

S.S. n.626 della "Valle del Salso"

Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela

Itinerario Gela – Agrigento – Castelvetro

PROGETTO DEFINITIVO

COD. PA83

PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

PROGETTISTA:

Responsabile Integrazioni specialistiche Dott. Ing. Giovanni Piazza
Responsabile Tracciato stradale Dott. Ing. Massimo Capasso
Responsabile Strutture Dott. Ing. Giovanni Piazza
Responsabile Idraulica, Geotecnica e Impianti Dott. Ing. Sergio Di Maio
Responsabile Ambiente e SIA Dott. Ing. Francesco Ventura

GRUPPO DI PROGETTAZIONE



GEOLOGO:

Geol. Enrico Curcuruto

COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Sergio Di Maio

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Maria Coppola

ELABORATI GENERALI

Studio di traffico del PFTE



CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	T00EG00GENRE03_A			
DPPA0083	D 19	CODICE ELAB.	T00EG00GENRE03	A	-
D		-	-	-	-
C		-	-	-	-
B		-	-	-	-
A	EMISSIONE	FEB. 2020	M.MERENDINO	G.PIAZZA	G.PIAZZA
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

S.S. n.626

Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela
tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

COD. PA83

PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

PROGETTISTA:

Dott. Ing. Vincenzo Marzi
Ordine Ing. di Bari n. 3594

IL GEOLOGO

Dott. Geol. Serena Majetta
Ordine Geol. di Roma n. 928

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Maria Coppola

PROTOCOLLO

DATA

INQUADRAMENTO DELL'OPERA

STUDIO DI TRAFFICO E ANALISI COSTI BENEFICI

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV. PROG.	T00EG00GENRE02_A.pdf			
DPPA0083	P 18	CODICE ELAB.	T00EG00GENRE02	A	
D					
C					
B					
A			Ott. 2018		
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO



anas
GRUPPO FS ITALIANE

90
anni

Direzione Operation e Coordinamento Territoriale

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

Tangenziale di Gela

**Studio di traffico e Analisi Costi
Benefici**

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	LA PROCEDURA DI ASSEGNAZIONE	8
2.3	CALIBRAZIONE E ASSEGNAZIONE DEL MODELLO LOCALE	12
3	I RISULTATI SULL'ASSE DI PROGETTO	14
3.1	ESPANSIONE DELLA MATRICE O/D AGLI ORIZZONTI TEMPORALI FUTURI	14
3.2	ANALISI DEGLI SCENARI DI PROGETTO ALL'ENTRATA IN ESERCIZIO (ANNO 2026)	14
3.3	ANALISI DI STAGIONALITA'	20
3.4	ANALISI DEI LIVELLI DI SERVIZIO	25
4	ANALISI COSTI BENEFICI	27
4.1	COSTI DI REALIZZAZIONE E COSTI DI GESTIONE	28
4.2	BENEFICI TRASPORTISTICI	32
4.3	VARIAZIONE DELLA SICUREZZA	32
4.4	BENEFICI AMBIENTALI -VARIAZIONE INQUINAMENTO ATMOSFERICO	34
4.5	ANALISI DI FATTIBILITÀ ECONOMICA	35
5	SINTESI DEI RISULTATI	40

1 PREMESSA E SINTESI DEI RISULTATI

Il rapporto restituisce analisi di traffico e costi benefici sviluppate per il progetto della nuova variante alla S.S.115 - SUD OCCIDENTALE SICULA nell'area di Gela.

La nuova infrastruttura è stata studiata secondo **due alternative di progetto**: la prima, studiata nel 2006, chiamata **Progetto 2006**, bypassa il centro di Gela a nord sviluppandosi più a ridosso della zona urbanizzata, mentre la seconda alternativa attualmente studiata, chiamata **Progetto 2018**, si sviluppa più a monte della prima (Figura 1).

Le due alternative presentano differente inserimento del tracciato nel territorio, ma mantengono:

- la stessa sezione tipo, C1 extraurbana secondaria (larghezza complessiva della piattaforma stradale di 10,50m, con una corsia per senso di marcia di larghezza di 3,75m);
- lo stesso numero di svincoli di riammaglio alla rete locale esistente (n. 6 svincoli a livello sfalsato) e sono caratterizzate da un'estesa pressappoco simile di circa 16 km.

Di fatto, inglobando un tratto esistente non aperto al traffico, l'opera nasce come variante alla S.S.115 dal km 250+000 (svincolo con la S.S.626) al km 271+000 al km (punto di innesto del tratto esistente non aperto al traffico).



Figura 1. Localizzazione delle due alternative del nuovo asse di progetto

Il tratto esistente, realizzato a due corsie per senso di marcia (Figura 2), si trova nella zona nord-ovest di Gela, si connette con uno svincolo a livelli sfalsati al chilometro 271+000 della S.S.115 e si sviluppa per circa 6 km con uno svincolo intermedio di riammaglio con la viabilità locale all'altezza del fiume Maroglio. Attualmente il tratto esistente è parzialmente chiuso al traffico e le analisi sono state condotte integrando questo tratto nel nuovo progetto ipotizzando una zona di raccordo per il passaggio dalle quattro alle due corsie.

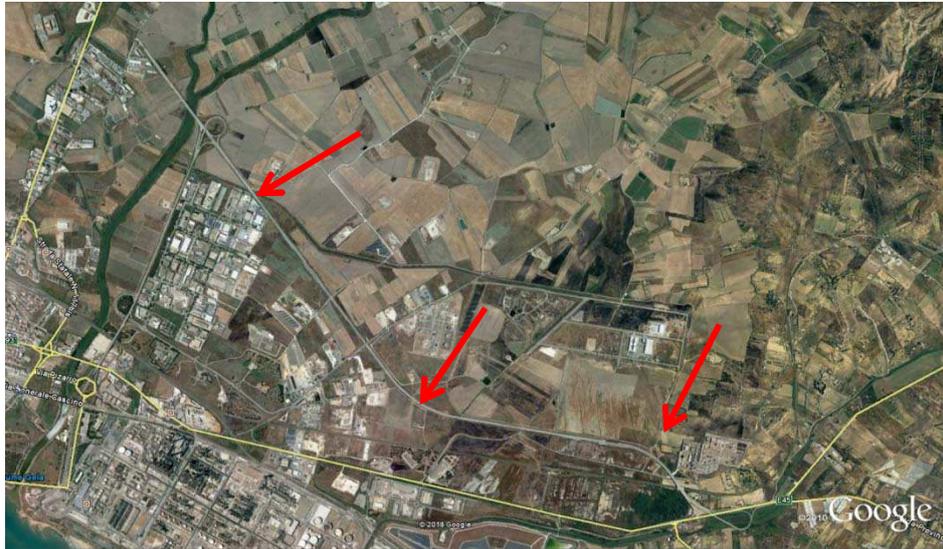


Figura 2. Localizzazione del tratto esistente

Per stimare i flussi attratti dalla nuova infrastruttura è stato estratto un modello locale a partire dal Modello Trasportistico DSS su scala nazionale implementato da ANAS. Il modello locale è stato calibrato su 38 sezioni di conteggio di traffico distribuite sul territorio relative al censimento annuale del traffico del 2016.

I flussi simulati da modello sul nuovo asse restituiscono all'entrata in esercizio (anno 2026), ipotizzando che sia in esercizio anche il tratto esistente non aperto al traffico, dei valori di traffico giornaliero medio totale, espressi in veicoli efficaci, simili per le due alternative e di poco superiori ai 7.000 veicoli/giorno, con il 10% dei pesanti per l'alternativa Progetto 2018 ed il 14% per quella Progetto2006. Per veicoli efficaci si intende il volume di traffico medio in grado di fornire le percorrenze complessive sull'intera infrastruttura ($\sum \text{veicoli} \cdot \text{Km} / \sum \text{Km}$).

Denominazione	Estesa (km)	Leggeri	Pesanti	Totali	Anno
		(veic./giorno)	(veic./giorno)	(veic./giorno)	
Tangenziale di Gela Progetto 2006	15,82	6.074	1.018	7.092	2026
Tratto esistente	5,7	3.795	1.120	4.915	2026

Denominazione	Estesa (km)	Leggeri	Pesanti	Totali	Anno
		(veic./giorno)	(veic./giorno)	(veic./giorno)	
Tangenziale di Gela Progetto 2018	15,88	6.426	726	7.152	2026
Tratto esistente	5,7	3.389	1.042	4.431	2026

Le analisi hanno mostrato che, nel funzionamento complessivo, il **nuovo asse costituisca una alternativa valida alla attuale S.S.115 identificando di fatto un nuovo corridoio di transito che scarica parzialmente l'esistente S.S.115 nella zona di Gela.**

La **configurazione ipotizzata soddisfa le richieste della norma in termini di livello di servizio** offerto per una sezione tipo C1, restituendo un LoS C per il tratto di progetto in variante per entrambe le alternative.

L'analisi costi benefici applicata alle due alternative ha evidenziato la **piena Sostenibilità Economica solo per l'alternativa Progetto 2018** per via dei costi di realizzazione più contenuti rispetto all'alternativa Progetto 2006.

2 IL MODELLO TRASPORTISTICO STRADALE LOCALE

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

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 così caratterizzato:

- circa 105 nodi rappresentativi di intersezioni;
- circa 198 archi rappresentativi di tratti omogenei delle infrastrutture stradali nazionali;
- 26 nodi rappresentativi dei centroidi interni;
- 17 nodi rappresentativi dei centroidi esterni;
- 43 connettori dei centroidi

Complessivamente l'offerta di trasporto implementata nel modello è rappresentativa di circa 1.068 Km infrastrutture bidirezionali, ad esclusione dei connettori stradali, così suddivise:

- Rete in gestione diretta ANAS: 730 Km circa (chilometri gestiti da ANAS ad esclusione di svincoli e tratti in complanare esistenti);
- Resto della rete: 338 Km circa.

La figura seguente mostra la rete di trasporto stradale così implementata nel grafo del modello.

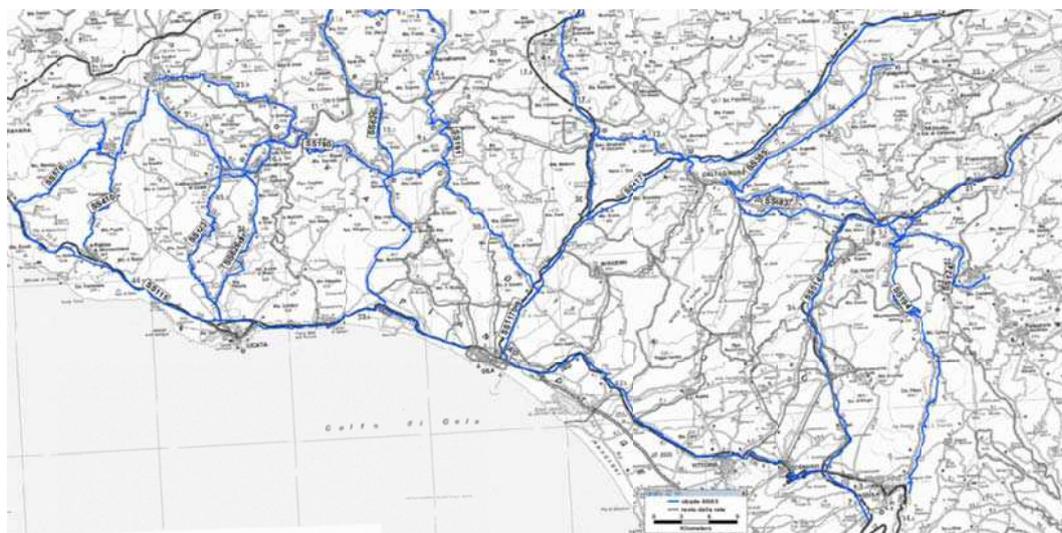


Figura 3. Grafo stradale dell' Area di Studio

Nell'intorno del nuovo progetto è stata ricostruita l'offerta di trasporto stradale di dettaglio locale e, coerentemente con tale offerta, la relativa zonizzazione con 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 l'aggregazione di 31 comuni in **20 zone di domanda**. Inoltre il comune di Gela è stato disaggregato in **7 zone** per meglio riprodurre la mobilità locale, evidenziate in figura seguente dai centroidi di zona.

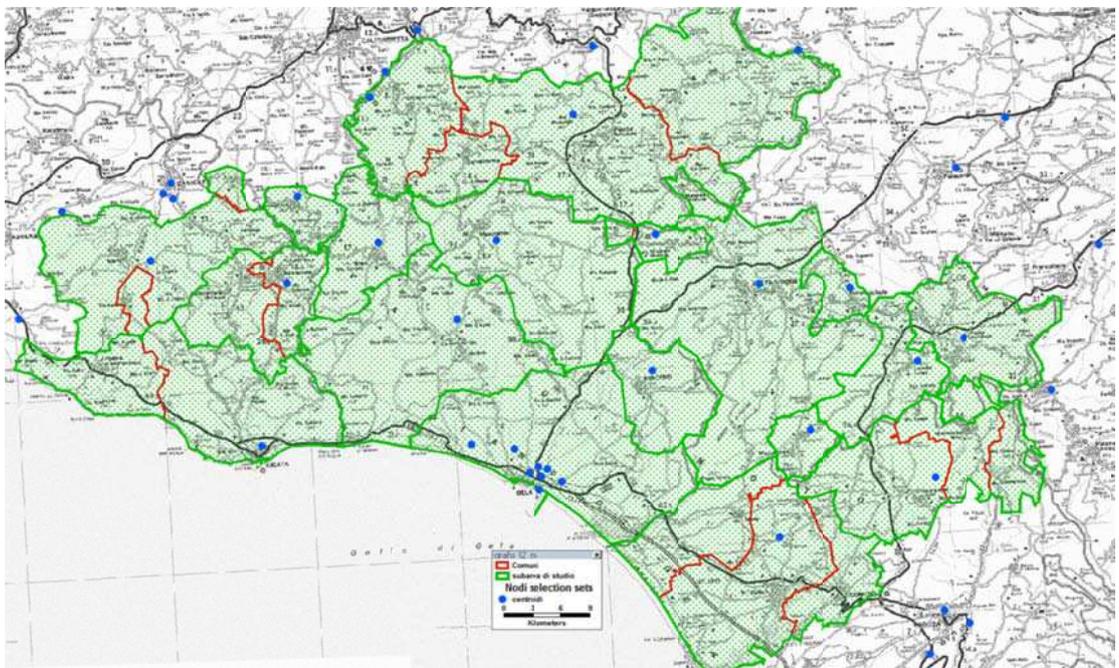


Figura 4. Zonizzazione dell' Area di Studio

Le matrici regionali ottenute sono state poi calibrate in base ai conteggi di traffico su **38 sezioni di conteggio permanente del traffico** distribuite sul territorio dell'area in studio per le quali sono disponibili i dati di traffico da rapporto annuale 2016.

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

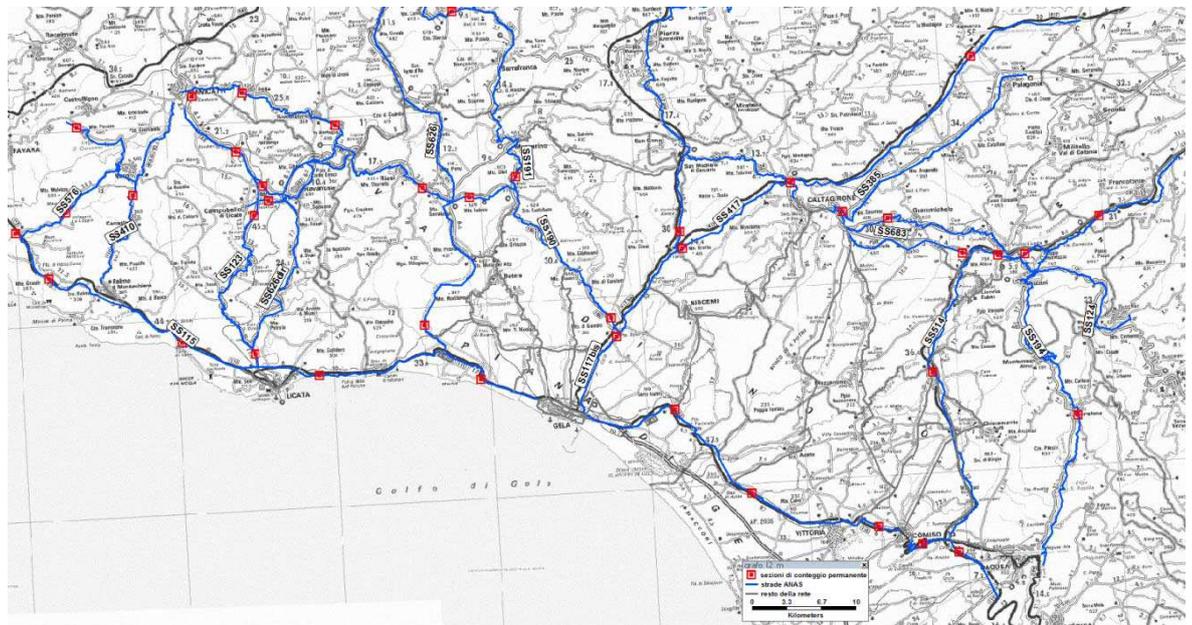


Figura 5. Localizzazione sezioni di conteggio permanenti ANAS

2.2 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 $n \cdot C$ dell'arco stesso (in cui n rappresenta il numero di corsie e C la capacità di una corsia) e da due parametri 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 **0,2 euro/minuto** (12 euro/ora) per i veicoli leggeri e a **0,5 euro/minuto** (30 euro/ora) per i veicoli pesanti.

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**.

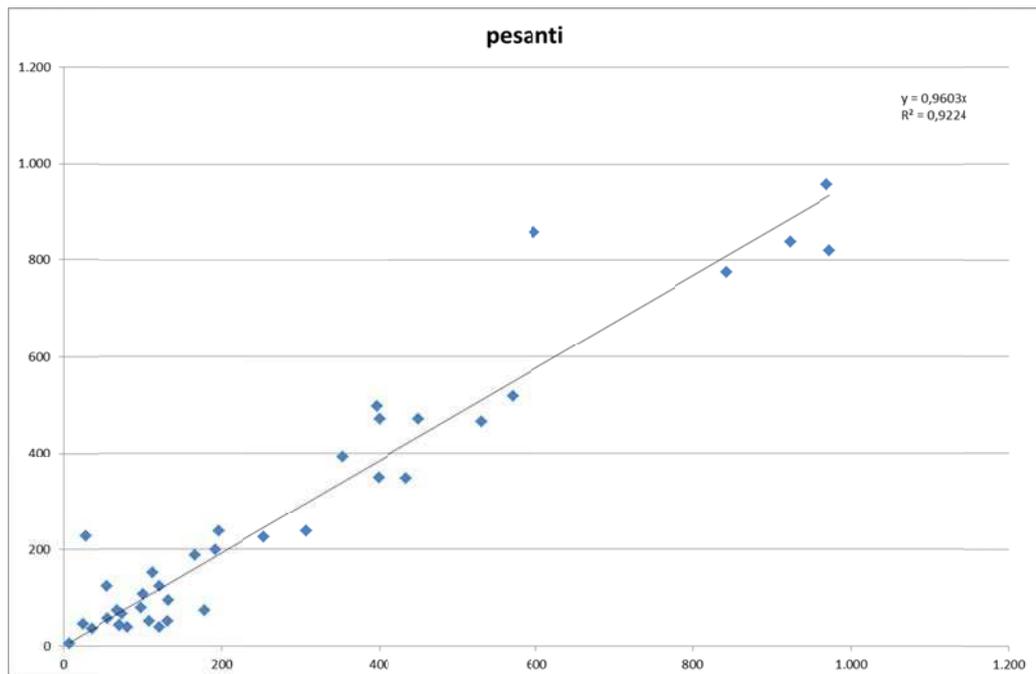
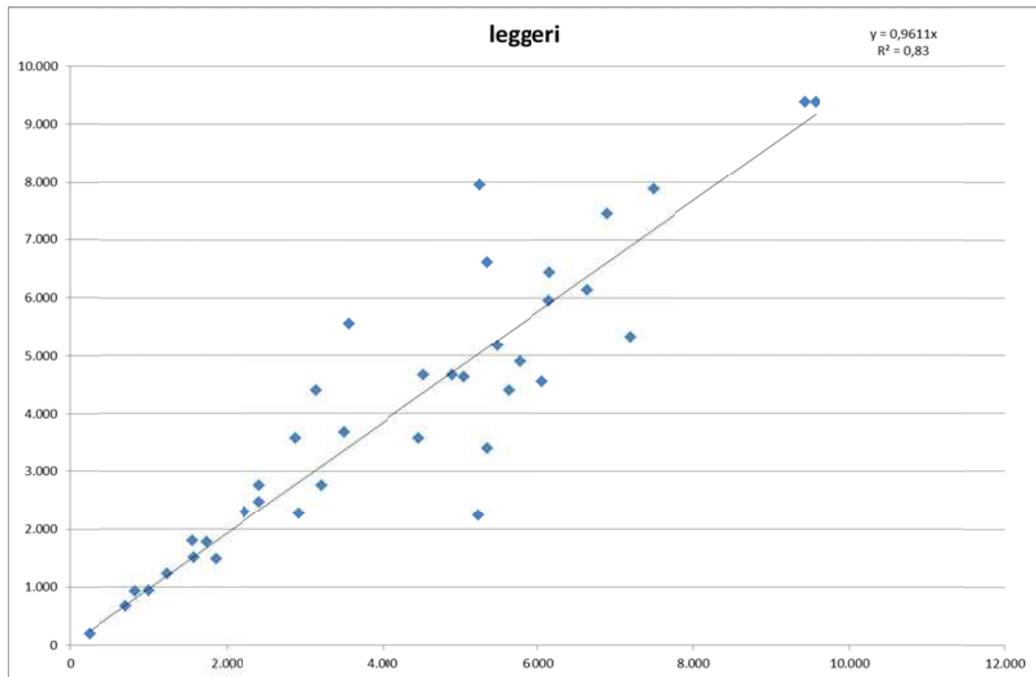
Il costo del pedaggio è correlato agli archi della rete stradale in cui è effettivamente presente, suddiviso in base al tipo di sistema di esazione applicato (sistema chiuso o sistema aperto) ed al costo effettivamente percepito dall'utente per la percorrenza della tratta in funzione della tariffa applicata dal Concessionario. I dati riportati nel modello sono aggiornati all'anno 2016: per i veicoli leggeri si è utilizzata la tariffa relativa alla Classe A autostradale; per i veicoli pesanti la tariffa relativa alla Classe 4 autostradale.

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.

La figura seguente mostra, su scala nazionale, 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).

2.3 CALIBRAZIONE E ASSEGNAZIONE DEL MODELLO LOCALE

La figura seguente mostra 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 degli spostamenti tra le zone di un giorno ferialo medio invernale, all'anno di riferimento 2016.

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

- 87.671 spostamenti di veicoli leggeri passeggeri tra le diverse zone di traffico;
- 5.015 spostamenti di veicoli pesanti merci tra le diverse zone di traffico.

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).

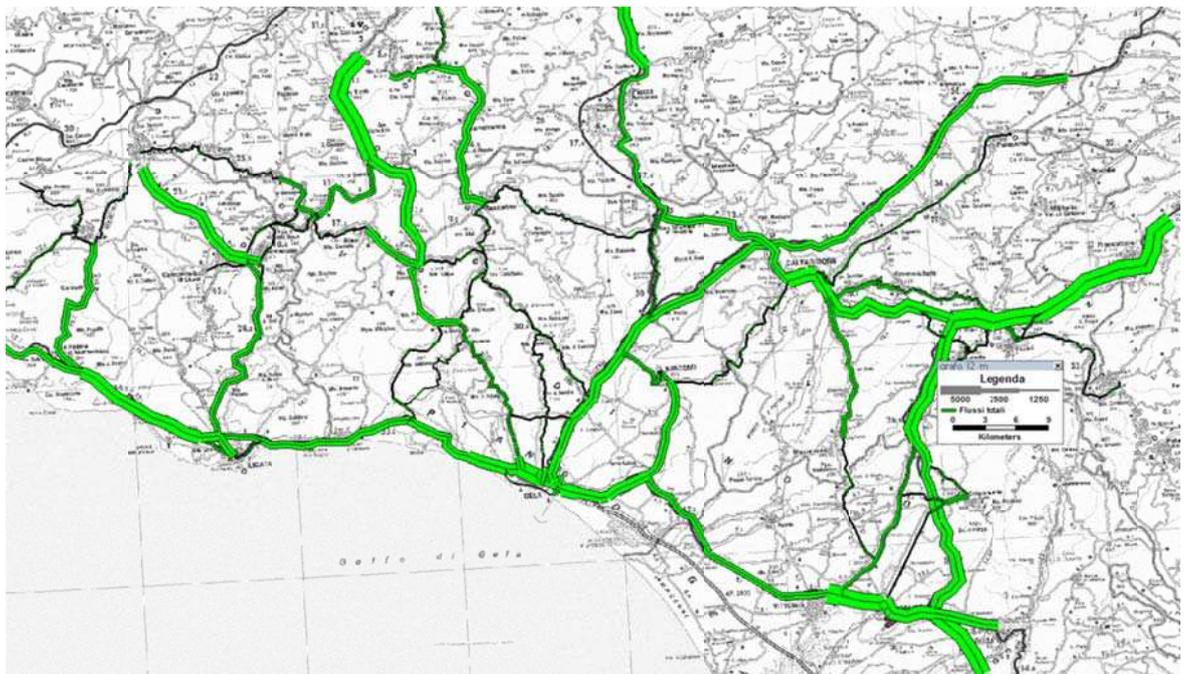


Figura 6. Flussogramma espresso in somma di veicoli Leggeri e Pesanti

3 I RISULTATI SULL'ASSE DI PROGETTO

La modellistica di simulazione dell'interazione domanda/offerta ricostruita e descritta al punto precedente valuta i flussi veicolari sulla rete schematizzata mediante grafo, fornendo i risultati sull'infrastruttura di progetto agli orizzonti temporali previsti. Di seguito si riportano sinteticamente i risultati ottenuti dall'analisi.

3.1 ESPANSIONE DELLA MATRICE O/D AGLI ORIZZONTI TEMPORALI FUTURI

Come periodo temporale di previsione della domanda di trasporto complessiva merci e passeggeri sono stati considerati diversi orizzonti temporali a partire dall'anno 2016, in cui si sono stimati i traffici all'attualità. In particolare si sono ricostruiti gli orizzonti temporali di crescita della domanda all'anno 2026, 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.

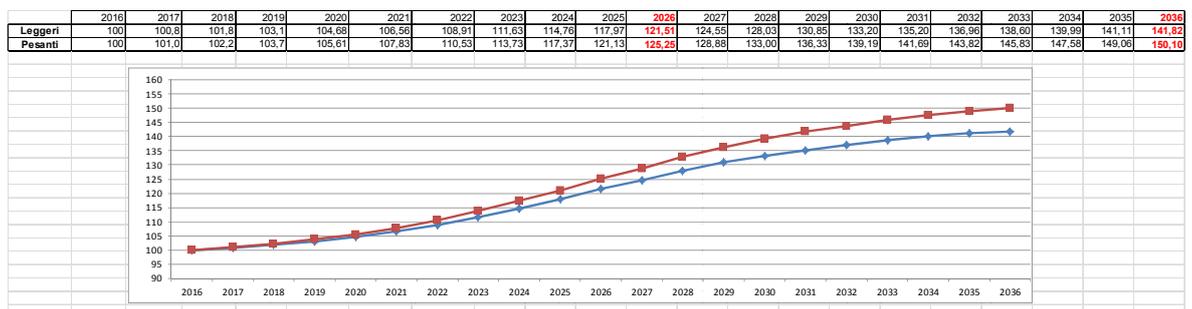


Figura 7. Curva di crescita della domanda

La curva traccia un andamento della crescita che corrisponde ad un tasso medio dei Leggeri dell'1,76% e dei pesanti del 2,05% in vent'anni.

I coefficienti relativi all'anno 2026 e 2036 sono stati applicati alle matrici origine-destinazione degli spostamenti (leggeri e pesanti) dell'anno 2016 determinando la domanda di mobilità su strada per gli scenari futuri.

Complessivamente, da oggi all'entrata in esercizio dell'infrastruttura di progetto, si stima una crescita del **12,16% della domanda passeggeri** e del **12,62% di quella merci**.

3.2 ANALISI DEGLI SCENARI DI PROGETTO ALL'ENTRATA IN ESERCIZIO (ANNO 2026)

La nuova infrastruttura, nelle due alternative studiate, 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 16 km. In tale configurazione di progetto si ipotizza che i due tracciati si inseriscano nel territorio connettendosi alla rete, locale esistente, attraverso 6 nuovi svincoli a livelli sfalsati.

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 strada".

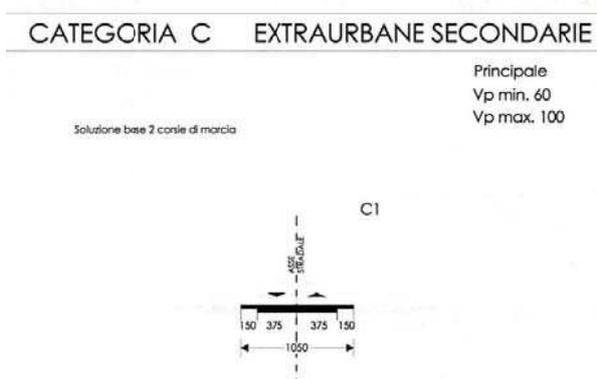
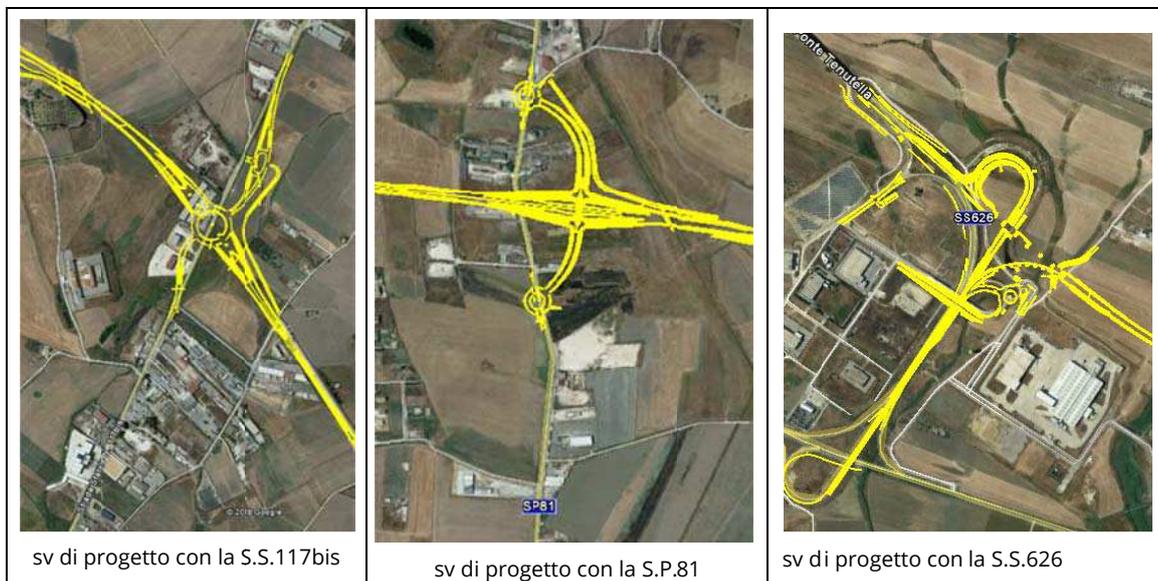


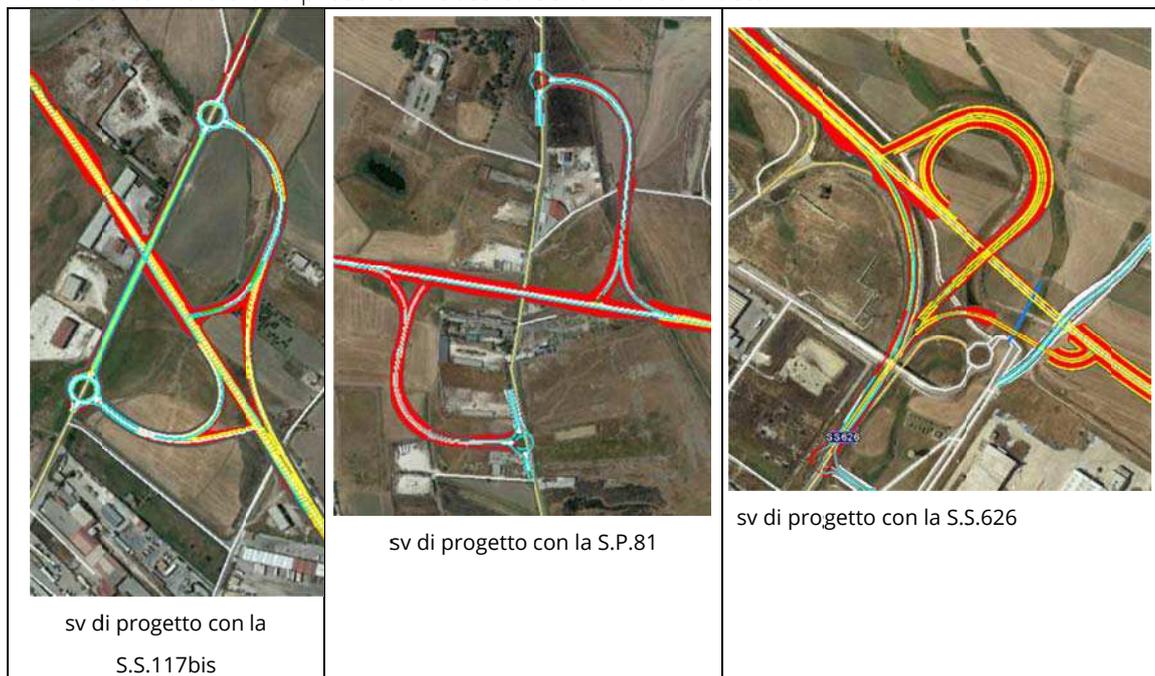
Figura 8 Sezioni tipo di progetto (DM n.6792/2001)

In particolare si descrivono brevemente di seguito le due alternative.

- **Il Progetto 2006** fa riferimento ad una alternativa che, partendo dal tratto esistente già realizzato, ma chiuso al traffico, si sviluppa più a valle connettendosi alla rete esistente attraverso quattro svincoli intermedi ed uno finale con la S.S.626. Tutti gli svincoli sono stati studiati a livelli sfalsati; quelli con la S.S.117bis e la S.P.8 seguono uno schema di incrocio a rotatoria separata, quelli con la S.P.81 e con Via dell'Avena invece hanno uno schema di incrocio olandese ed infine quello con la S.S.626 prevede una sistemazione secondo una classica trombetta.



- Il **Progetto 2018** fa riferimento ad una alternativa che, si innesta sempre sul tratto esistente ma segue un tracciato più a monte e prevede sempre svincoli a livelli sfalsati; tutti gli svincoli sono stati progettati secondo lo schema del quadrifoglio parziale con le confluenze delle rampe sulla strada secondaria regolata da rotatorie compatte, solo lo svincolo con la S.S.626 presenta il classico schema a trombetta.



Dovendo stimare i flussi di traffico attraiabili dalle due configurazioni di progetto è stato necessario ricostruire modellisticamente gli scenari infrastrutturali di progetto e le matrici di domanda agli orizzonti temporali di entrata in esercizio.

Le figure seguenti mostrano i risultati dell'assegnazione della domanda di trasporto all'offerta di trasporto simulata per le due alternative di progetto, espressa nelle figure come somma effettiva dei veicoli Leggeri e Pesanti (non è applicato il coefficiente di equivalenza).



Figura 9 Flussogramma (veicoli totali) – Tangenziale di Gela Progetto 2006 -anno 2026

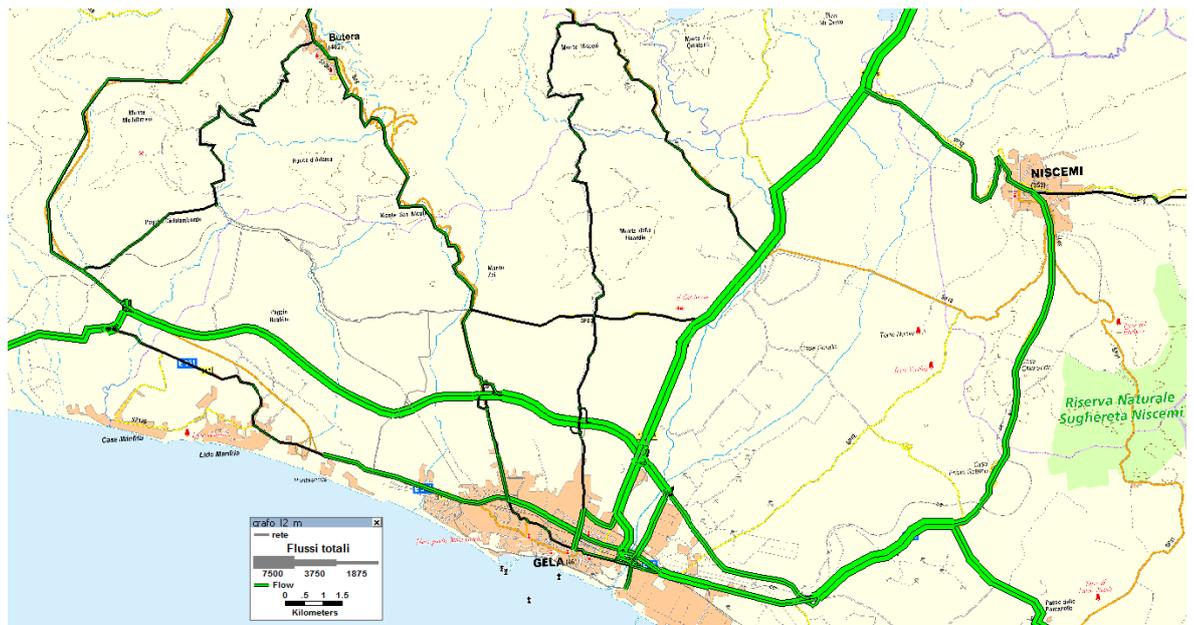


Figura 10 Flussogramma (veicoli totali) – Tangenziale di Gela Progetto 2018 -anno 2026

I flussi simulati da modello sul nuovo asse, nelle due alternative ipotizzate, restituiscono all'entrata in esercizio dei valori medi di traffico giornaliero medio totale, espressi in veicoli efficaci, di poco

più di 7.000 veicoli/giorno. Per veicoli efficaci si intende il volume di traffico medio in grado di fornire le percorrenze complessive sull'intera infrastruttura ($\sum \text{veicoli} \cdot \text{Km} / \sum \text{Km}$).

Denominazione	Estesa (km)	Leggeri	Pesanti	Totali	Anno
		(veic./giorno)	(veic./giorno)	(veic./giorno)	
Tangenziale di Gela Progetto 2006	15,82	6.074	1.018	7.092	2026
Tratto esistente	5,7	3.795	1.120	4.915	2026

Denominazione	Estesa (km)	Leggeri	Pesanti	Totali	Anno
		(veic./giorno)	(veic./giorno)	(veic./giorno)	
Tangenziale di Gela Progetto 2018	15,88	6.426	726	7.152	2026
Tratto esistente	5,7	3.389	1.042	4.431	2026

Si è inoltre studiato uno scenario di progetto in cui l'alternativa di monte (Progetto 2018) entri in esercizio senza che venga contemporaneamente aperta al traffico il tratto esistente, in modo da verificare quanto quest'ultimo influisca sull'entità di flussi catturati dalla tangenziale in progetto. La figura seguente restituisce il flussogramma in veicoli totali di tale scenario di progetto.



Figura 11 Flussogramma (veicoli totali) – Tangenziale di Gela Progetto 2018 senza il tratto esistente in esercizio -anno 2026

I flussi simulati da modello sul nuovo asse, restituiscono all'entrata in esercizio dei valori di **traffico giornaliero medio totale**, espressi in veicoli efficaci, di circa **6.842 veicoli/giorno** e quindi di poco inferiori a quelli ottenuti da modello nella configurazione di progetto completa che prevede la chiusura del bypass alla città sulla S.S.115.

Denominazione	Estesa (km)	Leggeri (veic./giorno)	Pesanti (veic./giorno)	Totali (veic./giorno)	Anno
Tangenziale di Gela Progetto 2018 senza tratto esistente in esercizio	15,88	6.339	503	6.842	2026

Si precisa che il modello a livello locale non riproduce i flussi serviti dallo svincolo con Via dell'Avena che riguardano un dettaglio che avrebbe richiesto la conduzione di conteggi ad hoc, tuttavia si può presumere che si tratti di flussi di piccolissima entità visto che insiste su un contesto agricolo.

La figura riportata di seguito schematizza la differenza dei flussi risultanti dall'assegnazione al 2026, tra il caso in cui il progetto esista e sia in esercizio rispetto all'offerta stradale attuale.

A titolo di esempio si è preso il caso dell'alternativa di monte, Progetto 2018.

In verde sono rappresentati i valori positivi riscontrati sugli assi in cui i flussi con il progetto sono superiori a quelli senza progetto; **nel funzionamento complessivo del nuovo asse, si nota come esso costituisca una alternativa valida alla attuale S.S.115 identificando di fatto un nuovo corridoio di transito che scarica parzialmente l'esistente S.S.115 nella zona di Gela.**

La presenza dei nuovi svincoli genera uno spostamento di pacchetti di domanda che gravita su Gela a partire dai comuni posti a corona a nord; in particolare quota parte degli utenti che da Niscemi si spostano verso Gela sfrutterebbero un percorso che segue la S.S.117bis invece di seguire il percorso fatto dalle S.P.11 e S.S.115

Parte degli utenti che scendono da Nazzarino-Barrafranca verso Gela seguirebbero la S.P.81 in luogo del percorso composto dalla S.S.190 e la S.S.117bis.

Gli quota parte degli utenti che scendono da Butera seguirebbero un percorso che segue la S.S.626 piuttosto della S.P.8.



Figura 12 Flussogramma Assignment Differences – anno 2026

3.3 ANALISI DI STAGIONALITA'

Prima di passare all'analisi di funzionalità del progetto è stato condotto un'ulteriore studio circa l'impatto della stagionalità sui flussi di traffico attesi.

A tal proposito sono state prese in considerazione due sezioni di conteggio ricadenti sulla S.S.115 e per ciascuna sezione è stato messo a confronto il valore medio annuo con quello rilevato nel terzo trimestre, periodo in cui il traffico è spesso congestionato a seguito di un maggiore afflusso turistico.

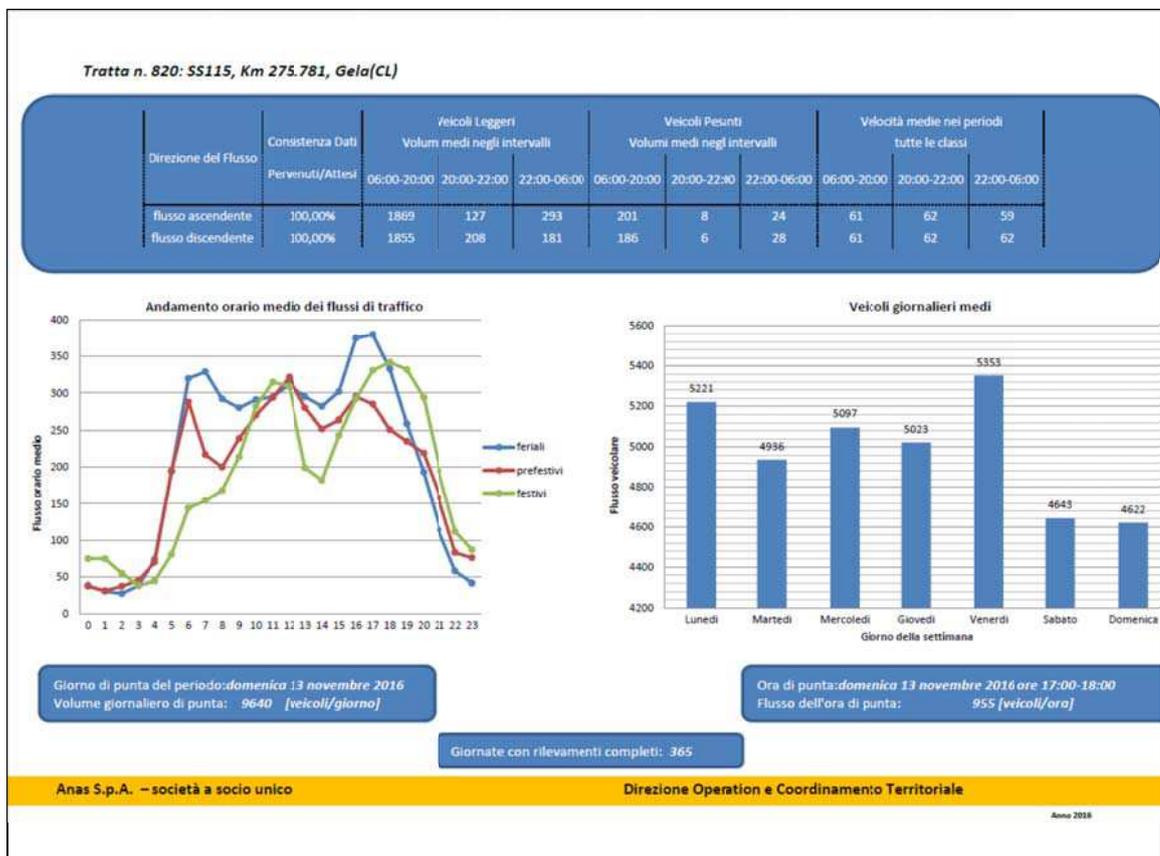
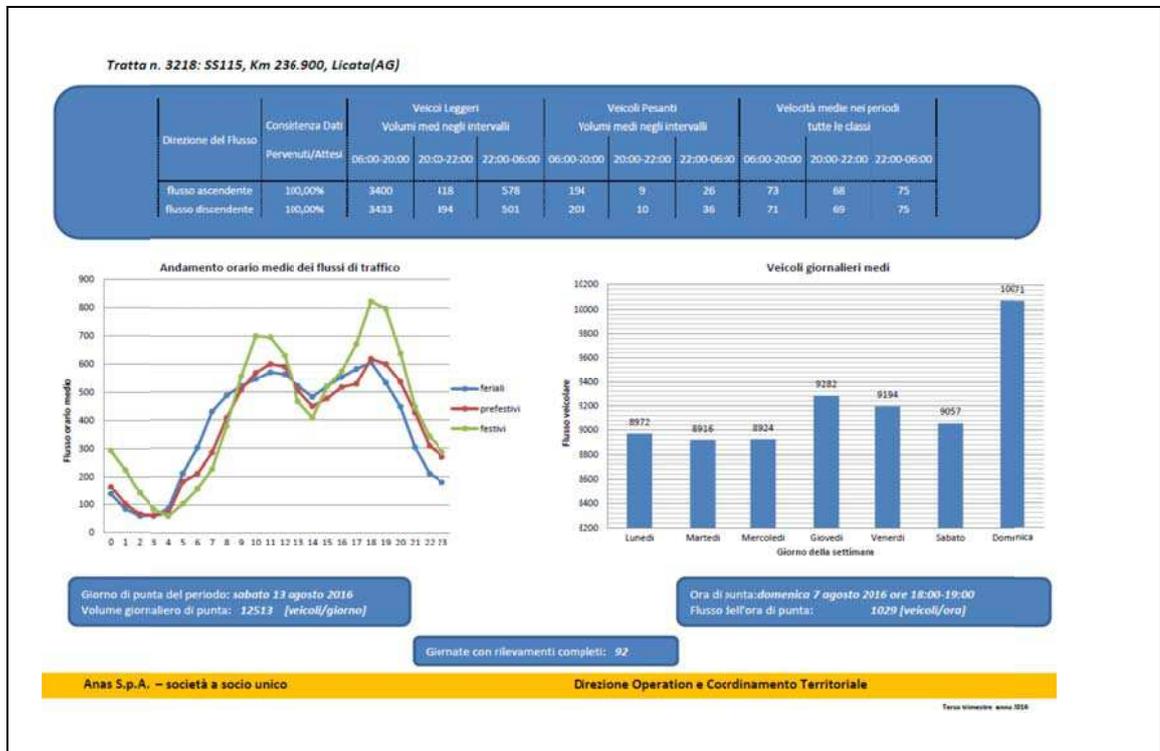
Le sezioni di conteggio individuate sono contenute nelle sezioni di monitoraggio permanente del

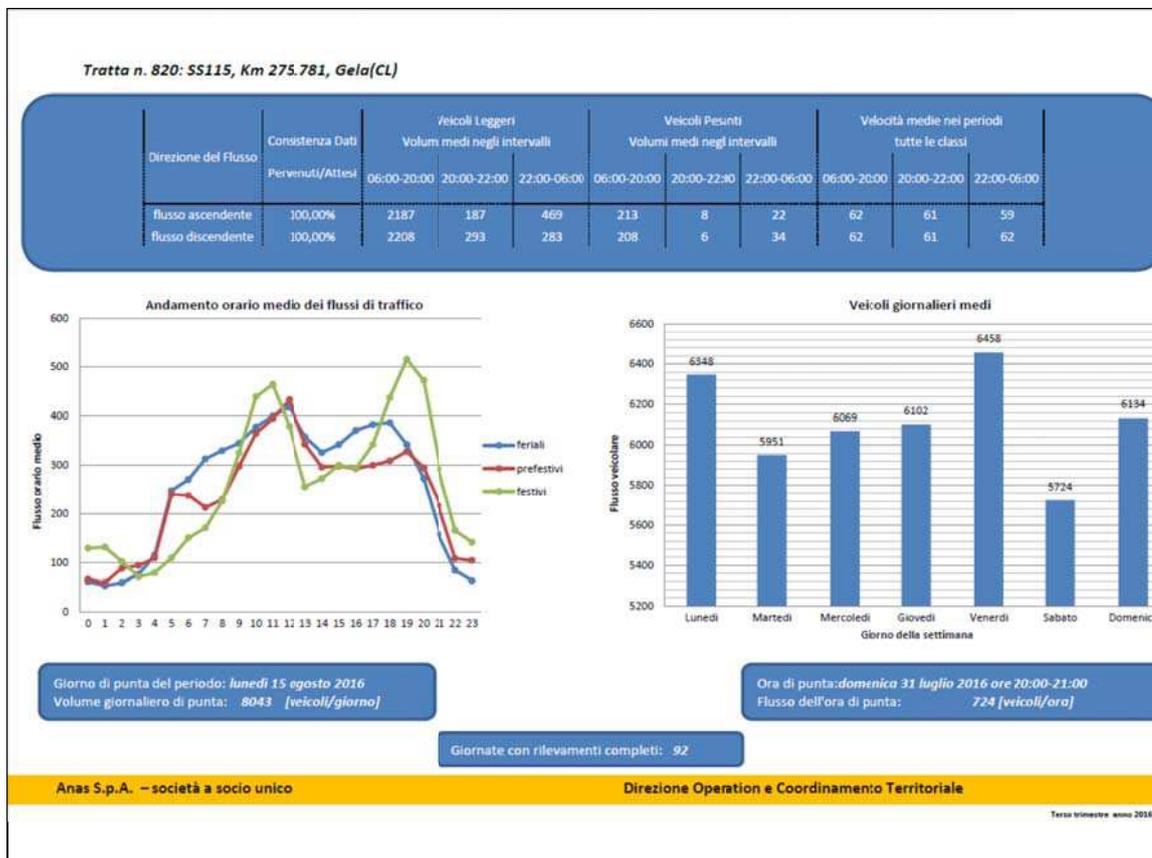
traffico sulle strade statali ANAS in esercizio da qualche anno su tutto il territorio nazionale:

- Sezione 820 sulla S.S.115;
- Sezione 3218 sulla S.S.115;

Le sezioni prese in esame sono relative all'anno 2016; le figure seguenti mostrano i risultati dei rilievi sia come dato medio annuo che come dato medio del terzo trimestre.







Come era facile aspettarsi, i traffici più sostenuti si evidenziano per ciascuna sezione di conteggio nel periodo estivo (terzo trimestre).

Incidenza stagionale						
sez	TGM MEDIO ANNO		TGM MEDIO 3° TRIM		INCREMENTI STAGIONALI	
	leg	Pes	leg	Pes	leg	Pes
820	4.533	453	5.627	491	24,1%	8,4%
3218	5.764	435	8.724	478	51,4%	9,9%
MEDIA	5.149	444	7.176	485	39,4%	9,1%

Il valore medio dei vari incrementi di traffico nel terzo trimestre ha fornito, in percentuale, l'incremento stagionale che, applicato ai volumi di traffico medi annui ottenuti dall'assegnazione al 2026, ci permette di acquisire i volumi che caratterizzano le tratte di progetto nel periodo estivo quindi nel periodo di maggiore congestione a causa del massimo afflusso turistico.

TERZO TRIMESTRE

Denominazione	Estesa (km)	Leggeri	Pesanti	Totali	Anno
		(veic./giorno)	(veic./giorno)	(veic./giorno)	
Tangenziale di Gela Pro- getto 2006	15,82	8.465	1.111	9.577	2026
Tratto esistente	5,7	5.289	1.222	6.511	2026

TERZO TRIMESTRE

Denominazione	Estesa (km)	Leggeri	Pesanti	Totali	Anno
		(veic./giorno)	(veic./giorno)	(veic./giorno)	
Tangenziale di Gela Pro- getto 2018	15,88	8.956	792	9.748	2026
Tratto esistente	5,7	4.724	1.137	5.861	2026

3.4 ANALISI DEI LIVELLI DI SERVIZIO

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 almeno 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.

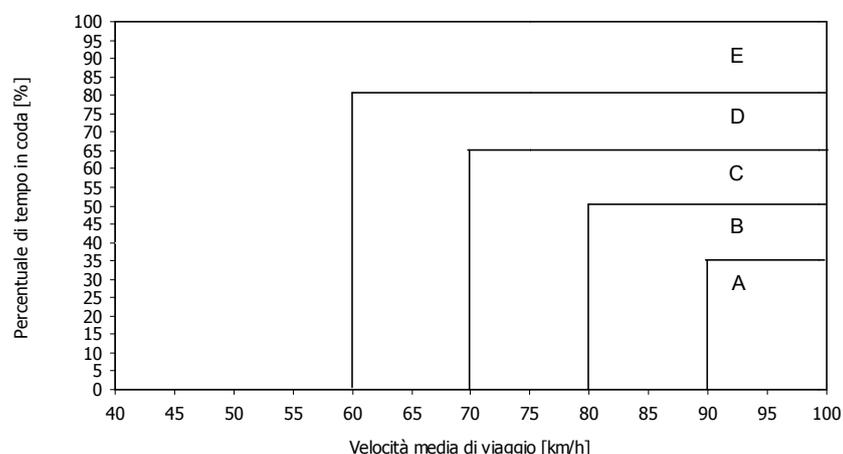


Figura 13. Valori limite per le zone di LOS (Highway Capacity Manual)

I calcoli sono stati applicati, seguendo la procedura indicata dall'HCM, al **tratto di progetto in variante più carico, che per entrambe le alternative si registra nel tratto compreso tra lo svincolo con la S.S.117bis e la S.P81**; in particolare:

- per l'alternativa di Progetto 2006 il tratto più carico con valore del flusso bidirezionale, pari a **824 veicoli equivalenti** registrati nel 2026 in ora di punta ha restituito un livello di servizio pari a C.

nuova tangenziale di Gela Progetto 2006 - anno 2026						
Singole voci di calcolo			Singole formule 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	845,6		
VHP	824	Volume orario di progetto	Vs	73,0		
phf	1	fattore ora punta	fhv	0,99	Percentuale tempo in coda	
fg	1	Coefficiente altimetrico per velocità media	Q	834,7		
fg	1	Coefficiente altimetrico per percentuale tempo in coda	BPTC	51,99		
Pt	0,13	Percentuale mezzi pesanti	PTC	64,99		
Pr	0	Percentuale veicoli turistici				
Et	1,2	Coefficiente equivalenza pesanti per velocità media				
Er	0	Coefficiente equivalenza turistici per velocità media				
Et	1,1	Coefficiente equivalenza pesanti per percentuale tempo in coda				
Er		Coefficiente equivalenza turistici per percentuale tempo in coda				
fnp	4,3	coefficiente riduzione velocità media viaggio	LdS	C		
fd/np	13	fattore correttivo tempo in coda				

- analogamente per l'alternativa Progetto 2018 il tratto più carico con valore del flusso bidirezionale, pari a **777 veicoli equivalenti** registrati nel 2026 in ora di punta ha restituito un livello di servizio pari a C.

nuova tangenziale di Gela Progetto 2018 - anno 2026						
Singole voci di calcolo			Singole formule 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	0,98		
fa	0	riduzione velocità per punti di accesso	Q	796,6		
VHP	777	Volume orario di progetto	Vs	73,6		
phf	1	fattore ora punta	fhv	0,99	Percentuale tempo in coda	
fg	1	Coefficiente altimetrico per velocità media	Q	786,8		
fg	1	Coefficiente altimetrico per percentuale tempo in coda	BPTC	49,92		
Pt	0,13	Percentuale mezzi pesanti	PTC	62,92		
Pr	0	Percentuale veicoli turistici				
Et	1,2	Coefficiente equivalenza pesanti per velocità media				
Er	0	Coefficiente equivalenza turistici per velocità media				
Et	1,1	Coefficiente equivalenza pesanti per percentuale tempo in coda				
Er		Coefficiente equivalenza turistici per percentuale tempo in coda				
fnp	4,3	coefficiente riduzione velocità media viaggio	LdS	C		
fd/np	13	fattore correttivo tempo in coda				

La verifica del dimensionamento attraverso il calcolo del livello di servizio restituisce quindi un **indice della qualità della circolazione, adottando una sezione tipo C1, che rispetta la norma** per entrambe le alternative di progetto studiate.

4 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'allocazione 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, occorre considerare unicamente il costo effettivo per lo Stato. I valori utilizzati sono quindi "economici" (costo effettivo per lo Stato al netto delle tasse e dei trasferimenti allo stesso sotto altra forma) e non "finanziari" (spesa sostenuta per la realizzazione e gestione dell'intervento). La trasformazione dei costi da finanziari in economici avviene mediante l'applicazione di opportuni fattori di conversione.

L'analisi attribuisce all'infrastruttura di progetto una vita utile di 30 anni e considera un valore residuo nullo delle opere al termine della vita utile.

L'analisi è stata condotta per le due alternative di progetto studiate che prevedono la realizzazione di un asse a sezione tipo C1 (D.M. del 5.11.2001).

Le tabelle seguenti evidenziano, ai vari orizzonti temporali, la variazione giornaliera degli indicatori trasportistici di rete (tra scenario di progetto e di riferimento) alla base di tutte le analisi di sostenibilità economica. Si evidenzia che non sono state fatte, cautelativamente, ipotesi di crescita dopo il 2036, per cui la variazione degli indicatori resta costante.

Confronto indicatori di rete.				
Scenario di Progetto - Scenario di Riferimento VARIAZIONI GIORNALIERE	Domanda passeggeri (Veicoli Leggeri)		Domanda merci (Veicoli Pesanti)	
	Variazione Veicoli*Km	Variazione Veicoli*h	Variazione Veicoli*Km	Variazione Veicoli*h
Anno 2026	18.846	-609	2.350	-153
Anno 2036	21.995	-711	2.816	-184

Variazione Giornaliera degli indicatori di rete per il Progetto2006

Scenario di Progetto / Scenario di Riferimento VARIAZIONI GIORNALIERE	Domanda passeggeri (Veicoli Leggeri)		Domanda merci (Veicoli Pesanti)	
	Variazione Veicoli*Km	Variazione Veicoli*h	Variazione Veicoli*Km	Variazione Veicoli*h
	Anno 2026	13.948	-898	1.667
Anno 2036	16.279	-1.154	1.998	-252

Variazione Giornaliera degli indicatori di rete per il Progetto 2018

4.1 COSTI DI REALIZZAZIONE E COSTI DI GESTIONE

Per lo scenario progettuale si sono ipotizzati quattro anni di costruzione, con entrata in esercizio dell'asse di progetto al 2026, primo anno di completa apertura dell'asse progettuale.

I costi di realizzazione, derivanti dal quadro economico relativo, sono ripartiti nei quattro anni antecedenti il 2026; i valori totali annui ottenuti sono riportati nel prospetto seguente.

La trasformazione dei costi di Realizzazione dell'opera da finanziari in economici ha determinato un **fattore medio di conversione** pari a **0,743** per il Progetto 2006 e **0,749** per il Progetto 2018. Il tasso di conversione medio è stato ottenuto come media pesata tra i singoli tassi di conversione delle voci di spesa e la percentuale di spesa a queste voci imputata.

I tassi di conversione sono stati desunti dalla "Guida per la certificazione da parte dei nuclei Regionali di valutazione e verifica degli investimenti pubblici", inserendo per ogni voce del Quadro Economico del Progetto precedentemente riportato il corrispondente tasso di conversione presente nel documento appena citato.

Ove non è stata trovata corrispondenza tra la voce del QE e la tabella di conversione si è applicato il fattore relativo alla voce Altri Costi. Per la voce interferenze ed espropri (acquisizione aree ed immobili) si è utilizzato cautelativamente il fattore di conversione 1.

Ai fini dell'Analisi, dalle voci del quadro economico del progetto, si è fatto riferimento ad un **costo totale di investimento di € 314.603.631,47 per l'alternativa Progetto 2006 e di € 201.755.108,67 per l'alternativa Progetto 2018** così come riportato nelle rispettive tabelle del Quadro Economico di seguito riportate, comprendenti Lavori, Somme a Disposizione ed Oneri d'investimento, mentre è stata scomputata in quanto trasferimento interno alla collettività l'IVA. Il valore residuo è stato "spalmato" nel periodo 2021-2025, come da cronoprogramma dei lavori.

Dal punto di vista economico, nell'Analisi Costi Benefici i **costi di realizzazione dell'opera sono quindi pari a circa € 233.809.095,68 per l'alternativa Progetto 2006 e di € 151.181.925,82 per l'alternativa Progetto 2018 "spalmati" negli anni di realizzazione dell'opera.**

Anno	FINANZIARIO (€)	Coeff. Trasf.	ECONOMICO (€)
2021	32.267.039	0,743	23.980.420
2022	77.642.563		57.702.886
2023	77.642.563		57.702.886
2024	77.642.563		57.702.886
2025	49.408.904		36.720.018
TOTALE	314.603.631,47		

Costi finanziari e costi economici per l'alternativa Progetto 2006

Anno	FINANZIARIO (€)	Coeff. Trasf.	ECONOMICO (€)
2021	20.692.832	0,749	15.505.839
2022	49.792.126		37.310.924
2023	49.792.126		37.310.924
2024	49.792.126		37.310.924
2025	31.685.898		23.743.315
TOTALE	201.755.108,67		

Costi finanziari e costi economici per l'alternativa Progetto 2018

PA83 2006				Tasso di conversione	Importo economico per ACB		
A) Lavori a base di Appalto							
a1	Sommano i Lavori a Corpo e a Misura	€	220.796.781,23				
a2	a sommare oneri relativi alla sicurezza non soggetti a ribasso	€	14.351.790,78				
a3	protocollo di legalità (non soggetto a ribasso)	€	150.000,00				
a4	Totale lavori più servizi	a1+a2+a3	€ 235.298.572,01	€ 235.298.572,01	0,808	€ 190.090.657,39	
a5	a detrarre Oneri relativi alla Sicurezza e protocollo di legalità non soggetti a ribasso	€	14.501.790,78				
a6	Importo lavori soggetto a ribasso	a4-a5	€ 220.796.781,23				
B) Somme a disposizione della stazione appaltante							
b1	Interferenze	€	6.623.903,44	1	€ 6.623.903,44		
b2	Rilievi , accertamenti ed indagini	€	1.192.659,83	0,882	€ 1.051.925,97		
b3	Allacciamenti ai pubblici servizi	€	477.063,93	0,46	€ 219.449,41		
b4	Imprevisti	8%	€ 17.663.742,50	1	€ 17.663.742,50		
b5	Acquisizione Aree ed Immobili Imposte di registro, ipotecarie e catastali	€	8.000.000,00	1,00	€ 8.000.000,00		
b6	Spese tecniche per attività di collaudo	0,1502%	€ 353.418,46	0,882	€ 311.715,08		
b7	per i Commissari di cui all'art.205 c. 5 e 209 c. 16 D.Lgs. 50/2016	0,10%	€ 235.298,57	0,833	€ 196.003,71		
b8	spese per Commissioni giudicatrici art. 77 c. 10 D.Lgs. 50/2016	0,10%	€ 235.298,57	0,833	€ 196.003,71		
b9	Copertura assicurativa art.25 c. 4 D.Lgs. 50/2016	€	705.895,72	1	€ 705.895,72		
b10	Spese per Pubblicità e ove previsto per opere artistiche	€	80.000,00	0,833	€ 66.640,00		
b11	Contributo ANAC	€	800,00	1	€ 800,00		
b11a	Spese per prove di laboratorio e verifiche tecniche	€	662.390,34	0,882	€ 584.228,28		
b12	Spese per domanda di pronuncia di compatibilità ambientale	€	173.716,71	0,882	€ 153.218,14		
b13	Oneri di legge su spese tecniche	€	32.960,62	1	€ 32.960,62		
b14	Attività di sorveglianza e indagini archeologiche	€	500.000,00	1	€ 500.000,00		
b15	Monitoraggio ambientale	€	300.000,00	1	€ 300.000,00		
b16	Barriere di sicurezza ANAS e corpi illuminanti	€	3.800.000,00	1	€ 3.800.000,00		
b17	Bonifica ordigni bellici legge 177/12	€	3.311.951,72	1	€ 3.311.951,72		
b18	Totale Somme a Disposizione		€ 44.349.100,41	-	-		
C) Oneri d'investimento: quota contributo 12,50%				€ 34.955.959,05	1	-	
Totale Importo Investimento				a4+b20+C	€ 314.603.631,47	0,743	€ 233.809.095,68
D) IVA per memoria							
		22%	€ 55.720.991,52				

Quadro Economico dell'alternativa Progetto 2006

PA83 2018				Tasso di conversione	Importo economico per ACB
A) Lavori a base di Appalto					
a1	Sommano i Lavori a Corpo e a Misura	€	135.542.351,38		
a2	a sommare oneri relativi alla sicurezza non soggetti a ribasso	€	8.810.252,84		
a3	protocollo di legalità (non soggetto a ribasso)	€	150.000,00		
a4	Totale lavori più servizi	a1+a2+a3 €	144.502.604,22	€	144.502.604,22
a5	a detrarre Oneri relativi alla Sicurezza e protocollo di legalità non soggetti a ribasso	€	8.960.252,84	0,808	€ 116.739.318,88
a6	Importo lavori soggetto a ribasso	a4-a5 €	135.542.351,38		
B) Somme a disposizione della stazione appaltante					
b1	Interferenze	€	5.421.694,06	1	€ 5.421.694,06
b2	Rilievi , accertamenti ed indagini	€	732.147,98	0,882	€ 645.754,52
b3	Allacciamenti ai pubblici servizi	€	292.859,19	0,46	€ 134.715,23
b4	Imprevisti	8% €	10.843.388,11	1	€ 10.843.388,11
b5	Acquisizione Aree ed Immobili Imposte di registro, ipotecarie e catastali	€	8.000.000,00	1,00	€ 8.000.000,00
b6	Spese tecniche per attività di collaudo	0,1502% €	217.042,91	0,882	€ 191.431,85
b7	per i Commissari di cui all'art.205 c. 5 e 209 c. 16 D.Lgs. 50/2016	0,10% €	144.502,60	0,833	€ 120.370,67
b8	Spese per Commissioni giudicatrici art. 77 c. 10 D.Lgs. 50/2016	0,10% €	144.502,60	0,833	€ 120.370,67
b9	Copertura assicurativa art.25 c. 4 D.Lgs. 50/2016	€	433.507,81	1	€ 433.507,81
b10	Spese per Pubblicità e ove previsto per opere artistiche	€	80.000,00	0,833	€ 66.640,00
b11	Contributo ANAC	€	800,00	1	€ 800,00
b11a	Spese per prove di laboratorio e verifiche tecniche	€	406.627,05	0,882	€ 358.645,06
b12	Spese per domanda di pronuncia di compatibilità ambientale	€	109.397,12	0,882	€ 96.488,26
b13	Oneri di legge su spese tecniche	€	20.241,92	1	€ 20.241,92
b14	Attività di sorveglianza e indagini archeologiche	€	500.000,00	1	€ 500.000,00
b15	Monitoraggio ambientale	€	300.000,00	1	€ 300.000,00
b16	Barriere di sicurezza ANAS e corpi illuminanti	€	3.800.000,00	1	€ 3.800.000,00
b17	Bonifica ordigni bellici legge 1777/12	€	3.388.558,78	1	€ 3.388.558,78
b18	Totale Somme a Disposizione				
			€		34.835.270,15
C) Oneri d'Investimento: quota contributo 12,50%					
			€		22.417.234,30
	Totale Importo Investimento	a4+b20+C	€		201.755.108,67
	D) IVA per memoria	22% €	35.213.239,26	0,749	€ 151.181.925,82

Quadro Economico dell'alternativa Progetto 2018

Per quanto riguarda i costi di Gestione (esercizio e manutenzione) sono stati utilizzati i valori annui delle spese previste su base parametrica di derivazione ANAS e pari a circa 20.000,00€/km all'anno per una sezione di tipo C1 - extraurbana secondaria.

Considerando l'estesa complessiva dell'infrastruttura, pressappoco identica per le due alternative studiate, ne è derivato:

- per l'alternativa Progetto 2006, un costo di manutenzione annuo di 317.600 €/anno, pari ad un costo economico di 235.978 €/anno;
- e, per l'alternativa Progetto 2018, un costo di manutenzione annuo di 316.400 €/anno, pari ad un costo economico di 236.984 €/anno.

4.2 BENEFICI TRASPORTISTICI

La modellistica di simulazione applicata agli scenari infrastrutturali “Senza Intervento” ed a quelli progettuali “Con Intervento”, nell’ipotesi di tracciato progettuale selezionato, individua le variazioni dei parametri che definiscono il Costo Generalizzato di Trasporto e cioè:

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

Per differenza tra situazione “Con Intervento” e situazione “Senza Intervento”, a parità di annualità di simulazione, si ricava la variazione nell’area di studio degli indicatori, determinata dall’entrata in esercizio dell’intervento. Le variazioni giornaliere degli indicatori di rete sono quelli riportati nella premessa dell’Analisi Benefici Costi e nella relazione trasportistica, a cui si rimanda.

La procedura di valutazione del costo generalizzato del trasporto utilizza i dati desumibili da pubblicazioni specializzate del settore relativi al costo di trazione dei veicoli (QUATTORUOTE, per ciò che concerne i veicoli leggeri, e TUTTOTRASPORTI, per quanto riguarda i veicoli pesanti) ed un valore del costo del tempo opportunamente determinato sulla base di analisi già effettuate in altri studi di valutazione tecnico-economica disponibili in letteratura e di recente elaborazione.

Il Beneficio o Costo Economico annuo è ottenuto utilizzando, quindi, i seguenti valori monetari unitari medi:

Tempo Passeggeri	12,00 €	Passeggero x ora
Tempo Autocarri	30,00 €	Autocarro Eq. x ora
Percorrenza Autovetture	0,19 €	Autovetture Eq. x km
Percorrenza Autocarri	0,79 €	Autocarro Eq. x km

da cui deriva il totale di Beneficio Netto “non attualizzato” relativo alla variazione del Costo Generalizzato di Trasporto, il cui valore economico annuo “non attualizzato” nell’ambito della vita utile del progetto è riportato nell’ultima colonna delle tabelle citate.

Il coefficiente medio di riempimento di un veicolo passeggeri si è stimato in 1,2 passeggeri/veicolo.

Per le analisi annue si sono considerati 365 giorni/anno di circolazione per i veicoli passeggeri e 365 giorni/anno per i veicoli merci, essendo i dati utilizzati per la calibrazione del modello rappresentativi del Traffico Giornaliero Medio Annuo, quindi già scontati dagli effetti della stagionalità.

4.3 VARIAZIONE DELLA SICUREZZA

La metodologia per la valutazione degli effetti sulla sicurezza conseguenti alle differenti ipotesi di configurazione della rete futura in funzione degli interventi individuati prevede, in linea generale,

due step di valutazione distinti:

- Definizione e caratterizzazione del fenomeno incidentale;
- Previsione delle variazioni dell'incidentalità – Scenari futuri.

Al fine di caratterizzare puntualmente l'incidentalità nell'area di intervento è fatto riferimento al tratto della S.S.115 su cui insiste la variante e quindi dal km 250+000 al km 271+000.

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

- n. incidenti/anno
- n. incidenti/anno con feriti
- n. incidenti/anno con morti

Tali dati costituiscono le fondamenta dell'analisi; ne consegue l'importanza della attendibilità della fonte. Si è fatto, quindi, riferimento alla pubblicazione ACI "Localizzazione degli incidenti stradali" degli anni 2011-2016", relativamente alle statali precedentemente elencate, considerando il valore medio annuo degli incidenti rilevato nel periodo.

	Incidenti	Incidenti mortali	Morti	Feriti
2011	17	0	0	33
2012	9	0	0	19
2013	13	0	0	33
2014	15	1	1	42
2015	16	1	1	34
2016	11	1	1	22
TOTALE	81	3	3	183

Dati di incidentalità dal km 250+000 al km 271+000 della S.S.115 (fonte ACI)

NOME STRADA	DA KM	A KM	Valori medi annuali (2011-2015)			
			INCIDENTI	INCIDENTI MORTALI	N. MORTI	N. FERITI
SS 115 - Sud Occidentale Sicula	250,0	271,0	13,5	0,5	0,5	30,5

La variazione di sicurezza è espressa in termini differenziali tra lo scenario trasportistico "con progetto" e quello "di riferimento" come variazione dell'incidentalità.

La metodologia per il calcolo della variazione di incidenti in rete per effetto del progetto, valutata in funzione delle percorrenze nell'area di studio *ante* e *post operam*, è stata eseguita considerando:

- i dati di incidentalità nell'area di studio e in particolare sulla statale 115 nel periodo 2011-2016 (fonte ACI);

- il tasso di incidentalità medio nelle infrastrutture stradali dell'area di studio ottenuto utilizzando le percorrenze *ante operam* simulate dal modello;
- la variazione di percorrenze sulla S.S.115 nel tratto sotteso la variante di progetto per effetto del progetto, ed applicando il tasso medio di incidentalità di rete alla variazione delle percorrenze dei veicoli lungo la S.S.115 nel tratto dal km 250+000 al km 271+000.

Il costo economico applicato a ciascuna voce relativa alla sicurezza è calcolato con i seguenti valori unitari (Fonte ACI I costi sociali degli incidenti stradali – anno 2010):

- 5.165 €/Incidente;
- 25.823 €/Incidente con feriti;
- 1.033.000 €/Incidente con morti.

A titolo esemplificativo si riporta, In base a quanto ipotizzato, la riduzione annua di incidenti sulla S.S.115 sottesa alla variante, nell'alternativa Progetto 2018. Per gli anni successivi al 2036 i dati restano costanti.

	Riduzione annua dell'incidentalità Progetto2018		
	INCIDENTI	FERITI	MORTI
2026	-8,69	-19,63	-0,32
2036	-10,14	-22,91	-0,38

4.4 BENEFICI AMBIENTALI -VARIAZIONE INQUINAMENTO ATMOSFERICO

Le variazioni di inquinamento atmosferico sono valutate come variazioni delle emissioni sulla rete stradale di area tra gli scenari "di Progetto" e "di Riferimento". Il modello utilizzato è il COPERT IV sviluppato all'interno del programma CORINAIR. Il parco auto e veicoli merci considerato per le valutazioni emissive dei flussi sugli archi di ciascuna rete è stato desunto a partire dalla composizione media 2009 della regione.

La valutazione ha riguardato le emissioni di CO, CO₂, VOC, NOX e PM₁₀ di cui nel seguito sono riportati i valori economici attribuiti in ambito extraurbano:

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

Per l'analisi della riduzione di emissione si sono utilizzati:

- Le percorrenze di area e le velocità medie di rete nella situazione *ante operam*;
- Le percorrenze di area e le velocità medie di rete nella situazione *post operam*;

Le emissioni chilometriche unitarie di ciascun veicolo in funzione delle velocità di rete stimate da modello.

Il modello ha consentito di stimare, per ciascuno degli scenari (Riferimento e Progetto), le emis-

sioni giornaliere ad annue di ciascun inquinante per ogni asse stradale nell'area di studio, in funzione dei carichi veicolari stimati e della velocità di percorrenza restituita dal modello in base alla velocità a flusso libero ed alla curva di deflusso applicata agli archi stradali. In base alla velocità si è determinato il coefficiente di emissione unitario desunto dalle curve di emissione in funzione della velocità di cui si riporta sotto un esempio relativo alla CO₂.

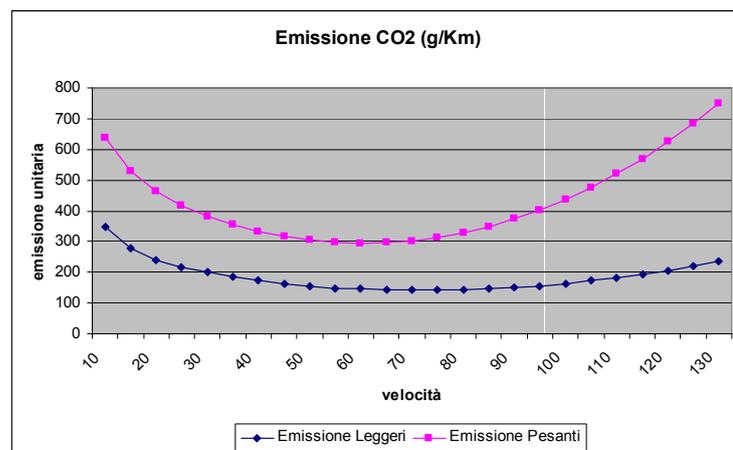


Figura 14. La curva di emissione del CO₂

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

Nella tabella seguente si riporta la somma dei benefici economici annui "non attualizzati" risultanti per le due soluzioni dello scenario di progetto.

4.5 ANALISI DI FATTIBILITÀ ECONOMICA

La valutazione della fattibilità economica dei progetti è effettuata utilizzando i coefficienti e parametri significativi ed i valori monetari unitari indicati nella tabella successiva, applicati ai diversi ambiti analizzati nei paragrafi precedenti: benefici trasportistici, di sicurezza ed ambientali, confrontati con i costi di realizzazione e gestione dell'infrastruttura.

Il tasso di attualizzazione utilizzato per la definizione degli indicatori di sostenibilità economica è pari al 3%, sia per la componente benefici che costi, pari a quello riportato nelle ultime linee guida del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

-	Indicatori trasportistici	
	• passeggeri/veicolo	1,2
	• giorni/anno veicoli leggeri	365
	• giorni/anno veicoli pesanti	365
-	Fattore di conversione medio finanziario -	0,749
	- Valori monetari del tempo	
	• passeggeri su strada	12,00 €/ora
	• autocarro equivalente	30,00 €/ora
	- Costi di esercizio	
	• autovettura equivalente	0,19 €/autov.km
	• autocarro equivalente	0,79 €/autoc.km
	- Valori monetari sicurezza	
	• incidente con autovettura	5.165,00 €
	• incidente con ferito	25.823,00 €
	• incidente con morto	1.033.000,00 €
-	Valori monetari inquinamento atmosferico	
	• CO extraurbano	0.0004 €/grammo
	• CO2 extraurbano	0.0001 €/grammo
	• NOx extraurbano	0.0046 €/grammo
	• VOC extraurbano	0.0021 €/grammo
	• PM extraurbano	0.0795 €/grammo

Le tabelle seguenti mostrano, per le due alternative di progetto, i benefici ed i costi annui non attualizzati stimati nel corso della vita utile dell'opera, ottenuti a partire dal confronto dei dati giornalieri tra lo scenario di progetto e di riferimento nel corso della vita utile del progetto, e riportando i risultati a valori annui con i coefficienti di espansione e la valorizzazione economica della tabella precedente.

Anno	Benefici/Costi non Attualizzati (€)				
	Costi realizzazione	Costi Manutenzione	Benefici Trasportistici	Benefici Sicurezza	Benefici Ambientali
2021	23.980.42				
2022	57.702.88				
2023	57.702.88				
2024	57.702.88				
2025	36.720.01				
2026		235.978	2.896.927	899.631	1.128.793
2027		235.978	2.944.750	913.643	1.128.793
2028		235.978	2.993.367	927.873	1.128.793
2029		235.978	3.042.791	942.325	1.128.793
2030		235.978	3.093.037	957.001	1.128.793
2031		235.978	3.144.117	971.906	1.128.793
2032		235.978	3.196.046	987.044	1.128.793
2033		235.978	3.248.837	1.002.417	1.128.793
2034		235.978	3.302.506	1.018.029	1.128.793
2035		235.978	3.357.067	1.033.885	1.128.793
2036		235.978	3.412.535	1.049.988	1.327.223
2037		235.978	3.412.535	1.049.988	1.327.223
2038		235.978	3.412.535	1.049.988	1.327.223
2039		235.978	3.412.535	1.049.988	1.327.223
2040		235.978	3.412.535	1.049.988	1.327.223
2041		235.978	3.412.535	1.049.988	1.327.223
2042		235.978	3.412.535	1.049.988	1.327.223
2043		235.978	3.412.535	1.049.988	1.327.223
2044		235.978	3.412.535	1.049.988	1.327.223
2045		235.978	3.412.535	1.049.988	1.327.223
2046		235.978	3.412.535	1.049.988	1.327.223
2047		235.978	3.412.535	1.049.988	1.327.223
2048		235.978	3.412.535	1.049.988	1.327.223
2049		235.978	3.412.535	1.049.988	1.327.223
2050		235.978	3.412.535	1.049.988	1.327.223
2051		235.978	3.412.535	1.049.988	1.327.223
2052		235.978	3.412.535	1.049.988	1.327.223
2053		235.978	3.412.535	1.049.988	1.327.223
2054		235.978	3.412.535	1.049.988	1.327.223
2055		235.978	3.412.535	1.049.988	1.327.223
2056		235.978	3.412.535	1.049.988	1.327.223

Benefici ed i costi annui non attualizzati stimati nel corso della vita utile dell'opera - Progetto2006

Anno	Benefici/Costi non Attualizzati (€)				
	Costi realizzazione	Costi Manutenzione	Benefici Trasportistici	Benefici Sicurezza	Benefici Ambientali
2021	15.505.839				
2022	37.310.924				
2023	37.310.924				
2024	37.310.924				
2025	23.743.315				
2026		236.984	6.054.801	884.252	1.169.633
2027		236.984	6.154.021	898.024	1.169.633
2028		236.984	6.254.876	912.011	1.169.633
2029		236.984	6.357.393	926.215	1.169.633
2030		236.984	6.461.600	940.641	1.169.633
2031		236.984	6.567.524	955.291	1.169.633
2032		236.984	6.675.196	970.170	1.169.633
2033		236.984	6.784.642	985.280	1.169.633
2034		236.984	6.895.893	1.000.626	1.169.633
2035		236.984	7.008.979	1.016.210	1.169.633
2036		236.984	7.123.930	1.032.038	1.375.347
2037		236.984	7.123.930	1.032.038	1.375.347
2038		236.984	7.123.930	1.032.038	1.375.347
2039		236.984	7.123.930	1.032.038	1.375.347
2040		236.984	7.123.930	1.032.038	1.375.347
2041		236.984	7.123.930	1.032.038	1.375.347
2042		236.984	7.123.930	1.032.038	1.375.347
2043		236.984	7.123.930	1.032.038	1.375.347
2044		236.984	7.123.930	1.032.038	1.375.347
2045		236.984	7.123.930	1.032.038	1.375.347
2046		236.984	7.123.930	1.032.038	1.375.347
2047		236.984	7.123.930	1.032.038	1.375.347
2048		236.984	7.123.930	1.032.038	1.375.347
2049		236.984	7.123.930	1.032.038	1.375.347
2050		236.984	7.123.930	1.032.038	1.375.347
2051		236.984	7.123.930	1.032.038	1.375.347
2052		236.984	7.123.930	1.032.038	1.375.347
2053		236.984	7.123.930	1.032.038	1.375.347
2054		236.984	7.123.930	1.032.038	1.375.347
2055		236.984	7.123.930	1.032.038	1.375.347
2056		236.984	7.123.930	1.032.038	1.375.347

Benefici ed i costi annui non attualizzati stimati nel corso della vita utile dell'opera - Progetto2018

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 considerato.

I risultati evidenziano per l'alternativa **Progetto 2018**:

- un **Saggio di Rendimento Interno – SRIE** - pari al **3,70%**;
- un **VANE**, applicando un tasso annuo di attualizzazione del 3%, pari ad **€14.680.878**;
- un **rapporto tra Benefici e Costi B/C** pari a **1,11**;

risultati che evidenziano la piena Sostenibilità Economica del progetto;

TASSO DI ATTUALIZZAZIONE	r= 3,70%	TASSO DI ATTUALIZZAZIONE	r= 3,00%
BENEFICI ATTUALIZZATI		BENEFICI ATTUALIZZATI	
Variazione Percorrenze	-23.169.877	Variazione Percorrenze	-26.678.564
Variazione Tempo	120.001.183	Variazione Tempo	138.171.909
Inquinamento Stradale	18.162.536	Inquinamento Stradale	20.939.344
Incidentalità	14.055.426	Incidentalità	16.181.618
TOTALE BENEFICI ATTUALIZZATI	129.049.268	TOTALE BENEFICI ATTUALIZZATI	148.614.307
COSTI ATTUALIZZATI		COSTI ATTUALIZZATI	
COSTRUZIONE	125.691.931	COSTRUZIONE	130.077.842
MANUTENZIONE	3.357.337	MANUTENZIONE	3.855.587
TOTALE COSTI ATTUALIZZATI	129.049.268	TOTALE COSTI ATTUALIZZATI	133.933.429
VALORE ATTUALE NETTO	0	VALORE ATTUALE NETTO	14.680.878

I risultati evidenziano per l'alternativa **Progetto 2006**:

- un **Saggio di Rendimento Interno – SRIE** - pari al **-1,78%**;
- un **VANE**, applicando un tasso annuo di attualizzazione del 3%, pari ad **-€114.945.387** ;
- un **rapporto tra Benefici e Costi B/C** pari a **0,43**;

risultati che evidenziano la non Sostenibilità Economica del progetto;

TASSO DI ATTUALIZZAZIONE		r= 3,00%	TASSO DI ATTUALIZZAZIONE		r= -1,78%
BENEFICI ATTUALIZZATI			BENEFICI ATTUALIZZATI		
Variazione Percorrenze		-36.673.293	Variazione Percorrenze		-108.414.231
Variazione Tempo		89.966.797	Variazione Tempo		266.690.615
Inquinamento Stradale		20.217.263	Inquinamento Stradale		60.450.940
Incidentalità		16.443.063	Incidentalità		48.757.970
TOTALE BENEFICI ATTUALIZZATI		90.063.830	TOTALE BENEFICI ATTUALIZZATI		267.485.295
COSTI ATTUALIZZATI			COSTI ATTUALIZZATI		
COSTRUZIONE		201.170.758	COSTRUZIONE		258.292.485
MANUTENZIONE		3.838.459	MANUTENZIONE		11.192.810
TOTALE COSTI ATTUALIZZATI		205.009.217	TOTALE COSTI ATTUALIZZATI		267.485.295
VALORE ATTUALE NETTO		-114.945.387	VALORE ATTUALE NETTO		0

5 SINTESI DEI RISULTATI

Le analisi condotte hanno mostrato che, nel funzionamento complessivo, il nuovo asse costituisca una alternativa alla attuale S.S.115 identificando di fatto un nuovo corridoio di transito che scarica l'esistente S.S.115 nella zona di Gela.

I flussi simulati da modello sul nuovo asse restituiscono all'entrata in esercizio dei valori medi di traffico giornaliero medio totale, espressi in veicoli efficaci, di circa 7.000 per entrambe le alternative di progetto studiate. Per veicoli efficaci si intende il volume di traffico medio in grado di fornire le percorrenze complessive sull'intera infrastruttura ($\sum \text{veicoli} \cdot \text{Km} / \sum \text{Km}$).

La configurazione ipotizzata soddisfa le richieste della norma in termini di livello di servizio offerto per una sezione tipo C1, restituendo un LoS C per il tratto di progetto in variante per entrambe le alternative.

L'analisi costi benefici applicata alle due alternative ha evidenziato la piena Sostenibilità Economica solo per l'alternativa Progetto 2018 per via dei costi di realizzazione più contenuti rispetto all'alternativa Progetto 2006.



Anas S.p.A.

Via Monzambano, 10 - 00185 Roma

www.stradeanas.it