

# ADEGUAMENTO S.S. n°87 "SANNITICA"

Interventi localizzati per garantire la percorribilità immediata  
Tratto "Campobasso – Bivio S.Elia"  
Lotti A2 e A3

## PROGETTO DEFINITIVO

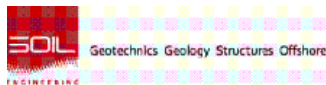
COD. CB 150

### PROGETTAZIONE:

(Mandataria)



(Mandante)



(Mandante)



### PROGETTISTA:

Ing. Franco Persio Bocchetto – Ordine Ing. Roma n.°8664–Sez A  
Ing. Luigi Albert – Ordine Ing. Milano n.°14725–Sez A  
Ing. Paolo Franchetti – Ordine Ing. Vicenza n.°2013–Sez A

### GEOLOGO:

Geol. Dott. Anna Maria Bruna  
Ordine Geol. Lazio n. 1531

### RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE DISCIPLINE SPECIALISTICHE:

Ing. Franco Persio Bocchetto – Ordine Ing. Roma n.°8664–Sez A

### COORDINATORE DELLA SICUREZZA:

Ing. Andrea Maria Enea Failla – Ordine Ing. Catania n.°A6701

### VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. CLAUDIO BUCCI

EG – ELABORATI GENERALI  
Inquadramento dell'opera  
Studio di Traffico e Analisi Costi e Benefici

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	T00EG00GENRE04A			
DPCB0150	D 22	CODICE ELAB.	T00EG00GENRE04	A	–
C					
B					
A	EMISSIONE	Aprile 2022	ANAS	ANAS	ANAS
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

## Indice

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>.STUDIO DI TRAFFICO</b>	<b>6</b>
2.1	LA RETE STRADALE DELL'AREA DI INTERVENTO	7
2.1.1	Il tracciato della SS87 nell'Area di Intervento	8
2.1.2	I rilievi di traffico sulle strade ANAS dell'Area di Intervento.	8
2.1.3	La procedura di assegnazione	11
2.1.4	Gli indicatori di area nello Scenario Attuale	15
2.2	LO SCENARIO DI PROGETTO	17
2.2.1	Lo scenario infrastrutturali di analisi	17
2.2.2	Gli scenari futuri di domanda – Crescita della mobilità dell'area	18
2.2.3	Gli indicatori di area negli Scenari Futuri	20
2.2.3.1	Scenario di Non Intervento	20
2.2.3.2	Scenario di Progetto	21
2.3	ANALISI DEI LIVELLI DI SERVIZIO	24
2.3.1	Il livello di servizio dell'asse stradale	24
2.3.2	Il livello di servizio delle rotonde	26
2.4	GLI INDICATORI TRASPORTISTICI PER L'ANALISI COSTI BENEFICI	31
2.4.1	Variazioni di tempo	32
2.4.2	Variazioni di percorrenza	32
2.5	ANALISI DELL'INCIDENTALITÀ	32
<b>3</b>	<b>ANALISI COSTI BENEFICI</b>	<b>34</b>
3.1	BENEFICI TRASPORTISTICI	35
3.2	I COSTI	37
3.3	GLI INDICATORI DELL'ACB	37

## 1 PREMESSA

Il presente documento illustra la metodologia ed i risultati dello Studio di traffico e dell'Analisi Costi Benefici per l'intervento di progetto.

Esso consiste nella realizzazione di un ulteriore lotto di riqualificazione della tratta della SS87 tra l'innesto sulla SS710 / SS647 dir-b e lo svincolo con la SS212 "Fortorina" (con adeguamento alla sezione- tipo C2 di cui al DM 5/11/2001) ed è previsto con la realizzazione di una nuova tratta in variante tra il Km 105+600 ed il Km 109+500.

È stato adottato nella sua interezza il modello Trasportistico DSS su scala nazionale implementato e continuamente aggiornato presso la Direzione Operation e Coordinamento Territorio. Non è stata quindi delimitata una specifica area di studio, limitandosi a definire un'area di intervento che coincide con la zona di traffico del modello nazionale in cui ricade l'asse di progetto. Questa scelta discende dalla non opportunità di procedere ad una analisi più di dettaglio del territorio sia in ragione della limitata estensione dell'intervento, sia soprattutto in ragione del limitato uso del territorio nell'area attraversata dalla tratta di progetto della SS87. Oltre alle considerazioni relative alla densità ed alla quantità delle attività insediate sul territorio, la scelta di non adottare un modello a scala locale trova la sua motivazione anche rispetto alla struttura della rete stradale nell'area di analisi, che non presenta una struttura di secondo livello (a supporto degli spostamenti di carattere locale) così fitta e ramificata tale da giustificare un'integrazione del modello nazionale.

Nell'area di intervento il tracciato della SS87 risale in quota verso Campolieto con una prima tratta di circa 12,5Km, fino all'intersezione con la SP56, con caratteristiche non particolarmente favorevoli: sono presenti numerosi tornanti e curve a raggio ridotto, nonché pochi tratti rettilinei. Questi elementi, uniti ad una larghezza ridotta delle corsie, determinano condizioni non favorevoli della circolazione veicolare, benché questa sia caratterizzata da volumi di traffico contenuti. A partire dalla intersezione con la SP56 e fino all'intersezione con la SS212 il tracciato presenta caratteristiche migliori in virtù dei recenti interventi di ammodernamento che hanno contribuito a rettificarne l'andamento planimetrico e adeguarne la sezione.

In prossimità della tratta sottesa all'intervento di progetto è presente la sezione permanente (648) della rete di monitoraggio del traffico ANAS, i cui dati sono stati utilizzati sostanzialmente per la valutazione dell'andamento dei traffici nel periodo 2013-2021, e non per la calibrazione del modello nazionale per la quale si è fatto riferimento a quella relativa all'anno 2019 (ultimo anno utile prima delle inevitabili variazioni di traffico conseguenti alla pandemia da Covid-19) effettuata nell'ambito delle attività di sviluppo e manutenzione del modello DSS da parte dell'U.O PTACR/ATCB. Il traffico nel periodo 2013-2021 è rimasto sostanzialmente invariato fino al 2019 con valori del TGM di circa 4.800 veic/giorno e con una ripartizione dei traffici leggeri/pesanti pressoché costante, con una quota di traffico pesante sempre inferiore al 3,0% ad eccezione del 2020 in cui è stata pari al 3,1%. Tra il 2013 ed il 2019 si è verificato nel 2018 un picco relativo del TGM pari a 5.000 veic/giorno ed un minimo di circa 3.800 veic/giorno nel 2016. Con l'avvento della pandemia si è osservata una diminuzione dei traffici leggeri del 19% (in linea con la contrazione media rilevata sull'intera rete nazionale in gestione ANAS) e del 4% dei traffici pesanti. Nel 2021 i traffici

pesanti si sono del tutto riallineati (la variazione del traffico rispetto al 2020 è stata del 4%), i traffici leggeri hanno recuperato in misura significativa quanto perso nel 2020 (la variazione del traffico rispetto al 2020 è stata del 12%).

Per la costruzione degli scenari di progetto sono stati implementati nel grafo stradale le caratteristiche funzionali dell'asse di progetto (velocità, capacità ecc...). Successivamente, sono state proiettate le matrici stradali dei veicoli leggeri e pesanti all'anno presunto di entrata in esercizio dell'intervento (2027).

A tal proposito è stato considerato uno scenario di crescita della domanda che tiene conto degli effetti della contrazione della domanda conseguenti alla pandemia da Covid-19 del 2020, con un picco di decrescita nel 2020 ed un primo rimbalzo nel 2021 che va consolidandosi negli anni successivi.

Le matrici future sono state assegnate alla rete stradale opportunamente configurata per rappresentare l'intervento di progetto, ottenendo così gli indicatori trasportistici relativi alla valutazione funzionale dello stesso, alla verifica dei livelli di servizio attesi ed allo sviluppo dell'Analisi Costi Benefici.

L'effetto (atteso) derivante dall'attuazione dallo scenario di progetto è la "velocizzazione" della rete sia in termini di velocità medie stimata (+2,2% per i veicoli leggeri e 5,4% per i pesanti), sia per la diminuzione (-4,8% per i veicoli leggeri e -2,9% per i pesanti), rispetto allo scenario di non intervento, dei tempi su rete derivanti dalla velocizzazione degli itinerari sulle linee di desiderio della domanda di mobilità che si "poggiano" sulla direttrice della SS87.

I traffici attesi sull'asse di progetto sono mediamente pari a 5.700 veic./giorno maggiori di circa 230 veic/giorno rispetto allo scenario di riferimento.

Le verifiche dei livelli di servizio sull'asse stradale di progetto sono state effettuate utilizzando le procedure che scaturiscono dalle teorie elaborate dall'HCM (Highway Capacity Manual). I valori di ingresso per le verifiche sono flussi dell'ora di punta media calcolata a partire dai valori di TGM restituiti dal modello di simulazione. La verifica è soddisfatta: restituisce, infatti, un valore del livello di servizio pari ad C per la velocità media di viaggio (73,8Km/h) e pari sempre a C per la percentuale di tempo in coda (60,48%).

Le verifiche dei livelli di servizio della rotatoria con cui il tracciato di progetto è svincolato sulla tratta storica verso Campobasso sono state condotte adottando due differenti metodi, SETRA e HCM 2010, sulla base dei flussi di manovra che scaturiscono dal modello. Tutti e tre i bracci della rotatoria soddisfano le verifiche garantendo, secondo il metodo SETRA, condizioni sempre fluide della circolazione e, secondo il metodo HCM 2010, tempi di attesa sempre inferiori ai 10 secondi corrispondenti ad un livello di servizio pari ad A.

I benefici trasportistici, che derivano dall'attuazione dell'intervento, consistono in una velocizzazione della rete stradale che comporta una diminuzione dei tempi su rete pari a circa 78.000 veic-ora/anno al primo anno di entrata in esercizio dell'asse di progetto. Diminuiscono anche le percorrenze su rete con una variazione dia circa 540.000 veic-Km/anno.

Gli impatti dell'intervento sono riconducibili, inoltre, anche ad una riduzione dell'incidentalità stradale sulla tratta della SS87 interessata dall'intervento di progetto. Sono stati analizzati i dati relativi al periodo 2013-2019, per il quale sono stati estratti dal database dell'ACI i valori di incidentalità relativi alla tratta in esame

che presenta livelli di incidentalità contenuti: infatti, ad eccezione del 2013, in cui è stato registrato un solo incidente con 3 feriti, nel periodo 2013-2019 non si è verificato alcun incidente. Ne segue che la media annua osservata è pari a 0,1 incidenti/anno con nessun decesso e 0,4 feriti/anno. Secondo studi interni ad ANAS, la realizzazione di una variante con sezione di tipo C di una esistente strada classificata come C (sebbene le caratteristiche del tracciato, costruito un secolo fa, e della sezione non soddisfino le attuali normative), determina una diminuzione del 30% del numero di incidenti, del 45% del numero di feriti e - 65% del numero di morti. Ne segue che, al primo anno di entrata in esercizio si stima una riduzione degli incidenti pari a circa 0,04 eventi/anno; la corrispondente riduzione del numero di feriti è pari a circa 0,19 unità/anno, mentre è nulla ovviamente la riduzione del numero di morti.

Tutti gli indicatori trasportistici e di incidentalità sono stati monetizzati per lo sviluppo dell'Analisi Costi Benefici. I risparmi di tempo calcolati su rete sono stati trasformati in risparmi di tempo per passeggero e per veicolo merci e quindi monetizzati. Applicando opportuni valori monetari del tempo, il beneficio economico per risparmio di tempo calcolato all'anno di entrata in esercizio è pari a circa 1.200.000€.

In ragione della riduzione generalizzata delle percorrenze, si stima una diminuzione dei costi diretti del trasporto che è quantificato in circa 119.200€ al primo anno di esercizio. Analogamente si prevede una diminuzione delle emissioni inquinanti pari a circa 109 tonnellate cui corrisponde una variazione di costo economico pari a 30.600€ al primo anno di esercizio.

La trasformazione dei costi di Realizzazione dell'opera da finanziari in economici è calcolata in base ad un fattore medio di conversione ottenuto come media pesata tra i singoli tassi di conversione delle voci di spesa e la percentuale di spesa a queste voci imputata desunti dai quadri economici del progetto, e risulta pari a 0,74. In questo modo al costo finanziario di costruzione pari a circa 36.100.000€ corrisponde un costo economico (distribuito tra il 2022 ed il 2027) pari a 26.750.000€ circa.

La vita utile dell'opera è stata ipotizzata pari a 30 anni; il valore residuo al termine di tale periodo è considerato pari al 30%.

Sulla base di queste ipotesi, applicando un tasso di attualizzazione pari al 3,0% (d.lgs 228/2011, come riportato nelle "Linee Guida per la Valutazione degli Investimenti in Opere Pubbliche" del 14 novembre 2016 redatte dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti), sono stati calcolati gli indicatori dell'Analisi Costi Benefici, che risultano soddisfacenti: il Valore Attuale Netto VAN è, infatti, positivo e pari a 3.169.422€. Il rapporto Benefici Costi (B/C) è pari a 1,13 e, infine, il Saggio di Rendimento Interno Economico (SRIE) è pari a 3,74%.

## 2 .STUDIO DI TRAFFICO

Nel seguente capitolo sono illustrati la metodologia ed i risultati dello studio di traffico per l'intervento di progetto.

È stato adottato nella sua interezza il modello Trasportistico DSS su scala nazionale implementato e continuamente aggiornato presso la Direzione Operation e Coordinamento Territorio. Non è stata quindi delimitata una specifica area di studio, limitandosi a definire un'area di intervento che coincide con la zona di traffico del modello nazionale in cui ricade l'asse di progetto (si veda la Figura 1). Questa scelta discende dalla non opportunità di procedere ad una analisi più di dettaglio del territorio sia in ragione della limitata estensione dell'intervento, sia soprattutto in ragione del limitato uso del territorio nell'area attraversata dalla tratta di progetto della SS87. Quest'ultima ricade all'interno del territorio comunale di Campolieto, che al 2020 contava 817 residenti in diminuzione rispetto ai 938 del censimento del 2011. Gli addetti all'anno 2016 sono pari a 160 unità. Anche i comuni confinanti con Campolieto, che rientrano nella zona di traffico del modello nazionale, presentano valori molto contenuti della popolazione residente e del numero di addetti, ad ulteriore testimonianza della scarsa capacità generativa e attrattiva di domanda di mobilità da parte dei territori attraversati dalla SS87 nell'ambito del progetto. Con riferimento al periodo 2011-2020 si osserva una tendenza marcata alla diminuzione della popolazione residente che si riduce di oltre il 14% (si veda la Tabella 1). Il numero globale di addetti presenti nella zona di traffico del modello nazionale, all'anno 2016, è pari invece a 972 unità (Tabella 2)

Tabella 1: Comuni dell'Area di intervento – andamento popolazione 2011-2020

Comune	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Campolieto	938	916	890	860	839	863	872	856	831	817
Monacilioni	580	548	543	539	523	516	487	478	483	477
San Giovanni in Galdo	633	623	607	594	580	567	556	548	528	537
Matrice	1.131	1.105	1.108	1.109	1.115	1.122	1.111	1.085	1.077	1.063
Ripabottoni	547	528	520	517	514	504	531	490	483	465
S.Elia a Pianisi	1.955	1.905	1.882	1.853	1.818	1.762	1.732	1.675	1.648	1.605
<b>Totale zona di traffico</b>	<b>5.784</b>	<b>5.625</b>	<b>5.550</b>	<b>5.472</b>	<b>5.389</b>	<b>5.334</b>	<b>5.289</b>	<b>5.132</b>	<b>5.050</b>	<b>4.964</b>

Tabella 2: Comuni dell'Area di intervento – addetti anno 2016

Comune	Totali	Industrie	Servizi	Ammini- strazione	Altro
Campolieto	160	39	31	53	37
Monacilioni	90	0	26	29	35
San Giovanni in Galdo	78	16	21	23	18
Matrice	117	53	20	38	6
Ripabottoni	102	6	24	43	29
S.Elia a Pianisi	425	131	75	90	129
<b>Totale zona di traffico</b>	<b>972</b>	<b>245</b>	<b>197</b>	<b>276</b>	<b>254</b>



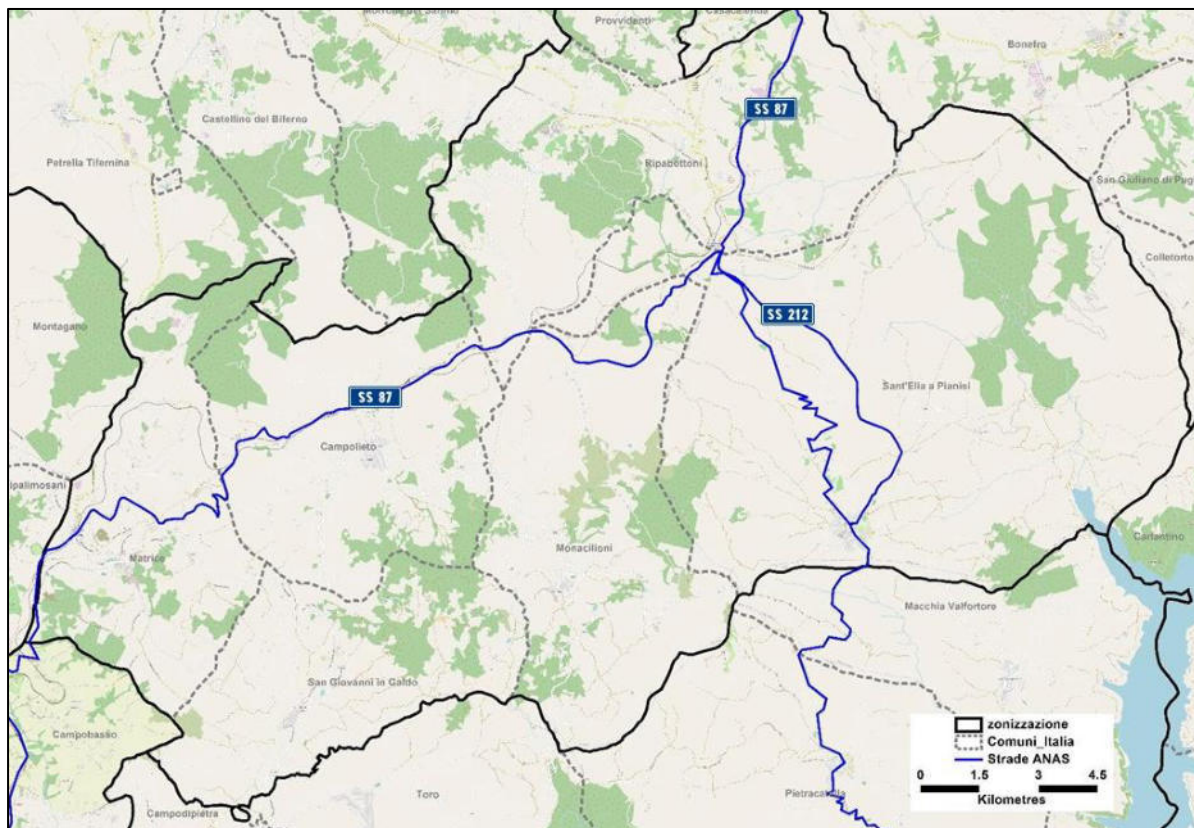


Figura 1: Rappresentazione dell'Area di intervento

Oltre alle considerazioni relative alla densità ed alla quantità delle attività insediate sul territorio, la scelta di non adottare un modello a scala locale trova la sua motivazione anche rispetto alla struttura della rete stradale nell'area di analisi, che non presenta una struttura di secondo livello (a supporto degli spostamenti di carattere locale) così fitta e ramificata tale da giustificare un'integrazione del modello nazionale, così come specificato nel seguente paragrafo.

## 2.1 LA RETE STRADALE DELL'AREA DI INTERVENTO

L'area di intervento, come detto in introduzione al presente capitolo, coincide con una porzione del territorio molisano localizzato a Nord-Est di Campobasso. Quest'area ha caratteristiche per lo più di montagna con una morfologia che determina una rete stradale non particolarmente ammagliata. In sostanza, sempre facendo riferimento alla Figura 1, essa è attraversata lungo l'asse sud/ovest-nord/est dalla SS87 "Sanitica". Questa strada, all'estremità occidentale dell'area di intervento, in prossimità di Campobasso, si innesta sulla SS710 che costituisce l'asse di collegamento tra il capoluogo di regione e la SS647 del Biferno. All'estremità opposta dell'area di intervento la SS87 interseca la SS212 di Val Fortore che l'attraversa in direzione nord Sud. Oltre a questi due assi principali, la rete stradale all'interno dell'area di intervento si poggia su altre tre strade provinciali: la SP133 tra Campolieto e San Giovanni in Galdo, la SP56 tra Campolieto e Monacilioni e infine la SP149 tra Monacilioni e Sant'Elia a Pianisi. Tutte le strade citate sono di tipo "C" con una corsia per verso di marcia e caratteristiche plano altimetriche del tracciato non sempre

favorevoli per via della morfologia dei territori attraversati.

### 2.1.1 Il tracciato della SS87 nell'Area di Intervento

A partire dall'innesto sulla SS710 a Campobasso il tracciato della SS87 risale in quota verso Campolieto con una prima tratta di circa 12,5Km, fino all'intersezione con la SP56, con caratteristiche non particolarmente favorevoli: sono presenti numerosi tornanti e curve a raggio ridotto, nonché pochi tratti rettilinei. Questi elementi, uniti ad una larghezza ridotta delle corsie, determinano condizioni non favorevoli della circolazione veicolare, benché questa sia caratterizzata da volumi di traffico contenuti (si veda il successivo paragrafo 2.1.2). A partire dalla intersezione con la SP56 il tracciato presenta caratteristiche migliori in virtù dei recenti interventi di ammodernamento che hanno contribuito a rettificarne l'andamento planimetrico e adeguarne la sezione. Questa tratta riqualificata si estende per circa 9,5Km fino all'intersezione con la SS212. L'intervento di progetto ha come oggetto l'estensione di questa tratta ammodernata in direzione Campobasso, replicandone le medesime caratteristiche costruttive.

### 2.1.2 I rilievi di traffico sulle strade ANAS dell'Area di Intervento.

L'analisi dei traffici nell'Area di Intervento si basa sui dati di traffico che possono essere desunti dalla rete dei sensori di rilevamento sulle strade in gestione ANAS che ricadono nella rete del modello nazionale presente in tale area. Sono state individuate due sezioni di rilevamento: la prima (sez. 648) lungo la SS87 al Km 150+066, in prossimità dell'intervento in oggetto, la seconda (sez. 3520) è localizzata lungo la SS647 dir-b. Nell'area di intervento sono presenti altresì ulteriori sezioni di rilevamento, i cui dati però non sono stati utilizzati ai fini del presente studio di traffico, in quanto installate nel 2021 nel corso della campagna di ampliamento della rete di monitoraggio del traffico di ANAS.

I dati di queste due sezioni sono stati utilizzati sostanzialmente per la valutazione dell'andamento dei traffici nel periodo 2013-2021, e non per la calibrazione del modello nazionale per la quale si è fatto riferimento a quella relativa all'anno 2019 (ultimo anno utile prima delle inevitabili variazioni di traffico conseguenti alla pandemia da Covid-19)

Nella sezione 648 sulla SS87 (si vedano la Tabella 3 e la Figura 2), il traffico nel periodo 2013-2021 è rimasto sostanzialmente invariato fino al 2019 con valori del TGM di circa 4.800 veic/giorno e con una ripartizione dei traffici leggeri/pesanti pressoché costante, con una quota di traffico pesante sempre inferiore al 3,0% ad eccezione del 2020 in cui è stata pari al 3,1%. Tra il 2013 ed il 2019 si è verificato nel 2018 un picco relativo del TGM pari a 5.000 veic/giorno ed un minimo di circa 3.800 veic/giorno nel 2016. Con l'avvento della pandemia si è osservata una diminuzione dei traffici leggeri del 19% (in linea con la contrazione media rilevata sull'intera rete nazionale in gestione ANAS) e del 4% dei traffici pesanti. Nel 2021 i traffici pesanti si sono del tutto riallineati (la variazione del traffico rispetto al 2020 è stata del 4%), i traffici leggeri hanno recuperato in misura significativa quanto perso nel 2020 (la variazione del traffico rispetto al 2020 è stata del 12%).

L'andamento orario dei flussi è sostanzialmente costante nel periodo di osservazione e presenta delle prevedibili punte in direzione Campobasso nelle fasce orarie del mattino e in direzione opposta nel pomeriggio (si veda, a titolo di esempio, il dato relativo al 2019 rappresentato in Figura 3). Globalmente l'ora



di punta dei traffici nei giorni feriali è sempre localizzata tra le 8:00 e le 9:00 del mattino ad eccezione dell'anno 2020 in cui è collocata tra le 9:00 e le 10:00 (si veda la Tabella 4). Sono invece più diversificate e distribuite le punte dei giorni prefestivi e festivi. La quota di traffico nell'ora di punta dei giorni feriali è pari a circa l'8,0% ed è stata significativamente più bassa unicamente nel 2020 (6,3%).

Tabella 3: Sezione di rilevamento ANAS 648 – SS87 Km 150+066 – Andamento traffici 2013-2021

Anno	TGM			Var. % su anno precedente			Rip. % traffici	
	Leggeri	Pesanti	Totali	Leggeri	Pesanti	Totali	Leggeri	Pesanti
2013	4.673	138	4.811				97,1%	2,9%
2014	4.677	141	4.819	0,1%	2,6%	0,2%	97,1%	2,9%
2016	3.715	105	3.820	-20,6%	-25,4%	-20,7%	97,2%	2,8%
2017	4.525	125	4.650	21,8%	18,7%	21,7%	97,3%	2,7%
2018	4.896	139	5.035	8,2%	11,3%	8,3%	97,2%	2,8%
2019	4.686	127	4.813	-4,3%	-9,0%	-4,4%	97,4%	2,6%
2020	3.796	122	3.918	-19,0%	-3,9%	-18,6%	96,9%	3,1%
2021	4.242	126	4.368	11,7%	3,9%	11,5%	97,1%	2,9%

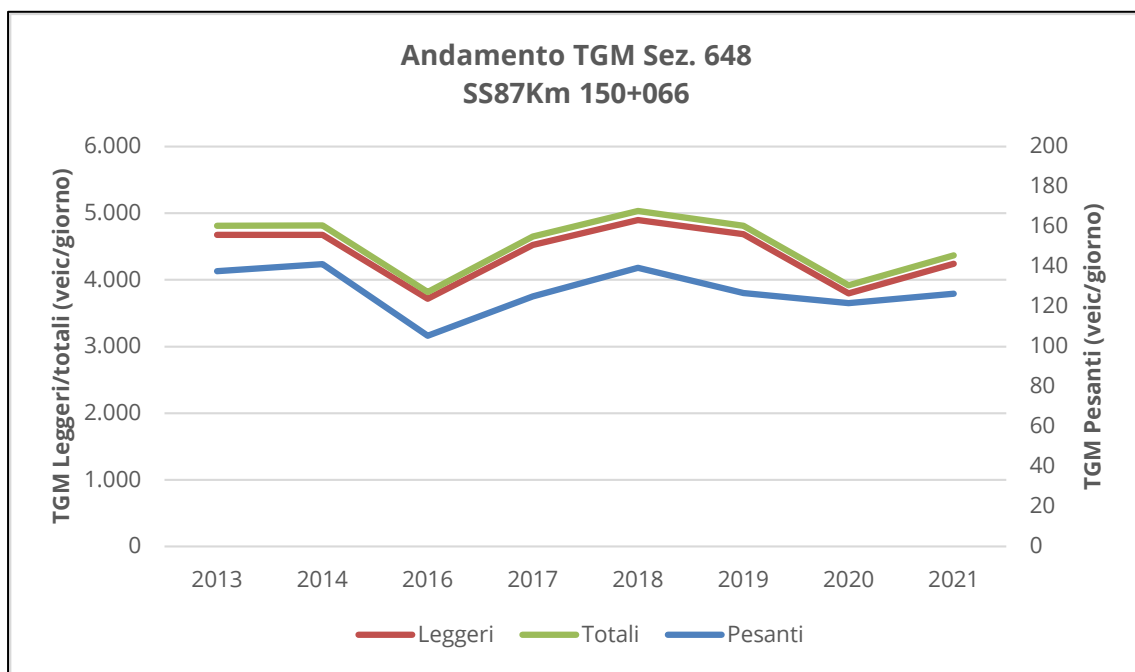


Figura 2: Sezione di rilevamento ANAS 648 – SS87 Km 150+066 – Andamento traffici 2013-2021

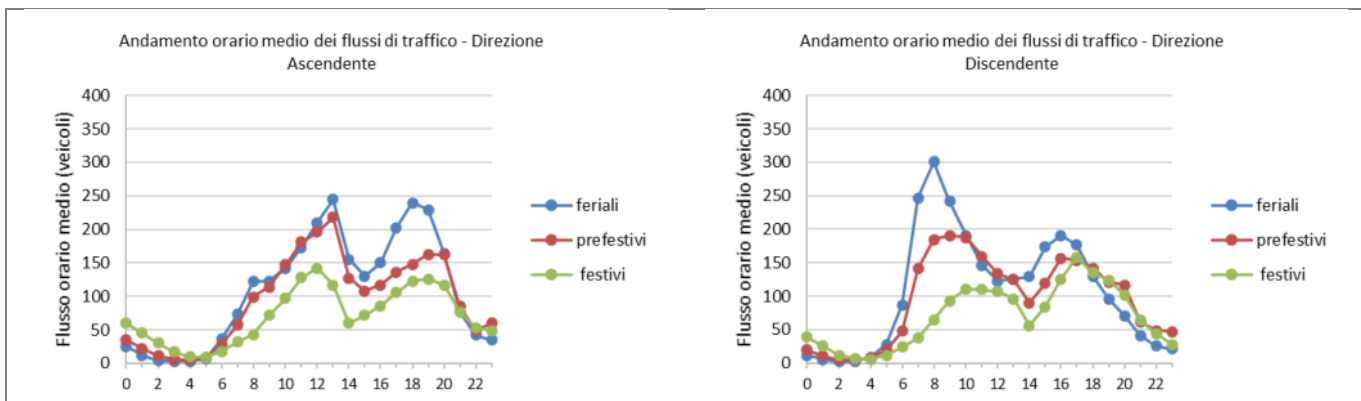


Figura 3: Andamento orario medio dei flussi di traffico (anno 2019) – Direzione Ascendente (dir Termoli) Discendente (dir. Campobasso)

Tabella 4: Sezione di rilevamento ANAS 648 – SS87 Km 150+066 – Localizzazione ora di punta periodo 2013-2021

Anno	Ora di punta			% Ora di punta		
	feriali	prefestivi	festivi	feriali	prefestivi	festivi
2013	8:00-9:00	13:00-14:00	18:00-19:00	7,9%	6,4%	6,4%
2014	8:00-9:00	10:00-11:00	19:00-20:00	8,0%	6,5%	6,6%
2016	8:00-9:00	13:00-14:00	18:00-19:00	8,0%	7,4%	6,7%
2017	8:00-9:00	10:00-11:00	20:00-21:00	7,7%	7,4%	6,9%
2018	8:00-9:00	10:00-11:00	17:00-18:00	8,1%	7,4%	7,0%
2019	8:00-9:00	13:00-14:00	17:00-18:00	8,2%	7,4%	7,1%
2020	9:00-10:00	11:00-12:00	19:00-20:00	6,3%	8,0%	6,8%
2021	8:00-9:00	10:00-11:00	12:00-13:00	8,4%	7,9%	7,8%

La sezione 3520 sulla SS647 dir-b è stata valutata per riscontrare l'andamento dei traffici anche nelle immediate vicinanze della SS87. Il traffico nel periodo 2013-2021, dopo una caduta tra il 2014 ed il 2013 è rimasto sostanzialmente invariato fino al 2019 con valori del TGM di circa 8.000 veic/giorno e con una ripartizione dei traffici leggeri/pesanti pressoché costante, con una quota di traffico pesante pari a circa il 4,1% (si vedano la Tabella 5 e la Figura 4). Con l'avvento della pandemia si è osservata una diminuzione dei traffici leggeri del 24% e del 14% dei traffici pesanti, superiori entrambe a quanto riscontrato sulla SS87. Anche sulla SS647 dir-b nel 2021 si è osservata una significativa ripresa dei traffici con un incremento rispetto al 2020 del 12% sia per i traffici leggeri che per i pesanti. Questi ultimi si sono riallineati ai valori pre-pandemia mentre per i leggeri sussiste ancora una differenza di circa 1.000 veic/giorno.

In sintesi, gli andamenti dei traffici tra le due sezioni appaiono coerenti tra loro per definire in modo sufficientemente solido le tendenze dei traffici nel periodo di osservazione.

Tabella 5: Sezione di rilevamento ANAS 3520 – SS647 dir-b Km 11+210 – Andamento traffici 2013-2021

Anno	TGM			Var. % su anno precedente			Rip. % traffici	
	Leggeri	Pesanti	Totali	Leggeri	Pesanti	Totali	Leggeri	Pesanti
2013	8.416	321	8.737				96,3%	3,7%
2014	7.536	309	7.845	-10,5%	-3,9%	-10,2%	96,1%	3,9%
2015	7.786	331	8.118	3%	7%	3%	95,9%	4,1%
2016	7.735	330	8.065	-1%	0%	-1%	95,9%	4,1%
2017	7.827	343	8.170	1%	4%	1%	95,8%	4,2%
2018	7.671	328	7.998	-2%	-5%	-2%	95,9%	4,1%
2019	7.710	357	8.067	1%	9%	1%	95,6%	4,4%
2020	5.846	306	6.153	-24%	-14%	-24%	95,0%	5,0%
2021	6.567	342	6.909	12%	12%	12%	95,0%	5,0%

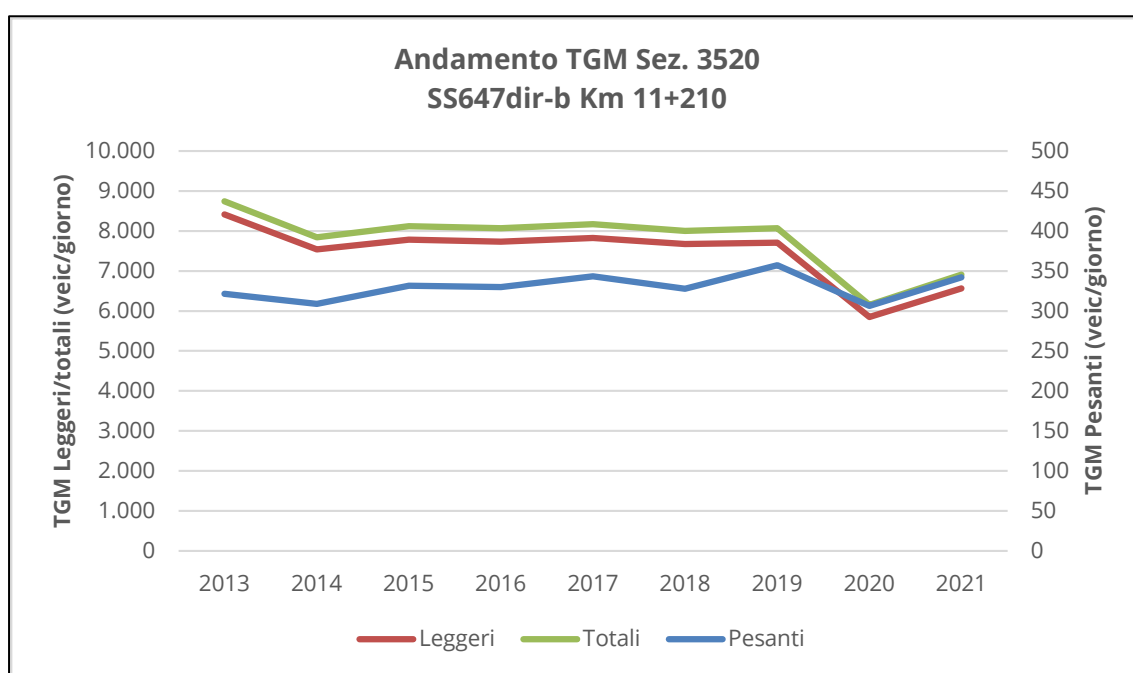


Figura 4: Sezione di rilevamento ANAS 3520 – SS647 dir-b Km 11+210 – Andamento traffici 2013-2021

### 2.1.3 La procedura di assegnazione

La procedura di assegnazione utilizzata per la calibrazione del modello di rete, e per le analisi dei traffici che insistono sulle infrastrutture stradali implementate nel modello, è la MMA-Assignment, ovvero l'assegnazione multimodale e multiclasse che consente di assegnare simultaneamente più matrici a diverse porzioni di rete tenendo quindi in considerazione più tipologie di utenti o veicoli e differenti reti.

I coefficienti di equivalenza utilizzati nell'assegnazione multimodale sono i seguenti:

- 1.0 veicoli equivalenti per i veicoli leggeri (passeggeri);
- 2.5 veicoli equivalenti per i veicoli pesanti (merci).

La tecnica di assegnazione utilizzata è all'Equilibrio Stocastico dell'Utente (SUE), in modo da tenere conto dei vincoli di capacità degli archi appartenenti alla rete funzione delle caratteristiche funzionali e geometriche degli stessi.

La procedura che effettua l'assegnazione alla rete stradale della domanda merci e passeggeri determina i valori delle seguenti variabili:

- gli attributi del modo trasporto sulla base delle caratteristiche tecniche e funzionali della rete stradale nei periodi di riferimento;
- i flussi di traffico (numero dei veicoli) prodotti sulla rete stradale dalla suddetta domanda;
- i livelli di servizio della rete espressi dalle caratteristiche prestazionali degli archi (tempi, velocità, costi, criticità = rapporto flussi/capacità).

Il caricamento della rete viene simulato come attribuzione di quote omogenee di domanda agli archi del grafo stradale, in base ai percorsi utilizzati per recarsi dalle origini alle destinazioni degli spostamenti.

La simulazione della scelta dei percorsi consiste, secondo i criteri della teoria dell'utilità casuale, nella minimizzazione del costo generalizzato del trasporto percepito dal viaggiatore nell'effettuare lo spostamento a fronte dei limiti relativi sia alla sua percezione dello stato della rete stradale che alla conoscenza e discretizzazione del suo comportamento.

L'assegnazione di ogni quota di domanda è riconducibile ad un caricamento stocastico della rete fra le possibili scelte dell'autista ed i flussi di traffico generati nel corso della medesima assegnazione.

Le caratteristiche funzionali della rete considerate nel modello di assegnazione sono le seguenti:

- lunghezza (Km) del singolo arco;
- tempo di percorrenza a flusso nullo dell'arco;
- capacità di deflusso dell'arco.

I parametri utilizzati per il calcolo del costo generalizzato del trasporto sono i seguenti:

- costo chilometrico del trasporto (legato ad ogni singolo arco della rete e funzione dell'estensione chilometrica dello stesso);
- valore monetario del tempo (VOT);
- il costo del pedaggio (ove esistente).

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

Ad ogni arco corrisponde una legge di deflusso, nel modello è utilizzata una funzione sperimentale del tipo BPR, la cui espressione generale è:

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

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

Il valore del tempo di viaggio (Value Of Time, VOT) è considerato dalla letteratura di settore funzione di molteplici fattori quali il salario, il tipo di attività fatta nel tempo risparmiato, l'utilità associata a quest'attività e a quella associata al tempo di viaggio. Tali fattori, oltre a variare per ogni individuo, variano anche in funzione del tipo di spostamento, della motivazione dello spostamento e della fase del viaggio.

Ai fini di una corretta rappresentazione modellistica è stato stimato il VOT per classe di utenti, e quindi per i veicoli leggeri e per i veicoli pesanti.

La stima del VOT per i veicoli leggeri è stata determinata a partire dai valori proposti in letteratura, dall'analisi delle informazioni sulle motivazioni di viaggio ottenute attraverso le varie indagini O/D realizzate nel corso degli anni sulle motivazioni del viaggio, dall'analisi di statistiche Istat relative a retribuzioni orarie medie annue e occupati per settore.

Per la stima del VOT dei mezzi pesanti, la letteratura di settore suggerisce di considerare il costo orario dell'autista, in quanto, in questo caso, il tempo di viaggio coincide con il tempo di lavoro. Possono, quindi, essere trascurati altri elementi di valutazione, quali il valore della merce e dell'unità di carico, che incidono nella fase decisionale di scelta modale che precede la scelta del percorso.

Nel modello di assegnazione i valori del tempo applicati sono pari a 0,24 €/minuto (14,40€/ora) per i veicoli leggeri e a 0,50€/minuto (30,00€/ora) per i veicoli pesanti. Il VOT dei veicoli leggeri è determinato dal Valore Monetario del Tempo della persona (12,00€/h) e dal coefficiente di riempimento medio del veicolo, stimato in 1,2 persone/veicolo.

In merito al costo monetario di esercizio si ritiene che le principali componenti di costo che influenzano le scelte di itinerario degli utenti dei veicoli leggeri siano:

- costo carburante;
- costo manutenzione;
- costo pneumatici.

Per la stima di tali componenti è stata utilizzata la metodologia dell'Automobile Club di Italia (ACI), che comprende le spese sostenute per l'uso del veicolo (carburante, pneumatici, manutenzione e riparazioni, tassa automobilistica, assicurazione R.C.A.) più, per i settori lavorativi interessati, le quote di ammortamento del capitale utilizzato per l'acquisto.

Per il calcolo del costo medio di esercizio sono stati utilizzati inoltre i dati ACI sulla consistenza del parco auto circolante in Italia relativamente al 2012.

Il valore medio del costo chilometrico per la classe veicoli leggeri scaturito dall'analisi ed utilizzato nel modello è risultato pari a 0,19 euro/km.

Per la classe veicolare dei mezzi pesanti le componenti di costo di esercizio considerate che influenzano le scelte di itinerario sono:

- costo carburante;
- costo manutenzione;
- costo pneumatici;
- costo personale.

Il calcolo del Costo Chilometrico Medio per i veicoli pesanti è calcolato partendo dalle tabelle dei costi minimi di esercizio in funzione della massa complessiva del veicolo e delle distanze di percorrenza (aprile 2014) pubblicate dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

In base alla tabella precedente, alla consistenza del parco veicolare dei mezzi pesanti distinto per portata utile (Fonte ACI – Anno 2011), e dai dati di Tonnellate/Km trasportate in Italia distinto per classi di percorrenza (Fonte Conto Nazionale dei Trasporti – Anno 2015), è stato calcolato. Il valore medio del costo chilometrico per un veicolo pesante, risultato pari a 0,79 euro/km.

L'offerta di trasporto implementata, unitamente alla domanda di trasporto ad essa associata, consente di determinare i flussi di traffico di media e lunga percorrenza che si attestano sulle infrastrutture stradali simulate, esistenti e di progetto.

Per quanto concerne l'area di intervento i risultati della calibrazione del modello nazionale sono stati valutati nel dettaglio con riferimento alle due sezioni di conteggio ANAS presenti ed i cui dati sono stati discussi nel paragrafo 2.1.2. In Tabella 6 è riportato il confronto tra flussi assegnati con il modello di simulazione ed i flussi misurati in queste sezioni. Lo scarto in asse alla SS87 tra i flussi simulati e quelli rilevati è pari a circa il 4%.

Si deve tenere presente che le matrici di domanda ottenute dalla calibrazione sono da ritenersi significative degli spostamenti tra le zone di un giorno ferialo medio, all'anno di riferimento 2019, proprio per evitare eventuali distorsioni derivanti dagli effetti della pandemia sulla mobilità.

*Tabella 6: Confronto flussi misurati/assegnati per categoria veicolare e sezione di traffico*

Strada	Postazione	Km	Flussi Misurati		Flussi Simulati	
			Leggeri	Pesanti	Leggeri	Pesanti
SS87	<b>648*</b>	150+066	4.737	127	4.922	152
SS647 dir-b	<b>3520*</b>	11+210	7.814	357	8.290	479



#### 2.1.4 Gli indicatori di area nello Scenario Attuale

Determinate e calibrate le matrici Origine–Destinazione della domanda, è stata effettuata l'assegnazione dei veicoli al grafo stradale attuale, ottenendo le informazioni sui flussi di traffico in rete.

La procedura che effettua l'assegnazione alla rete stradale della domanda merci e passeggeri determina i valori delle seguenti variabili:

- gli attributi del modo trasporto sulla base delle caratteristiche tecniche e funzionali della rete stradale nei periodi di riferimento;
- i flussi di traffico (numero dei veicoli) prodotti sulla rete stradale dalla suddetta domanda;
- i livelli di servizio della rete espressi dalle caratteristiche prestazionali degli archi (tempi, velocità, costi, criticità = rapporto flussi/capacità).

Il caricamento della rete viene simulato come attribuzione di quote omogenee di domanda agli archi del grafo stradale, in base ai percorsi utilizzati per recarsi dalle origini alle destinazioni degli spostamenti.

Come già descritto, la simulazione della scelta dei percorsi consiste, secondo i criteri della teoria dell'utilità casuale, nella minimizzazione del costo generalizzato del trasporto percepito dal viaggiatore nell'effettuare lo spostamento a fronte dei limiti relativi sia alla sua percezione dello stato della rete stradale che alla conoscenza e discretizzazione del suo comportamento.

La **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e la **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** seguenti mostrano, su scala locale, i risultati dell'assegnazione della domanda di trasporto all'offerta di trasporto simulata, ovvero i flussogrammi rappresentativi rispettivamente del TGM veicoli leggeri e pesanti su ciascun arco della rete dell'area di intervento.

Come si può evincere da queste due figure, la SS87 è caratterizzata da livelli di traffico inferiori a quelli della SS647 dir-b ed in generale della SS647 (che si sviluppa lungo la medesima direttrice Est-Ovest ma è spostata più a nord) per via soprattutto di un tracciato peggiore dal punto di vista delle caratteristiche plano altimetriche. Questa differenza, per queste motivazioni, emerge in modo ancora più evidente osservando i flussogrammi dei veicoli pesanti, da cui si evincono i modesti livelli di traffico dell'itinerario costituito dalla SS87.

La ricostruzione modellistica della situazione attuale della mobilità è fondamentale sia per la verifica dello stato delle infrastrutture e della mobilità su cui si andrà ad inserire il progetto che per fornire una solida base modellistica di "fotografia" del contesto reale della mobilità dell'area su cui inserire la componente previsiva di scenari futuri di domanda ed offerta di trasporto.

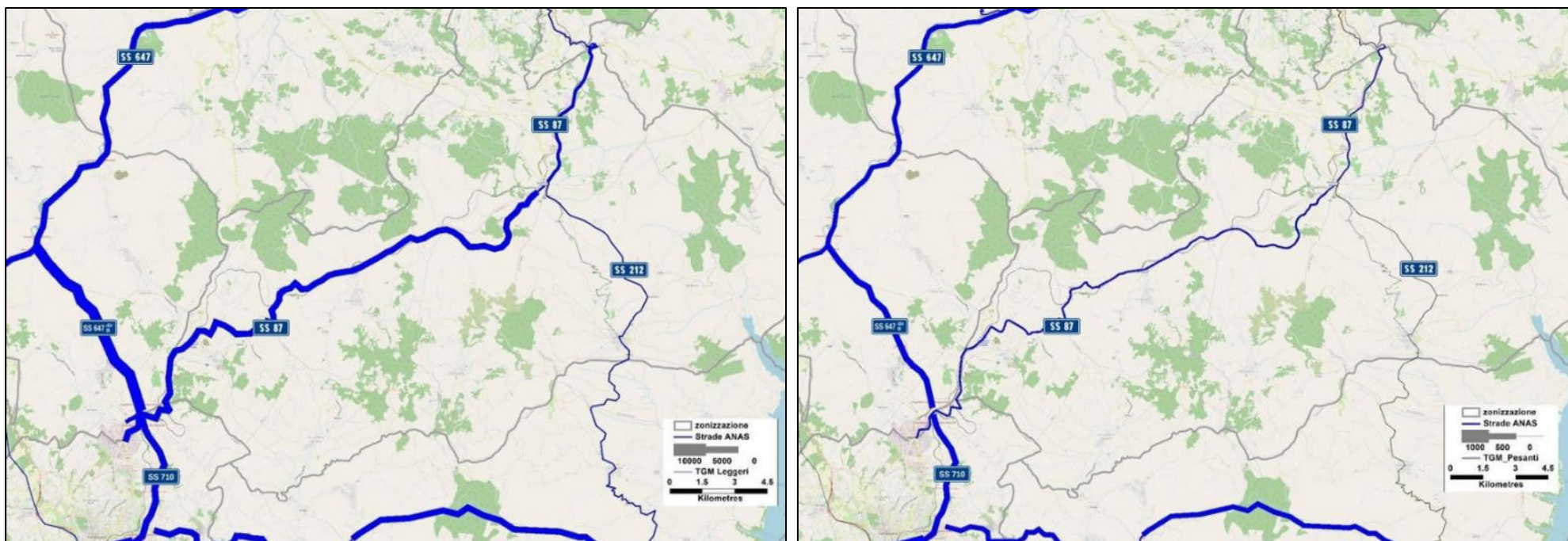


Figura 5: Flussogrammi assegnazione Matrice OD veicoli leggeri e OD Veicoli Pesanti – TGM – Scenario Attuale

La verifica della situazione attuale, corrispondente all'anno 2019 è finalizzata:

- a verificare lo stato complessivo della mobilità in termini di percorrenze di area (veicoli\*Km);
- a verificare i tempi complessivamente spesi in rete ed il conseguente livello medio di congestione (veicoli\*h).

I due indicatori precedenti sono stati calcolati con riferimento ad un sottoinsieme di archi della rete del modello nazionale costituito da quegli assi su cui si ritiene si andranno a risentire gli effetti dell'intervento oggetto del presente studio. Questi sono poi riportati agli scenari futuri di domanda di trasporto attraverso opportuni tassi di proiezione della domanda di mobilità per poter "costruire" lo scenario di riferimento" funzionale al confronto con i corrispondenti indicatori dello scenario infrastrutturale futuri di offerta di progetto e sono da input per le verifiche di sostenibilità economica del progetto attraverso l'Analisi Costi Benefici.

Nella Tabella 7 seguente sono riportati gli indicatori di scenario sopradescritti e le velocità medie di rete che scaturiscono dal modello di sub-area.

*Tabella 7: Indicatori di rete – Scenario Attuale (2019)*

	Categoria veicolare	2019
Percorrenze (veic-km/giorno)	Leggeri	167.586
	Pesanti	9.245
	<b>Totale</b>	176.832
Tempi su rete (veic-h/giorno)	Leggeri	3.979
	Pesanti	285
	<b>Totale</b>	4.265
Velocità medie di rete (Km/h)	Leggeri	45,6
	Pesanti	36,6

Il flusso in asse sulla SS87, come già riportato al paragrafo precedente, è stato simulato pari a circa 5.050 veic/giorno.

## 2.2 LO SCENARIO DI PROGETTO

Nello scenario di progetto è stata valutata l'alternativa progettuale proposta per lo studio in esame, oltre all' scenario di non intervento nel quale si prevede la "non" realizzazione dell'opera. Gli scenari sono valutati sia per quanto concerne lo sviluppo infrastrutturale che per quelli temporali di domanda che sono coerenti con le tempistiche previste per la realizzazione dell'intervento.

### 2.2.1 Lo scenario infrastrutturali di analisi

L'intervento di progetto consiste nella realizzazione di un ulteriore lotto di riqualificazione della tratta della SS87 tra l'innesto sulla SS710 / SS647 dir-b e lo svincolo con la SS212 "Fortorina". Come già anticipato al paragrafo 2.1.1, è già stata quasi del tutto completata la tratta di circa 9,5Km tra l'intersezione con la SP56

verso Campolieto e l'intersezione con la SS212. La tratta oggetto del presente studio si estende dal Km 155+600 circa fino al sopracitato svincolo con la SP56 al Km 159+500. A differenza delle tratte già realizzate che hanno rettificato l'esistente tracciato, questa nuova tratta di progetto abbandona del tutto l'attuale asse della SS87 per svilupparsi interamente in variante (si veda la Figura 6) per una lunghezza complessiva di circa 3,3Km e sul lato opposto rispetto all'asse della ferrovia Campobasso-Termoli. In questo modo i due passaggi a livello che insistono sulla tratta della SS87 sottesa al progetto andranno ad impattare unicamente con i limitati flussi di traffico che permangono sull'attuale tracciato e che sono relativi alla mobilità attratta e generata dalla frazione Monte di Campolieto. Il raccordo con l'attuale SS87 avviene tramite rotatoria all'estremo più vicino a Campobasso e con un'intersezione a raso dal lato opposto (in corrispondenza dell'intersezione con la SP56).

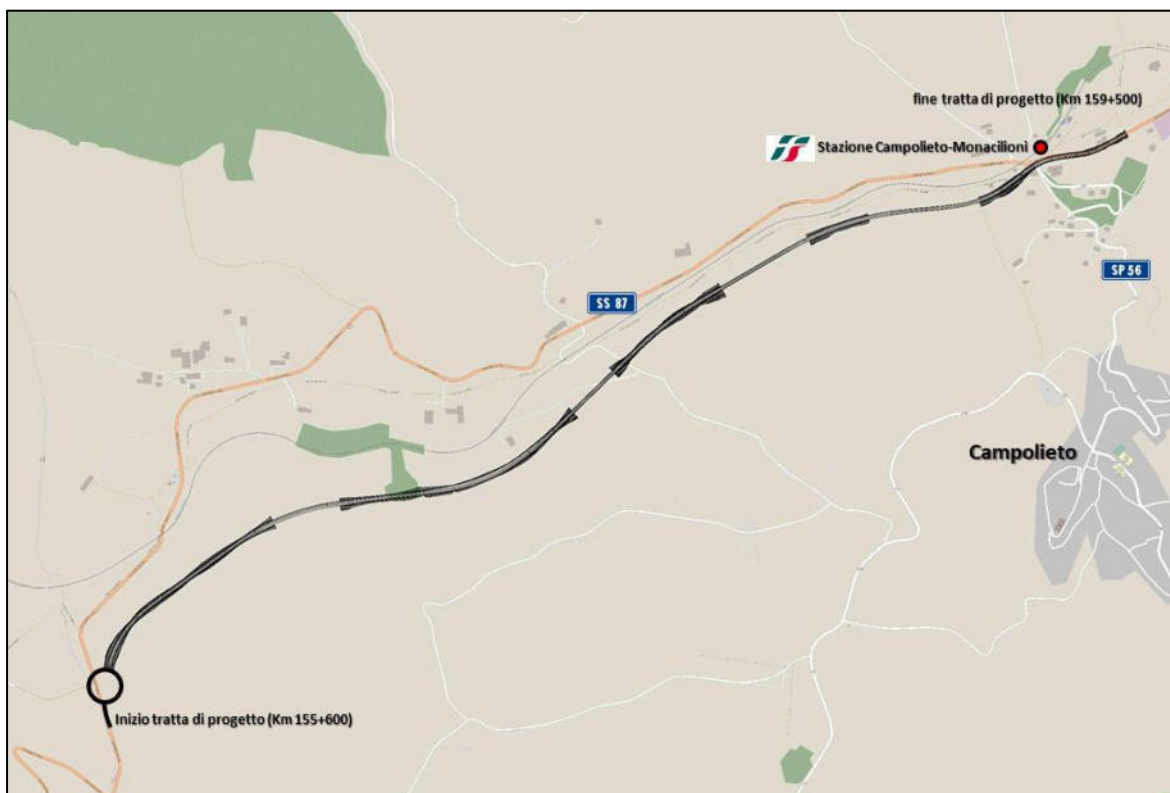


Figura 6: Rappresentazione dell'intervento di progetto

### 2.2.2 Gli scenari futuri di domanda – Crescita della mobilità dell'area

Per la previsione dei traffici negli scenari di progetto è stato necessario sviluppare le previsioni di variazione tendenziale della domanda di mobilità nell'Area di Intervento.

Gli orizzonti temporali di analisi corrispondono all'anno 2027 per l'entrata in esercizio della nuova infrastruttura (ipotizzando pertanto un periodo di 5 anni per lo sviluppo dell'iter progettuale e per la realizzazione delle opere).

Nella seguente Tabella 8, sono riportati i tassi della curva di crescita tendenziale della domanda di mobilità su strada. I dati sono restituiti sia in forma di tasso di variazione annuale, sia come tasso cumulato (a partire dal 2019 che è l'anno di calibrazione dello scenario attuale), in base 100 rispetto al 2019. La curva di crescita è rappresentata graficamente in Figura 7.

L'analisi della stessa evidenzia la caduta dei traffici del 2020 conseguente al periodo di lock-down dovuto alla pandemia e alla generale riduzione dei livelli di mobilità. Si prevede che tutta la domanda "persa" nel 2020 (-19,0% quella relativa ai traffici leggeri e -3,9% per i traffici pesanti) ed in parte recuperata già nel corso del 2021 sia riassetti su livelli superiori al 2019 già al termine del 2022 coerentemente con le previsioni di crescita complessiva dell'economia relative al 2022. La curva, successivamente, si riallinea ad un andamento con tassi di crescita via via decrescenti.

All'entrata in esercizio della nuova infrastruttura (2027) la crescita complessiva tendenziale della domanda, rispetto al 2019, è pari al 7,3% per i traffici leggeri e al 16,9% per i traffici pesanti.

*Tabella 8: Tassi di crescita annua e cumulati della domanda di mobilità su strada (periodo 2019-2042)*

*Tassi di crescita annua*

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
<i>Leggeri</i>	-	-19,0%	11,7%	4,7%	3,9%	2,5%	2,2%	2,0%	2,0%	2,0%	2,2%	1,8%
<i>Pesanti</i>	-	-3,9%	3,9%	4,2%	3,5%	2,0%	2,0%	2,2%	2,2%	2,2%	2,5%	2,1%

	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
<i>Leggeri</i>	1,5%	1,3%	1,2%	1,0%	0,8%	0,5%	0,3%	0,3%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
<i>Pesanti</i>	1,8%	1,5%	1,4%	1,2%	1,0%	0,7%	0,5%	0,5%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%

*Tasso di crescita cumulato (base 100) a partire dal 2018*

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
<i>Leggeri</i>	100,0	81,0	90,5	94,8	98,5	100,9	103,1	105,2	<b>107,3</b>	109,5	111,9	113,9
<i>Pesanti</i>	100,0	96,1	99,8	104,0	107,6	109,8	112,0	114,4	<b>116,9</b>	119,5	122,5	125,1

	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
<i>Leggeri</i>	115,6	117,1	118,5	119,7	120,6	121,2	121,6	122,0	122,1	122,2	122,3	122,5
<i>Pesanti</i>	127,3	129,2	131,0	132,6	133,9	134,9	135,5	136,2	136,6	137,0	137,5	137,9

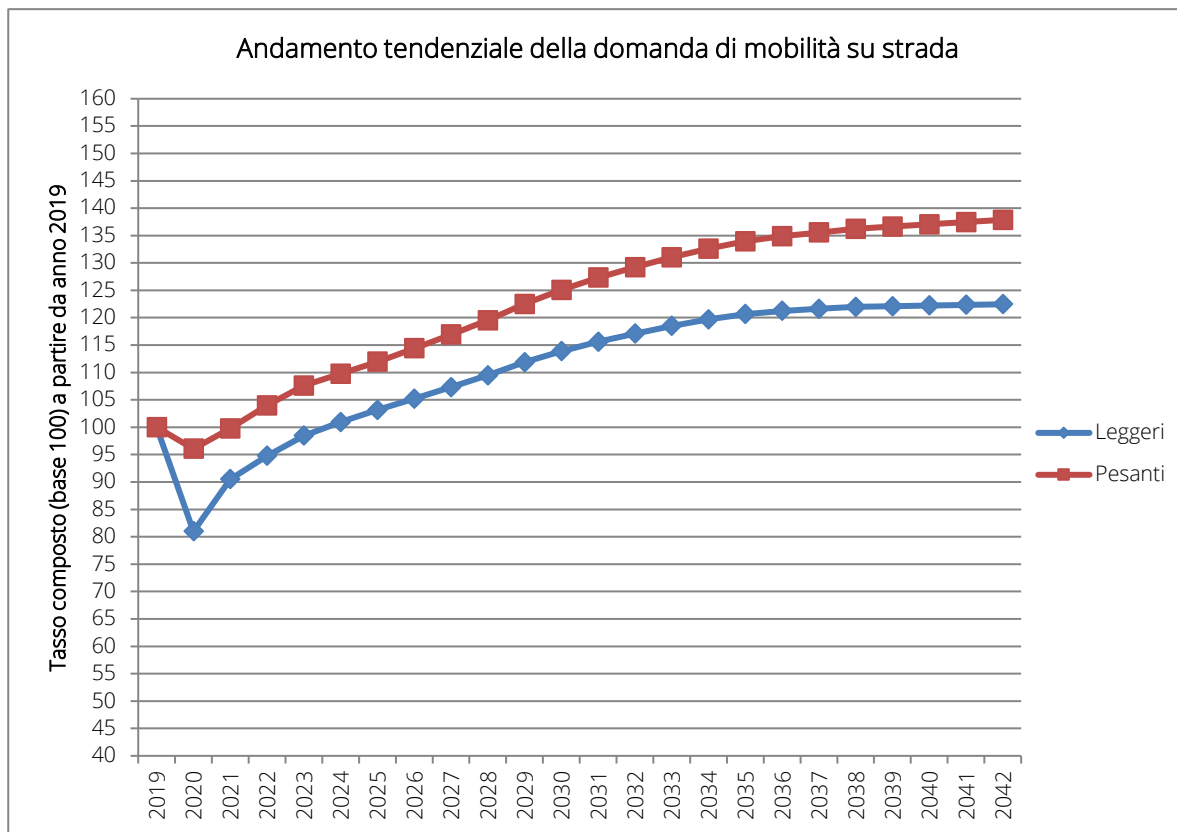


Figura 7: Curva di crescita tendenziale della domanda di mobilità su rete stradale (periodo 2019-2042)

### 2.2.3 Gli indicatori di area negli Scenari Futuri

In questo paragrafo sono illustrati e la metodologia ed i risultati dello studio di traffico negli scenari di progetto analizzati agli orizzonti temporali che sono stati descritti precedentemente.

#### 2.2.3.1 Scenario di Non Intervento

Nello scenario di "non intervento" si prevede che non venga realizzato alcun intervento sul sistema stradale dell'Area di Studio. Pertanto, non si modifica l'assetto della rete e non si attende una redistribuzione dei flussi di traffico tra le diverse infrastrutture presenti. Il risultato delle previsioni di traffico a tale scenario ed in ciascuno dei due orizzonti temporali di analisi si riassume in un aumento dei flussi stradali su tutta la rete proporzionale all'incremento atteso del livello globale di domanda dell'Area di Studio. L'aumento dei flussi di traffico comporta un incremento dei livelli di congestione ed una diminuzione ancorché non significativa delle velocità medie su rete. Dato che questo scenario è quello che va sviluppato come riferimento per il calcolo degli indicatori differenziali della Analisi Costi Benefici, esso va declinato temporalmente all'orizzonte temporale di entrata in esercizio dell'intervento di progetto (2027).

Gli indicatori di area sono riportati nella seguente Tabella 9.



Tabella 9: Indicatori di rete – Scenario di Non intervento

	Categoria veicolare		2027
Percorrenze (veic-km/giorno)	Leggeri		179.847
	Pesanti		10.811
	<b>Totale</b>		<b>190.658</b>
Tempi su rete (veic-h/giorno)	Leggeri		4.270
	Pesanti		334
	<b>Totale</b>		<b>4.604</b>
Velocità medie di rete (Km/h)	Leggeri		44,6
	Pesanti		34,7

Il TGM in asse alla SS87, nella tratta interessata dal progetto, si prevede che si attesti a 5.460 veic/giorno di cui 5.282 veic/giorno per il traffico leggero e 178 veic/giorno per quello pesante.

### 2.2.3.2 Scenario di Progetto

Nello scenario di progetto come descritto al paragrafo 2.2.1 si prevede la realizzazione di una tratta in variante della SS87 con il conseguente adeguamento alla sezione di tipo C2 (DM 05/11/2001), con 2 corsie da 3,50m e banchina da 1,25m (cfr. Figura 8).

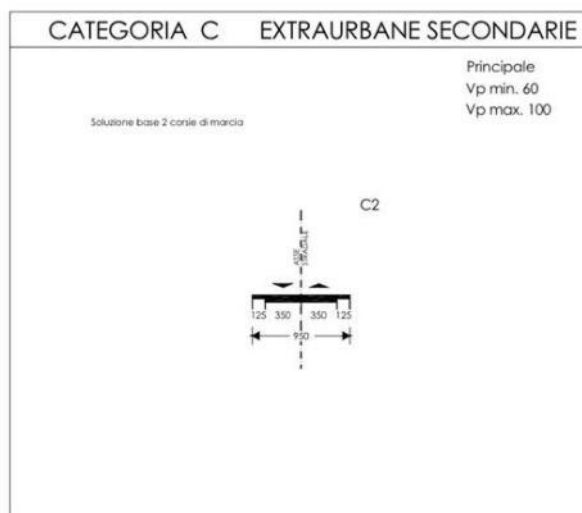


Figura 8: Sezione stradale di tipo B (DM 05/11/2021) scelta per l'intervento di progetto

L'asse di progetto è stato rappresentato nel modello di rete dell'Area di Studio con le relative caratteristiche (capacità, velocità di progetto, tempi di percorrenza a flusso nullo ecc.), costruendo lo scenario infrastrutturale di progetto cui sono state assegnate le matrici di domanda dei veicoli leggeri e pesanti

all'orizzonte temporale di analisi (2027) ricavando, come nello scenario di non intervento, gli indicatori di rete rappresentativi del sistema di trasporto modellizzato, che sono riportati nella seguente Tabella 10.

Dall'analisi degli indicatori di rete emerge la relativa "velocizzazione" degli archi della rete presi in esame per la valutazione degli indicatori sia in termini di velocità medie stimata (+2,2% per i veicoli leggeri e 5,4% per i pesanti), sia per la diminuzione (-4,8% per i leggeri e -2,9% per i pesanti), rispetto allo scenario di non intervento, dei tempi su rete derivanti dalla velocizzazione degli itinerari sulle linee di desiderio della domanda di mobilità che si "poggiano" sulla direttrice della SS87. Più contenuta è la variazione delle percorrenze che è inferiore all'1% sia per i veicoli leggeri che per i pesanti.

*Tabella 10: Indicatori di rete – Scenari di Progetto*

	<i>Categoria veicolare</i>	<b>Progetto (2027)</b>
<i>Percorrenze (veic-km/giorno)</i>	<i>Leggeri</i>	178.451
	<i>Pesanti</i>	10.733
	<b>Totale</b>	<b>189.183</b>
<i>Tempi su rete (veic-h/giorno)</i>	<i>Leggeri</i>	4.065
	<i>Pesanti</i>	324
	<b>Totale</b>	<b>4.389</b>
<i>Velocità medie di rete (Km/h)</i>	<i>Leggeri</i>	45,6
	<i>Pesanti</i>	36,6

Analizzando i flussi simulati sulla tratta di progetto (si vedano i flussogrammi in Figura 9) si osserva che la struttura degli stessi è sostanzialmente invariata rispetto allo scenario attuale (2019) e allo scenario di riferimento. Come descritto in precedenza si prevede un contenuto incremento dei flussi rispetto allo scenario di non intervento che porta il TGM sulla tratta, all'anno di entrata in esercizio della nuova infrastruttura (2027) a 5.690 veic/giorno (5.504 veic/giorno per il traffico leggero e 186 veic/giorno per quello pesante), con una variazione complessiva del TGM rispetto allo scenario di riferimento pari a 230 veic/giorno.

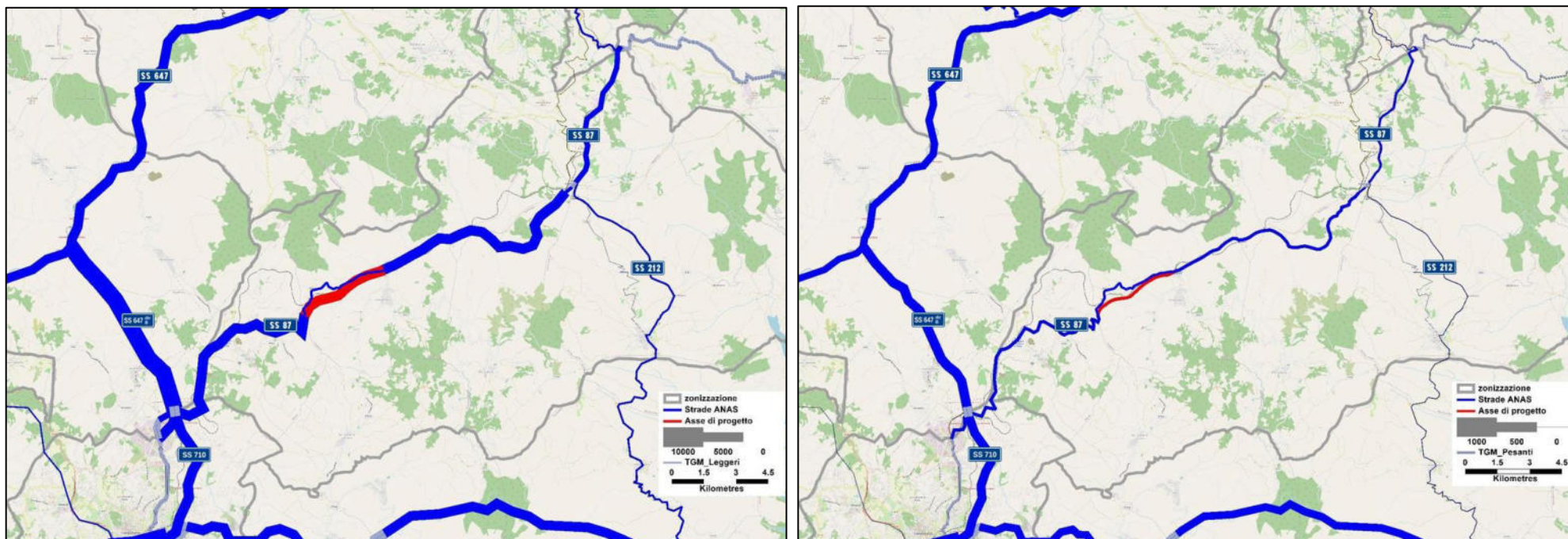


Figura 9: Flussogrammi assegnazione Matrici OD veicoli leggeri e pesanti – TGM – Scenario di progetto

## 2.3 ANALISI DEI LIVELLI DI SERVIZIO

In questo paragrafo sono illustrate le metodologie adottate ed i risultati ottenuti per la verifica dei livelli di servizio degli elementi dell'intervento di progetto. In particolare, è stata effettuata la verifica del livello di servizio per l'asse di progetto in variante attraverso la metodologia HCM.

Accanto la verifica dell'asse è stata effettuata anche la verifica dei livelli di servizio rotatoria con cui la tratta di progetto è svincolata sull'esistente tracciato della SS87 (che rimarrà in uso). La verifica è stata effettuata secondo due differenti metodi, SETRA e HCM 2010, sulla base dei flussi di manovra che si prevede impegneranno ciascuno dei bracci della rotatoria.

### 2.3.1 Il livello di servizio dell'asse stradale

A partire dalle analisi dei dati di traffico nello scenario attuale sulla SS87 (per individuare l'ora di punta dei traffici e la ripartizione degli stessi tra le due direzioni) e sulla base dei dati del TGM previsto sull'asse nello scenario di progetto, si è proceduto alla verifica del livello di servizio, metodo solitamente utilizzato per dimensionare la sezione stradale da adottare.

Il DM 6792/2001 indica il livello di servizio minimo richiesto per ogni tipo di strada e non fa alcun riferimento ai criteri di calcolo e/o verifica dello stesso, precisando che l'unico riscontro possibile è nelle teorie elaborate dall'HCM (Highway Capacity Manual). La norma richiede un livello di servizio almeno pari C per la sezione tipo C.

Per le strade con sezione di tipo C la procedura di calcolo del livello di servizio adottata, seguendo le indicazioni dell'HCM, prevede una analisi globale, considerando entrambe le direzioni di marcia. Per questa tipologia, "extraurbane secondarie", la velocità non è l'unica misura della qualità del servizio offerto. Il ritardo in accodamento dovuto al volume di traffico sostenuto dall'infrastruttura ed alla presenza di tratti a sorpasso impedito è una misura rilevante dei livelli di servizio. Per queste ragioni, per il calcolo del livello di servizio viene utilizzato l'effetto combinato dei seguenti indicatori:

- Velocità di servizio;
- Percentuale di tempo in accodamento.

La velocità di servizio riflette le necessità di mobilità dell'infrastruttura ed è definita come rapporto tra la lunghezza della tratta oggetto di analisi ed il tempo medio di percorrenza di tutti i veicoli transitati nel periodo temporale di analisi.

La percentuale di tempo in accodamento riflette sia le necessità di mobilità che di accessibilità e viene definita come la media percentuale del tempo speso da tutti i veicoli che, viaggiando in plotoni, rimangono accodati nell'impossibilità di sorpassare. Tale indicatore risulta peraltro difficile da misurare direttamente sul campo e come surrogato di misura diretta viene utilizzata la percentuale di veicoli che viaggiano con interdistanza di 5 secondi l'uno dall'altro. La combinazione dei due parametri definisce il Livello di Servizio di ogni tronco dell'infrastruttura in base alla Figura 10 che segue.

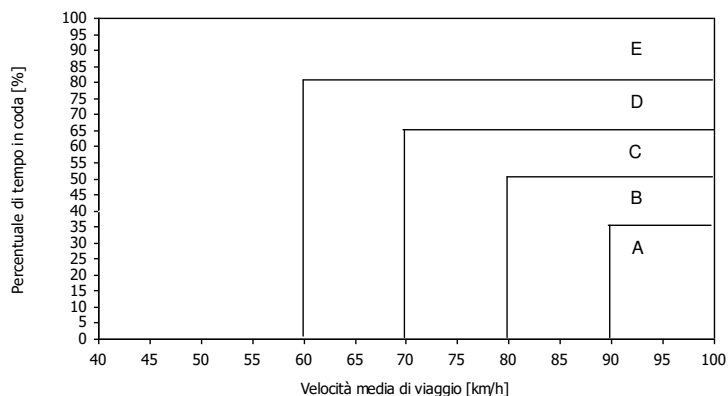


Figura 10: Valori limite per le zone di LOS (Highway Capacity Manual) – Strade con sezione di tipo C

Nello Scenario di progetto sono stati utilizzati i seguenti valori caratteristici:

- Flusso medio dell'ora di punta 464 veicoli/ora
- Distribuzione flussi nelle due direzioni 28,8%-71,2%
- Percentuale traffico pesante 3,1%

Per questi flussi di traffico, per la loro composizione, ed in funzione delle caratteristiche geometriche dell'asse, nonché ipotizzando la presenza del divieto di sorpasso al 50% dell'intera tratta, la verifica restituisce un valore del livello di servizio pari ad C per la velocità media di viaggio (73,8Km/h) e pari sempre a C per la percentuale di tempo in coda (60,48%) (Figura 11).

Singole voci di calcolo			Singole formule di calcolo		
Definizione	Valore input	Descrizione	Definizione	Valore	
VFL		Velocità a flusso libero	VFL	87,2	Velocità media viaggio
BVFL	90		fhv	0,95	
fcb	2,8	riduzione velocità per larghezza corsie	Q	686,2561	
fa	0	riduzione velocità per punti di accesso	<b>Vs</b>	<b>73,8</b>	
Q		Tasso di flusso			Percentuale tempo in coda
VHP	464	Volume orario di progetto	fhv	1,00	
phf	1	fattore ora punta	Q	605,1762	
fg	0,71	Coefficiente altimetrico per velocità media	BPTC	41,25	
fg	0,77	Coefficiente altimetrico per percentuale tempo in coda	<b>PTC</b>	<b>60,48</b>	
fhv		coefficiente veicoli lenti			
Pt	0,033	Percentuale mezzi pesanti			
Pr	0	Percentuale veicoli turistici			
Et	2,5	Coefficiente equivalenza pesanti per velocità media			
Er	1,8	Coefficiente equivalenza turistici per velocità media	<b>LdS</b>	<b>c</b>	
Et	1,1	Coefficiente equivalenza pesanti per percentuale tempo in coda			
Er	1	Coefficiente equivalenza turistici per percentuale tempo in coda			
Vs		velocità media viaggio			
fnp	4,8	coefficiente riduzione velocità media viaggio			
PTC		percentuale tempo in coda			
BPTC		percentuale base tempo in coda			
fd/np	19,2	fattore correttivo tempo in coda			
Qd		Tasso di flusso nella direzione in esame			
Qo		Tasso di flusso nella direzione opposta			
VHPd		Volume orario di progetto nella direzione in esame			
VHPo		Volume orario di progetto nella direzione opposta			
Vsd		velocità media viaggio nella direzione			

Figura 11: Verifica del livello di servizio – variante alla SS87 - Scenario di Progetto

### 2.3.2 Il livello di servizio delle rotatorie

L'analisi del livello di servizio è il metodo richiesto dalla norma per la verifica di funzionalità; il metodo si basa sull'attribuzione del livello di servizio (LoS), che rappresenta un indice di misura della qualità della circolazione ottenuto in corrispondenza del flusso di traffico che insiste sul nodo.

Nel caso di rotatorie come quelle oggetto del presente progetto, le verifiche sono state condotte adottando due differenti metodi di verifica, SETRA<sup>1</sup> e HCM 2010, sulla base dei flussi di manovra che attualmente impegnano l'intersezione.

Il **Metodo SETRA** è un metodo totalmente empirico del calcolo della capacità degli ingressi delle intersezioni a rotatoria, basato sull'analisi dei dati sperimentali con l'ausilio di regressioni statistiche. La procedura di calcolo considera alcune caratteristiche geometriche di base rappresentate dalla larghezza dell'isola spartitraffico ai rami (SEP), dalla larghezza della carreggiata dell'anello (ANN) e dalla larghezza dell'entrata (ENT), misurata dietro il veicolo fermo sulla linea del "dare la precedenza" e alcuni valori di flussi di traffico: volumi di traffico uscente ( $Q_u$ ) e quelli in circolazione nell'anello ( $Q_c$ ), ambedue in prossimità degli ingressi, espressi in veic./h (Figura 12).

Tale metodo per la valutazione della capacità è utilizzato anche nello "Studio a carattere prenormativo", redatto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti per la progettazione delle intersezioni stradali<sup>2</sup>

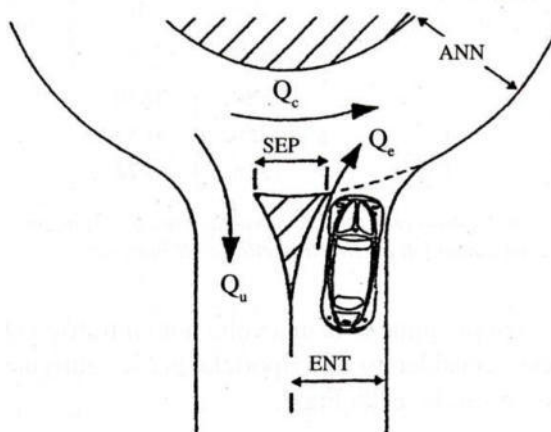


Figura 12: Elementi per il calcolo della capacità (normativa francese)

Il metodo del SETRA fa intervenire nel calcolo della capacità, oltre al traffico che percorre l'anello in corrispondenza di un'immissione, anche il traffico che si allontana all'uscita immediatamente precedente; per cui definisce una relazione lineare, invece che fra capacità e flusso che percorre l'anello, fra capacità e un traffico complessivo di disturbo  $Q_d$ , nel quale intervengono sia il flusso che percorre l'anello  $Q_c$  sia

<sup>1</sup> Service d'Etudes Techniques des Route set Autoroutes, pubblicata nel 1987

<sup>2</sup> Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale (2001) - Studio a carattere prenormativo: Norme sulle caratteristiche funzionali e geometriche delle intersezioni stradali, 10 Settembre 2001.



quello in uscita precedentemente definito  $Q_u$ .

Il metodo del SETRA definisce la capacità del braccio C come funzione delle caratteristiche geometriche e di traffico innanzi definite:

$$C = f(Q_u, Q_c, SEP, ANN, ENT)$$

La differenza tra la capacità dell'entrata C e il flusso in ingresso  $Q_i$  è definito riserva di capacità RC dell'entrata e la riserva di capacità permette di fare una valutazione sul funzionamento della rotonda in termini di livello di servizio e quindi stimare gli effetti che l'intersezione avrà sui flussi veicolari. In Tabella è riportata la classificazione delle condizioni di esercizio della rotonda in funzione della riserva di capacità RC(%).

Tabella 11: classificazione delle condizioni di esercizio della rotonda in funzione della riserva di capacità

Riserva di capacità (%)	Condizione di esercizio
RC > 30 %	FLUIDO
15 < RC ≤ 30 %	SODDISFACENTE
0 < RC ≤ 15 %	ALEATORIO
RC ≤ 0 %	SATURO/CRITICO

Il **Metodo HCM 2010** è un metodo teorico (derivato dagli studi condotti dal National Cooperative Highway Research Program Project - NCHRP), in cui il Livello di Servizio (LoS) viene determinato sulla base del tempo di attesa ( $d$ =control delay) e dal rapporto flusso - capacità ( $x=v/c$ ) secondo la tabella di seguito riportata.

Tabella 12: Criteri di assegnazione del LoS per le intersezioni a rotonda (FONTE: Highway Capacity Manual 2010)

Control Delay (s/veh)	LOS by Volume-to-Capacity Ratio <sup>a</sup>	
	v/c ≤ 1.0	v/c > 1.0
0-10	A	F
>10-15	B	F
>15-25	C	F
>25-35	D	F
>35-50	E	F
>50	F	F

Note: <sup>a</sup> For approaches and intersectionwide assessment, LOS is defined solely by control delay.

Exhibit 21-1  
LOS Criteria: Automobile Mode

Nel caso specifico, noti i valori dei flussi in ora di punta in veicoli equivalenti in ingresso e uscita ad ogni braccio ed i corrispondenti in circolo sull'anello, la procedura per la determinazione del LoS di ogni braccio si ottiene dunque calcolando la capacità di ingresso, in modo da determinare il valore del rapporto flusso capacità, e il tempo di attesa.

Il tempo di attesa all'ingresso di un braccio è dato dalla formula riportata nella Figura 13 seguente.

Highway Capacity Manual 2010

$$d = \frac{3,600}{c} + 900T \left[ x - 1 + \sqrt{(x-1)^2 + \frac{\left(\frac{3,600}{c}\right)x}{450T}} \right] + 5 \times \min[x, 1]$$

**Equation 21-17**  
*The third term of this equation uses the calculated volume-to-capacity ratio or 1, whichever is less.*

where  
*d* = average control delay (s/veh),  
*x* = volume-to-capacity ratio of the subject lane,  
*c* = capacity of the subject lane (veh/h), and  
*T* = time period (h) (*T* = 0.25 h for a 15-min analysis).

Equation 21-17 is the same as that for STOP-controlled intersections except that the "+ 5" term has been modified. This modification is necessary to account for the YIELD control on the subject entry, which does not require drivers to come to a complete stop when there is no conflicting traffic. At higher volume-to-capacity ratios, the likelihood of coming to a complete stop increases, thus causing behavior to resemble STOP control more closely.

Figura 13: Tempo di attesa al braccio di una rotatoria (FONTE: Highway Capacity Manual 2010)

In base all'HCM, il livello di servizio per le intersezioni a rotatoria è definito in termini di tempo di attesa cioè di stazionamento di un veicolo all'incrocio secondo la seguente Tabella 13.

Tabella 13: Tabella per l'assegnazione del Los (Fonte HCM 2010)

tempo di attesa (s/veic.)	LOS	
	v/c ≤ 1	v/c > 1
0-10	A	F
>10-15	B	F
>15-25	C	F
>25-35	D	F
>35-50	E	F
>50	F	F

Infine, si può calcolare la lunghezza della coda (in veicoli) al 95° percentile, con la formula riportata in Figura 14, al fine di valutare la funzionalità delle intersezioni di svincolo.

**Equation 21-20**

$$Q_{95} = 900T \left[ x - 1 + \sqrt{(1-x)^2 + \frac{\left(\frac{3,600}{c}\right)x}{150T}} \right] \left( \frac{c}{3,600} \right)$$

where  
*Q<sub>95</sub>* = 95th percentile queue (veh),  
*x* = volume-to-capacity ratio of the subject lane,  
*c* = capacity of the subject lane (veh/h), and  
*T* = time period (h) (*T* = 1 for a 1-h analysis, *T* = 0.25 for a 15-min analysis).

Figura 14: Lunghezza della coda in veicoli equivalenti (FONTE: Highway Capacity Manual 2010)

Applicando i due metodi di verifica, si osserva che la rotatoria presenta livelli di servizio più che soddisfacenti. Per entrambi i metodi si è fatto riferimento ai flussi dell'ora di punta applicando il coefficiente dell'ora di punta medio che è stato calcolato a partire dai dati di traffico restituiti dalla sezione permanente di rilievo 648 sulla SS87 e che sono stati utilizzati anche per la verifica del livello di servizio in asse.

Il braccio 1 della rotatoria è quello relativo al ramo della SS87 (tracciato storico) in direzione Campobasso: in questo braccio, secondo il metodo "SETRA" la circolazione risulta "Fluida" con una riserva di capacità pari quasi al 300%. Applicando il metodo "HCM", è calcolato un tempo di attesa per il flusso entrante in rotatoria pari a 6,0 secondi (corrispondente ad un livello di servizio pari ad "A") e la coda che si forma è pari ad un solo veicolo in attesa. Nella seguente Figura 15 sono riportati i dati di calcolo funzionali alla verifica del livello di servizio su questo braccio della rotatoria.

Braccio 1 RAMO SS87 verso Campobasso (tracciato storico)		
		Veicoli Equivalenti
Flusso uscente dalla rotatoria sul braccio in analisi	Qu (veic./h)	136
Flusso in circolo sull'anello	Qc (veic./h)	2
Flusso entrante in rotatoria	Qi (veic./h)	336
<b>Metodo SETRA</b>		
Larghezza isola spartitraffico	SEP	9,0
Larghezza carreggiata dell'anello	ANN	6,0
Larghezza semicarreggiata del braccio dietro il primo veicolo in accodamento	ENT	3,5
Traffico uscente equivalente	Q1u	54
Traffico complessivo di disturbo	Qd	44
Capacità del braccio di immissione	C	1.299
Riserva di capacità	Rc	963
	Rc%	286,70%
<b>Giudizio sul livello di funzionalità</b>		<b>Fluida</b>
<b>Metodo HCM 2010</b>		
tempo di attesa all'ingresso in rotatoria (s/veic.)	d	6,03
capacità della corsia in ingresso, con due corsie sull'anello (veic./h)	c	1129
periodo di tempo di analisi (h)	T	1
rapporto flusso - capacità	$x=v/c$	0,30
Livello di servizio	<b>LoS</b>	<b>A</b>
<b>LUNGHEZZA CODA</b>		
lunghezza della coda - formula semplificata di Little (veic.)	<b>L</b>	<b>1</b>
lunghezza della coda (in veicoli) al 95° percentile (veic.)	<b>Q95</b>	<b>1</b>

Figura 15: Verifica del livello di servizio della rotatoria di innesto del nuovo tracciato - Braccio 1

Il braccio 2 della rotatoria è quello relativo alla tratta di progetto in variante all'attuale tracciato della SS87: anche in questo caso, secondo il metodo "SETRA" la circolazione risulta "Fluida". Applicando il metodo "HCM", è calcolato un tempo di attesa per il flusso entrante in rotatoria pari a 4,2 secondi (corrispondente ad un livello di servizio pari ad "A") e non si forma coda in ingresso alla rotatoria (si veda la Figura 16).

Braccio 2 RAMO verso Variante di tracciato (asse di progetto)		
		Veicoli Equivalenti
Flusso uscente dalla rotonda sul braccio in analisi	Qu (veic./h)	2
Flusso in circolo sull'anello	Qc (veic./h)	336
Flusso entrante in rotonda	Qi (veic./h)	17
<b>Metodo SETRA</b>		
Larghezza isola spartitraffico	SEP	10,0
Larghezza carreggiata dell'anello	ANN	6,0
Larghezza semicarreggiata del braccio dietro il primo veicolo in accodamento	ENT	3,5
Traffico uscente equivalente	Q1u	1
Traffico complessivo di disturbo	Qd	393
Capacità del braccio di immissione	C	1.055
Riserva di capacità	Rc	1.038
	Rc%	6109,08%
<b>Giudizio sul livello di funzionalità</b>		<b>Fluida</b>
<b>Metodo HCM 2010</b>		
tempo di attesa all'ingresso in rotonda (s/veic.)	d	4,20
capacità della corsia in ingresso, con due corsie sull'anello (veic./h)	c	893
periodo di tempo di analisi (h)	T	1
rapporto flusso - capacità	x=v/c	0,02
Livello di servizio	<b>LoS</b>	<b>A</b>
<b>LUNGHEZZA CODA</b>		
lunghezza della coda - formula semplificata di Little (veic.)	<b>L</b>	<b>0</b>
lunghezza della coda (in veicoli) al 95° percentile (veic.)	<b>Q95</b>	<b>0</b>

Figura 16: Verifica del livello di servizio della rotonda di innesto del nuovo tracciato - Braccio 2

Infine, il braccio 3 della rotonda è quello relativo alla tratta storica della SS87 sottesa all'intervento di progetto (caratterizzata da livelli di traffico estremamente contenuti e relativi agli agglomerati abitativi della frazione "Monte" di Campolieto): anche in questo caso, secondo il metodo "SETRA" la circolazione risulta "Fluida". Applicando il metodo "HCM", è calcolato un tempo di attesa per il flusso entrante in rotonda pari a 4,2 secondi (corrispondente ad un livello di servizio pari ad "A") e non si forma coda in ingresso alla rotonda (si veda la Figura 17).

Braccio 3 RAMO verso tratta tracciato storico sottesa a variante		
		Veicoli Equivalenti
Flusso uscente dalla rotonda sul braccio in analisi	Qu (veic./h)	353
Flusso in circolo sull'anello	Qc (veic./h)	0
Flusso entrante in rotonda	Qi (veic./h)	138
<b>Metodo SETRA</b>		
Larghezza isola spartitraffico	SEP	8,0
Larghezza carreggiata dell'anello	ANN	6,0
Larghezza semicarreggiata del braccio dietro il primo veicolo in accodamento	ENT	3,5
Traffico uscente equivalente	Q1u	165
Traffico complessivo di disturbo	Qd	128
Capacità del braccio di immissione	C	1.240
Riserva di capacità	Rc	1.102
	Rc%	799,97%
<b>Giudizio sul livello di funzionalità</b>		<b>Fluida</b>
<b>Metodo HCM 2010</b>		
tempo di attesa all'ingresso in rotonda (s/veic.)	d	4,24
capacità della corsia in ingresso, con due corsie sull'anello (veic./h)	c	1130
periodo di tempo di analisi (h)	T	1
rapporto flusso - capacità	x=v/c	0,12
Livello di servizio	<b>LoS</b>	<b>A</b>
<b>LUNGHEZZA CODA</b>		
lunghezza della coda - formula semplificata di Little (veic.)	L	0
lunghezza della coda (in veicoli) al 95° percentile (veic.)	Q95	0

Figura 17: Verifica del livello di servizio della rotonda di innesto del nuovo tracciato - Braccio 3

## 2.4 GLI INDICATORI TRASPORTISTICI PER L'ANALISI COSTI BENEFICI

Gli indicatori trasportistici utilizzati per l'Analisi Costi Benefici sono stati calcolati con riferimento allo scenario di valutazione dei flussi di traffico sulla rete esistente coerenti con i rilievi di traffico effettuati (anno 2019) e poi proiettati attraverso i tassi di crescita della domanda di mobilità passeggeri e merci agli anni in cui si prevede l'apertura al traffico dell'intervento di progetto.

Gli indicatori trasportistici calcolati per poter svolgere l'Analisi Costi Benefici sono le variazioni di tempo (veic-h/anno) e le variazioni di percorrenza (veic-km/anno) tra lo scenario di Riferimento (ovvero di Non Intervento) e lo scenario di progetto analizzati.

A partire dalle variazioni di percorrenza è possibile (si veda il paragrafo 3.1) ricavare i benefici trasportistici di variazione di consumo carburante, di variazione di incidentalità e di emissioni inquinanti in atmosfera, direttamente connessi a questa grandezza.

### 2.4.1 Variazioni di tempo

Nella seguente Tabella 14 sono riportate le variazioni di veicoli-h nello scenario di progetto all'anno di entrata in esercizio: il risparmio di tempo su base annua è quantificabile in circa i 78.000 veic-ora/anno.

Tabella 14: *Variazione di veicoli-h nello scenario di progetto all'anno di entrata in esercizio.*

	Leggeri	Pesanti	TOTALE
<b>Progetto</b>	4.065	324	4.389
<b>Riferimento</b>	4.270	334	4.604
<b>Delta Veicoli-h</b>	-205	-10	-215
<b>Delta veic-h/anno</b>	<b>-74.855</b>	<b>-3.491</b>	<b>-78.345</b>

### 2.4.2 Variazioni di percorrenza

Per quanto concerne le variazioni di percorrenza, sulla base di quanto già esposto al paragrafo 2.2.3.2, nello scenario di progetto si prevede una diminuzione complessiva pari a circa 540.000 veic-Km/anno (si veda la Tabella 15).

Tabella 15: *Variazioni di veicoli-Km nello scenario di progetto all'anno di entrata in esercizio*

	Leggeri	Pesanti	TOTALE
<b>Progetto</b>	178.451	10.733	189.183
<b>Riferimento</b>	179.847	10.811	190.658
<b>Delta Veicoli-Km</b>	-1.397	-78	-1.474
<b>Delta veic-Km/anno</b>	<b>-509.749</b>	<b>-28.353</b>	<b>-538.102</b>

## 2.5 ANALISI DELL'INCIDENTALITÀ

L'analisi dell'incidentalità consente di stimare la variazione del numero di incidenti e conseguentemente del numero di morti e di feriti attesi, in seguito alla realizzazione dell'intervento di progetto. Secondo studi interni ad ANAS, infatti, la realizzazione di una variante con sezione tipo C ad un'esistente strada classificata come tipo C ma con caratteristiche non corrispondenti a quanto previsto dalla attuale norma, determina una diminuzione dell'incidentalità quantificata in -30% del numero di incidenti, in -45% del numero dei feriti ed in -65% del numero di morti.

Il punto di partenza di tale analisi è pertanto la valutazione dell'incidentalità sull'attuale tratta della SS87 sottesa all'intervento di progetto, ovvero la tratta compresa tra il Km 105+600 ed il Km 109+500, per il quale sono stati estratti dal database dell'ACI i valori di incidentalità ad essa relativi, che sono riportati nella seguente Tabella 16 e grafizzati in Figura 18.

La tratta in esame presenta livelli di incidentalità contenuti: infatti, ad eccezione del 2013, in cui è stato registrato un solo incidente con 3 feriti, nel periodo 2013-2019 non si è verificato alcun incidente. Ne segue che la media annua osservata è pari a 0,1 incidenti/anno con nessun decesso e 0,4 feriti/anno.

Tabella 16: *Dati incidentalità SS 42 – tratta attraversamento Trescore Balneario – periodo 2013-2019 (fonte ACI)*

anno	Incidenti	Morti	Feriti
2013	1	0	3
2014	0	0	0
2015	0	0	0
2016	0	0	0
2017	0	0	0
2018	0	0	0
2019	0	0	0
<b>media annua</b>	<b>0,14</b>	<b>0,0</b>	<b>0,46</b>

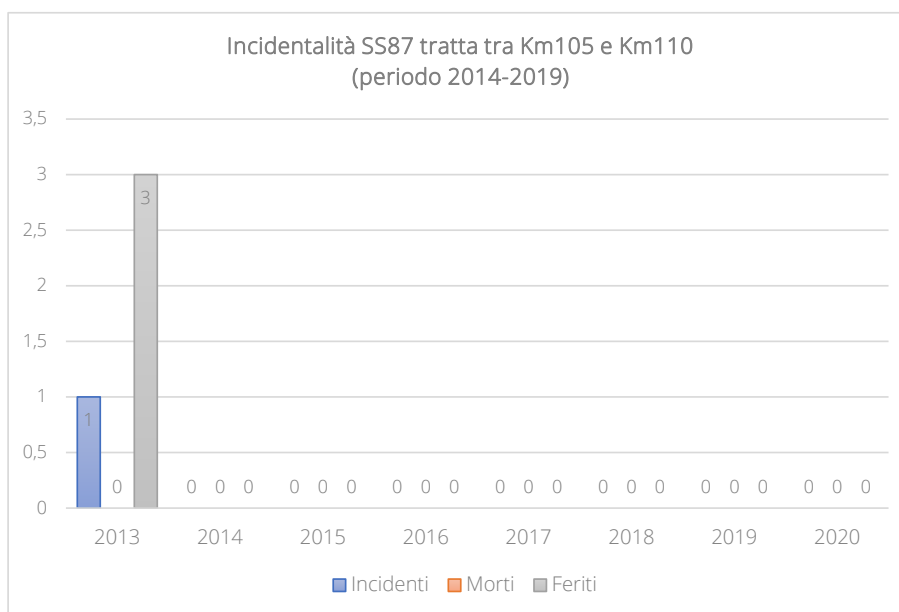


Figura 18: Dati incidentalità SS 87 – tratta tra Km 105 e Km 110 – periodo 2013-2019 (fonte ACI)

Nello scenario di progetto, in funzione delle riduzioni attese in termini di incidentalità, sono state calcolate le variazioni del numero di incidenti e feriti, tra questo scenario e lo scenario di riferimento.

Queste variazioni, con riferimento all'anno di entrata in esercizio dell'intervento di progetto, sono riportate nella seguente Tabella 17. La riduzione degli incidenti è praticamente nulla (-0,04 evento/anno); analogamente, la corrispondente riduzione del numero di feriti è pari a circa 0,19 unità/anno, mentre è ovviamente nulla la variazione del numero dei morti.

Tabella 17: Variazione incidentalità tra scenari di progetto e scenario di riferimento

	Progetto 2031
Incidenti	-0,04
Feriti	-0,19
Morti	-



### 3 ANALISI COSTI BENEFICI

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 il policy maker in un'ottica di ottimizzazione dell'allocatione delle risorse.

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 incrementali del progetto (ipotesi "con intervento") e benefici e costi incrementali che si potrebbero altrimenti manifestare in assenza di intervento (ipotesi "senza intervento"). Essendo l'analisi costi-benefici uno strumento di valutazione della fattibilità di un investimento dal punto di vista della collettività, nel modello è considerato 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.

Nel modello di Analisi Costi Benefici utilizzato presso la Direzione Operation e Coordinamento Territoriale i parametri considerati sono i seguenti:

- Benefici Trasportistici - sono valutati, in termini differenziali tra lo scenario "con intervento" e lo scenario "senza intervento" i seguenti parametri ottenuti dal modello DSS appena descritto:
  - Tempo totale di viaggio passeggeri;
  - Totale di veicoli • km passeggeri;
  - Tempo totale di viaggio merci;
  - Totale dei veicoli • km merci.
- Costi - sono considerati:
  - Costi di realizzazione;
  - Costi di manutenzione.
- Benefici della sicurezza - sono calcolati, in termini differenziali tra lo scenario "con intervento" e lo scenario "senza intervento" le seguenti categorie di incidente:
  - n. incidenti/anno;
  - n. incidenti/anno con feriti;
  - n. incidenti/anno con morti.
- Benefici Ambientali - sono calcolati, in termini differenziali tra lo scenario "con intervento" e lo scenario "senza intervento" le seguenti tipologie di emissione veicolare: CO, CO<sub>2</sub>, VOC, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>.

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 (VAN) – valore dei flussi di cassa (benefici – costi totali) ottenuti dal progetto nel corso della vita utile attualizzati, anno per anno, con il tasso considerato;
- Il rapporto Benefici/Costi al tasso di attualizzazione utilizzato.

Il tasso di attualizzazione considerato per ritenere economicamente sostenibile un progetto è posto pari al 3,0% (d.lgs 228/2011, come riportato nelle “Linee Guida per la Valutazione degli Investimenti in Opere Pubbliche” del 14 novembre 2016 redatte dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti).

L’analisi attribuisce all’infrastruttura di progetto una vita utile di 30 anni e considera un valore residuo delle opere al termine della vita utile pari al 30% sul costo di costruzione.

### 3.1 BENEFICI TRASPORTISTICI

I risparmi di tempo calcolati per veicolo di cui al paragrafo 2.4.1 sono stati trasformati in risparmi di tempo per passeggero e per veicolo merci e quindi monetizzati.

Per quanto concerne gli spostamenti di passeggeri, stato adottato un valore medio annuo del coefficiente di riempimento dei veicoli leggeri pari a 1,25 passeggeri/veicolo. Per i pesanti il valore è pari a 1, in quanto la monetizzazione è legata al veicolo (e quindi alla merce trasportata) e non al conducente (si veda la Tabella 18).

*Tabella 18: Coefficienti di occupazione media per categoria veicolare*

	Leggeri	Pesanti
<b>Coefficiente occupazione medio</b>	1,25	1,0

Nella seguente Tabella 19 sono invece riportati i valori monetari del tempo per categoria veicolare e per tipologia di spostamento che sono analoghi a quelli adottati in altri studi simili condotti da ANAS.

*Tabella 19: Valori monetari del tempo VOT (€/h) per categoria veicolare*

	Leggeri	Pesanti
<b>VOT</b>	12	30

In particolare, i valori utilizzati per i veicoli leggeri (che sono direttamente connessi al trasporto passeggeri) sono stati desunti dalle “Linee guida per la valutazione degli investimenti in opere pubbliche nei settori di competenza del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti” pubblicato dal MIT nel giugno del 2017. In questo documento è definita una griglia di Valori Monetari del Tempo da utilizzare nella stima economica degli impatti derivanti dalla realizzazione di una opera pubblica per lo svolgimento di Analisi economiche e finanziarie. La seguente Tabella 20 indica dei range dei parametri del valore tempo di viaggio, per il trasporto dei passeggeri, segmentando laddove opportuno i valori per motivo dello spostamento e classe

di distanza del viaggio.

*Tabella 20: Valori monetari del tempo VOT (€-2016/passeggero-h) per motivo dello spostamento e classe di distanza (passeggeri)*

	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

Nello scenario di progetto il beneficio economico per risparmio di tempo così calcolato all'anno di entrata in esercizio dell'intervento (Tabella 21) è pari a circa 1.200.000€

*Tabella 21: Beneficio economico per risparmio di tempo (€/anno) nello scenario di progetto all'anno di entrata in esercizio dell'intervento (2027).*

Scenario progetto	
<i>Leggeri</i>	1.122.819
<i>Pesanti</i>	104.723
<b>TOTALI</b>	<b>1.227.543</b>

Le variazioni di percorrenza generano come effetto una variazione del costo diretto del trasporto che è monetizzato secondo i seguenti valori unitari:

- Percorrenza Autovetture                      0,19    €/ Autovett.Eq. x Km
- Percorrenza Autocarri                        0,79    € / Autocarro Eq. x Km

Sulla base dei valori calcolati, di cui al paragrafo 2.4.2, si ottiene al primo anno di esercizio dello scenario di progetto una riduzione di costi pari a circa 119.000€ (si veda la Tabella 22).

*Tabella 22: Incremento di costo economico per incremento percorrenze (€/anno) nello scenario di progetto all'anno di entrata in esercizio dell'intervento (2027).*

Scenario 1	
<i>Leggeri</i>	96.852
<i>Pesanti</i>	22.399
<b>TOTALI</b>	<b>119.251</b>

Sempre a partire dalla variazione delle percorrenze è stata stimata la variazione delle emissioni inquinanti in atmosfera. Nello Scenario di progetto, si stima, sia per la riduzione delle percorrenze, sia per la velocizzazione della rete, una diminuzione complessiva degli agenti inquinanti diffusi in atmosfera: al primo anno di esercizio si stima, infatti, una riduzione degli inquinanti pari a circa 109 tonnellate (Tabella 23).

Tabella 23: Variazioni emissione agenti inquinanti (tonnellate/anno) nello scenario di progetto all'anno di entrata in esercizio dell'intervento (2027).

Delta t/anno per inquinante	Scenario di progetto		
	Leggeri	Pesanti	TOTALE
<b>CO</b>	-13,73	-0,71	-14,45
<b>CO2</b>	-82,56	-6,75	-89,31
<b>VOC</b>	-2,21	-0,09	-2,30
<b>NOX</b>	-2,64	-0,07	-2,71
<b>PM</b>	-0,02	0,00	-0,02
<b>Totale</b>	<b>-101,16</b>	<b>-7,62</b>	<b>-108,78</b>

La corrispondente variazione di costo economico è pari a circa 30.000€ al primo anno di esercizio.

Per quanto concerne i benefici connessi alla riduzione dell'incidentalità si rimanda al paragrafo 2.5 per la valutazione delle variazioni degli indicatori. I benefici connessi alla realizzazione dell'intervento, all'entrata in esercizio dello stesso, sono pari a circa 18.000€/anno.

### 3.2 I COSTI

La trasformazione dei costi di Realizzazione dell'opera da finanziari in economici è calcolata in base ad un fattore medio di conversione ottenuto come media pesata tra i singoli tassi di conversione delle voci di spesa e la percentuale di spesa a queste voci imputata desunti dai quadri economici del progetto, e risulta pari a 0,74.

Il costo di realizzazione previsto è pari a circa 36.100.000€; ne segue che il corrispondente costo economico è pari a circa 26.700.000€, distribuiti nel periodo 2022-2026.

I costi di manutenzione ordinaria sono stati valutati in via parametrica in funzione del tipo di sezione e sono pari a 30.000€/anno/Km infrastruttura per le tratte con sezione di tipo C. Complessivamente, i costi economici annui ammontano a circa 72.000€/anno.

### 3.3 GLI INDICATORI DELL'ACB

Gli indicatori dell'analisi costi benefici risultano soddisfacenti. Il Valore Attuale Netto VAN è, infatti, positivo e pari a 3.169.422€. Il rapporto Benefici Costi (B/C) è pari a 1,13 e, infine, il Saggio di Rendimento Interno Economico (SRIE) è pari a 3,74%.

In sintesi, su questi risultati incide in misura significativa la misura non ampia dei benefici, in particolare dei risparmi di tempo, condizionati dalla non elevata estensione dell'intervento oggetto dell'Analisi, dalle caratteristiche della domanda che si esplica nell'Area di Intervento e dalle caratteristiche della rete stradale che in essa insiste.

Nella seguente Tabella 24 sono riportati i valori degli indicatori dell'ACB (VAN, SRIE e rapporto Benefici/Costi attualizzati B/C), dello scenario di progetto.

Tabella 24: Indicatori di sintesi dell'Analisi Costi Benefici – Scenario di crescita ottimistico

	<i>Scenario di progetto</i>
VAN (€)	3.169.422
B/C	1,13
SRIE	3,74%