

S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389

PROGETTO DEFINITIVO

COD. CA22

PROGETTAZIONE: ANAS – DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

PROGETTISTA E RESPONSABILE INTEGRATORE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. M. RASIMELLI
Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A632

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Ing. D. BONADIES
Ing. P. LOSPENNATO
Ing. S. PELLEGRINI
Ing. A. POLLI
Ing. M. MARELLI
Ing. A. LUCIA

Ing. M. PROCACCI
Ing. R. CERQUIGLINI
Ing. M. CARAFFINI
Geom. M. BINAGLIA

IL RESPONSABILE DEL S.I.A.

Arch. E. RASIMELLI

IL GEOLOGO

Dott. S. PIAZZOLI

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Ing. L. IOVINE

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Ing. F. RUGGIERI

PROTOCOLLO

DATA:

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:



MANDATARIA



PINI SWISS ENGINEERS SA
SWISS
Via Besso 7 - 6900 Lugano - Svizzera

MANDANTE



PINI SWISS ENGINEERS Srl
ITALIA
Via Cavour 2 - 22074 Lomazzo (CO) - Italia

MANDANTE

INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO STUDIO DI TRAFFICO

CODICE PROGETTO

PROGETTO

LIV. PROG.

N. PROG.

D P C A 2 2 D 2 0 0 2

NOME FILE

T00_EG00_GEN_RE02_A

REVISIONE

PAG.

CODICE ELAB.

T 0 0 E G 0 0 G E N R E 0 2

A

1 di --

D					
C					
B					
A	PRIMA EMISSIONE	SETT. 2020	--	LOSPENNATO	RASIMELLI
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO



Direzione Operation e Coordinamento Territoriale

PROGETTO DEFINITIVO

S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI - TORTOLÌ

LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA

Studio di traffico

Sommario

1	PREMESSA E SINTESI DEI RISULTATI	3
2	IL MODELLO TRASPORTISTICO STRADALE LOCALE	6
2.1	OFFERTA E DOMANDA DEL MODELLO LOCALE	6
2.2	I DATI DI TRAFFICO ANAS	8
2.3	LA PROCEDURA DI ASSEGNAZIONE	11
2.4	CALIBRAZIONE E ASSEGNAZIONE DEL MODELLO LOCALE	14
3	GLI INDICATORI DI AREA ED I LIVELLI DI SERVIZIO DELL'ATTUALE S.S.389 NELLA TRATTA DI PROGETTO – SCENARIO ATTUALE	16
4	GLI SCENARI FUTURI DI DOMANDA – CRESCITA DELLA MOBILITÀ DELL'AREA	19
5	GLI INDICATORI DI AREA ED I LIVELLI DI SERVIZIO DELL'ATTUALE S.S.389 AGLI ORIZZONTI FUTURI – SCENARIO DI RIFERIMENTO	20
6	ANALISI DEGLI SCENARI DI PROGETTO (2027 E 2037)	21
6.1	ANALISI DEL LIVELLO DI SERVIZIO IN ASSE	25
6.2	ANALISI DEL LIVELLO DI SERVIZIO DELLE ROTATORIE	29

1 PREMESSA E SINTESI DEI RISULTATI

Il documento illustra metodologia e risultati dell'analisi di traffico sviluppata per il progetto definitivo del lotto della S.S.389 "di Buddusò e del Correboi" che va dal bivio con la S.P.27 per Villagrande Strisaili (km171+200) al bivio con la strada Comunale per Arzana al km 178 circa della strada statale.

L'intervento è un lotto funzionale che fa parte dell'ammodernamento e sistemazione del tratto Nuoro – Lanusei e prevede il completamento della S.S.389VAR "Nuoro – Lanusei", che attualmente dallo svincolo di Perdas Arbas con la Circonvallazione Sud di Nuoro termina sull'innesto con la S.S. n. 389 (km 171+200) al bivio di Villagrande Strisaili, prevedendone la prosecuzione con una nuova strada di circa 6km in variante all'attuale S.S.389 fino al bivio per Arzana.

Si prevede in futuro la prosecuzione dell'itinerario secondo una variante che, passando per Lanusei, termina sulla S.S.125 "Orientale Sarda", in prossimità di Tortolì (e quindi del porto di Arbatax), sostituendo, quindi, la S.S. 389 e parte della S.S. 198 "di Seui e Lanusei"; per tale tratto finale non sono ancora state studiate le fattibilità dei tracciati e dei punti di connessione con le statali esistenti, inoltre allo stato attuale non ci sono disponibilità finanziarie ad esso dedicate in programmazione, pertanto lo studio di traffico non lo include negli scenari di progetto.

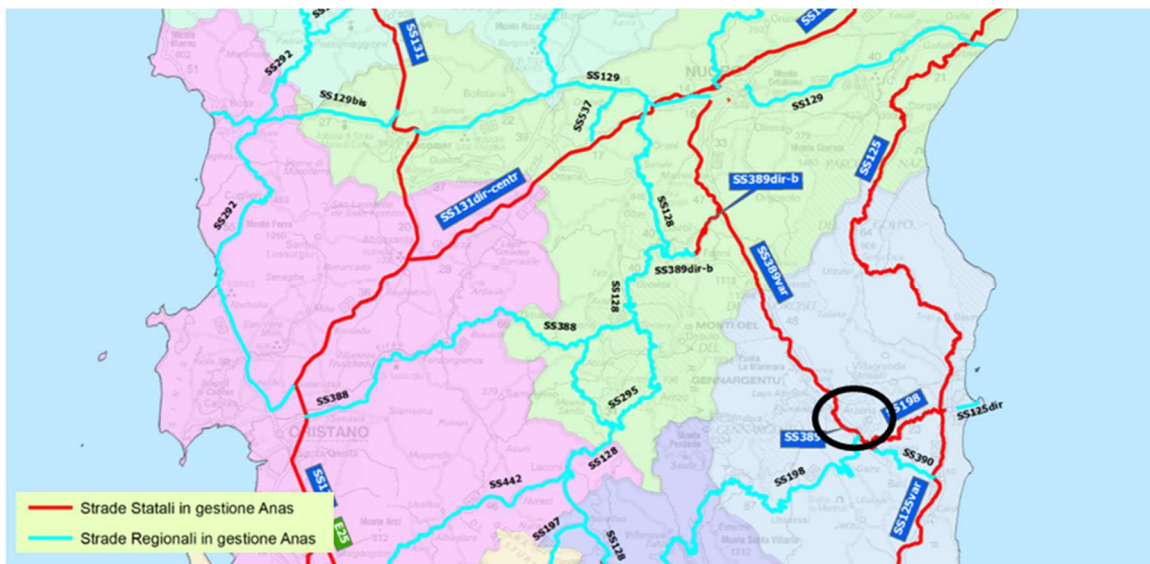


Figura 1. Rete ANAS di interesse statale e regionale e localizzazione dell'intervento

La nuova infrastruttura nasce con l'obiettivo di bypassare la S.S.389 che attualmente presentano livelli di servizio particolarmente ridotti a causa sia della tortuosità del tracciato dovuta alle particolari condizioni orografiche del territorio, sia della ridotta sezione, consentendo il miglioramento dei tempi di percorrenza dei traffici di attraversamento.

Nell'ambito del presente progetto sono state studiate due alternative, entrambe si sviluppano lungo il corridoio dell'attuale statale e differiscono l'una dall'altra esclusivamente dal punto di vista altimetrico e per la tipologia dello svincolo di attacco sud, che l'alternativa 1 prevede a livelli sfalsati men-

tre l'alternativa 2 prevede con rotonda, come lo svincolo nord di inizio intervento.

In particolare la prima alternativa (alternativa 1) non presenta importanti variazioni a livello plano-altimetrico rispetto al progetto che nel 2009 ha acquisito la VIA regionale (oggi scaduta), mentre la seconda alternativa (alternativa 2) è una ottimizzazione a livello plano-altimetrico del tracciato con una riduzione delle opere d'arte da eseguire ed è ritenuta preferibile sia per gli aspetti economici sia per gli aspetti ambientali e paesaggistici.

Pertanto l'analisi di traffico fa riferimento solo alla alternativa 2 di progetto, non essendoci tra l'altro differenze di funzionamento in termini di mobilità attratta tra le due alternative ed essendo lo svincolo a livelli sfalsati di rango superiore alla rotonda per cui la buona funzionalità dimostrata per una rotonda sicuramente garantisce altrettanto buon funzionamento dello svincolo a livelli sfalsati. Il progetto prevede l'adozione di una tipologia C1 "Extraurbana secondaria" e si estende per uno sviluppo di 5,9 Km, totalmente in nuova sede; l'intervallo di velocità di progetto sarà pari a 60-100 Km/h, rispondente ai criteri della normativa DM 05/11/2001.

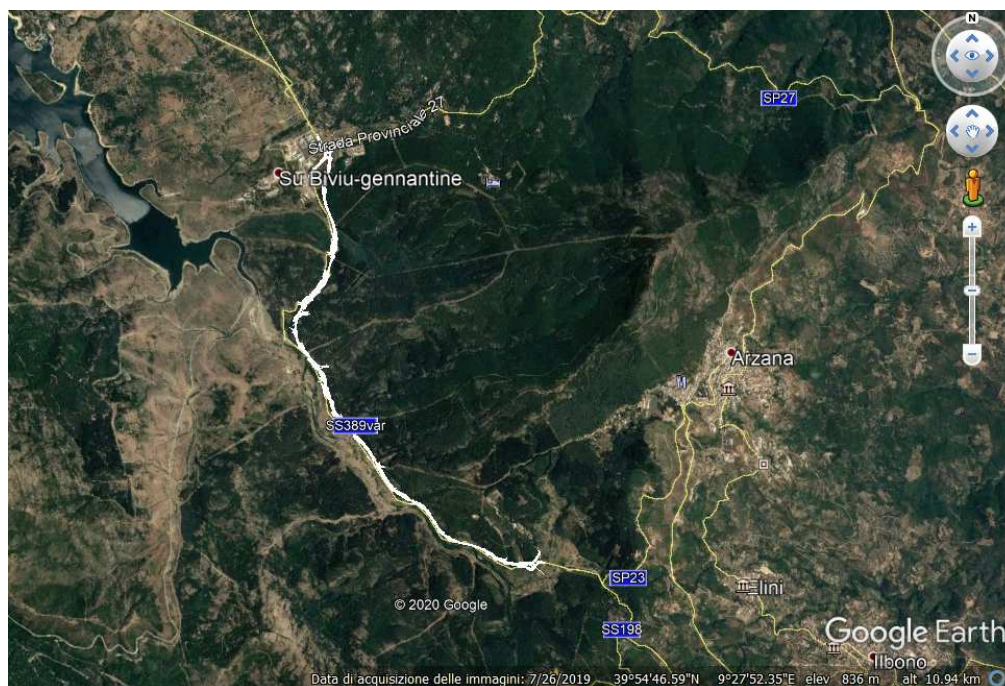


Figura 2. Nuovo asse di progetto (in bianco)

Lo Studio di Traffico si basa sui risultati forniti dal **Modello Trasportistico Stradale DSS** opportunamente adattato ad una scala territoriale locale, più dettagliata e funzionale per la valutazione dei risultati che esso fornisce.

Per stimare i flussi attratti dalla nuova infrastruttura è stato estratto un modello regionale a partire dal Modello Trasportistico DSS su scala nazionale implementato da ANAS. Il modello è stato calibrato su **93 sezioni di conteggio** di traffico distribuite sul territorio regionale relative al censimento annuale ANAS del traffico del 2018.

I flussi simulati da modello all'attualità sul tratto della S.S.389 sotteso dalla nuova variante di progetto (all'incirca dal km 171+200 al km 178+000) restituiscono dei valori di **2.121 veicoli/giorno**, espressi in veicoli efficaci.

Per veicoli efficaci si intende il volume di traffico medio in grado di fornire le percorrenze complessive sull'intera infrastruttura ($\sum \text{veicoli} \cdot \text{Km} / \sum \text{Km}$).

L'asse esistente oggetto di analisi pur essendo caratterizzato da un traffico contenuto presenta un basso livello di servizio per via delle basse velocità consentite a causa di ridotta sezione e tortuosità.

All'entrata in esercizio (anno 2027) sul nuovo asse, sulla base della crescita di domanda adottata, si stima ci sia un **traffico giornaliero medio totale** di circa **2.939 veicoli/giorno**.

Mentre sul **tratto della S.S.389 esistente** sotteso dall'intervento si stima che rimanga solo una piccola quota di traffico locale pari a **52 veicoli/giorno**.

Strada	Estesa (km)	Leggeri (veic./giorno)	Pesanti (veic./giorno)	Totali (veic./giorno)	Anno
Nuova variante alla S.S.389	5,6	2.828	111	2.939	2027
Tratto esistente S.S.389	5,8	52	0	52	2027

Considerando i flussi che insistono sul tratto esistente della S.S.389 all'entrata in esercizio della variante si nota come, nel **funzionamento complessivo il nuovo asse scarica completamente l'esistente statale identificando di fatto un nuovo corridoio di transito in continuità con la S.S.389VAR già ammodernata**.

La verifica del Livello di Servizio (LoS), effettuata seguendo la procedura indicata dall'HCM al tratto di progetto in variante sia in asse, sia alle due intersezioni ha restituito un buon livello di servizio sia all'entrata in esercizio, sia a dieci anni dall'entrata in esercizio.

I Livelli di Servizio sono soddisfatti anche nel periodo a più elevata stagionalità, considerando la modesta entità dei traffici che interessa l'asse di progetto.

Pertanto la **configurazione di progetto ipotizzata adottando una sezione tipo C1 del nuovo asse e con gli schemi di intersezione a rotatoria** restituisce un **indice della qualità della circolazione in linea con le richieste della norma**.

In conclusione i risultati evidenziano come l'infrastruttura di progetto sia correttamente dimensionata rispetto ad i traffici attesi e come l'intervento determini un impatto nell'area di studio che, pur se contenuto, per via della limitata estensione dell'asse di progetto e della contenuta domanda di mobilità che interessa l'asse ed in generale l'area di studio, risulta positivo in termini di riduzione dei tempi di percorrenza spesi in rete nell'area di studio.

2 IL MODELLO TRASPORTISTICO STRADALE LOCALE

Per le analisi del progetto è stato creato un modello su scala regionale estratto dal **Modello Trasportistico DSS su scala nazionale** implementato e continuamente aggiornato presso la Direzione *Operation* e Coordinamento Territorio.

L'estrazione del modello regionale dal modello nazionale ANAS ha comportato un lavoro volto a **dettagliare nel grafo la rete locale nell'intorno del nuovo asse di progetto**, definendone le caratteristiche, ed a **implementare una zonizzazione di maggiore dettaglio a supporto di tale nuova rete** in modo da poter meglio rappresentare e replicare la mobilità locale di riferimento.

2.1 OFFERTA E DOMANDA DEL MODELLO LOCALE

Il modello di traffico locale utilizzato nelle analisi è costituito da un grafo di offerta della regione Sardegna ed è caratterizzato da circa 3.867 Km infrastrutture bidirezionali, ad esclusione dei connettori stradali, così suddivisi:

- Rete in gestione diretta ANAS: 2.952 Km (chilometri gestiti da ANAS ad esclusione di svincoli e tratti in complanare esistenti);
- Resto della rete: 915 Km.

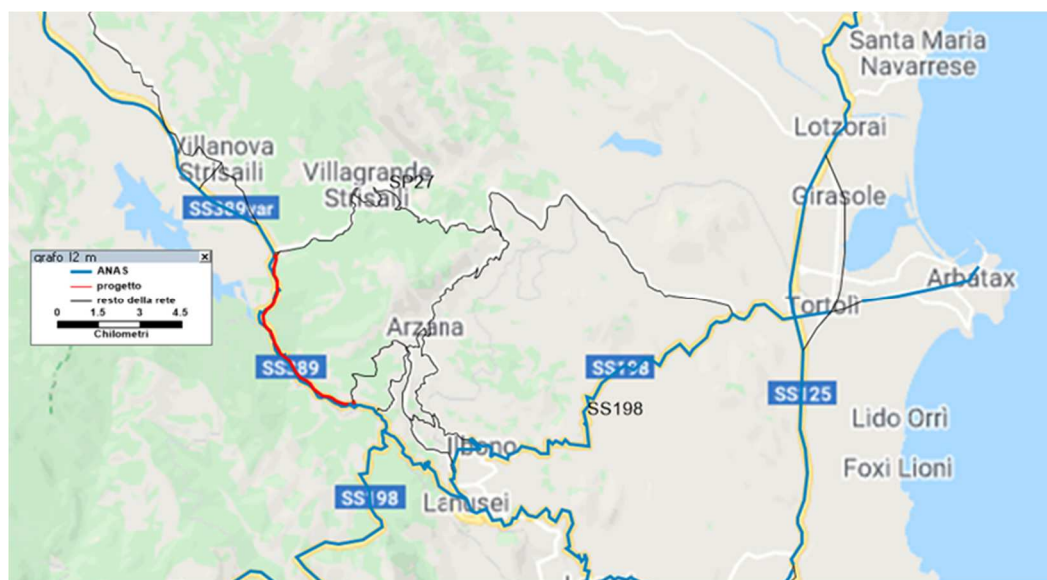


Figura 3. Grafo stradale dell'Area di Studio

Nell'ambito territoriale in cui è stata ricostruita l'offerta di trasporto stradale è stata dettagliata, coerentemente con tale offerta, la zonizzazione interna all'area che determina le matrici di domanda di trasporto che simulano la mobilità passeggeri e merci in modo da ben riprodurre la mobilità interessata dal progetto in analisi.

In particolare la zonizzazione è stata ricostruita su base comunale mediante la disaggregazione della zona di domanda a ridosso dell'intervento di progetto in **4 zone** a cui viene schematicamente ricondotta la domanda per riprodurre la mobilità locale. La zonizzazione adottata è evidenziata nella figura seguente dai centroidi di zona.

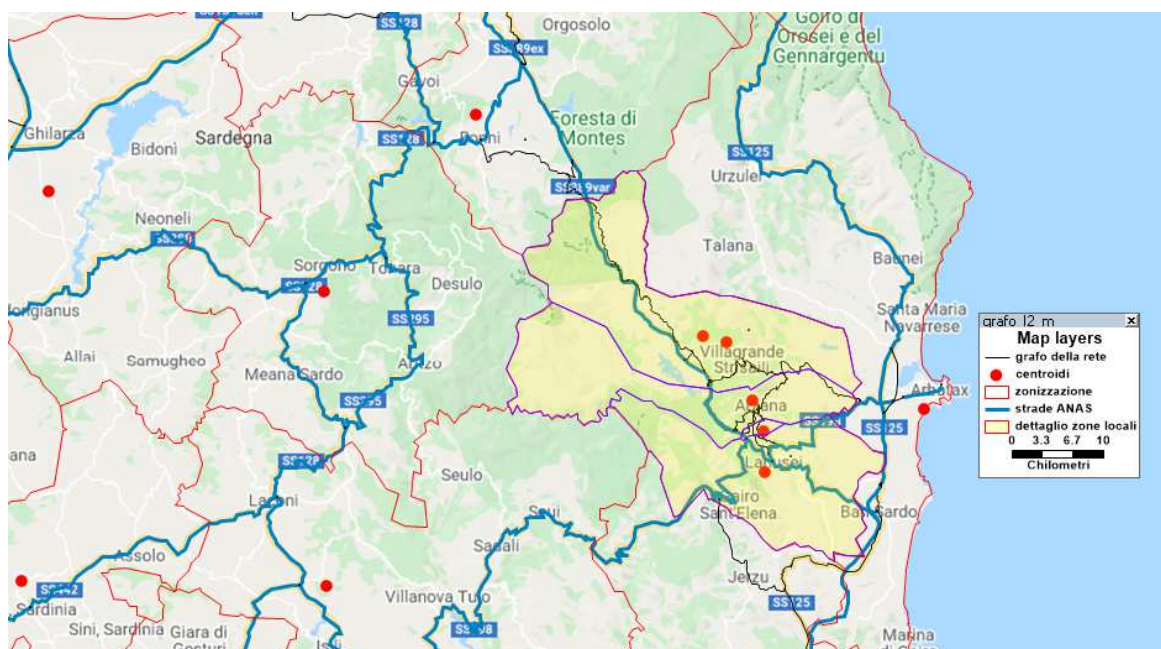


Figura 4. Zonizzazione dell'Area di Studio

Le matrici regionali di partenza sono state calibrate in base ai conteggi di traffico su **93 sezioni di conteggio permanente ANAS del traffico** distribuite sull'intera regione, per le quali sono disponibili i dati di traffico da rapporto annuale 2018 del Censimento ANAS.

La localizzazione sull'offerta di trasporto stradale simulata delle sezioni di conteggio permanente del traffico di ANAS è evidenziata nella figura seguente.

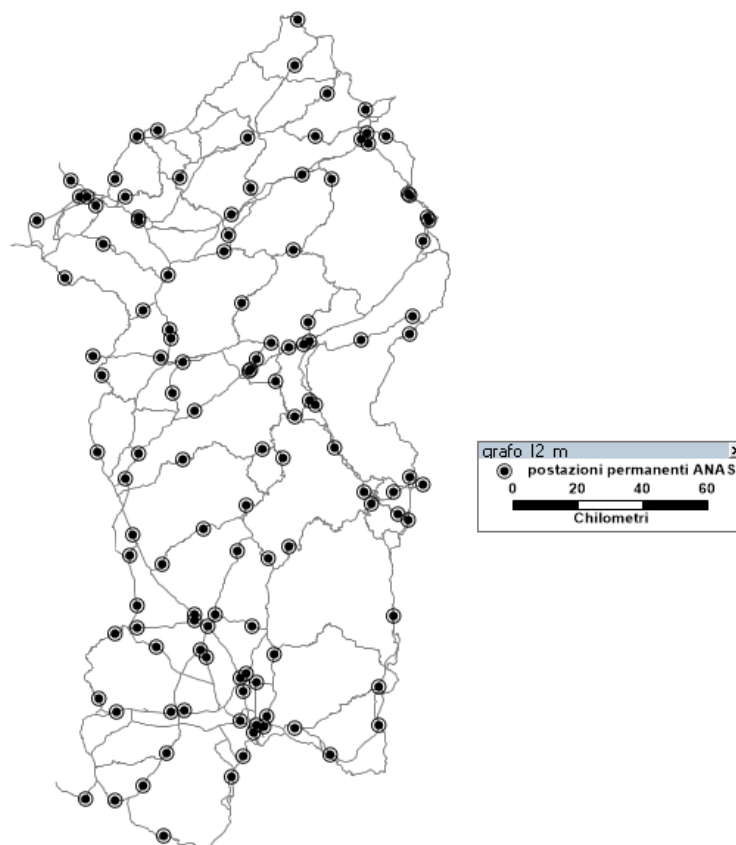


Figura 5. Localizzazione sezioni di conteggio permanenti ANAS

2.2 I DATI DI TRAFFICO ANAS

Si riporta di seguito una descrizione dei dati rilevati nel censimento permanente Anas delle sezioni di rilievo poste lungo la S.S.389 e la S.S.389VAR che forniscono indicazioni sulla mobilità che caratterizzerà l'asse di progetto. In particolare si evidenziano le sezioni di rilievo bidirezionale:

- n. 10043 localizzata sulla S.S.389VAR al Km 35.856
- n. 1495 localizzata sulla S.S.389 al Km 175.532

La sezione di rilievo 1495 si trova proprio sul tratto della statale su cui verrà realizzata la variante di progetto, mentre la sezione 10043 si trova sul tratto a nord della statale già ammodernato e precisamente 15 chilometri più a nord dall'inizio della variante di progetto.

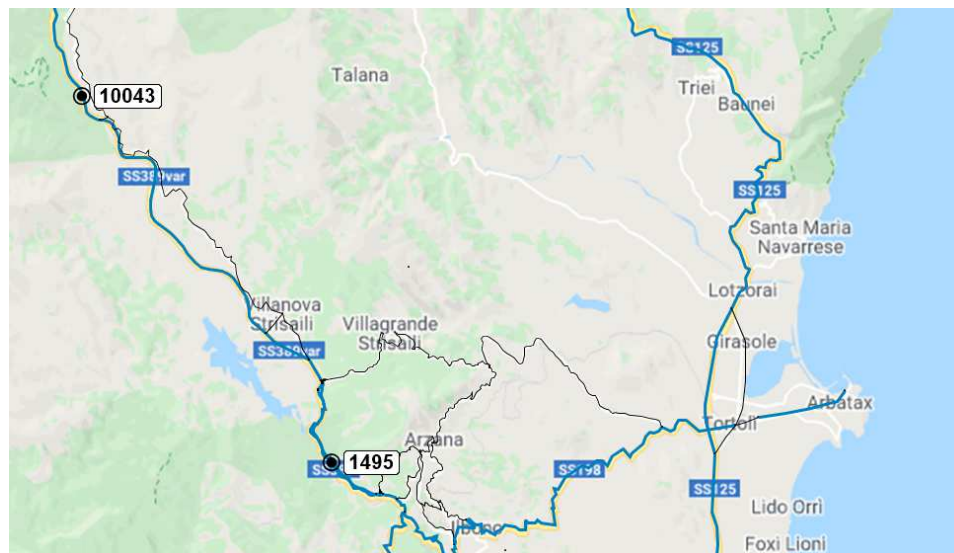


Figura 6. Sezioni di conteggio 10043 su S.S.389var, Km 35.856, Villagrande Strisaili(OG) e 1495 su S.S.389, Km 175.532, Arzana(OG)

Le due sezioni hanno registrato nel 2018 volumi di traffico compresi tra i 2.100 e i 2.700 veicoli totali/giorno, come sintetizzato nella tabella seguente.

sezione di rilievo	ANNO 2018		
	TGM medio annuo		
	leggeri	pesanti	Totale
10043	2.564	106	2.670
1495	2.062	65	2.127

Inoltre, attingendo alla banca dati del censimento di traffico ANAS, si è effettuata una breve analisi dei flussi rilevati per evidenziare la presenza di una eventuale consistente stagionalità dei traffici stessi.

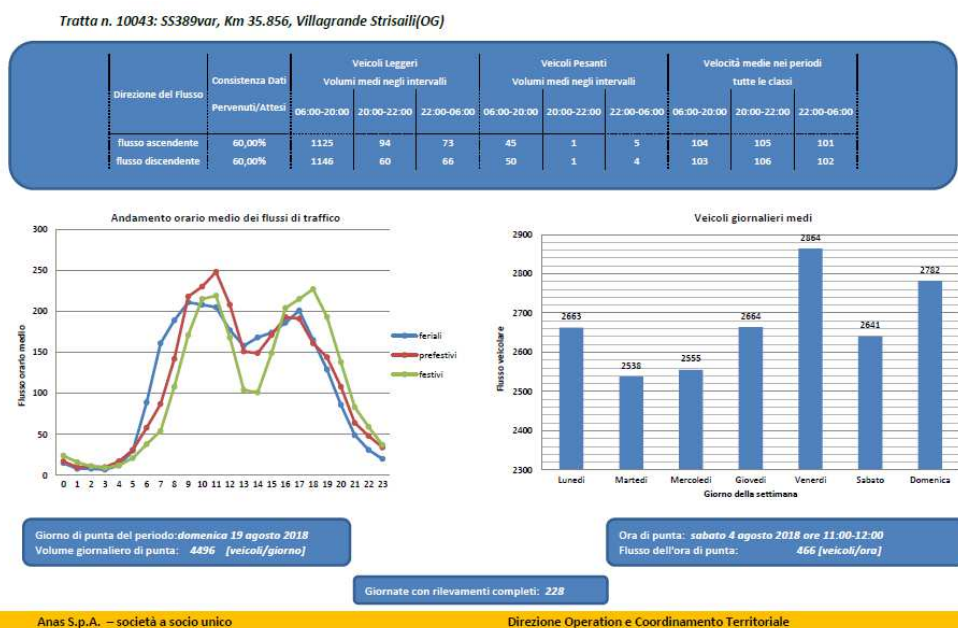
Per una analisi sulla stagionalità dei traffici in riferimento al valore medio annuo si è fatto riferimento solo alla postazione 10043 in quanto risulta la sola ad avere dati disponibili in forma completa per l'intero anno. Infatti nell'anno 2018 mentre la postazione 10043 ha dati disponibili in tutti e quattro i trimestri, la postazione 1495 non presenta dati disponibili sufficientemente estesi e consolidati per una analisi sull'andamento stagionale.

Pertanto per verificare la presenza di fenomeni di consistente stagionalità si è fatto riferimento alla postazione localizzata sulla S.S.389VAR che presenta un numero di giorni di rilievo nel terzo trimestre sufficientemente consistente da consentire l'elaborazione del censimento periodico ANAS.

In riferimento all'anno 2018 si è riscontrato che la sezione di monitoraggio permanente del traffico 10043 ha rilevato Traffici Giornalieri Medi Annui intorno al 2.670 veicoli complessivi (con il 4% di traffico pesante).

Inoltre da quanto emerge dal Rapporto Annuale 2018 del censimento ANAS e sintetizzato nella figura successiva:

- il giorno della settimana con valore più alto del TGM risulta il venerdì, con valori di 2.864 veicoli /giorno;
- il giorno di punta dell'anno è stato domenica 19 agosto con un volume giornaliero di 4.496 veicoli/giorno, mentre l'ora di punta dell'anno risulta dalle 11:00 alle 12:00 di sabato 4 agosto con un flusso di 466 veicoli/ora; valori questi che ricadono nel trimestrale estivo proprio a conferma della spiccata stagionalità della sezione, come meglio esplicitato di seguito.



Anas S.p.A. – società a socio unico

Direzione Operation e Coordinamento Territoriale

Figura 7: Sezione 10043 sulla SS389VAR Fonte: Rapporto Annuale Censimento Permanente ANAS 2018

Inoltre in base ai dati del Rapporto Annuale l'ora di punta del giorno feriale medio è pari all'8% del traffico totale.

Nel trimestre estivo (luglio-settembre) il Traffico Giornaliero Medio aumenta rispetto al valore medio annuo con circa 3.532 veicoli totali giornalieri (con il 3,6% di traffico pesante), registrando pertanto un incremento totale dei flussi rispetto al valore annuale di circa il 32%.

sezione di ri- lievo	ANNO 2018					
	TGM medio annuo			TGM terzo trimestre		
	leggeri	pesanti	Totale	leggeri	pesanti	Totale
10043	2.564	106	2.670	3.406	126	3.532

Figura 8: Confronto volumi medi traffico giornaliero - Fonte: Censimento Permanente ANAS 2018

sezione di rilievo	incremento percentuale trimestre estivo su valore medio annuo		
	leggeri	pesanti	Totale
10043	33%	19%	32%

Figura 9: Incremento percentuale volumi medi stagionali rispetto a valore medio annuo - ANNO 2018

La figura successiva sintetizza i dati rilevati nel trimestre luglio-settembre.

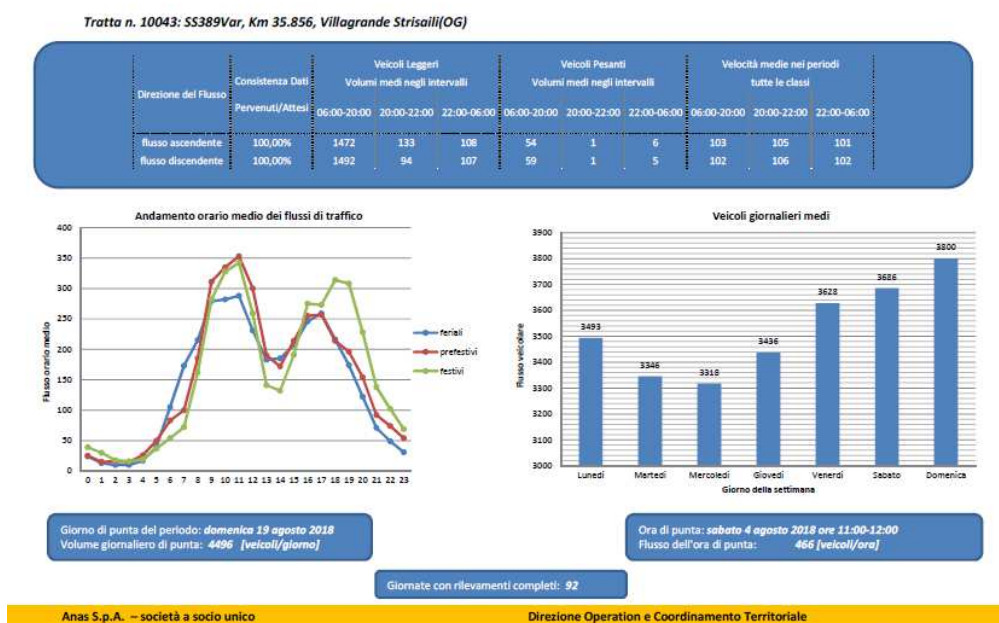


Figura 10: Terzo Trimestre Sezione 10043 sulla SS389VAR Fonte: Rapporto Trimestrale Censimento Permanente ANAS 2018

2.3 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 t_{aj} , 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 nC dell'arco stesso (in cui n rappresenta il numero di corsie e C la capacità di una corsia) e da due parametri α e β 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 utente, 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 **0,25 euro/minuto** (15 euro/ora) per i veicoli leggeri e a **0,5 euro/minuto** (30 euro/ora) per i veicoli pesanti. Il VOT dei veicoli leggeri è determinato dal Valore Monetario del Tempo della persona (12€/h) e dal coefficiente di riempimento medio del veicolo, stimato in 1,25 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.

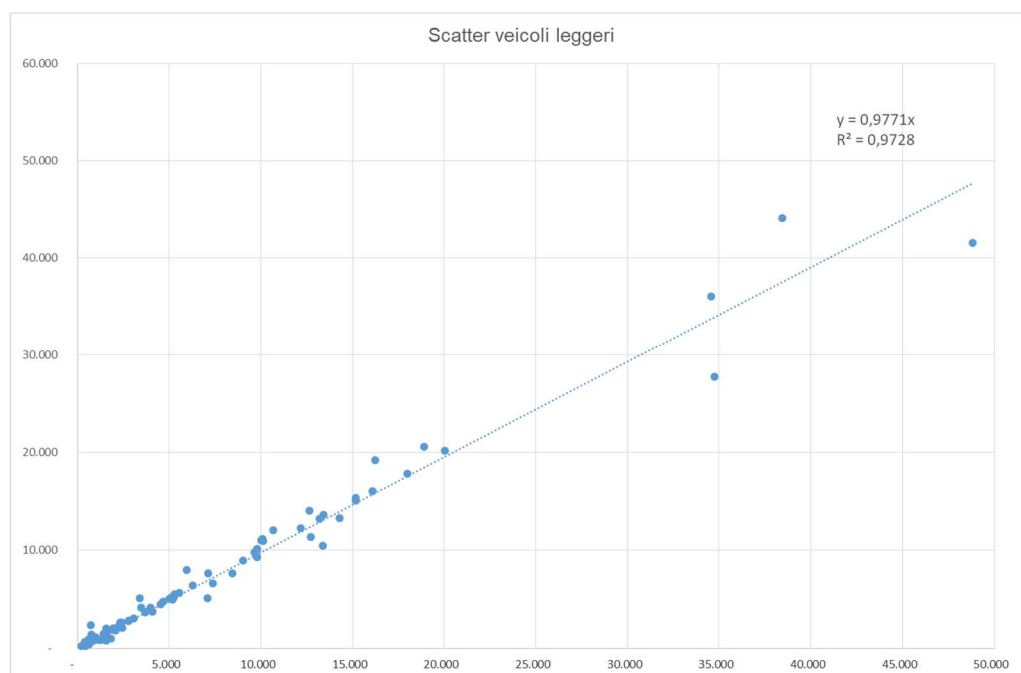
Il calcolo del Costo Chilometrico Medio per i veicoli pesanti è calcolato partendo dalle tabelle dei costi minimi di esercizio in funzione della massa complessiva del veicolo e delle distanze di percorrenza (Aprile 2014) pubblicate dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

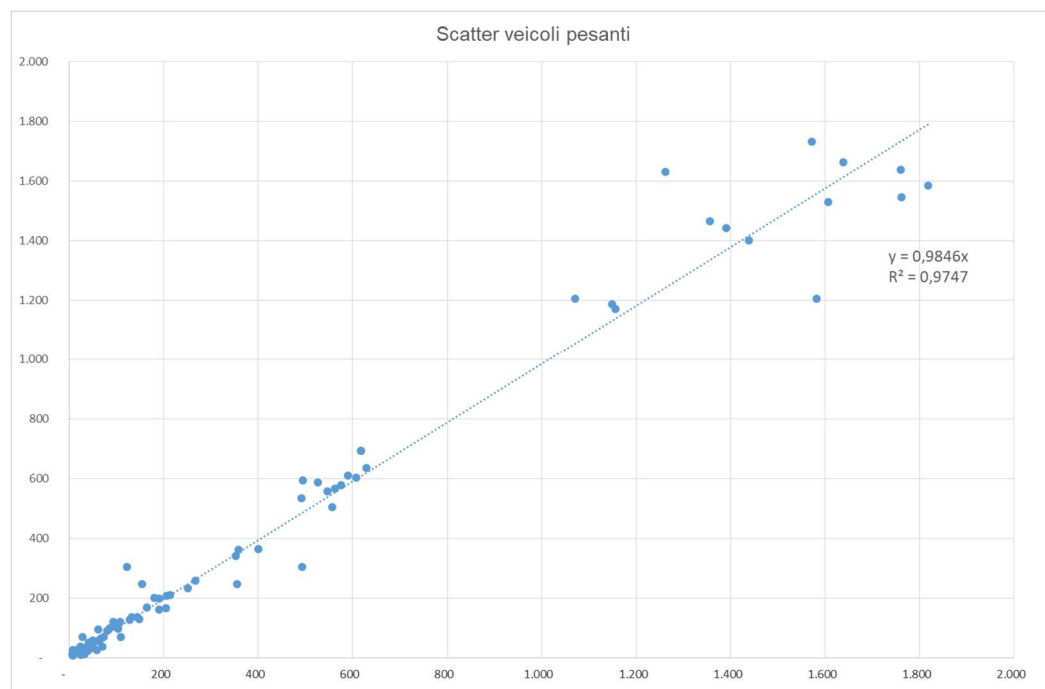
In base alla tabella precedente, alla consistenza del parco veicolare dei mezzi pesanti distinto per portata utile (Fonte ACI – Anno 2011), e dai dati di Tonnellate/Km trasportate in Italia distinto per classi di percorrenza (Fonte Conto Nazionale dei Trasporti – Anno 2015), è stato calcolato Il valore 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.

2.4 CALIBRAZIONE E ASSEGNAZIONE DEL MODELLO LOCALE

Le figure seguenti mostrano la correlazione, per i due differenti segmenti di domanda, veicoli leggeri e veicoli pesanti, dei flussi simulati sulla rete rispetto a quelli conteggiati nelle sezioni di rilievo stradale ottenute a seguito della calibrazione del modello di domanda/offerta di trasporto.





Si deve tenere presente che le matrici di domanda ottenute dalla calibrazione sono da ritenersi significative, per l'area di studio, degli spostamenti tra le zone di un giorno feriale medio, all'anno di riferimento 2018 (anno dei dati di rilievo utilizzati).

Complessivamente la domanda di trasporto, a seguito della calibrazione, è caratterizzata da:

- 299.059 spostamenti di veicoli leggeri passeggeri tra le diverse zone di traffico;
- 10.284 spostamenti di veicoli pesanti merci tra le diverse zone di traffico.

3 GLI INDICATORI DI AREA ED I LIVELLI DI SERVIZIO DELL'ATTUALE S.S.389 NELLA TRATTA DI PROGETTO – 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 figura seguente mostra, su scala locale, i risultati dell'assegnazione della domanda di trasporto all'offerta di trasporto simulata, espressa in figura come somma effettiva dei veicoli Leggeri e Pesanti (non è applicato il coefficiente di equivalenza); l'immagine evidenzia i flussi sulla rete di trasporto stradale simulata nella situazione attuale in funzione dei risultati della calibrazione esposti precedentemente e dei parametri assunti alla base del modello di assegnazione adottato.

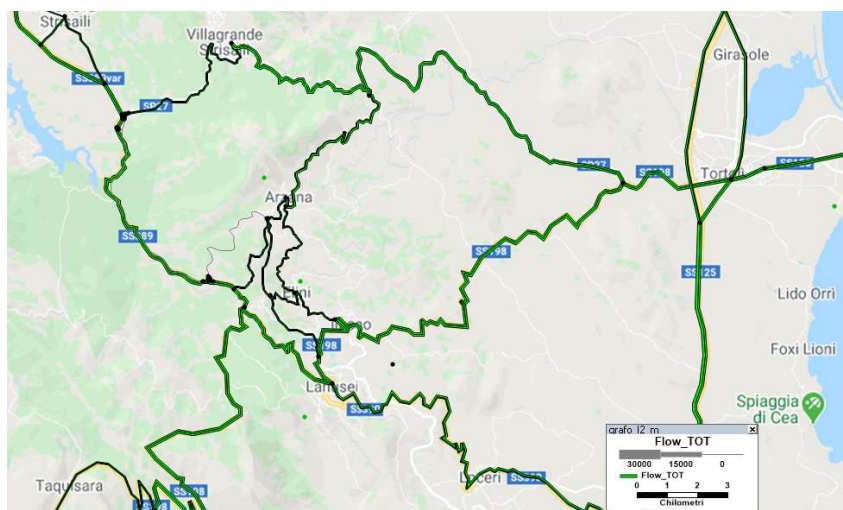


Figura 11. Flussogramma espresso come somma di veicoli Leggeri e Pesanti - anno 2018

La calibrazione, e conseguente 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.

La verifica della situazione attuale, corrispondente all’anno 2018 a cui fanno riferimento i rilievi di traffico disponibili, 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, riportati agli scenari futuri di domanda di trasporto attraverso opportuni tassi di proiezione della domanda di mobilità (scenari di riferimento) sono funzionali al confronto con i corrispondenti indicatori degli scenari infrastrutturali futuri di offerta di progetto (scenari di progetto) e sono da input per le verifiche di sostenibilità economica del progetto attraverso l’Analisi Costi Benefici.

La tabella seguente evidenzia le percorrenze ed il tempo speso in rete complessivo giornaliero nella situazione attuale.

Scenario Attuale – Anno 2018 –indicatori di area giornalieri	
Leggeri Veicoli*Km	159.003
Leggeri Veicoli*h	3.564
Pesanti Veicoli*Km	4.911
Pesanti Veicoli*h	134
Velocità Leggeri (km/h)	44,6
Velocità Pesanti (km/h)	36,6

I flussi simulati da modello all’attualità (2018) sul tratto della S.S.389 sotteso al progetto (all’incirca dal km 171+200 al km 178+000) restituiscono dei valori di **2.121 veicoli/giorno**, espressi in veicoli efficaci.

Per veicoli efficaci si intende il volume di traffico medio in grado di fornire le percorrenze complessive sull’intera infrastruttura ($\sum \text{veicoli} \cdot \text{Km} / \sum \text{Km}$).

Strada	Denominazione	dal Km	al km	Leggeri (veic./giorno)	Pesanti (veic./giorno)	Totali (veic./giorno)	Anno
SS389	DI BUDDUSO' E DEL CORREBOI	172,200	178,000	2.064	57	2.121	2018

Ulteriore elemento di valutazione determinato dalla simulazione della situazione attuale è la verifica

di funzionalità delle infrastrutture stradali attraverso l'analisi del Livelli di Servizio. Nello specifico l'analisi è stata svolta per la S.S.389 oggetto dello studio al fine di verificarne le criticità attuali e verificare l'impatto futuro sull'infrastruttura delle alternative di progetto che si stanno analizzando.

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 pari a C per la sezione tipo C1 cui è assimilabile la S.S.389 attuale nella tratta sottesa l'intervento richiesto.

Applicando la procedura di calcolo del Livello di Servizio, dettagliatamente spiegata nello specifico paragrafo riportato successivamente, al tratto della S.S.389 sotteso dal progetto (TGM di 2.064 leggeri e 57 pesanti), si ottengono i seguenti risultati.

Anno 2018	TGM Leggeri	TGM Pesanti	Veicoli eq. Ora Punta Totali	Velocità media viag- gio (Km/h)	Percentuale tempo in coda	Livello di Servizio
S.S.389	2.064	57	177	42,3	39,6	E per velocità media B per percentuale di tempo in coda

I risultati evidenziando uno stato della mobilità dell'infrastruttura che per le ore di punta registra un Livello di Servizio peggiore rispetto a quanto richiesto dalla norma per via della limitata velocità consentita a causa della ridotta sezione e della tortuosità del tracciato mentre non si registrano fenomeni di accodamento visti i bassi volumi di traffico che interessano l'asse.

4 GLI SCENARI FUTURI DI DOMANDA – CRESCITA DELLA MOBILITÀ DELL'AREA

Al fine di valutare l'entità dei flussi che potranno interessare i territori compresi nell'Area di Studio, si sono ricostruiti gli orizzonti temporali futuri di crescita della domanda.

Come periodo temporale di previsione della domanda di trasporto complessiva merci e passeggeri sono stati considerati diversi orizzonti temporali a partire dai traffici stimati all'attualità. In particolare si sono ricostruiti gli orizzonti temporali di crescita della domanda all'anno 2027, in cui si prevede l'entrata in esercizio dell'infrastruttura di progetto, fino a 10 anni dall'entrata in esercizio dell'intervento.

La figura successiva mostra l'andamento della curva di crescita della domanda passeggeri e merci adottata.

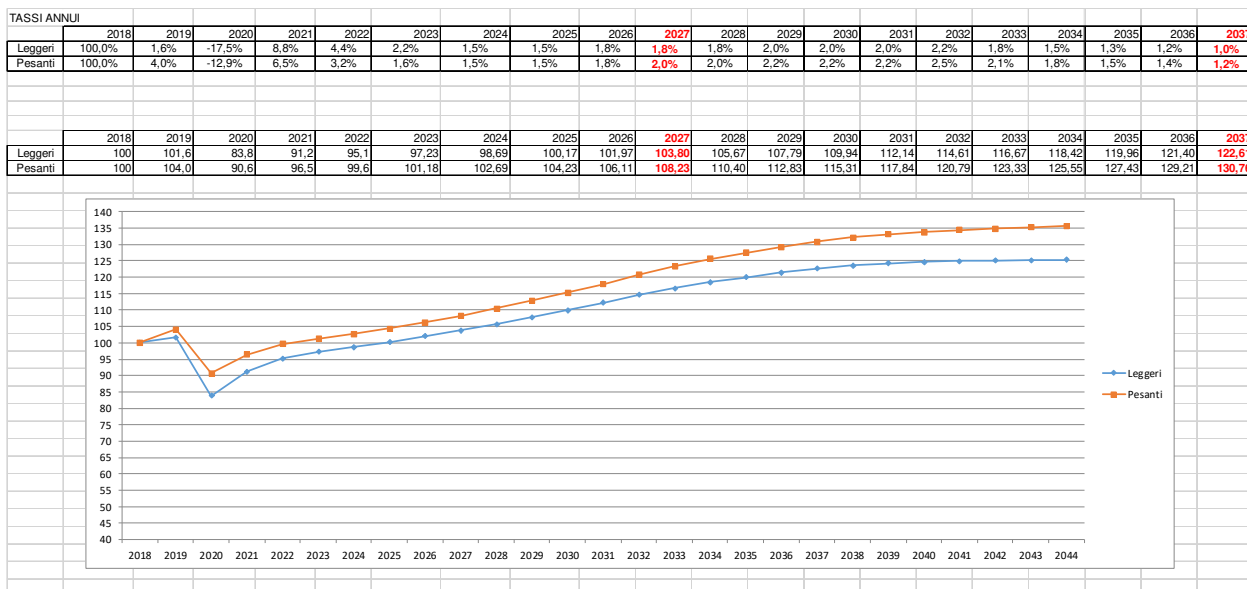


Figura 12. Curva di crescita della domanda

Nella curva di crescita è stato stimato l'impatto sulla mobilità nel 2020 dell'emergenza sanitaria nazionale, stimando la riduzione media annua della mobilità in base ai dati misurati dei primi cinque mesi dell'anno. Inoltre, agli orizzonti futuri, si è ipotizzato, coerentemente con altre crisi economiche precedenti, in un quinquennio il tempo necessaria a ritornare ai traffici medi annui del periodo pre-crisi.

L'andamento tracciato corrisponde ad un tasso medio annuo di crescita dal 2018 al 2037 dell'0,81% per la domanda Passeggeri (veicoli Leggeri) e del 1,03% per la domanda Merci (veicoli Pesanti).

Complessivamente, dal 2018 (anno dei dati di rilievo di traffico a cui è stato calibrato il modello) all'entrata in esercizio dell'infrastruttura di progetto, si stima una crescita del **3,8% della domanda passeggeri** e dell'**8,23% di quella merci**.

5 GLI INDICATORI DI AREA ED I LIVELLI DI SERVIZIO DELL'ATTUALE S.S.389 AGLI ORIZZONTI FUTURI – SCENARIO DI RIFERIMENTO

Gli scenari di Riferimento, ovvero a domanda proiettata negli anni ed offerta di trasporto senza infrastruttura di progetto, sono funzionali a stimare la crescita della congestione nell'area di Studio e sull'asse più strettamente interessato all'intervento e fornire gli indicatori di area (veicoli*Km e veicoli*h) da mettere a confronto con gli scenari infrastrutturali di progetto alle stesse annualità di input all'Analisi Costi Benefici.

La tabella seguente mostra i risultati di area ai due orizzonti temporali analizzati (entrata in esercizio e dieci anni dall'entrata in esercizio).

Scenario di Riferimento–indicatori di area giornalieri		
Indicatori	Anno 2027	Anno 2037
Leggeri Veicoli*Km	165.052	194.960
Leggeri Veicoli*h	3.744	4.449
Pesanti Veicoli*Km	5.315	6.422
Pesanti Veicoli*h	147	180
Velocità Leggeri (km/h)	44,08	43,82
Velocità Pesanti (km/h)	36,25	35,72

Nello scenario di riferimento all'entrata in esercizio della nuova variante, ossia nell'ipotesi che al 2027 non venga realizzato il nuovo asse, sulla base della curva di crescita di domanda ipotizzata, si stima che il tratto sotteso della S.S.389 esistente si carichi di **2.204 veicoli/giorno**.

Strada	Estesa (km)	Leggeri (veic./giorno)	Pesanti (veic./giorno)	Totali (veic./giorno)	Anno
Tratto esistente S.S.389					
Scenario di riferimento (senza nuova variante)	5,8	2.143	62	2.204	2027

Infine la tabella seguente riporta la verifica del Livello di servizio della S.S.127 nella tratta direttamente interessata al progetto al 2027, anno in cui saranno effettuate le verifiche di funzionalità dell'asse di progetto.

Anno 2027	TGM Leggeri	TGM Pesanti	Veicoli eq. Ora Punta Totali	Velocità media viaggio (Km/h)	Percentuale tempo in coda	Livello di Servizio
S.S.389	2.143	62	184	42,1	40,3	E per velocità media B per percentuale di tempo in coda

I risultati evidenziano un lieve incremento della mobilità nell'area, coerentemente con la modesta crescita di domanda stimata, le criticità rilevate sono relative alle basse velocità medie che comportano lunghi tempi di percorrenza.

Lungo la S.S.389 si evidenziano Livelli di Servizio al 2027 identici alla situazione attuale in termini di indicatori che lo determinano (velocità media di viaggio e percentuale di tempo in coda), la crescita dei traffici fa rimanere il Livello di Servizio all'interno del range di valutazione complessiva riscontrato nella situazione attuale.

6 ANALISI DEGLI SCENARI DI PROGETTO (2027 E 2037)

La nuova infrastruttura presenta una sezione tipo di larghezza complessiva di 10,50m, caratterizzata da una corsia per senso di marcia di larghezza di 3,75m, per un'estesa di circa 5,9 km. In tale configurazione di progetto si ipotizza che il tracciato si inserisca nel territorio connettendosi alla rete esistente e in progetto attraverso 2 nuove rotatorie.

Nella figura seguente si riportano le caratteristiche fisiche e funzionali della nuova piattaforma di progetto come previsto dal Decreto 5 novembre 2001 recante "Norme funzionali e Geometriche per la costruzione delle strade".

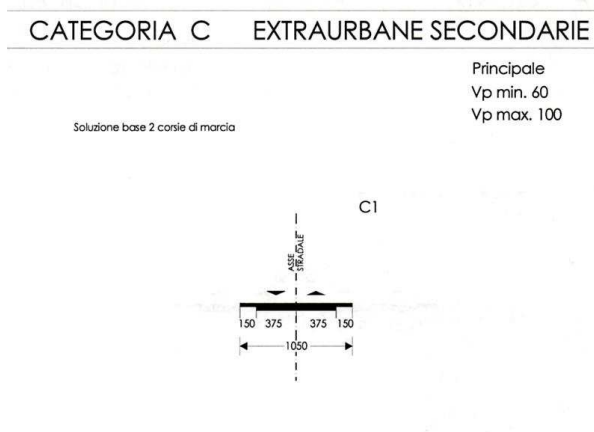


Figura 13 Sezioni tipo di progetto (DM n.6792/2001)

L'opera si inserisce nel territorio connettendosi al km 171+200 della S.S.389 "di Buddusò e del Correboi" e al km 51 della S.S.389VAR con una rotatoria a quattro braccia che riprogetta il bivio con la S.P.27 per Villagrande Strisaili, poi segue un tracciato in variante che si sviluppa verso sud lungo il corridoio dell'esistente statale fino a terminare al bivio con la strada Comunale per Arzana al km 178 circa della strada statale con un'altra rotatoria a quattro braccia.

Le intersezioni a rotatoria hanno diametro esterno di 50m.

La figura seguente mostra i risultati dell'assegnazione della domanda di trasporto all'offerta di trasporto simulata, con la nuova variante in esercizio ed in particolare la variazione della mobilità

nell'area di studio per effetto del nuovo asse stradale di progetto, che determina una scelta di percorso alternativa per compiere lo spostamento per effetto del potenziamento dell'offerta stradale. Il flussogramma è riportato all'anno 2027 di entrata in esercizio.

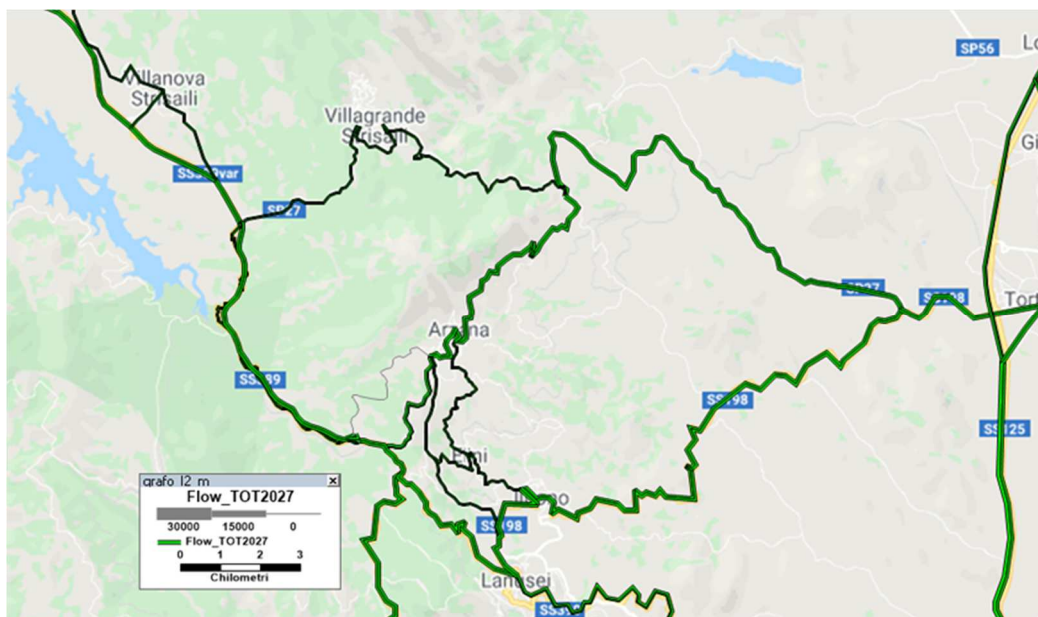


Figura 14 Flussogramma scenario di progetto (veicoli totali) –anno 2027



Figura 15 Flussogramma nuovo asse di progetto (veicoli totali) –anno 2027

Come evidenziato dal dettaglio del flussogramma del nuovo asse di progetto la strada comunale per Arzana presenta flussi nulli. I flussi riprodotti da modello infatti, usano il bivio di Arzana posto a circa 600m più a sud dell'intersezione di progetto costituito dall'innesto a T della S.P.23 (al km 178+600circa) come viabilità di accesso per Arzana dalla S.S.389.

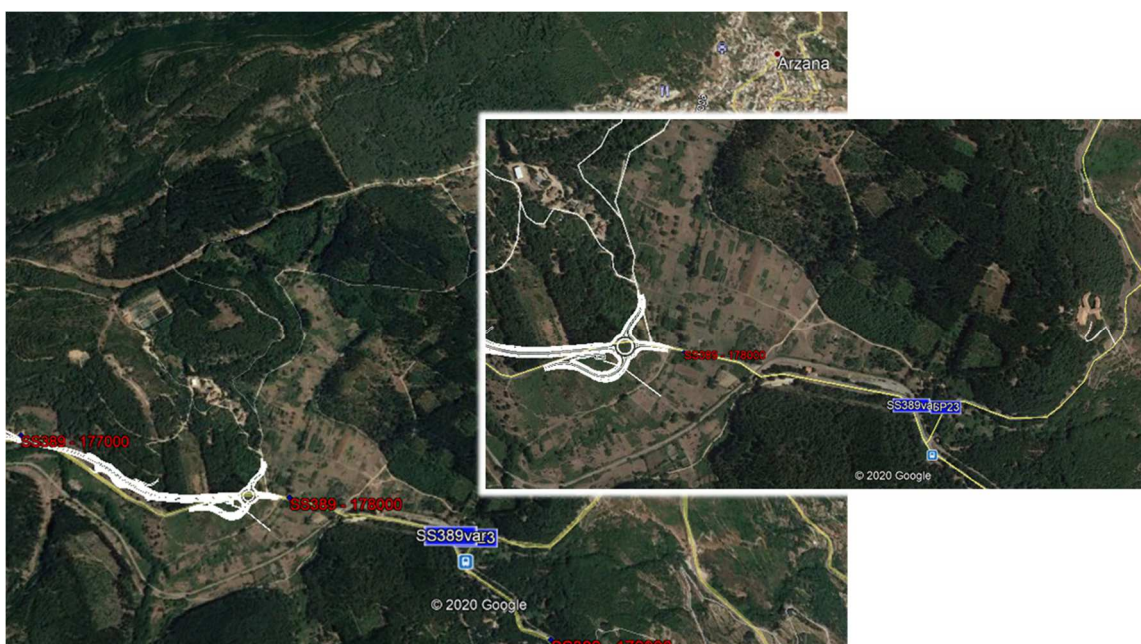


Figura 16 rotatoria sud di progetto e bivio di Arzana con la S.P.23

Il modello di Domanda/Offerta adottato non consente di stimare il traffico intercettato dalla strada comunale della rotatoria sud, anche a causa della mancanza di poli attrattori/generatori di traffico di una certa consistenza nel territorio su cui ricade il progetto che rendessero necessaria una discretizzazione dell'area di studio in un numero maggiore di zone di traffico, tuttavia:

- vista l'entità contenuta della mobilità dell'area;
- visti i bassi traffici rilevati sulla statale oggetto di intervento ed i conseguenti altrettanto contenuti traffici dell'asse di progetto;
- viste le riserve di capacità risultanti sulla rotatoria nelle verifiche riportate per il calcolo del livello di servizio, per le quali si rinvia allo specifico paragrafo prodotto;

si può ritenere che sicuramente i flussi che potrebbero insistere sulla strada comunale di Arzana non saranno tali da comportare un livello di servizio non a norma per l'asse di progetto e le configurazioni degli svincoli.

Le tabelle successive con gli indicatori di rete sono riportate sia al 2027, sia al 2037, orizzonte di medio termine, consentendo di valutare l'impatto complessivo del progetto sulla mobilità dell'area in termini di indicatori di rete (veicoli*Km e veicoli*h).

Scenario di Progetto–indicatori di area giornalieri		
Indicatori	Anno 2027	Anno 2037
Leggeri Veicoli*Km	166.242	196.366
Leggeri Veicoli*h	3.490	4.135
Pesanti Veicoli*Km	5.546	6.700
Pesanti Veicoli*h	137	167
Velocità Leggeri (km/h)	47,63	47,49
Velocità Pesanti (km/h)	40,47	40,15

I risultati evidenziano come l'infrastruttura di progetto sia correttamente dimensionata rispetto ad i traffici attesi e come l'intervento determini un impatto nell'area di studio che, pur se contenuto, per via della limitata estensione dell'asse di progetto e della contenuta domanda di mobilità che interessa l'asse ed in generale l'area di studio, risulta positivo in termini di riduzione dei tempi di percorrenza spesi in rete nell'area di studio.

Infatti dal confronto tra lo scenario di progetto e quello di riferimento si registra una variazione delle percorrenze complessive di rete (veicoli*Km leggeri + veicoli*Km pesanti) dello 0,56% ed una riduzione dei tempi complessivamente spesi in rete (veicoli*h leggeri + veicoli*h pesanti) del -6,1%, con una velocità media di percorrenza che si incrementa di circa 3,5 Km/h per i veicoli leggeri e di circa 4 Km/h per i veicoli pesanti al 2027. I risultati al 2037 sono pressoché analoghi.

I flussi simulati da modello sul nuovo asse restituiscono all'entrata in esercizio dei valori di **traffico giornaliero medio totale** di circa **2.939 veicoli/giorno**.

Sul **tratto della S.S.389 esistente** sotteso dall'intervento si stima che rimanga solo una piccola quota di traffico locale, **52 veicoli/giorno**, espressi in veicoli efficaci.

Per veicoli efficaci si intende il volume di traffico medio in grado di fornire le percorrenze complessive sull'intera infrastruttura ($\sum \text{veicoli} \cdot \text{Km} / \sum \text{Km}$).

Strada	Estesa (km)	Leggeri (veic./giorno)	Pesanti (veic./giorno)	Totali (veic./giorno)	Anno
Nuova variante alla S.S.389	5,6	2.828	111	2.939	2027
Tratto esistente S.S.389	5,8	52	0	52	2027

Considerando i flussi che insistono sul tratto esistente della S.S.389 all'entrata in esercizio della variante si nota come, nel **funzionamento complessivo il nuovo asse scarica completamente l'esistente statale identificando di fatto un nuovo corridoio di transito in continuità con la S.S.389VAR già ammodernata.**

Dal confronto tra lo scenario di riferimento e lo scenario di progetto si nota che il sistema stradale formato dal nuovo asse di progetto in prosecuzione con la S.S.389VAR esistente genera un incremento dei flussi catturati totali di circa il 35% per via della velocizzazione che determina l'acquisizione di quota di traffico da percorsi alternativi.

6.1 ANALISI DEL LIVELLO DI SERVIZIO IN ASSE

A questo punto, ottenuti i flussi simulati da modello, 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 pari a C per la sezione tipo C1.

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 seguente figura.

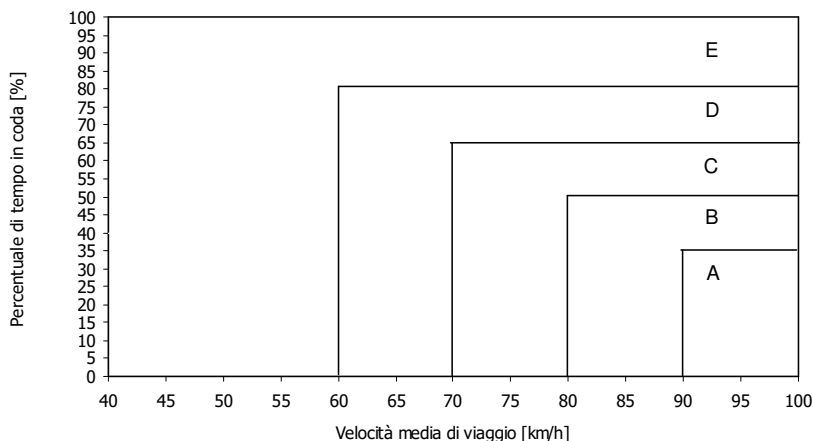


Figura 17. Valori limite per le zone di LOS (Highway Capacity Manual)

I calcoli sono stati applicati, seguendo la procedura indicata dall'HCM, al tratto esistente della S.S.389 all'attualità (2018) e al tratto esistente della S.S.389 al 2027 (scenario di riferimento) in

assenza della nuova variante di progetto e al tratto di progetto in variante; in particolare:

- al 2018 l'esistente statale nel tratto oggetto di progetto si carica di un flusso bidirezionale, pari a 177 veicoli equivalenti in ora di punta

SS389 "di Buddusò e del Correboi" dal km 171+200 al km 178+000 - anno 2018						
Singole voci di calcolo						
Definizione	Valore input	Descrizione	Definizione	Valore		
BVFL	60	Velocità a flusso libero in condizioni base	VFL	49,7	Velocità media viaggio	
fcb	10,3	riduzione velocità per larghezza corsie	fhv	0,96		
fa	0	riduzione velocità per punti di accesso	Q	258,6		
VHP	177	Volume orario di progetto	Vs	42,3		
phf	1	fattore ora punta				
fg	0,71	Coefficiente altimetrico per velocità media	fhv	0,98	Percentuale tempo in coda	
fg	0,77	Coefficiente altimetrico per percentuale tempo in coda	Q	234,2		
Pt	0,03	Percentuale mezzi pesanti	BPTC	18,60		
Pr	0	Percentuale veicoli turistici	PTC	39,60		
Et	2,5	Coefficiente equivalenza pesanti per velocità media				
Er	0	Coefficiente equivalenza turistici per velocità media				
Et	1,8	Coefficiente equivalenza pesanti per percentuale tempo in coda	LdS	E per velocità media		
Er	0	Coefficiente equivalenza turistici per percentuale tempo in coda	LdS	B per percentuale di tempo in coda		
fnp	4,2	coefficiente riduzione velocità media viaggio				
fd/np	21	fattore correttivo tempo in coda				

- al 2027 si stima che in assenza della nuova variante di progetto sull'esistente statale ci sia un flusso bidirezionale pari a 184 veicoli equivalenti in ora di punta

SS389 "di Buddusò e del Correboi" dal km 171+200 al km 178+000 - anno 2027						
Singole voci di calcolo						
Definizione	Valore input	Descrizione	Definizione	Valore		
BVFL	60	Velocità a flusso libero in condizioni base	VFL	49,7	Velocità media viaggio	
fcb	10,3	riduzione velocità per larghezza corsie	fhv	0,96		
fa	0	riduzione velocità per punti di accesso	Q	269,7		
VHP	184	Volume orario di progetto	Vs	42,1		
phf	1	fattore ora punta				
fg	0,71	Coefficiente altimetrico per velocità media	fhv	0,98	Percentuale tempo in coda	
fg	0,77	Coefficiente altimetrico per percentuale tempo in coda	Q	244,0		
Pt	0,03	Percentuale mezzi pesanti	BPTC	19,30		
Pr	0	Percentuale veicoli turistici	PTC	40,30		
Et	2,5	Coefficiente equivalenza pesanti per velocità media				
Er	0	Coefficiente equivalenza turistici per velocità media				
Et	1,8	Coefficiente equivalenza pesanti per percentuale tempo in coda	LdS	E per velocità media		
Er	0	Coefficiente equivalenza turistici per percentuale tempo in coda	LdS	B per percentuale di tempo in coda		
fnp	4,2	coefficiente riduzione velocità media viaggio				
fd/np	21	fattore correttivo tempo in coda				

- al 2027 si stima che il **nuovo asse** avrà un valore del flusso bidirezionale, pari a **249 veicoli equivalenti** in ora di punta e restituisce un **livello di servizio** pari a **B**;

Variante alla SS389 dal km 171+200 al km 178+000 - anno 2027					
Singole voci di calcolo					
Definizione	Valore input	Descrizione	Definizione	Valore	
BVFL	90	Velocità a flusso libero in condizioni base	VFL	87,9	Velocità media viaggio
fcb	2,1	riduzione velocità per larghezza corsie	fhv	0,97	
fa	0	riduzione velocità per punti di accesso	Q	255,1	
VHP	249	Volume orario di progetto	Vs	79,9	
phf	1	fattore ora punta	fhv	1,00	Percentuale tempo in coda
fg	1	Coefficiente altimetrico per velocità media	Q	249,4	
fg	1	Coefficiente altimetrico per percentuale tempo in coda	BPTC	19,69	
Pt	0,04	Percentuale mezzi pesanti	PTC	41,19	
Pr	0	Percentuale veicoli turistici	LdS	B per velocità media	
Et	1,7	Coefficiente equivalenza pesanti per velocità media	LdS	B per percentuale di tempo in coda	
Er	0	Coefficiente equivalenza turistici per velocità media			
Et	1,1	Coefficiente equivalenza pesanti per percentuale tempo in coda			
Er	0	Coefficiente equivalenza turistici per percentuale tempo in coda			
fnp	4,8	coefficiente riduzione velocità media viaggio			
fd/np	21,5	fattore correttivo tempo in coda			

- al 2037 si stima il **nuovo asse** avrà un valore del flusso bidirezionale, pari a **294 veicoli equivalenti** in ora di punta e restituisce un **livello di servizio** sempre pari a **B**.

Variante alla SS389 dal km 171+200 al km 178+000 - anno 2037					
Singole voci di calcolo					
Definizione	Valore input	Descrizione	Definizione	Valore	
BVFL	90	Velocità a flusso libero in condizioni base	VFL	87,9	Velocità media viaggio
fcb	2,1	riduzione velocità per larghezza corsie	fhv	0,97	
fa	0	riduzione velocità per punti di accesso	Q	302,1	
VHP	294	Volume orario di progetto	Vs	79,1	
phf	1	fattore ora punta	fhv	1,00	Percentuale tempo in coda
fg	1	Coefficiente altimetrico per velocità media	Q	295,3	
fg	1	Coefficiente altimetrico per percentuale tempo in coda	BPTC	22,86	
Pt	0,04	Percentuale mezzi pesanti	PTC	44,96	
Pr	0	Percentuale veicoli turistici	LdS	B per velocità media	
Et	1,7	Coefficiente equivalenza pesanti per velocità media	LdS	B per percentuale di tempo in coda	
Er	0	Coefficiente equivalenza turistici per velocità media			
Et	1,1	Coefficiente equivalenza pesanti per percentuale tempo in coda			
Er	0	Coefficiente equivalenza turistici per percentuale tempo in coda			
fnp	5	coefficiente riduzione velocità media viaggio			
fd/np	22,1	fattore correttivo tempo in coda			

La verifica del dimensionamento attraverso il calcolo del livello di servizio restituisce quindi all'entrata in esercizio un **indice della qualità della circolazione**, adottando una sezione tipo **C1**, che **rispetta le richieste della norma** per l'alternativa di progetto studiata.

I **Livelli di Servizio** sono soddisfatti anche nel periodo a più elevata stagionalità, considerando la modesta entità dei traffici che interessa l'asse di progetto.

- con l'incremento stagionale del 32% restituito dalle postazioni di rilievo si stima al 2027 che il **nuovo asse** avrà un valore del flusso bidirezionale, pari a **306 veicoli equivalenti** in ora di punta e restituisce un **livello di servizio** pari a **C**

Variante alla SS389 dal km 171+200 al km 178+000 - anno 2027					
Singole voci di calcolo					
Definizione	Valore input	Descrizione	Definizione	Valore	
BVFL	90	Velocità a flusso libero in condizioni base	VFL	87,9	Velocità media viaggio
fcB	2,1	riduzione velocità per larghezza corsie	fhv	0,97	
fa	0	riduzione velocità per punti di accesso	Q	313,8	
VHP	306	Volume orario di progetto	Vs	78,7	
phf	1	fattore ora punta			
fg	1	Coefficiente altimetrico per velocità media	fhv	1,00	Percentuale tempo in coda
fg	1	Coefficiente altimetrico per percentuale tempo in coda	Q	306,8	
Pt	0,04	Percentuale mezzi pesanti	BPTC	23,64	
Pr	0	Percentuale veicoli turistici	PTC	46,04	
Et	1,7	Coefficiente equivalenza pesanti per velocità media			
Er	0	Coefficiente equivalenza turistici per velocità media	LdS	C per velocità media	
Et	1,1	Coefficiente equivalenza pesanti per percentuale tempo in coda	LdS	B per percentuale di tempo in coda	
Er	0	Coefficiente equivalenza turistici per percentuale tempo in coda			
fnp	5,25	coefficiente riduzione velocità media viaggio			
fd/np	22,4	fattore correttivo tempo in coda			

- con l'incremento stagionale del 32% restituito dalle postazioni di rilievo si stima al **2037** che il **nuovo asse** avrà un valore del flusso bidirezionale, pari a **362 veicoli equivalenti** in ora di punta e restituisce un **livello di servizio** pari a **C**

Variante alla SS389 dal km 171+200 al km 178+000 - anno 2037					
Singole voci di calcolo					
Definizione	Valore input	Descrizione	Definizione	Valore	
BVFL	90	Velocità a flusso libero in condizioni base	VFL	87,9	Velocità media viaggio
fcB	2,1	riduzione velocità per larghezza corsie	fhv	0,97	
fa	0	riduzione velocità per punti di accesso	Q	371,6	
VHP	362	Volume orario di progetto	Vs	77,2	
phf	1	fattore ora punta			
fg	1	Coefficiente altimetrico per velocità media	fhv	1,00	Percentuale tempo in coda
fg	1	Coefficiente altimetrico per percentuale tempo in coda	Q	363,2	
Pt	0,04	Percentuale mezzi pesanti	BPTC	27,33	
Pr	0	Percentuale veicoli turistici	PTC	50,43	
Et	1,7	Coefficiente equivalenza pesanti per velocità media			
Er	0	Coefficiente equivalenza turistici per velocità media	LdS	C per velocità media	
Et	1,1	Coefficiente equivalenza pesanti per percentuale tempo in coda	LdS	B per percentuale di tempo in coda	
Er	0	Coefficiente equivalenza turistici per percentuale tempo in coda			
fnp	6,1	coefficiente riduzione velocità media viaggio			
fd/np	23,1	fattore correttivo tempo in coda			

6.2 ANALISI DEL 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 quella della configurazione di progetto, le verifiche sono state condotte adottando due differenti metodi di verifica, SETRA¹ e HCM 2010, in due orizzonti temporali: all'entrata in esercizio ed a dieci anni dall'esercizio.

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 18).

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 stradali²

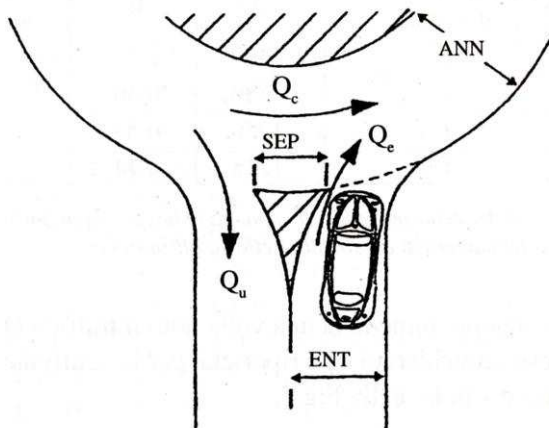


Figura 18. Elementi per il calcolo della capacità (normativa francese)

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

¹ Service d'Etudes Techniques des Route set Autoroutes, pubblicata nel 1987

² 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.

che percorre l'anello Q_c sia 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 rotatoria in termini di livello di servizio e quindi stimare gli effetti che l'intersezione avrà sui flussi veicolari. In Tabella è stato riportato la condizione di esercizio della rotatoria in funzione della riserva di capacità RC(%).

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

Tabella 1

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.

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

Note: ^a For approaches and intersectionwide assessment, LOS is defined solely by control delay.

Exhibit 21-1
 LOS Criteria: Automobile Mode

Figura 19. Criteri di assegnazione del LoS per le intersezioni a rotatoria (FONTE: Highway Capacity Manual 2010)

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.

La capacità di ingresso di un braccio, nel caso di una singola corsia in ingresso ed una corsia sull'anello, è data dalla formula riportata nella figura seguente.

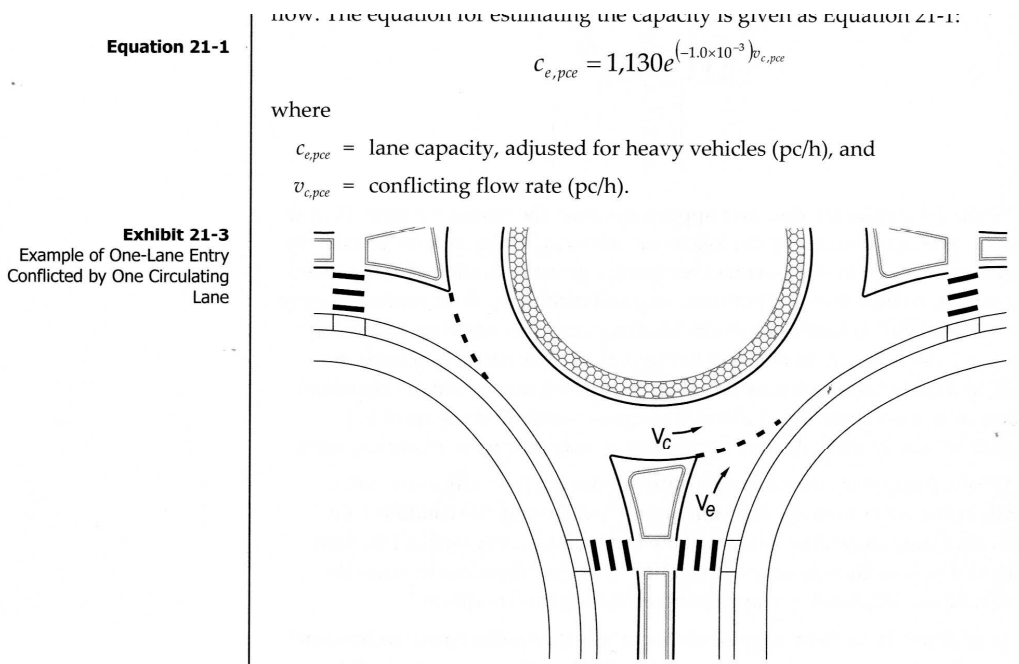


Figura 20. Capacità d'ingresso del braccio di una rotonda (FONTE: Highway Capacity Manual 2010)

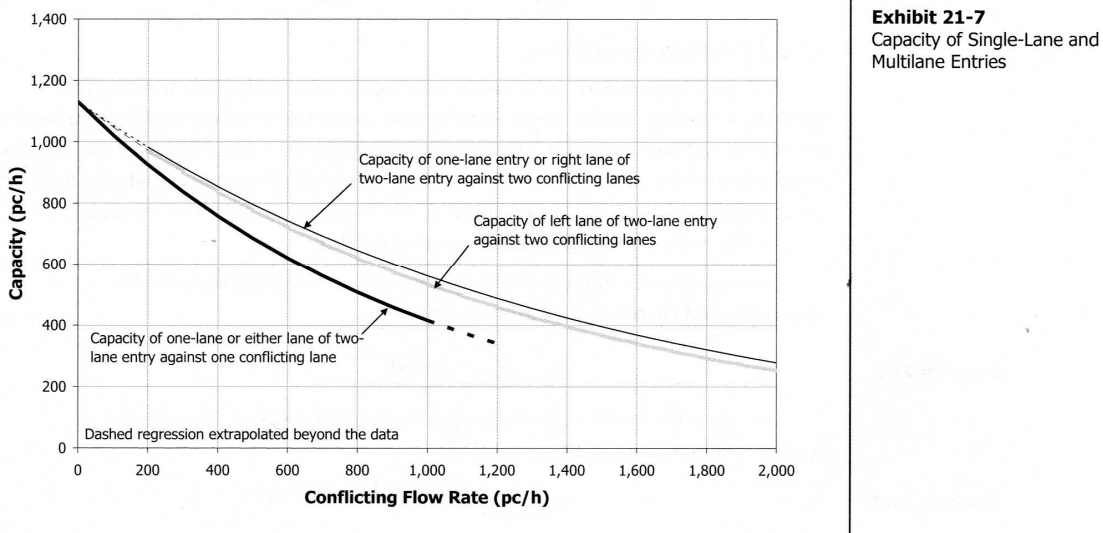


Figura 21. Capacità in funzione del numero di corsie dell'anello (FONTE: Highway Capacity Manual 2010)

Il tempo di attesa all'ingresso di un braccio, invece, è dato dalla formula riportata nella figura seguente.

Highway Capacity Manual 2010

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

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.

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

Figura 22. 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 tabella seguente.

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

Tabella 2 Tabella per l’assegnazione del Los (Fonte HCM 2010)

Infine si può calcolare la lunghezza della coda (in veicoli) al 95° percentile, con la seguente formula, 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_{95} = 95th percentile queue (veh),

x = volume-to-capacity ratio of the subject lane,

c = capacity of the subject lane (veh/h), and

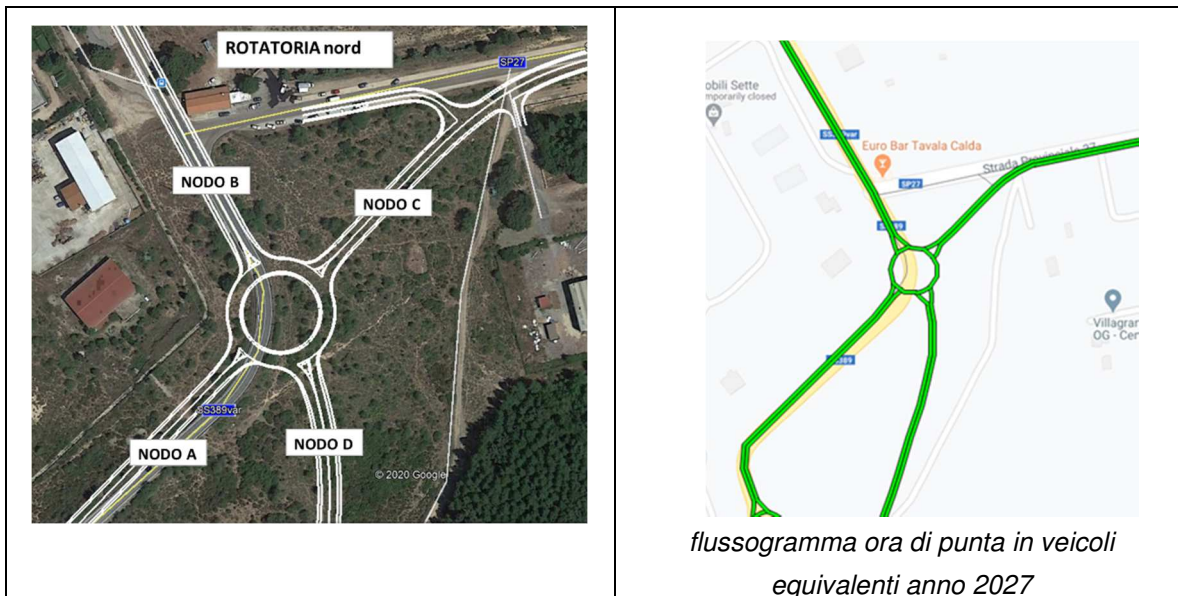
T = time period (h) ($T = 1$ for a 1-h analysis, $T = 0.25$ for a 15-min analysis).

Figura 23. Lunghezza della coda in veicoli equivalenti (FONTE: Highway Capacity Manual 2010)

Applicando i due metodi di verifica ai nodi delle rotatorie di progetto, si osserva, come riportato nelle tabelle esplicative successive, che **all'entrata in esercizio le configurazioni adottate restituiscono una qualità della circolazione che rispetta la norma.**

In particolare tutti i nodi dei bracci di accesso alle due rotatorie di progetto, evidenziati nelle figure seguenti, hanno restituito sia al 2027, sia al 2037, un LoS pari ad A che è rappresentativo di un ritardo molto breve, al di sotto dei 10 secondi per veicolo. Questo livello di servizio si ha quando la progressione è estremamente "favorevole" e la maggior parte dei veicoli in arrivo non si ferma del tutto nell'immissione alla rotatoria.

Si precisa che i Livelli di Servizio sono soddisfatti anche nel periodo a più elevata stagionalità, considerando la modesta entità dei traffici che interessano le due intersezioni, sebbene le verifiche non siano state materialmente inserite.

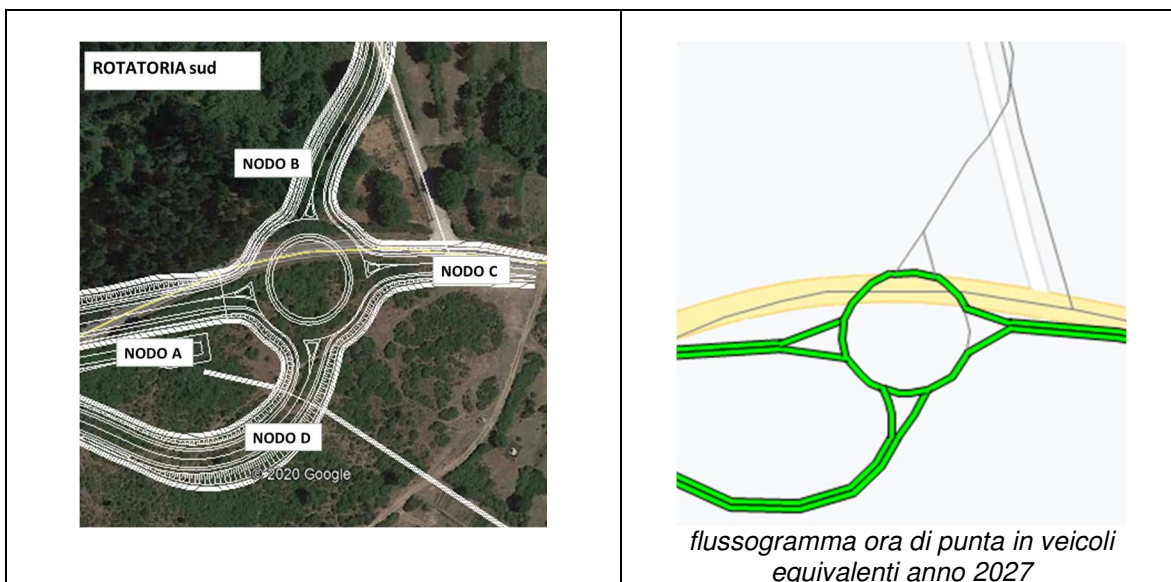


Nodo A. rotonda nord su nuova S.S.389		anno 2027	anno 2037
		Veicoli Equivalenti	Veicoli Equivalenti
Flusso uscente dalla rotonda sul braccio in analisi	Qu (veic./h)	2	2
Flusso in circolo sull'anello	Qc (veic./h)	132	157
Flusso entrante in rotonda	Qi (veic./h)	2	2
Metodo SETRA			
Larghezza isola spartitraffico	SEP	5,5	5,5
Larghezza carreggiata dell'anello	ANN	6,0	6,0
Larghezza semicarreggiata del braccio dietro il primo veicolo in accodamento	ENT	3,5	3,5
Traffico uscente equivalente	Q1u	1	1
Traffico complessivo di disturbo	Qd	155	185
Capacità del braccio di immissione	C	1.221	1.201
Riserva di capacità	Rc	975	959
	Rc%	99,8%	99,8%
Giudizio sul livello di funzionalità		Fluida	Fluida
Metodo HCM 2010			
tempo di attesa all'ingresso in rotonda (s/veic.)	d	4	4
capacità della singola corsia in ingresso, con una corsia sull'anello (veic./h)	c	990	966
periodo di tempo di analisi (h)	T	1	1
rapporto flusso – capacità	x=v/c	0,00	0,00
Livello di servizio	LoS	A	A
LUNGHEZZA CODA			
lunghezza della coda - formula semplificata di Little (veic.)	L	0	0
lunghezza della coda (in veicoli) al 95° percentile (veic.)	Q95	0	0

Nodo B. rotonda nord su nuova S.S.389		anno 2027	anno 2037
		Veicoli Equivalenti	Veicoli Equivalenti
Flusso uscente dalla rotonda sul braccio in analisi	Qu (veic./h)	133	158
Flusso in circolo sull'anello	Qc (veic./h)	1	1
Flusso entrante in rotonda	Qi (veic./h)	134	158
Metodo SETRA			
Larghezza isola spartitraffico	SEP	6,0	6,0
Larghezza carreggiata dell'anello	ANN	6,0	6,0
Larghezza semicarreggiata del braccio dietro il primo veicolo in accodamento	ENT	4,0	4,0
Metodo HCM 2010			
Traffico uscente equivalente	Q1u	80	95
Traffico complessivo di disturbo	Qd	63	75
Capacità del braccio di immissione	C	1.350	1.341
Riserva di capacità	Rc	946	915
	Rc%	87,6%	85,3%
Giudizio sul livello di funzionalità		Fluida	Fluida
Metodo HCM 2010			
tempo di attesa all'ingresso in rotonda (s/veic.)	d	4	4
capacità della singola corsia in ingresso, con una corsia sull'anello (veic./h)	c	1129	1129
periodo di tempo di analisi (h)	T	1	1
rapporto flusso – capacità	x=v/c	0,12	0,14
Livello di servizio	LoS	A	A
LUNGHEZZA CODA			
lunghezza della coda - formula semplificata di Little (veic.)	L	0	0
lunghezza della coda (in veicoli) al 95° percentile (veic.)	Q95	0	0

Nodo C. rotonda nord su nuova S.S.389		anno 2027	anno 2037
		Veicoli Equivalenti	Veicoli Equivalenti
Flusso uscente dalla rotonda sul braccio in analisi	Qu (veic./h)	5	6
Flusso in circolo sull'anello	Qc (veic./h)	123	146
Flusso entrante in rotonda	Qi (veic./h)	11	13
Metodo SETRA			
Larghezza isola spartitraffico	SEP	5,5	5,5
Larghezza carreggiata dell'anello	ANN	6,0	6,0
Larghezza semicarreggiata del braccio dietro il primo veicolo in accodamento	ENT	3,5	3,5
Metodo HCM 2010			
Traffico uscente equivalente	Q1u	3	4
Traffico complessivo di disturbo	Qd	146	174
Capacità del braccio di immissione	C	1.228	1.208
Riserva di capacità	Rc	971	954
	Rc%	98,9%	98,7%
Giudizio sul livello di funzionalità		Fluida	Fluida
Metodo HCM 2010			
tempo di attesa all'ingresso in rotonda (s/veic.)	d	4	4
capacità della singola corsia in ingresso, con una corsia sull'anello (veic./h)	c	999	976
periodo di tempo di analisi (h)	T	1	1
rapporto flusso – capacità	x=v/c	0,01	0,01
Livello di servizio	LoS	A	A
LUNGHEZZA CODA			
lunghezza della coda - formula semplificata di Little (veic.)	L	0	0
lunghezza della coda (in veicoli) al 95° percentile (veic.)	Q95	0	0

Nodo D. rotatoria nord su nuova S.S.389		anno 2027	anno 2037
		Veicoli Equivalenti	Veicoli Equivalenti
Flusso uscente dalla rotatoria sul braccio in analisi	Qu (veic./h)	127	150
Flusso in circolo sull'anello	Qc (veic./h)	7	9
Flusso entrante in rotatoria	Qi (veic./h)	121	144
Metodo SETRA			
Larghezza isola spartitraffico	SEP	6,0	6,0
Larghezza carreggiata dell'anello	ANN	6,0	6,0
Larghezza semicarreggiata del braccio dietro il primo veicolo in accodamento	ENT	4,0	4,0
Traffico uscente equivalente	Q1u	76	90
Traffico complessivo di disturbo	Qd	68	81
Capacità del braccio di immissione	C	1.347	1.337
Riserva di capacità	Rc	956	926
	Rc%	88,8%	86,5%
Giudizio sul livello di funzionalità		Fluida	Fluida
Metodo HCM 2010			
tempo di attesa all'ingresso in rotatoria (s/veic.)	d	4	4
capacità della singola corsia in ingresso, con una corsia sull'anello (veic./h)	c	1122	1120
periodo di tempo di analisi (h)	T	1	1
rapporto flusso – capacità	x=v/c	0,11	0,13
Livello di servizio	LoS	A	A
LUNGHEZZA CODA			
lunghezza della coda - formula semplificata di Little (veic.)	L	0	0
lunghezza della coda (in veicoli) al 95° percentile (veic.)	Q95	0	0



		anno 2027	anno 2037
		Veicoli Equivalenti	Veicoli Equivalenti
Nodo A. rotatoria sud su nuova S.S.389			
Flusso uscente dalla rotatoria sul braccio in analisi	Qu (veic./h)	121	144
Flusso in circolo sull'anello	Qc (veic./h)	2	2
Flusso entrante in rotatoria	Qi (veic./h)	127	150
Metodo SETRA			
Larghezza isola spartitraffico	SEP	6,0	6,0
Larghezza carreggiata dell'anello	ANN	6,0	6,0
Larghezza semicarreggiata del braccio dietro il primo veicolo in accodamento	ENT	4,0	4,0
Traffico uscente equivalente	Q1u	73	86
Traffico complessivo di disturbo	Qd	59	70
Capacità del braccio di immissione	C	1.353	1.345
Riserva di capacità	Rc	956	926
	Rc%	88,3%	86,1%
Giudizio sul livello di funzionalità		Fluida	Fluida
Metodo HCM 2010			
tempo di attesa all'ingresso in rotatoria (s/veic.)	d	4	4
capacità della singola corsia in ingresso, con una corsia sull'anello (veic./h)	c	1128	1128
periodo di tempo di analisi (h)	T	1	1
rapporto flusso – capacità	$x=v/c$	0,11	0,13
Livello di servizio	LoS	A	A
LUNGHEZZA CODA			
lunghezza della coda - formula semplificata di Little (veic.)	L	0	0
lunghezza della coda (in veicoli) al 95° percentile (veic.)	Q95	0	0

Nodo C. rotonda sud su nuova S.S.389		anno 2027	anno 2037
		Veicoli Equivalenti	Veicoli Equivalenti
Flusso uscente dalla rotonda sul braccio in analisi	Qu (veic./h)	129	153
Flusso in circolo sull'anello	Qc (veic./h)	0	0
Flusso entrante in rotonda	Qi (veic./h)	123	146
Metodo SETRA			
Larghezza isola spartitraffico	SEP	6,0	6,0
Larghezza carreggiata dell'anello	ANN	6,0	6,0
Larghezza semicarreggiata del braccio dietro il primo veicolo in accodamento	ENT	4,0	4,0
Traffico uscente equivalente	Q1u	77	92
Traffico complessivo di disturbo	Qd	60	72
Capacità del braccio di immissione	C	1.352	1.344
Riserva di capacità	Rc	959	929
	Rc%	88,6%	86,4%
Giudizio sul livello di funzionalità		Fluida	Fluida
Metodo HCM 2010			
tempo di attesa all'ingresso in rotonda (s/veic.)	d	4	4
capacità della singola corsia in ingresso, con una corsia sull'anello (veic./h)	c	1130	1130
periodo di tempo di analisi (h)	T	1	1
rapporto flusso – capacità	x=v/c	0,11	0,13
Livello di servizio	LoS	A	A
LUNGHEZZA CODA			
lunghezza della coda - formula semplificata di Little (veic.)	L	0	0
lunghezza della coda (in veicoli) al 95° percentile (veic.)	Q95	0	0

Nodo D. rotonda sud su nuova S.S.389		anno 2027	anno 2037
		Veicoli Equivalenti	Veicoli Equivalenti
Flusso uscente dalla rotonda sul braccio in analisi	Qu (veic./h)	2	3
Flusso in circolo sull'anello	Qc (veic./h)	127	150
Flusso entrante in rotonda	Qi (veic./h)	2	3
Metodo SETRA			
Larghezza isola spartitraffico	SEP	6,0	6,0
Larghezza carreggiata dell'anello	ANN	6,0	6,0
Larghezza semicarreggiata del braccio dietro il primo veicolo in accodamento	ENT	4,0	4,0
Traffico uscente equivalente	Q1u	1	2
Traffico complessivo di disturbo	Qd	150	177
Capacità del braccio di immissione	C	1.287	1.266
Riserva di capacità	Rc	1.027	1.010
	Rc%	99,8%	99,7%
Giudizio sul livello di funzionalità		Fluida	Fluida
Metodo HCM 2010			
tempo di attesa all'ingresso in rotonda (s/veic.)	d	4	4
capacità della singola corsia in ingresso, con una corsia sull'anello (veic./h)	c	995	973
periodo di tempo di analisi (h)	T	1	1
rapporto flusso – capacità	x=v/c	0,00	0,00
Livello di servizio	LoS	A	A
LUNGHEZZA CODA			
lunghezza della coda - formula semplificata di Little (veic.)	L	0	0
lunghezza della coda (in veicoli) al 95° percentile (veic.)	Q95	0	0



Anas S.p.A.
Via Monzambano, 10 - 00185 Roma
www.stradeanas.it