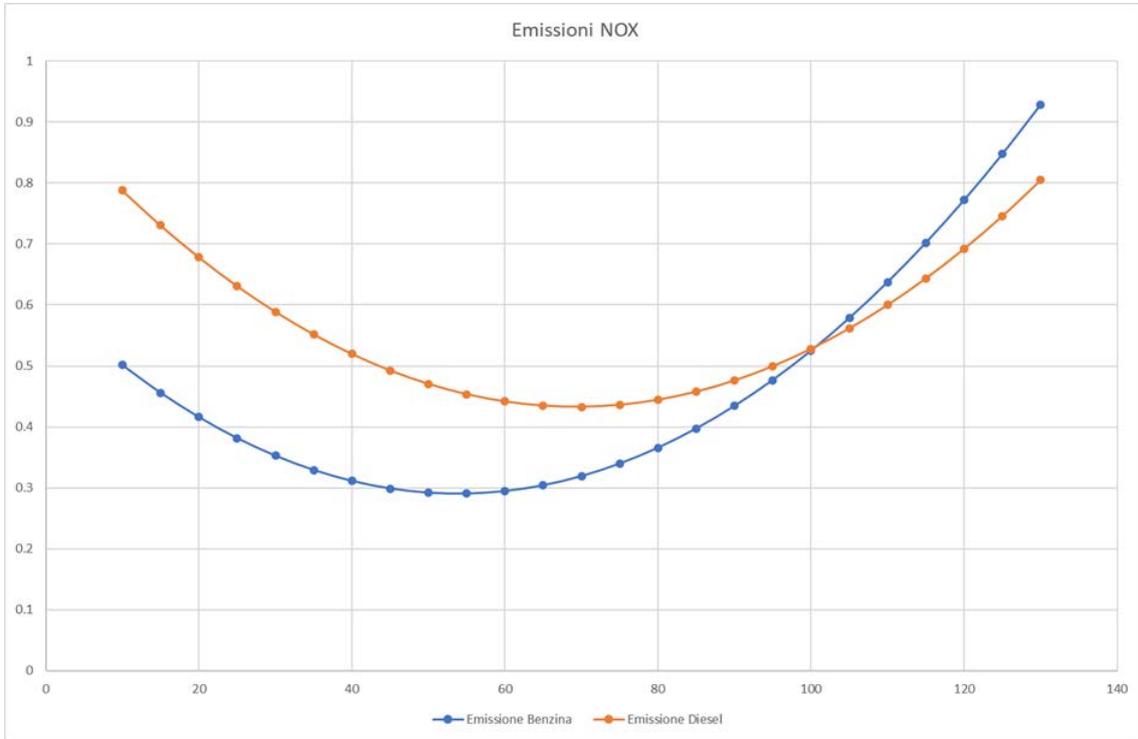


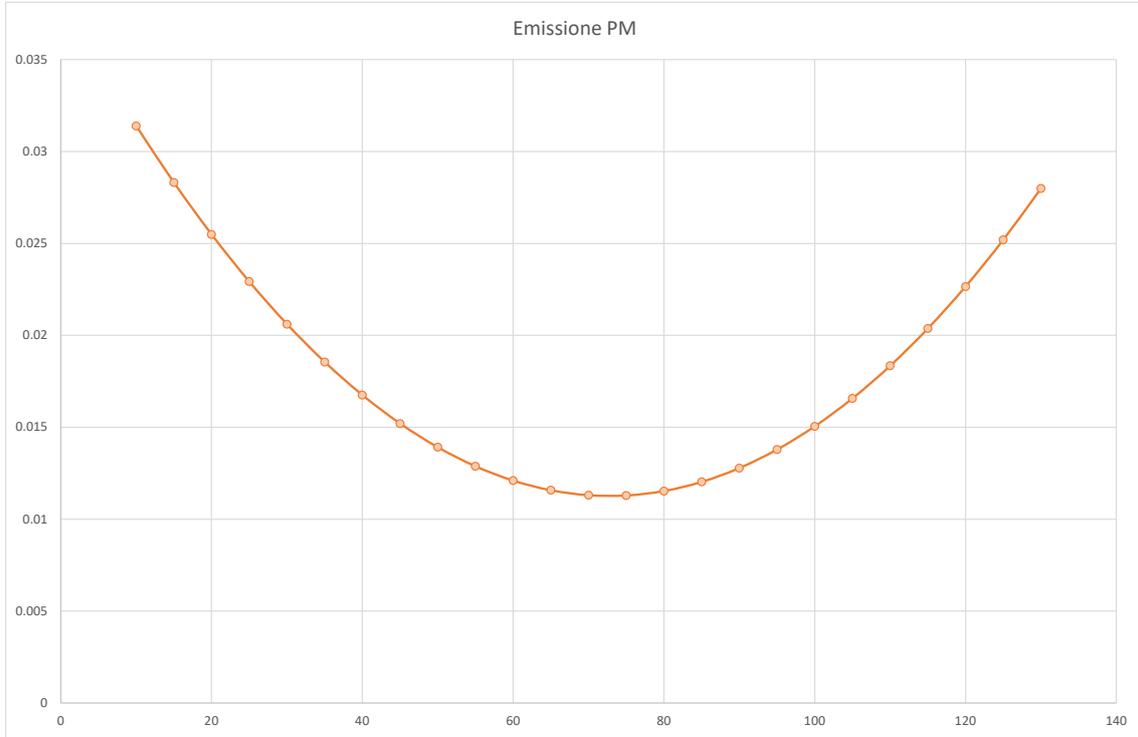
Età media: 12 anni

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.

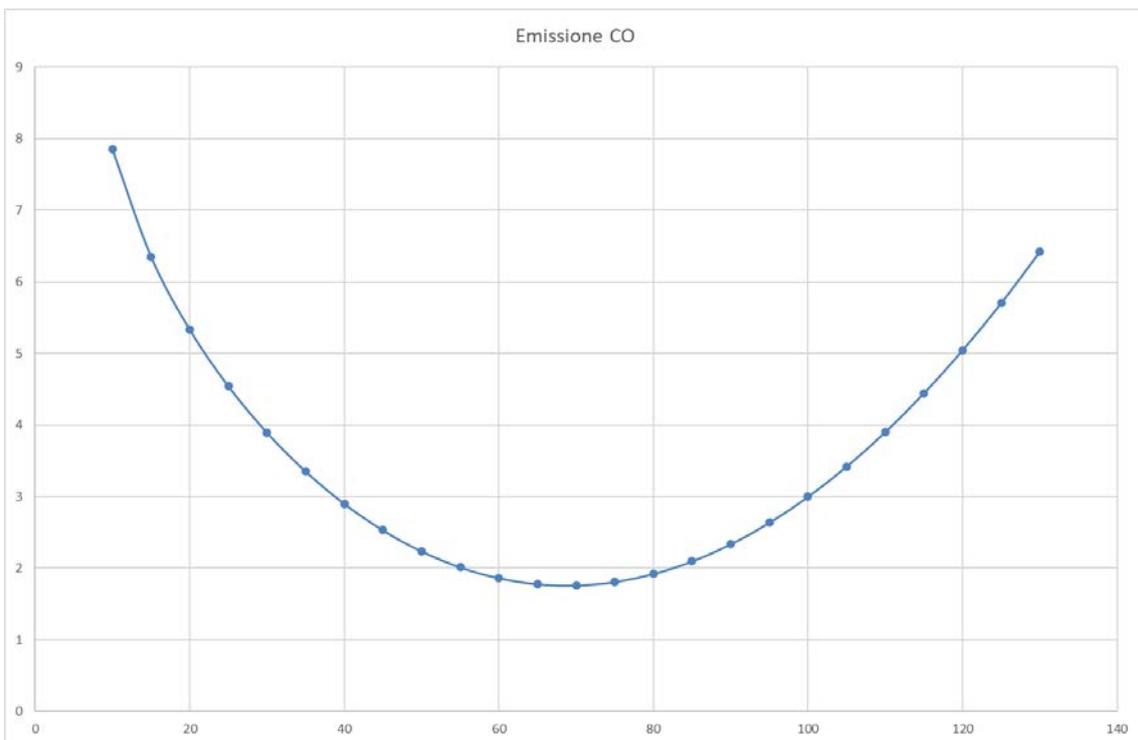
Veicoli leggeri

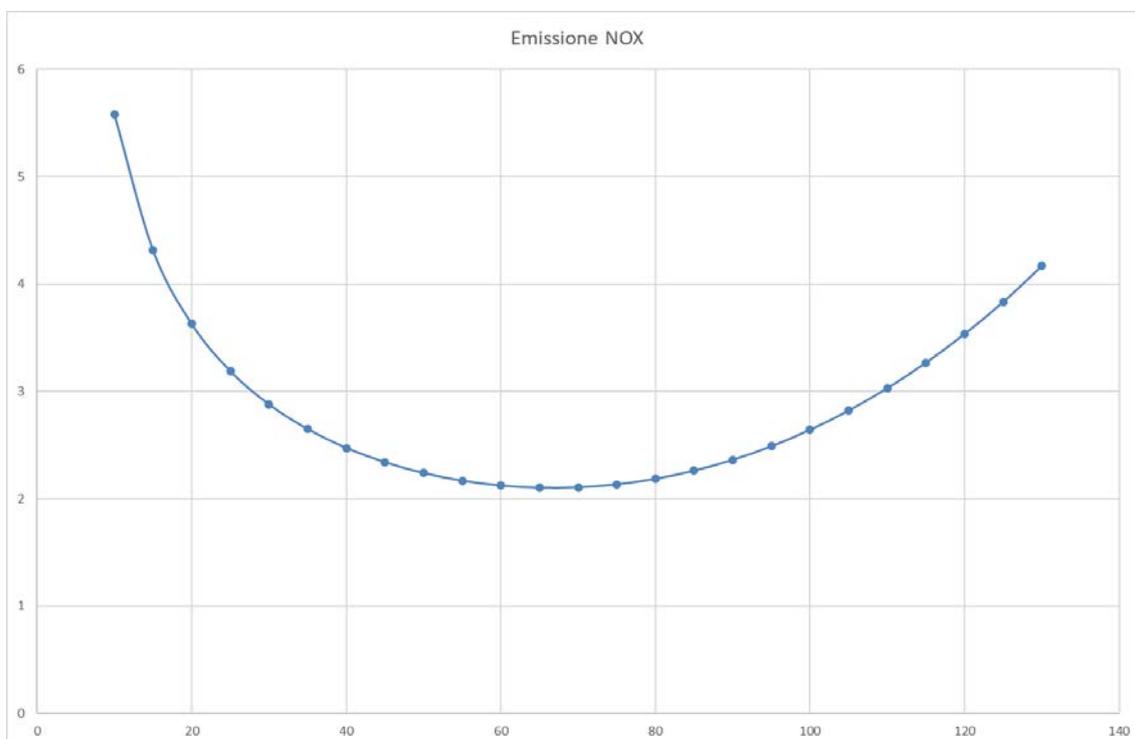
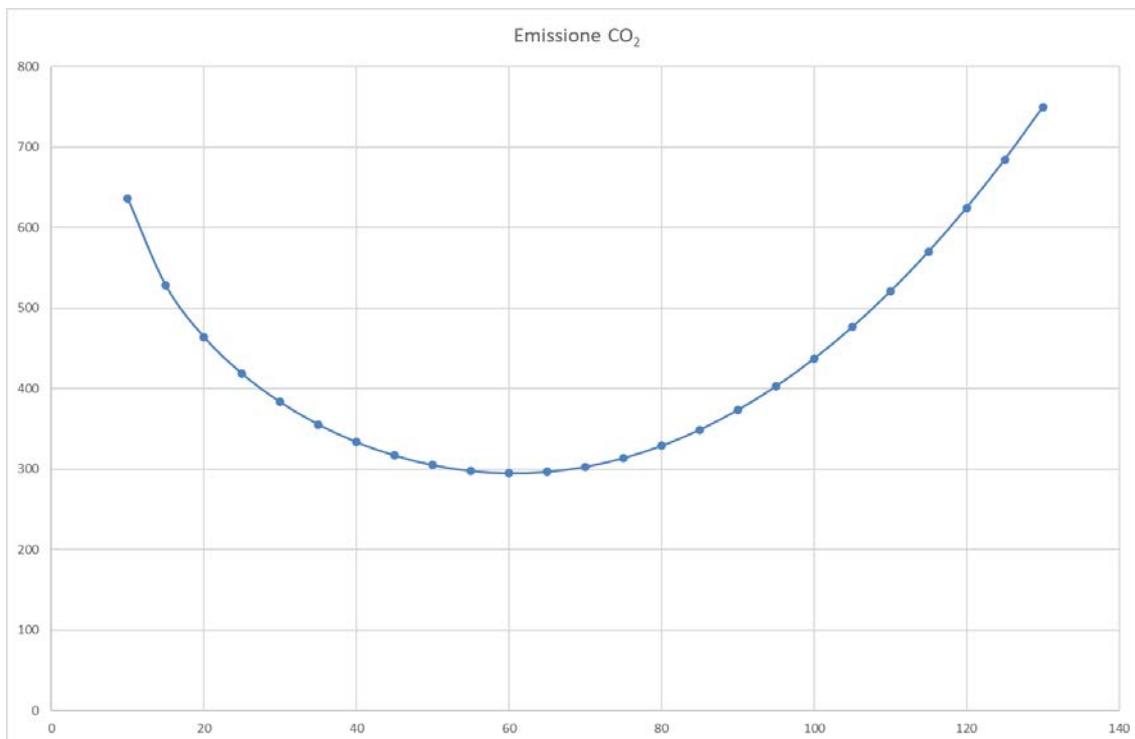


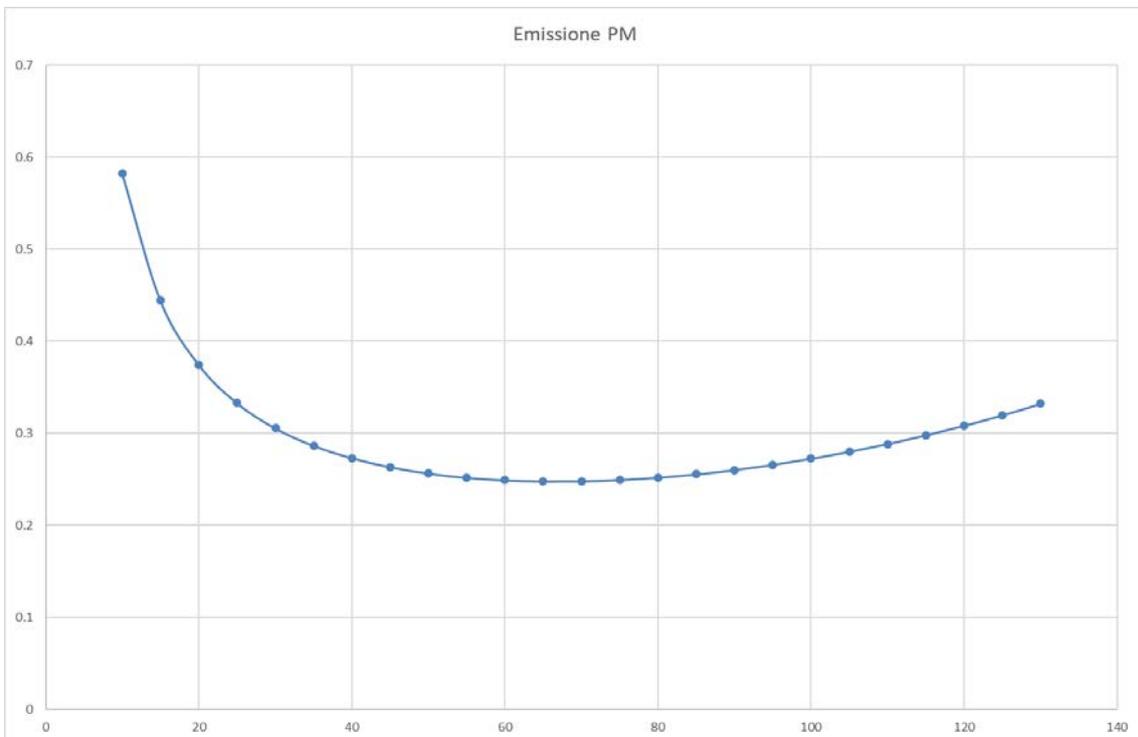
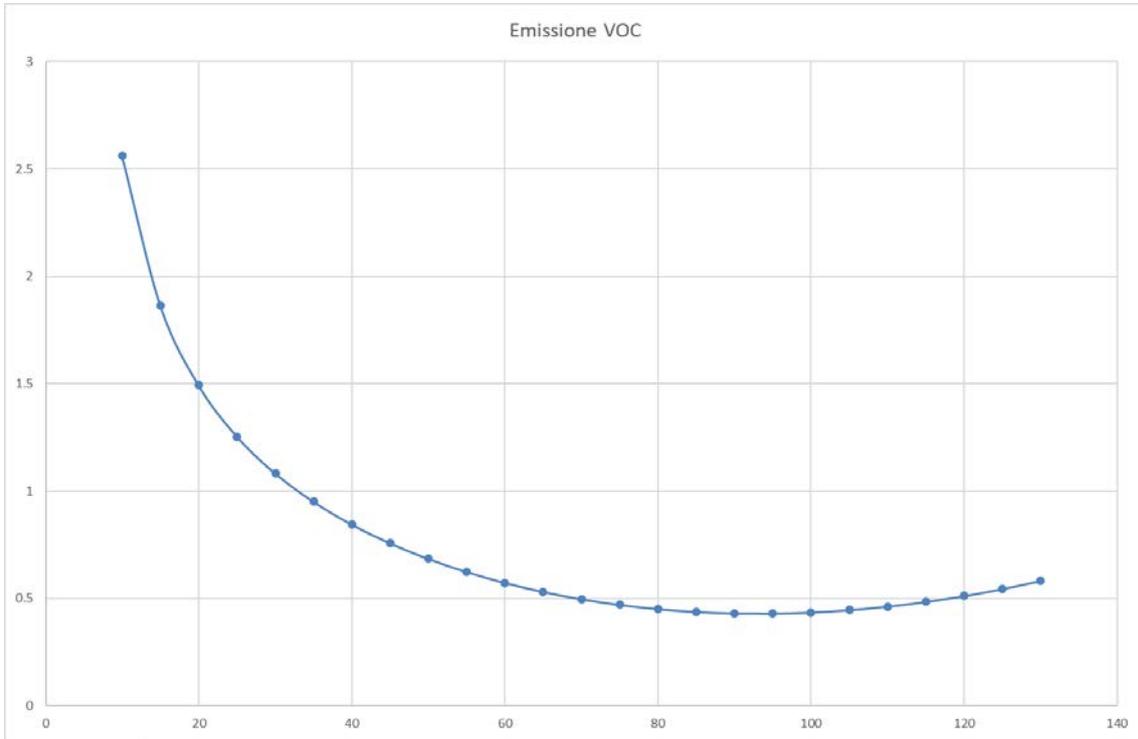




Veicoli pesanti







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.

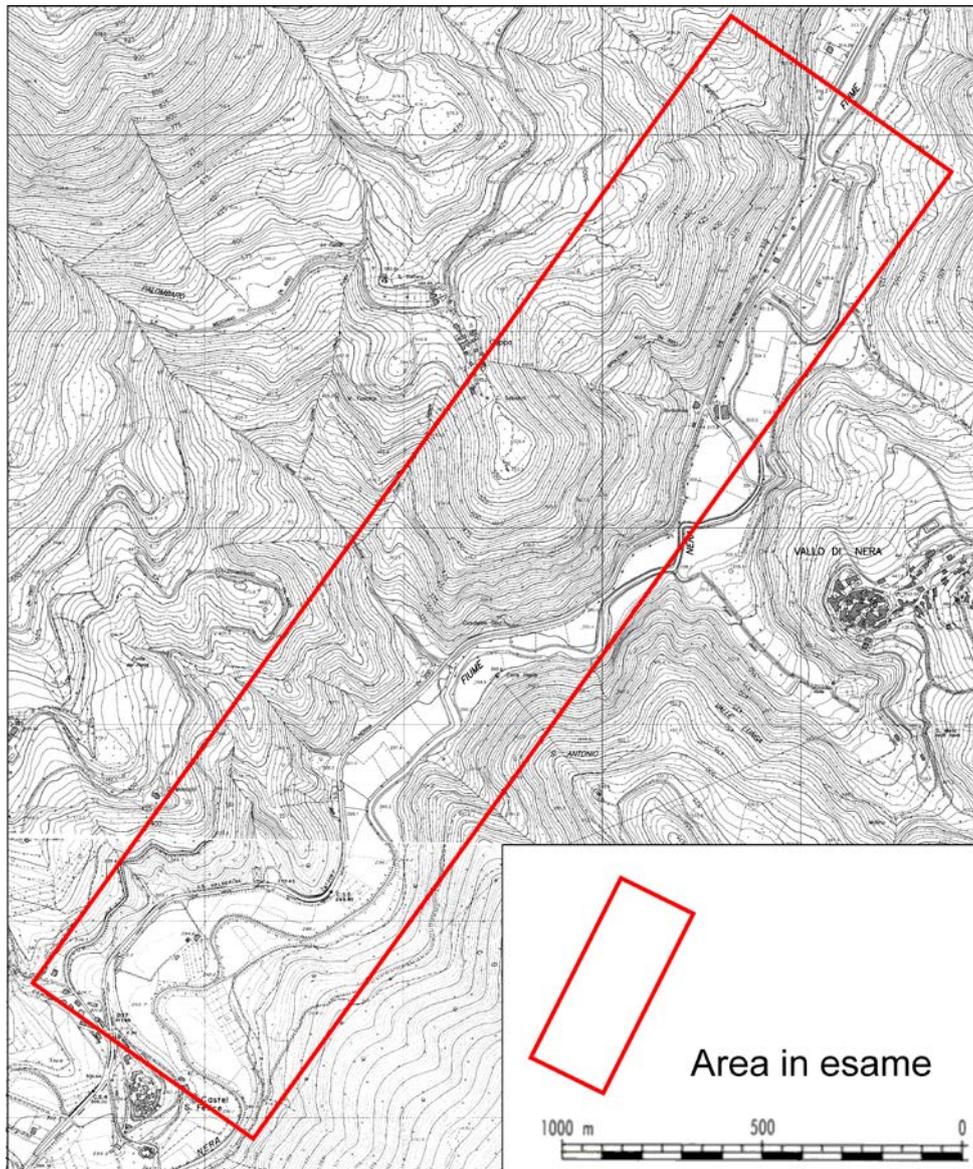


Fig. 2.1 – Inquadramento area in esame (C.T.R. scala 1:5000, sezioni 336033-336074).

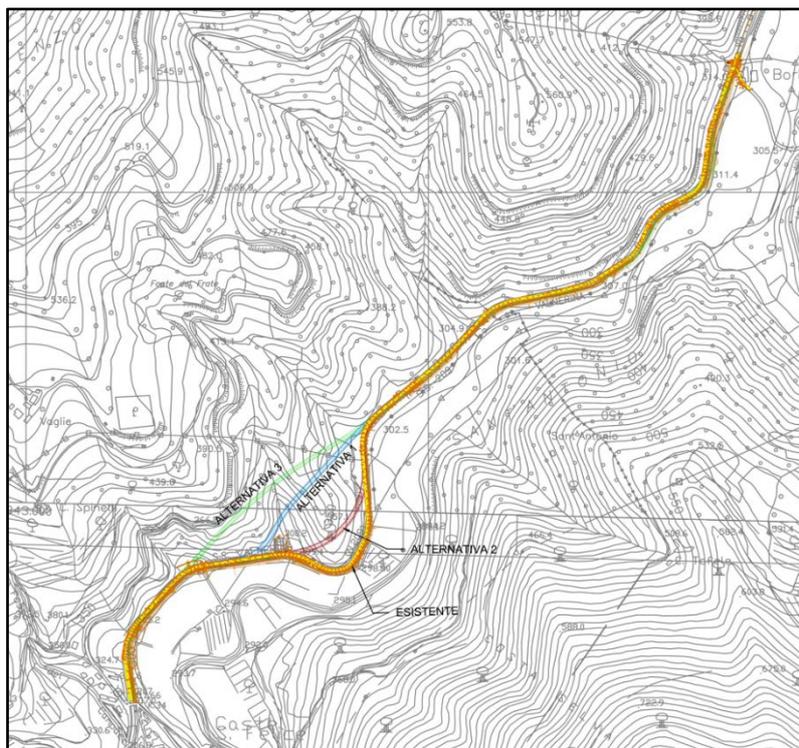


Fig. 2.2 - Sviluppo planimetrico dei tracciati alternativi di progetto.

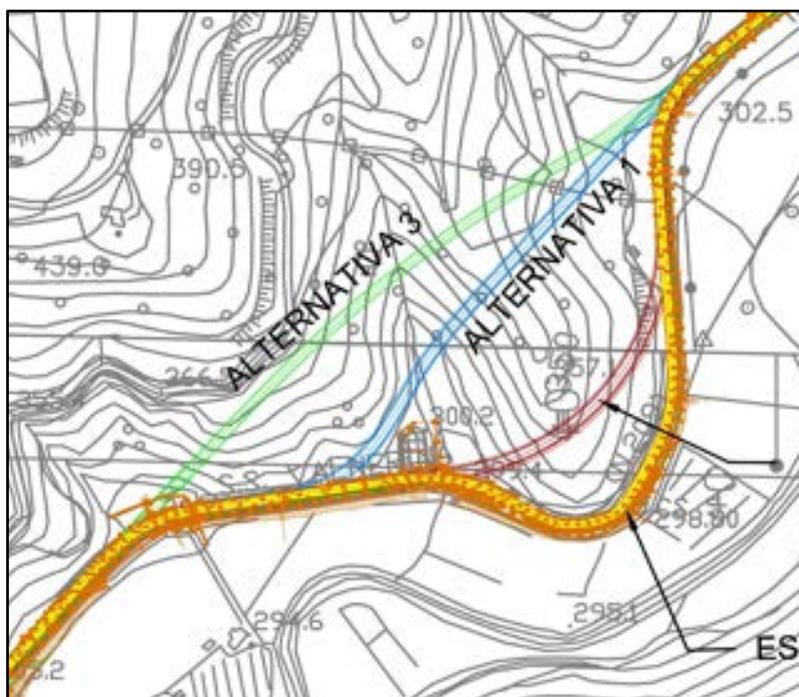


Fig. 2.3 - Particolare della figura precedente.

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 (QUATTORUOTE, 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.

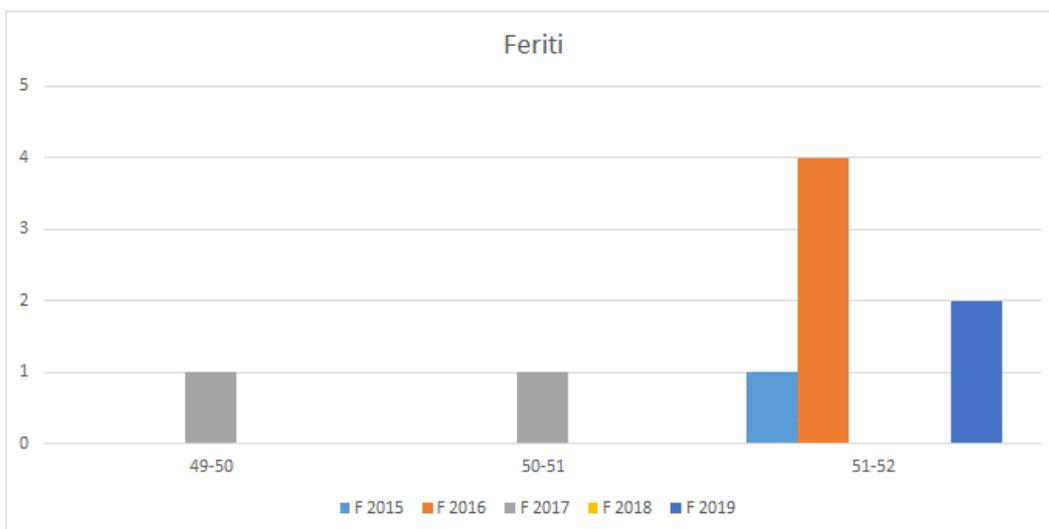
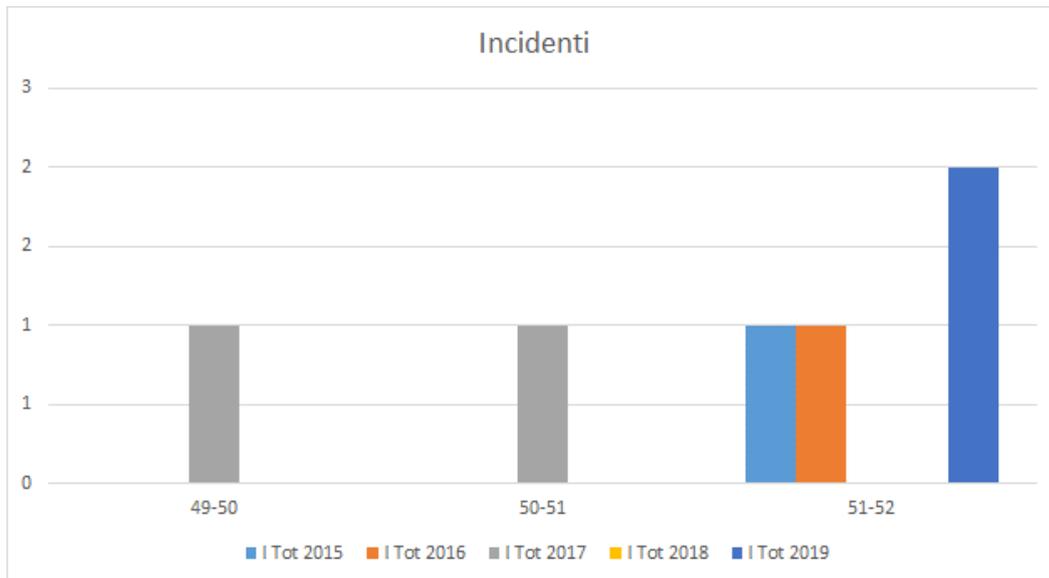
Tabella A4_3 - Costi marginali medi dell'incidentalità a prezzi di mercato (€2010 per incidente, distinto in funzione della gravità)

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																	
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