



CdP 2021-2025 – Allegato C

Nota metodologica sui criteri di valutazione delle priorità e della redditività trasportistica, della sostenibilità ambientale e sociale degli interventi presenti nel piano pluriennale dell'Anas

Premessa

A partire dal 2004 ANAS SpA, prima presso la Direzione Centrale Progettazione, e a seguito delle diverse riorganizzazioni aziendali avvenute negli anni, successivamente presso la Direzione Operation e Coordinamento Territorio e quindi attualmente presso la Direzione Tecnica ha implementato e collaudato un Modello Trasportistico Stradale Decision Support System (DSS) su scala nazionale che consente:

- di stimare il traffico veicolare sulla rete stradale sia in gestione diretta di ANAS SpA sia su parte della restante rete nazionale;
- di valutare, attraverso Studi Trasportistici ed Analisi Costi Benefici, l'impatto sul sistema di trasporto stradale delle nuove infrastrutture in progettazione. Sia lo studio trasportistico sia la Benefici/Costi sono redatte nell'ambito della progettazione di nuove opere in adeguamento o in variante ed anche, ove necessario, nella valutazione delle priorità degli interventi di manutenzione.

Il modello, oltre a permettere il monitoraggio, pur se non in tempo reale, degli andamenti del carico veicolare sulla rete ANAS valutandone le variazioni annue, è stato realizzato con l'obiettivo di fornire uno strumento univoco di valutazione degli interventi in progettazione, consentendo così di:

- valutare ogni singolo intervento in termini di funzionalità stradale e sostenibilità economica;
- identificare, all'interno di ogni singolo intervento, la possibile suddivisione dello stesso in lotti funzionali, e fornendone un indice di priorità di realizzazione;
- poter confrontare tra loro diversi interventi, al fine di fornire su scala nazionale o regionale, un indice di priorità tra di essi.

Nei capitoli seguenti è fornita una breve descrizione del modello e la metodologia adottata, utilizzando i risultati dello stesso, per la valutazione assoluta e comparativa di tutti gli interventi di ANAS SpA nell'ambito dell'attività progettuale.

Nel capitolo finale è descritta la metodologia utilizzata per la valutazione ed il confronto degli interventi presenti all'interno dell'ultimo Piano Pluriennale di ANAS SpA.

Il Modello Trasportistico Stradale DSS

L'offerta di trasporto stradale

L'implementazione del grafo stradale di livello nazionale è stata messa a punto da ANAS SpA in base al grafo di livello semplificato, ottenuto dal Centro Sperimentale Stradale ANAS di Cesano, e per la rete infrastrutturale stradale in gestione diretta di ANAS SpA dal grafo del Catasto stradale a disposizione della Società. Tale operazione ha comportato una attività di implementazione dei singoli archi stradali e loro codifica, oltre alla loro caratterizzazione geometrica e funzionale.

Relativamente al modello di offerta è stato messo a punto un sistema geografico che consente, tramite un codice identificativo della strada (determinato in modo univoco) e la progressiva chilometrica, di scambiare informazioni con qualsiasi altro sistema.

Il grafo, rappresentativo della rete stradale ANAS aggiornata al 2023, della rete autostradale in concessione aggiornata al 2023, delle maggiori infrastrutture stradali Regionali e di alcune strade provinciali, è costituito da:

- circa 11.800 nodi rappresentativi di intersezioni;
- circa 15.950 archi rappresentativi di tratti omogenei delle infrastrutture stradali nazionali;
- circa 80 archi rappresentativi di infrastrutture stradali estere;
- 9 archi rappresentativi di collegamenti marittimi;
- oltre 360 nodi rappresentativi dei caselli autostradali;
- 1.265 nodi rappresentativi dei centroidi nazionali;
- 23 nodi rappresentativi dei centroidi esteri;
- circa 1.500 connettori dei centroidi nazionali;
- circa 25 connettori dei centroidi esterni.

Per tutti gli archi/nodi stradali sono implementati i relativi attributi, che li caratterizzano dal punto di vista funzionale e geometrico. In particolare, per ogni arco stradale sono stati implementati:

- il toponimo della strada o dello svincolo;
- numero di corsie per ogni senso di marcia;
- categoria funzionale;
- categoria di curva di deflusso adottata e relativi parametri;
- tipologia di svincolo;
- appartenenza alla rete ANAS;
- appartenenza al sistema autostradale;
- costo di esercizio per categoria di veicolo;
- tariffa autostradale per categoria di veicolo per le autostrade;
- codice del casello di appartenenza (per gli svincoli autostradali).

Le categorie funzionali in cui sono classificati gli archi stradali sono le seguenti:

- 0: autostrade a carreggiate separate;
- 1: autostrade a carreggiata unica;
- 2: strada di grande comunicazione a 4 corsie;
- 3: strada di grande comunicazione larga-media;
- 4: strada di grande comunicazione stretta;
- 5: strada di interesse regionale a 4 corsie;
- 6: strada di interesse regionale larga media;
- 7: strada di interesse regionale stretta;
- 10: svincolo Autostrada – Strada statale;

- 11: interscambio autostrada.

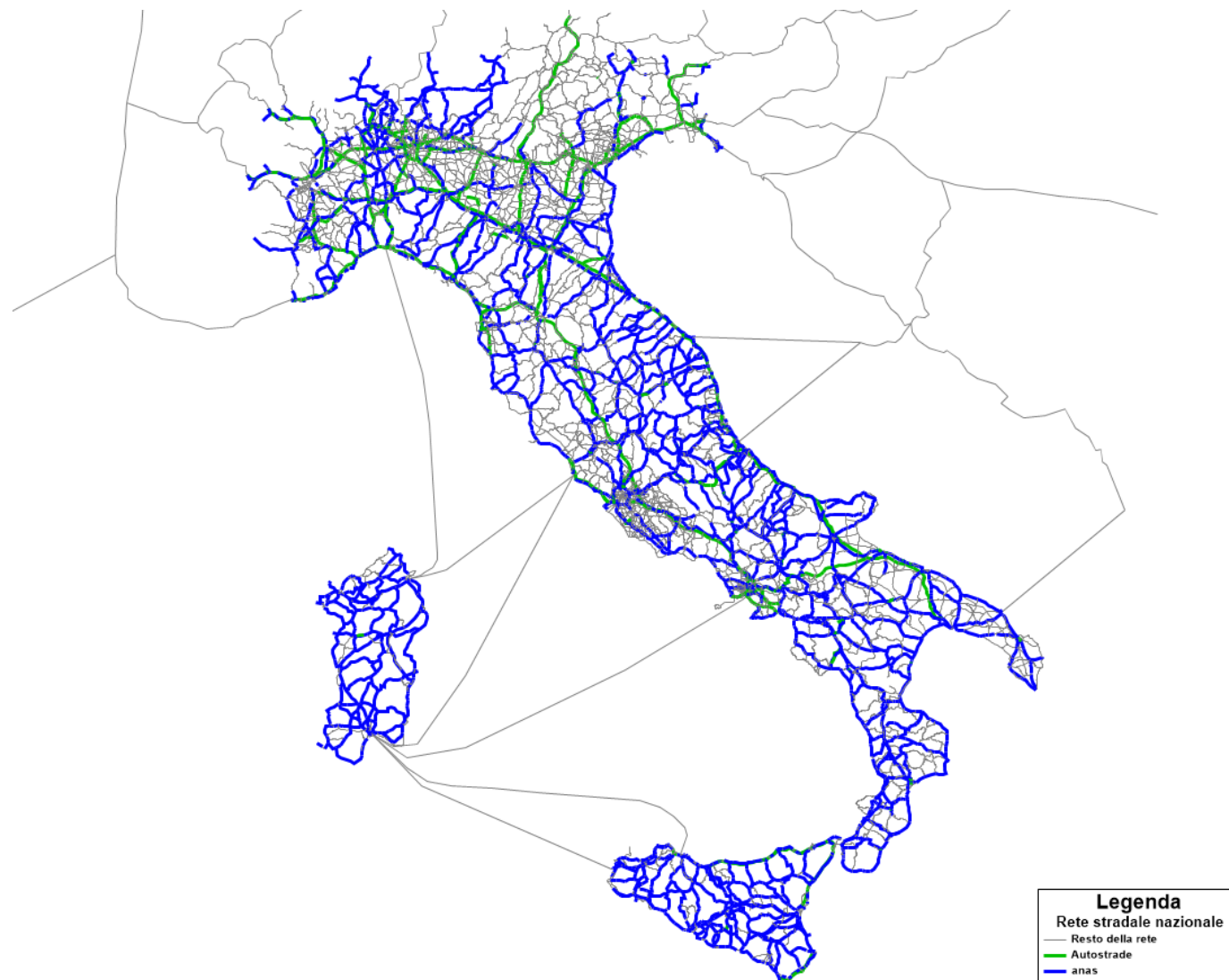
Analogamente per ogni nodo stradale rappresentativo di un centroide o di uno svincolo sono inseriti:

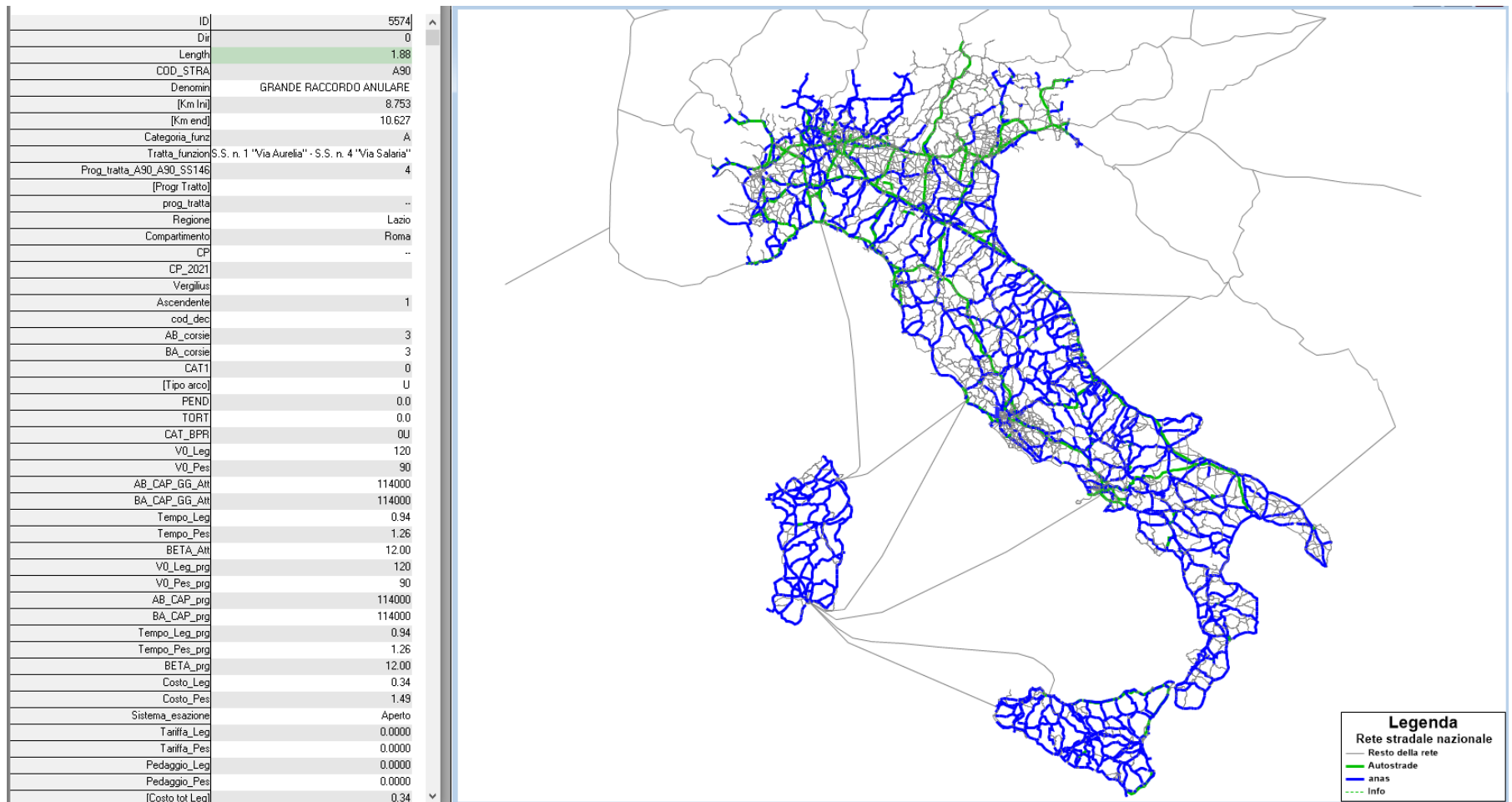
- codice del centroide;
- codice del casello;
- identificativo dello svincolo autostradale;
- toponimo del casello autostradale;
- tipologia del nodo.

Complessivamente l'offerta di trasporto implementata nel modello è rappresentativa di circa 86.892 km di infrastrutture bidirezionali, ad esclusione dei connettori stradali, così suddivise:

- Rete in gestione diretta ANAS: 27.216 km circa (chilometri gestiti da ANAS ad esclusione di svincoli e tratti in complanare esistenti);
- Rete Autostradale in concessione: 5.930 km circa;
- Rete Regionale: 25.970 km circa;
- Rete Estera: 11.740 km circa;
- Collegamenti marittimi: 2.930 km circa;
- Resto della rete (strade provinciali ed urbane): 18.104 km circa.

Le figure seguenti mostrano la rete di trasporto stradale così implementata ed una visualizzazione degli attributi associati a ciascun arco della rete stradale rappresentata nel modello.





La zonizzazione dell'area di studio

La zonizzazione consiste nella suddivisione dell'area di studio in zone di traffico e nell'attribuzione della mobilità di ciascuna zona al rispettivo punto rappresentativo detto centroide. Nella schematizzazione, a ciascuna zona corrisponde un unico centroide nel quale si considerano concentrati tutti gli spostamenti aventi origine o destinazione all'interno della zona stessa.

Gli elementi di partenza per la suddivisione del territorio in zone di traffico sono stati: i confini comunali – Anno 2011; i confini della suddivisione del territorio nazionale in Sistemi Locali del Lavoro (SLL – anno 2011).

L'implementazione della zonizzazione del modello nazionale si è basata su quattro criteri fondamentali:

- il rispetto dei confini delle zone SIMPT (Sistema Informativo per il Monitoraggio e la Pianificazione dei Trasporti del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti);
- la minimizzazione degli spostamenti esterni tra le zone;
- il rispetto dei confini amministrativi provinciali;
- la struttura della rete stradale all'interno di ogni singola zona.

Tali criteri hanno portato all'aggregazione di zone elementari contigue ma con funzioni diverse per quanto riguarda le attività. Le zone così definite risultano essere autosufficienti e tali da soddisfare gran parte della mobilità generata. Si riducono così gli spostamenti esterni di breve percorrenza e, quindi, l'errore, relativamente agli aspetti statistici del modello.

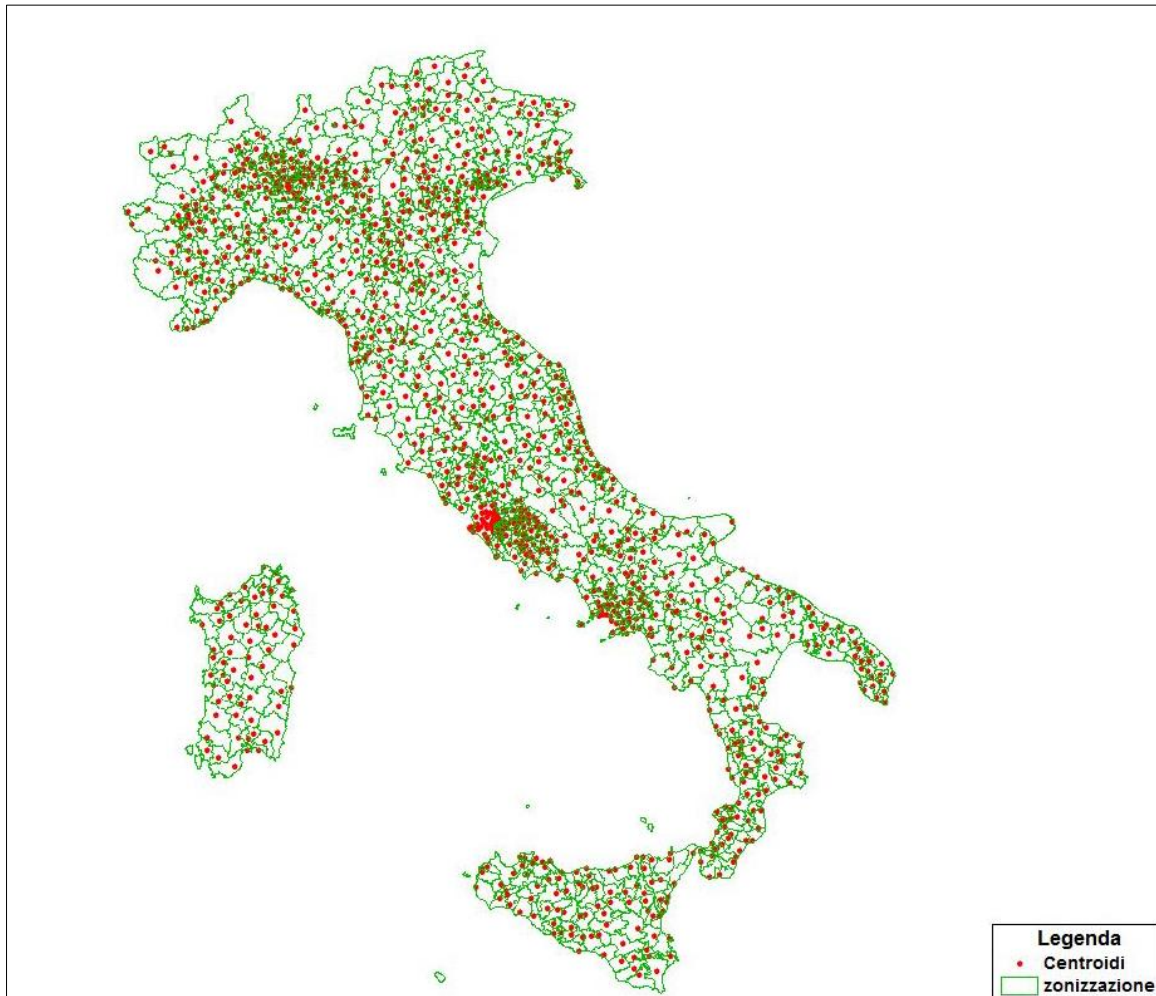
Questa zonizzazione, di livello sub-provinciale, consente di rappresentare il fenomeno di mobilità su relazioni medio lunghe, quindi a carattere nazionale – regionale, non consentendo di percepire i fenomeni locali interni ai Comuni o relativi a spostamenti di breve lunghezza sul territorio.

Per questo motivo, al fine di rappresentare la mobilità su infrastrutture strategiche a livello nazionale e regionale, ma con una forte rilevanza di traffico di breve-media percorrenza, alcune aree metropolitane italiane sono state suddivise in più zone di traffico ricadenti all'interno dei confini comunali:

- Roma – 34 zone di traffico;
- Milano – 5 zone di traffico;
- Napoli – 5 zone di traffico;
- Catania – 5 zone di traffico;
- Torino – 4 zone di traffico;
- Palermo – 3 zone di traffico;
- Cagliari – 3 zone di traffico.

La zonizzazione finale ottenuta è caratterizzata da 1.288 zone di traffico di cui 1.265 zone interne al territorio nazionale e 23 esterne.

La figura seguente mostra la suddivisione del territorio nazionale nelle sopra descritte zone di traffico con evidenziata la localizzazione all'interno della zona del centroide di riferimento.



Le matrici di domanda

Coerentemente con l'offerta di trasporto stradale simulata e la relativa zonizzazione, la domanda di trasporto che simula la mobilità passeggeri e merci sul territorio nazionale è rappresentativa di fenomeni di spostamento a media-lunga percorrenza.

Le categorie di veicolo che sono state prese in considerazione in tale versione sono:

- Veicoli leggeri adibiti a trasporto passeggeri;
- Veicoli pesanti adibiti a trasporto delle merci. Nella suddivisione per segmenti di domanda della mobilità, sono considerati veicoli pesanti i soli veicoli adibiti al trasporto delle merci con portata utile superiore alle 3,5 tonnellate.

Le baselate utilizzate per la ricostruzione della domanda di mobilità sono le seguenti:

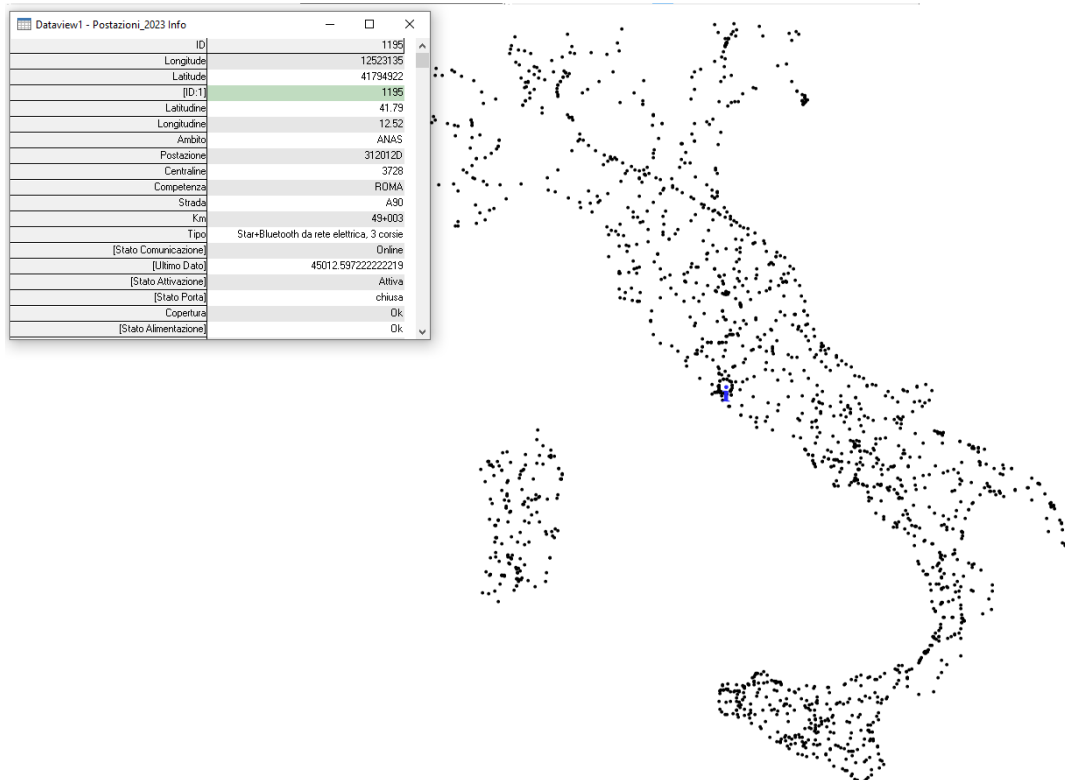
- matrici O/D relative a spostamenti di persone, per lavoro e studio, articolate per modo di trasporto utilizzato, ricostruite sulla base dei risultati del Censimento generale 2011 ISTAT (matrici intercomunali da riportare alla zonizzazione del DSS);
- matrici O/D regionali merci su strada per settore merceologico, provenienti da indagine campionaria sulle principali sezioni stradali ai confini regionali effettuata nell'ambito del progetto per la realizzazione del SIMPT;
- matrici O/D passeggeri su strada tra zone di traffico nazionali e zone di traffico estere, provenienti da indagine campionaria in corrispondenza dei principali valichi stradali di confine effettuata nell'ambito del progetto per la realizzazione del SIMPT;

- matrici O/D tra le zone di traffico nazionali e tra le zone di traffico nazionali e le zone di traffico estere relative a spostamenti di persone, per motivo dello spostamento, articolate per modo di trasporto utilizzato, per giorno medio feriale/festivo, invernale/estivo, stimate attraverso l'applicazione di modelli di domanda sviluppati e calibrati nell'ambito del progetto per la realizzazione del SIMPT;
- matrici O/D merci tra le province italiane, articolate per modo di trasporto utilizzato, per giorno medio invernale/estivo, stimate attraverso l'applicazione di modelli di domanda sviluppati e calibrati nell'ambito del progetto per la realizzazione del SIMPT;
- matrici casello/casello autostradali;
- matrici O/D merci tra le regioni italiane, reperite dal Conto Nazionale dei Trasporti e della Logistica aggiornate all'anno 2021.

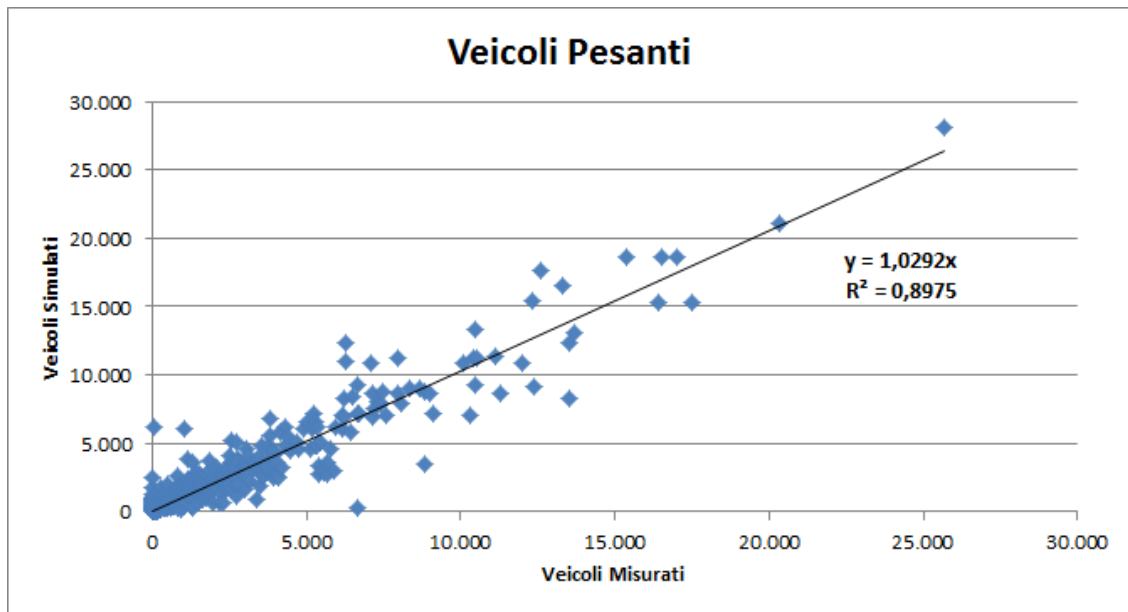
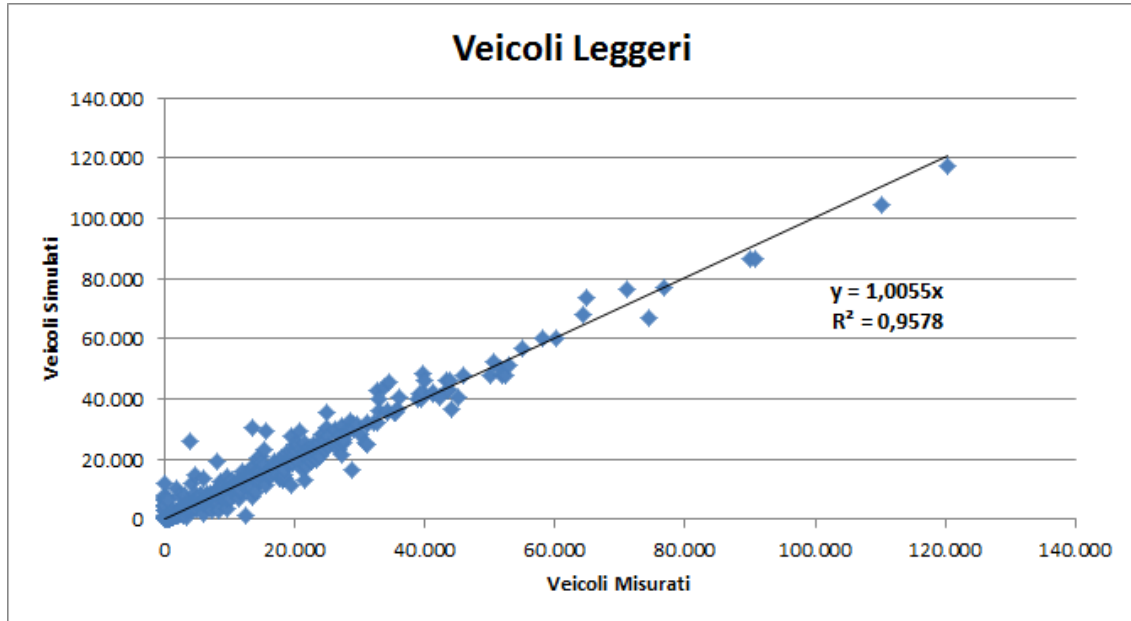
Le matrici ottenute da tutta questa mole di dati, una per tipologia di veicolo considerato, sono, nel corso degli anni, state calibrate in base a conteggi di traffico su diverse sezioni distribuite sul territorio nazionale, ottenute da:

- le sezioni di conteggio alla base della calibrazione della domanda del SIMPT;
- i dati di traffico autostradali pubblicati trimestralmente da AISCAT;
- differenti campagne di indagine su porzioni di territorio nazionale realizzate per specifiche attività di studio di ANAS SpA;
- i dati di censimento veicolare su scala nazionale in oltre 1.200 postazioni di conteggio veicolare permanente, in esercizio dal 2011 presso la Direzione Generale di ANAS SpA.

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



La 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.

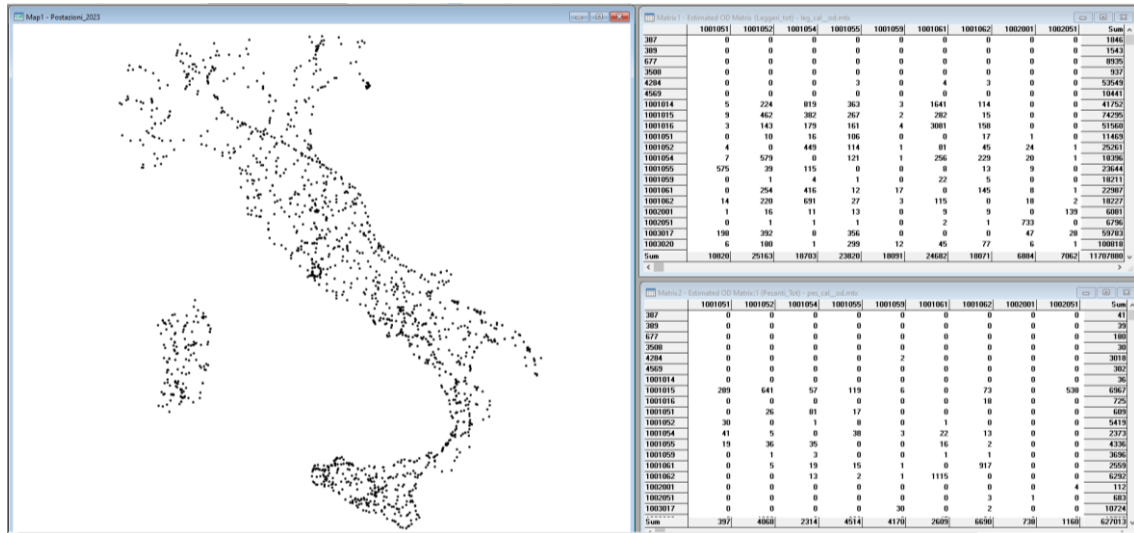


Si deve tenere presente che le matrici di domanda ottenute dalla calibrazione sono da ritenersi significative degli spostamenti tra le zone di un giorno ferialo medio invernale, all'anno di riferimento 2022.

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

- 11.707.880 spostamenti di veicoli leggeri passeggeri tra le diverse zone di traffico;
- 627.000 spostamenti di veicoli pesanti merci tra le diverse zone di traffico.

evidenziati in forma matriciale nella seguente immagine.



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 (Bureau of Public Roads), 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 nelle "*Linee guida operative per la valutazione delle Opere Pubbliche – Settore Stradale*" redatte dalla Struttura Tecnica di Missione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti nel settembre 2022.

Le linee guida forniscono indicazione sulla valorizzazione economica dello spostamento delle persone in base: alla motivazione dello spostamento (business, pendolare, altro motivo); all'ambito in cui si esaurisce lo spostamento (urbano e metropolitano, media e lunga distanza). Ulteriore indicazione è tra il valore alto o basso della valorizzazione economica di ogni tipologia di spostamento considerata. Applicando un coefficiente di peso per ciascun segmento di domanda considerato emerge una **valorizzazione media dello spostamento passeggeri di 12,04€/ora**, applicata al modello su scala nazionale.

Indice	Valore monetario	Unità	Pesi	2019
VT111	Valore del tempo passeggeri per spostamento business (urbano e metropolitano - basso)	Euro/passeggero*ora	5.0%	12.70
VT112	Valore del tempo passeggeri per spostamento business (urbano e metropolitano - alto)	Euro/passeggero*ora	10.0%	21.17
VT113	Valore del tempo passeggeri per spostamento pendolare (urbano e metropolitano - basso)	Euro/passeggero*ora	30.0%	5.29
VT114	Valore del tempo passeggeri per spostamento pendolare (urbano e metropolitano - alto)	Euro/passeggero*ora	30.0%	10.59
VT115	Valore del tempo passeggeri per spostamento altri motivi (urbano e metropolitano - basso)	Euro/passeggero*ora	20.0%	5.29
VT116	Valore del tempo passeggeri per spostamento altri motivi (urbano e metropolitano - alto)	Euro/passeggero*ora	5.0%	15.88
VT11	Valore medio del tempo passeggeri (urbano e metropolitano)	Euro/passeggero*ora	50.0%	9.37
VT121	Valore del tempo passeggeri per spostamento business (media e lunga distanza - basso)	Euro/passeggero*ora	4.0%	21.17
VT122	Valore del tempo passeggeri per spostamento business (media e lunga distanza - alto)	Euro/passeggero*ora	1.0%	37.05
VT123	Valore del tempo passeggeri per spostamento pendolare (media e lunga distanza - basso)	Euro/passeggero*ora	10.0%	10.59
VT124	Valore del tempo passeggeri per spostamento pendolare (media e lunga distanza - alto)	Euro/passeggero*ora	20.0%	15.88
VT125	Valore del tempo passeggeri per spostamento altri motivi (media e lunga distanza - basso)	Euro/passeggero*ora	50.0%	10.59
VT126	Valore del tempo passeggeri per spostamento altri motivi (media e lunga distanza - alto)	Euro/passeggero*ora	15.0%	26.47
VT12	Valore medio del tempo passeggeri (media e lunga distanza)	Euro/passeggero*ora	50.0%	14.72
VT1	Valore medio del tempo passeggeri	Euro/passeggero*ora		12.04

Per la stima del VOT dei mezzi pesanti si è fatto ugualmente riferimento alle citate “Linee guida operative per la valutazione delle Opere Pubbliche – Settore Stradale”.

La valorizzazione economica dello spostamento di un mezzo adibito al trasporto delle merci è calcolata in base al: valore del tempo di condotta del veicolo (ambito dello spostamento urbano e metropolitano, media e lunga distanza); valore del tempo della merce (euro/tonnellata*ora).

Anche in questo caso ulteriore indicazione è tra il valore alto o basso della valorizzazione economica di ogni tipologia di spostamento considerata. Applicando un coefficiente di peso per ciascun segmento di domanda considerato, e considerando un coefficiente medio di riempimento del veicolo di 8 tonnellate, emerge una **valorizzazione media dello spostamento di un veicolo merci di 41,45€/ora**, applicata al modello su scala nazionale.

Indice	Valore monetario	Unità	Pesi	2019
VT21	Valore del tempo merci (basso)	Euro/tonnellata*ora	50.0%	0.53
VT2	Valore del tempo merci (alto)	Euro/tonnellata*ora	50.0%	4.23
VT2	Valore medio del tempo merci	Euro/tonnellata*ora		2.25
VT311	Valore del tempo di condotta merci (urbano e metropolitano - basso)	Euro/veicolo*ora	5.0%	12.70
VT312	Valore del tempo di condotta merci (urbano e metropolitano - alto)	Euro/veicolo*ora	10.0%	21.17
VT313	Valore del tempo di condotta merci (media e lunga distanza - basso)	Euro/veicolo*ora	68.0%	21.17
VT314	Valore del tempo di condotta merci (media e lunga distanza - alto)	Euro/veicolo*ora	17.0%	37.05
VT3	Valore medio del tempo di condotta merci su rete stradale	Euro/veicolo*ora		23.45

In merito al costo monetario di esercizio dei veicoli passeggeri e merci si è fatto sempre riferimento al citato documento redatto dalla Struttura Tecnica di Missione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti nel settembre 2022.

Per la stima di tali componenti è stata utilizzata la metodologia dell'Automobile Club di Italia (ACI) al netto dei costi non proporzionali alle percorrenze. In questo caso i costi sono differenziati per tipologia di infrastruttura (autostrada, extraurbana principale e secondaria, urbana ed urbana di scorrimento), con costi medi di percorrenza che variano:

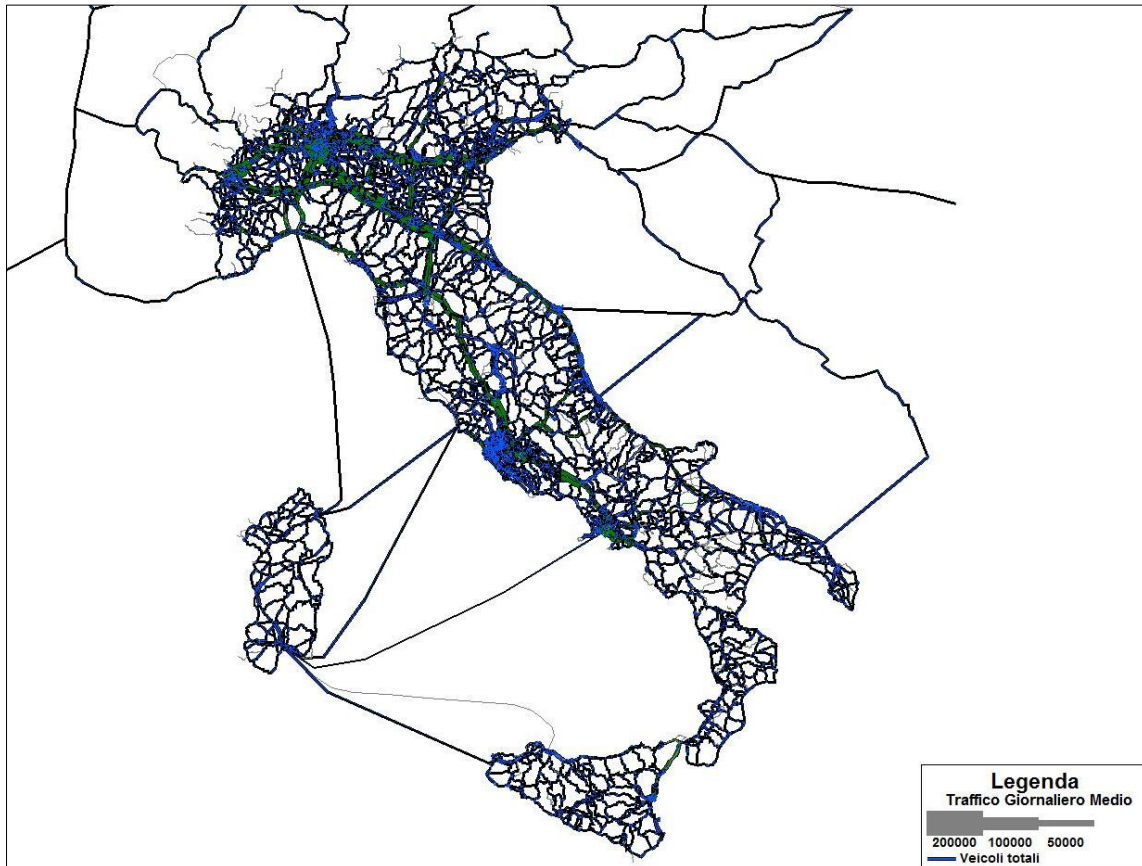
- per un veicolo leggero (passeggeri) da 0,296€/km a 0,344€/km;
- per un veicolo pesante (merci) da 1,401€/km a 1,761€/km.

Indice	Valore monetario	Unità	Pesi	2019
O011	Costo quota capitale (basso)	Euro/veicolo*chilometro	50.0%	0.078
O012	Costo quota capitale (alto)	Euro/veicolo*chilometro	50.0%	0.082
O01	Costo quota capitale	Euro/veicolo*chilometro		0.080
O021	Costo carburante (basso)	Euro/veicolo*chilometro	50.0%	0.099
O022	Costo carburante (alto)	Euro/veicolo*chilometro	50.0%	0.141
O02	Costo carburante	Euro/veicolo*chilometro		0.120
O031	Costo pneumatici (basso)	Euro/veicolo*chilometro	50.0%	0.017
O032	Costo pneumatici (alto)	Euro/veicolo*chilometro	50.0%	0.024
O03	Costo pneumatici	Euro/veicolo*chilometro		0.021
O041	Costo manutenzione e riparazioni (basso)	Euro/veicolo*chilometro	50.0%	0.071
O042	Costo manutenzione e riparazioni (alto)	Euro/veicolo*chilometro	50.0%	0.079
O04	Costo manutenzione e riparazioni	Euro/veicolo*chilometro		0.075
O1	Costo medio percorrenze veicoli leggeri (autostrada)	Euro/veicolo*chilometro	1.10	0.308
O2	Costo medio percorrenze veicoli leggeri (strada extraurbana principale)	Euro/veicolo*chilometro	1.00	0.296
O3	Costo medio percorrenze veicoli leggeri (strada extraurbana secondaria)	Euro/veicolo*chilometro	1.00	0.296
O4	Costo medio percorrenze veicoli leggeri (strada urbana ad alto scorrimento)	Euro/veicolo*chilometro	1.20	0.320
O5	Costo medio percorrenze veicoli leggeri (altra strada urbana)	Euro/veicolo*chilometro	1.40	0.344
O05	Costo quota capitale	Euro/veicolo*chilometro	4.00	0.321
O06	Costo carburante	Euro/veicolo*chilometro	6.00	0.719
O07	Costo pneumatici	Euro/veicolo*chilometro	3.00	0.062
O08	Costo manutenzione e riparazioni	Euro/veicolo*chilometro	4.00	0.300
O6	Costo medio percorrenze veicoli pesanti (autostrada)	Euro/veicolo*chilometro	1.00	1.401
O7	Costo medio percorrenze veicoli pesanti (strada extraurbana principale)	Euro/veicolo*chilometro	1.10	1.473
O8	Costo medio percorrenze veicoli pesanti (strada extraurbana secondaria)	Euro/veicolo*chilometro	1.10	1.473
O9	Costo medio percorrenze veicoli pesanti (strada urbana ad alto scorrimento)	Euro/veicolo*chilometro	1.30	1.617
O10	Costo medio percorrenze veicoli pesanti (altra strada urbana)	Euro/veicolo*chilometro	1.50	1.761

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 2021: 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).



La procedura di assegnazione consente di stimare il Traffico Medio Giornaliero Annuo sulla rete stradale in gestione diretta di ANAS SpA e le percorrenze (veicoli*km) che insistono sulla stessa rete, differenziate per tipologia di infrastruttura.

Il modello stima:

- un Traffico Giornaliero Medio Annuo di circa 9.075 veicoli sull'intera rete, con una punta di 24.500 veicoli medi sull'intera rete autostradale gestita da ANAS;
- 247 milioni di chilometri percorsi giornalmente sulla rete stradale di ANAS SpA.

Percorrenze Giornaliere Medie - ANNO 2022

Strade ANAS	Estesa (Km)	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti	Veicoli Totali	V*Km Leggeri	V*Km Pesanti	V*Km Totali
Autostrade e Raccordi	1.574,481	22.670	1.868	24.538	35.692.917	2.941.677	38.634.594
Strade Statali Tipo B (Extraurbane Principali)	2.009,041	19.588	1.558	21.145	39.352.192	3.129.236	42.481.428
Strade Statali Tipo C (Extraurbane Secondarie)	23.473,574	6.657	405	7.062	156.264.763	9.506.956	165.771.719
Altri tipi di strade	159,001	660	28	688	104.908	4.482	109.389
TOTALE RETE ANAS	27.216,10	8.503	573	9.075	231.414.780	15.582.350	246.997.130

L'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.

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

Nel modello di Analisi Costi Benefici utilizzato presso la Direzione Tecnica di ANAS SpA i parametri considerati sono i seguenti:

- Benefici Trasportistici - sono valutati, in termini differenziali tra lo scenario "con intervento" e lo scenario "senza intervento" i seguenti parametri ottenuti dal modello DSS appena descritto:
 - Tempo totale di viaggio passeggeri;
 - Totale di veicoli • km passeggeri;
 - Tempo totale di viaggio merci;
 - Totale dei veicoli • km merci.
- Costi - sono considerati:
 - Costi di realizzazione;
 - Costi di manutenzione.
- Benefici della sicurezza - sono calcolati, in termini differenziali tra lo scenario "con intervento" e lo scenario "senza intervento" le seguenti categorie di incidente:
 - n. incidenti/anno;
 - n. incidenti/anno con feriti;
 - n. incidenti/anno con morti.
- Benefici Ambientali - sono calcolati, in termini differenziali tra lo scenario "con intervento" e lo scenario "senza intervento" le seguenti tipologie di emissione veicolare: emissioni inquinanti (SO_x, NO_x, CO, VOC, PM₁₀, PM_{2,5}); emissioni acustiche; emissioni gas impronta carbonica (CO₂).

Per il calcolo e la valorizzazione economica dei benefici/costi diretti ed indiretti considerati nell'Analisi Costi benefici è stata adottata la metodologia proposta nelle *"Linee guida operative per la valutazione delle Opere Pubbliche – Settore Stradale"* redatte dalla Struttura Tecnica di Missione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti nel settembre 2022 a cui si rimanda.

L'analisi attribuisce all'infrastruttura di progetto una vita utile di 30 anni e considera un valore residuo delle opere al termine della vita utile. Il valore residuo è considerato poiché l'orizzonte temporale di analisi (il periodo di valutazione è pari a 30 anni) è inferiore alla vita economica di alcune componenti dell'opera. Il valore residuo è calcolato considerando vite utili differenziate per ciascuna componente dell'opera con riguardo ai costi delle opere civili, degli impianti civili e dei sistemi di comunicazione e sicurezza, che varia da un minimo di 15 anni (impianti civili e misure di sicurezza) ad un massimo di 75 anni (ponti, viadotti e gallerie) così come indicato nel citato documento redatto dalla Struttura Tecnica di Missione del MIT nel settembre 2022.

Tabella 3.2 Vita Utile					
Gruppo	Indice	Componente progetto	Pesi	Vita fisica (anni)	Media ponderata (anni)
Costi opere civili, impianti civili e sistemi di comunicazione e sicurezza	VU801	Asse principale	#DIV/0!	60	#DIV/0!
	VU802	Svincoli	#DIV/0!	60	#DIV/0!
	VU803	Altra Viabilità	#DIV/0!	40	#DIV/0!
	VU804	Pavimentazione Stradale (solo conglomerati bituminosi)	#DIV/0!	10	#DIV/0!
	VU805	Ponti e Viadotti	#DIV/0!	60	#DIV/0!
	VU806	Opere di sostegno (Muri di controripa, sostegno, sottoscarpa e paratie semplici o tirantate)	#DIV/0!	60	#DIV/0!
	VU807	Cavalcavia	#DIV/0!	60	#DIV/0!
	VU808	Sottovia	#DIV/0!	60	#DIV/0!
	VU809	Opere Idrauliche (escluse le opere di linea; da prevedere nel corpo stradale)	#DIV/0!	60	#DIV/0!
	VU810	Gallerie Artificiali	#DIV/0!	75	#DIV/0!
	VU811	Gallerie Naturali	#DIV/0!	75	#DIV/0!
	VU812	Opere di Imbocco	#DIV/0!	75	#DIV/0!
	VU813	Barriere Antirumore	#DIV/0!	25	#DIV/0!
	VU814	Vasche di trattamento acque	#DIV/0!	25	#DIV/0!
	VU815	Opere di mascheramento dell'infrastruttura o altri interventi di mitigazione ambientale	#DIV/0!	25	#DIV/0!
	VU816	Impianti Tecnologici - di linea	#DIV/0!	15	#DIV/0!
	VU817	Impianti Tecnologici - per opere in sotterraneo	#DIV/0!	15	#DIV/0!
	VU818	Piste ciclabili, opere di rimboschimento, etc.	#DIV/0!	20	#DIV/0!
	VU	Vita utile del progetto			#DIV/0!

Gli indicatori di sostenibilità economica considerati sono:

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

Il tasso di attualizzazione considerato per ritenere economicamente sostenibile un progetto è posto pari al 3,0%. Per questo valore del tasso il VAN deve essere positivo.

La tabella seguente mostra un esempio del foglio di calcolo riassuntivo per la valutazione di sostenibilità economica di un intervento.

TASSO DI ATTUALIZZAZIONE	r= 3,00%
BENEFICI ATTUALIZZATI	
Variazione Percorrenze	-16.892.798
Variazione Tempo	93.440.653
Inquinamento Stradale	8.436.969
Incidentalità	21.182.161
TOTALE BENEFICI ATTUALIZZATI	106.166.985
COSTI ATTUALIZZATI	
COSTRUZIONE	94.897.695
MANUTENZIONE	1.584.474
TOTALE COSTI ATTUALIZZATI	96.482.168
VALORE ATTUALE NETTO	9.684.816

TASSO DI ATTUALIZZAZIONE	r= 3,50%
BENEFICI ATTUALIZZATI	
Variazione Percorrenze	-15.415.949
Variazione Tempo	85.219.834
Inquinamento Stradale	7.712.574
Incidentalità	19.288.772
TOTALE BENEFICI ATTUALIZZATI	96.805.230
COSTI ATTUALIZZATI	
COSTRUZIONE	95.356.554
MANUTENZIONE	1.448.676
TOTALE COSTI ATTUALIZZATI	96.805.230
VALORE ATTUALE NETTO	0

Tasso di attualizzazione r = 3,50%																			
VAN.E 0																			
COSTI				Variazione Tempo				Variazione Percorrenza				Sicurezza		Inquinamento		Benefici Netti Totali		Benefici Netti Attualizzati	
Costruzione		Manutenzione		PASSEGGERI		MERCİ		Autovetture Equivalenti		Autocamion Equivalenti		Incidenti+Feriti+Morti		Co Co2 VOC-NOX-PM acustica		Benefici Netti Totali		Benefici Netti Attualizzati	
Anno	Benefici Non Attualizzati	Benefici Attualizzati	Benefici Non Attualizzati	Benefici Attualizzati	Benefici Non Attualizzati	Benefici Attualizzati	Benefici Non Attualizzati	Benefici Attualizzati	Benefici Non Attualizzati	Benefici Attualizzati	Benefici Non Attualizzati	Benefici Attualizzati	Benefici Non Attualizzati	Benefici Attualizzati	Benefici Attualizzati	€	€	€	€
2026	-37.706.704	-34.008.746															-37.706.704	-34.008.746	
2027	-37.706.704	-32.858.517															-37.706.704	-32.858.517	
2028	-50.275.605	-42.329.589															-50.275.605	-42.329.589	
2029			-91.840	-74.710	4.400.280	3.579.517	395.645	321.848	-753.753	-613.159	-132.858	-108.076	1.180.267	927.645	484.293	393.960		5.482.034	4.427.024
2030			-91.840	-72.183	4.457.483	3.503.412	401.580	315.827	-763.552	-600.123	-134.585	-105.779	1.198.121	909.828	484.912	381.622		5.552.120	4.331.905
2031			-91.840	-69.741	4.515.431	3.428.925	407.604	309.526	-773.478	-587.363	-136.335	-103.530	1.216.246	892.355	485.533	368.704		5.623.161	4.238.875
2032			-91.840	-67.383	4.569.616	3.352.709	413.310	303.244	-782.760	-574.308	-137.971	-101.228	1.234.644	875.216	486.157	356.692		5.691.157	4.144.942
2033			-91.840	-65.104	4.615.312	3.271.708	418.270	296.504	-790.588	-560.433	-139.580	-98.783	1.253.321	858.407	486.784	345.072		5.751.909	4.047.371
2034			-91.840	-62.902	4.652.235	3.186.342	422.453	289.340	-796.912	-545.810	-140.465	-96.205	1.272.281	841.921	487.412	333.831		5.805.163	3.946.518
2035			-91.840	-60.774	4.675.496	3.093.968	426.410	281.511	-800.897	-529.866	-141.167	-93.416	1.291.527	825.751	488.043	322.958		5.846.572	3.840.012
2036			-91.840	-58.719	4.689.522	2.998.293	427.537	273.350	-803.300	-513.598	-141.591	-90.528	1.311.065	809.892	488.676	312.440		5.880.070	3.731.131
2037			-91.840	-56.733	4.703.591	2.905.577	429.675	265.425	-805.709	-497.716	-142.016	-87.728	1.330.898	794.337	489.312	302.266		5.913.910	3.625.429
2038			-91.840	-54.814	4.708.294	2.810.113	430.964	257.218	-806.515	-481.363	-142.158	-84.846	1.351.031	779.081	489.951	292.424		5.939.727	3.517.813
2039			-91.840	-52.960	5.217.169	3.008.517	458.268	264.264	-862.482	-497.356	-148.056	-85.377	1.264.147	704.324	489.590	282.326		6.326.797	3.623.736
2040			-91.840	-51.169	5.222.386	2.909.671	459.643	256.092	-863.344	-481.015	-148.500	-82.737	1.281.845	690.030	489.714	272.846		6.349.904	3.513.717
2041			-91.840	-49.438	5.227.608	2.814.072	461.022	248.173	-864.208	-465.211	-148.945	-80.179	1.299.791	676.025	489.637	263.684		6.373.266	3.407.127
2042			-91.840	-47.766	5.232.836	2.721.615	462.405	240.488	-865.072	-449.927	-149.392	-77.699	1.317.988	662.306	489.961	254.830		6.396.886	3.303.857
2043			-91.840	-46.151	5.238.069	2.632.195	463.792	233.062	-865.937	-435.144	-149.840	-75.297	1.336.440	648.864	490.085	245.274		6.420.768	3.203.803
2044			-91.840	-44.590	5.243.307	2.545.714	465.184	225.855	-866.803	-420.847	-150.290	-72.968	1.355.150	635.695	490.209	238.005		6.444.916	3.106.863
2045			-91.840	-43.082	5.248.550	2.462.073	466.579	218.870	-867.670	-407.020	-150.741	-70.712	1.374.122	622.794	490.333	230.013		6.469.334	3.012.937
2046			-91.840	-41.625	5.253.798	2.381.181	467.979	212.102	-868.537	-393.647	-151.193	-68.525	1.393.360	610.154	490.456	222.290		6.494.024	2.921.930
2047			-91.840	-40.217	5.259.052	2.302.946	469.383	205.544	-869.406	-380.714	-151.646	-66.406	1.412.857	597.771	490.581	214.826		6.518.990	2.833.750
2048			-91.840	-38.857	5.264.311	2.227.282	470.791	199.187	-870.275	-368.205	-152.101	-64.353	1.432.647	585.639	490.705	207.613		6.544.238	2.748.307
2049			-91.840	-37.542	5.269.576	2.154.104	472.204	193.028	-871.145	-356.108	-152.558	-62.363	1.276.845	504.297	491.130	200.765		6.594.211	2.596.191
2050			-91.840	-36.273	5.269.576	2.081.249	472.204	186.500	-871.145	-344.064	-152.558	-60.254	1.276.845	487.241	491.130	193.975		6.594.211	2.508.374
2051			-91.840	-35.046	5.269.576	2.010.858	472.204	180.192	-871.145	-332.427	-152.558	-58.216	1.276.845	470.762	491.130	187.414		6.594.211	2.423.537
2052			-91.840	-33.861	5.269.576	1.942.848	472.204	174.097	-871.145	-321.184	-152.558	-56.247	1.276.845	454.840	491.130	181.075		6.594.211	2.341.569
2053			-91.840	-32.715	5.269.576	1.877.137	472.204	168.209	-871.145	-310.321	-152.558	-54.344	1.276.845	439.457	491.130	174.951		6.594.211	2.262.374
2054			-91.840	-31.609	5.269.576	1.813.650	472.204	162.520	-871.145	-299.825	-152.558	-52.506	1.276.845	424.594	491.130	169.034		6.594.211	2.185.857
2055			-91.840	-30.540	5.269.576	1.752.309	472.204	157.023	-871.145	-289.689	-152.558	-50.731	1.276.845	410.233	491.130	163.317		6.594.211	2.111.926
2056			-91.840	-29.507	5.269.576	1.693.043	472.204	151.713	-871.145	-279.887	-152.558	-49.015	1.276.845	396.359	491.130	157.793		6.594.211	2.040.469
2057			-91.840	-28.509	5.269.576	1.635.782	472.204	146.581	-871.145	-270.421	-152.558	-47.357	1.276.845	382.963	491.130	152.457		6.594.211	1.971.486
2058			-91.840	-27.545	5.269.576	1.580.457	472.204	141.624	-871.145	-261.275	-152.558	-45.755	1.276.845	370.001	491.130	147.300		6.594.211	1.904.807
2059	47.761.825	13.840.298	-91.840	-26.613	5.269.576	1.527.004	472.204	136.834	-871.145	-252.438	-152.558	-44.208	0	0	491.130	142.318		52.879.191	15.323.195

Metodologia di valutazione delle priorità e della redditività degli interventi presenti nel pluriennale dell'ANAS

La metodologia adottata nasce dalla necessità di fornire degli indici il più possibile omogenei di confronto tra tutti gli interventi presenti nella pianificazione pluriennale dell'ANAS.

Lo strumento più idoneo per la valutazione degli interventi è sicuramente l'Analisi Costi Benefici, che fornisce gli indici per determinare la sostenibilità economica di un intervento, consentendo anche un'analisi comparativa tra gli stessi.

Allo stato attuale per tutti i progetti del Piano non è disponibile un'Analisi Costi Benefici anche perché l'implementazione della stessa richiede un dettaglio progettuale non sempre disponibile visti gli orizzonti temporali del Piano.

Per tale motivo si è deciso di utilizzare come elemento di valutazione e confronto tra i progetti del Piano il Rapporto Benefici/Costi relativo a tutta la vita utile dei progetti, avendo inserito come elementi progettuali che compongono l'indicatore:

- i soli benefici derivanti dal risparmio del tempo, dalla riduzione dell'incidentalità e dall'impatto sull'emissione di gas serra (CO₂) - **benefici**;
- i soli costi di realizzazione dell'infrastruttura - **costi**.

tale indicatore è stato definito come “**Indicatore Redditività Trasportistica**”.

L'indicatore è un indice sintetico, comunque strettamente correlato agli elementi che compongono l'Analisi Costi Benefici, e consente una valutazione applicabile a tutti gli interventi del Piano sia in termini di valutazione assoluta di ogni singolo intervento sia in termini comparativi tra tutti gli interventi del Piano.

Di seguito è descritta la metodologia adottata per la definizione dell'indice Benefici/Costi per ciascun intervento. Si evidenzia come, per gli interventi in cui l'Analisi Costi Benefici è stata sviluppata sono stati utilizzati gli indicatori scaturiti dall'Analisi stessa.

Nella valutazione complessiva di tutti gli interventi del Piano, oltre all'Indicatore di Redditività Trasportistica, sono stati usati altri tre indicatori, anche questi descritti di seguito: Indicatore Completamento; Indicatore Intermodale; Indicatore Rete TEN-T.

Indicatore Redditività Trasportistica

L'indicatore è strettamente correlato alla tipologia di intervento, al suo impatto sulla mobilità dell'area ed al costo stimato di realizzazione.

Il processo di calcolo dell'Indicatore di Redditività Trasportistica prevede quindi:

- la definizione del **contesto della mobilità dell'area**, identificando le caratteristiche funzionali, i traffici esistenti e gli incidenti rilevati nella tratta oggetto di intervento o nella tratta sottesa allo stesso;
- la valutazione degli **impatti sulla mobilità** dell'intervento progettuale in termini di traffico atteso, benefici trasportistici derivanti dall'intervento (riduzione del tempo di percorrenza), variazione dell'incidentalità e delle emissioni di gas serra (CO₂);
- il calcolo del **rapporto Benefici/Costi** (sommatoria dei benefici annui/costo economico);
- **definizione dell'Indicatore di Redditività Trasportistica.**

Il contesto della mobilità dell'area

Il primo passaggio è l'identificazione del tipo di intervento proposto, classificandolo secondo l'indice della tabella seguente ed associandone l'estensione ed il valore totale dell'investimento. Le macro-tipologie considerate tengono conto se si tratti di un intervento a sezione autostradale (Tipo A), extraurbana principale (Tipo B) o extraurbana secondaria (Tipo C), differenziando l'intervento tra un adeguamento in sede di una infrastruttura esistente o la realizzazione di una nuova infrastruttura in variante. Sono inoltre considerati gli interventi puntuali di inserimento o miglioramento funzionale delle intersezioni e degli svincoli.

Tipologia progettuale	Codice progettuale
Adeguamento C1	1
Adeguamento B	2
Variante C1	3
Variante B	4
Svincolo	5
Adeguamento A	6
Variante A	7

Per ciascun intervento vengono poi identificati i **Traffici Giornalieri Medi** associati all'infrastruttura. Nel caso di intervento in adeguamento sono presi i traffici che insistono sull'asse in esercizio nella tratta soggetta ad intervento; nel caso di intervento in variante sono presi i traffici sull'infrastruttura sottesa all'intervento. Se lungo la tratta è presente una sezione di monitoraggio del traffico sono presi i volumi veicolari conteggiati, in caso contrario i dati stimati dal modello DSS "Decision Support System" in dotazione ad ANAS SpA.

Definiti i traffici di riferimento dell'infrastruttura, sono identificate le **caratteristiche geometriche e funzionali** (sezione, velocità, capacità, pendenza, tortuosità, etc.) dell'asse oggetto di intervento o della tratta sottesa. I dati sono ottenuti dal modello DSS "Decision Support System" di ANAS SpA.

L'ultima attività di ricostruzione delle caratteristiche della mobilità su cui insiste l'asse di progetto è l'identificazione degli **incidenti, dei feriti e dei morti** eventualmente presenti sulla tratta soggetta ad intervento infrastrutturale. Per l'identificazione sono utilizzati i dati pubblicati da ACI – Localizzazione degli incidenti stradali – Anno 2022.

Gli impatti sulla mobilità

Vengono definiti gli impatti trasportistici dell'intervento di progetto sulla mobilità dell'area, stimando gli indicatori che, opportunamente monetizzati, determinano i benefici necessari al calcolo del rapporto benefici/costi che costituisce l'Indicatore di Redditività Trasportistica.

In questa fase, per ciascun intervento, sono:

- definite le **caratteristiche funzionali dell'intervento progettuale** (velocità, capacità, pendenza, tortuosità, etc.) in funzione della suddivisione dell'intervento nelle classi precedentemente esposte;
- stimati i **traffici attesi** sull'asse di progetto. In base alla localizzazione dell'intervento, alla sua estensione ed al tipo di intervento, sono stimati i traffici utilizzando il modello DSS, che consente di valutare le modifiche alla mobilità di un'area in base al traffico esistente ed al tipo di intervento infrastrutturale che si vuole realizzare. In caso di impossibilità di simulare modellisticamente l'intervento, i traffici attesi sono stimati parametricamente in funzione della tipologia di intervento;
- stimati i **risparmi di tempo annui** ottenuti dall'entrata in esercizio dell'infrastruttura. La variazione dei tempi di percorrenza sono scaturiti dal confronto tra i traffici sull'attuale asse in esercizio (con le sue caratteristiche funzionali e geometriche) e quelli stimati sull'asse di progetto (con le sue caratteristiche funzionali e geometriche) sommati agli eventuali residui sull'asse esistente;
- stimate le **variazioni di incidenti, feriti, decessi** per effetto della realizzazione dell'intervento. La stima è stata effettuata usando coefficienti di riduzione differenziati per tipologia di intervento in base a dati pregressi e casi studio a disposizione o la correlazione tra variazione delle percorrenze e variazione dell'incidentalità come riportato nelle "Linee guida operative per la valutazione delle Opere Pubbliche – Settore Stradale" redatte dalla Struttura Tecnica di Missione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti nel settembre 2022;
- stimati gli **impatti dell'intervento sull'emissione di gas serra in atmosfera**, dovuto alla variazione delle percorrenze ed alla variazione di velocità media di percorrenza nell'area introdotte dall'intervento.

Il rapporto Benefici/Costi

Definiti gli impatti sulla mobilità con la metodologia della fase precedente, utilizzando quanto suggerito nel citato documento redatto dalla Struttura Tecnica di Missione del MIT nel settembre 2022, sono stimati i benefici economici derivanti dall'entrata in esercizio dell'infrastruttura di progetto. Gli impatti,

opportunamente monetizzati secondo le indicazioni delle linee guida, sono rapportati ai costi di realizzazione dell'intervento ottenendo il rapporto benefici/costi, uno degli indicatori dell'Analisi Benefici Costi che consente la valutazione della sostenibilità economica di un progetto. La valorizzazione economica è fatta considerando, per ciascun impatto sulla mobilità stimato:

- per i **risparmi di tempo annui** 12,04€/h per un veicolo passeggeri e 41,45€/h per un veicolo merci (valore del tempo di condotta e della merce);
- per la **riduzione degli incidenti**. Nel caso di stima di riduzione degli incidenti da studi pregressi la valorizzazione economica è fatta considerando i valori riportati nelle "Linee guida per la valutazione degli investimenti in Opere Pubbliche" – (D.lgs. 228/2011 del giugno 2017) che prevedono un costo sociale di:
 - 5.165€ per incidente;
 - 81.570€ per ferito;
 - 1.916.000€ per decesso;

in caso di stima della variazione degli incidenti in base alla variazione delle percorrenze di area, come proposto nelle Linee Guida del 2022, la valorizzazione economica è fatta in base al costo sociale suggerito nelle stesse suddiviso per tipologia di infrastruttura e tipo di veicolo circolante;

Indice	Valore monetario	Unità	Pesi	2019
VE111	Costo dell'incidentalità stradale (autovetture - autostrada)	Euro/veicolo*chilometro	97.5%	0.0011
VE112	Costo dell'incidentalità stradale (motocicli - autostrada)	Euro/veicolo*chilometro	2.5%	0.0011
VE11	Costo dell'incidentalità (veicoli leggeri - autostrada)	Euro/veicolo*chilometro		0.0011
VE121	Costo dell'incidentalità stradale (autovetture - altra strada non urbana)	Euro/veicolo*chilometro	95.0%	0.0022
VE122	Costo dell'incidentalità stradale (motocicli - altra strada non urbana)	Euro/veicolo*chilometro	5.0%	0.0022
VE12	Costo dell'incidentalità (veicoli leggeri - altra strada rurale)	Euro/veicolo*chilometro		0.0022
VE131	Costo dell'incidentalità stradale (autovetture - altra strada non urbana)	Euro/veicolo*chilometro	92.5%	0.0022
VE132	Costo dell'incidentalità stradale (motocicli - altra strada non urbana)	Euro/veicolo*chilometro	7.5%	0.0022
VE13	Costo dell'incidentalità (veicoli leggeri - altra strada suburbana)	Euro/veicolo*chilometro		0.0022
VE141	Costo dell'incidentalità stradale (autovetture - strada urbana - autovetture)	Euro/veicolo*chilometro	90.0%	0.0066
VE142	Costo dell'incidentalità stradale (motocicli - strada urbana - motocicli)	Euro/veicolo*chilometro	10.0%	0.0165
VE14	Costo dell'incidentalità (veicoli leggeri - strada urbana)	Euro/veicolo*chilometro		0.0076
VE151	Costo dell'incidentalità (veicoli merci pesanti - autostrada)	Euro/veicolo*chilometro	100.0%	0.0231
VE15	Costo dell'incidentalità (veicoli pesanti - autostrada)	Euro/veicolo*chilometro		0.0231
VE161	Costo dell'incidentalità (veicoli merci pesanti - altra strada rurale)	Euro/veicolo*chilometro	100.0%	0.0110
VE16	Costo dell'incidentalità (veicoli pesanti - altra strada rurale)	Euro/veicolo*chilometro		0.0110
VE171	Costo dell'incidentalità (veicoli merci pesanti - altra strada suburbana)	Euro/veicolo*chilometro	100.0%	0.0110
VE17	Costo dell'incidentalità (veicoli pesanti - altra strada suburbana)	Euro/veicolo*chilometro		0.0110
VE181	Costo dell'incidentalità (veicoli merci pesanti - strada urbana)	Euro/veicolo*chilometro	100.0%	0.0440
VE18	Costo dell'incidentalità (veicoli pesanti - strada urbana)	Euro/veicolo*chilometro		0.0440

- per la **variazione di gas serra** (CO₂) la metodologia di stima utilizzata è quella fornita sempre dalle Linee Guida del 2022, che indica la quantità di gas emesso per tipologia di infrastruttura e tipo di veicolo, considerando un costo sociale di 98,96€/tonnellata emessa .

Indice	Valore monetario	Unità	Pesi	2019
VE1000	Valore dell'anidride carbonica	Euro/tonnellata		98.96
E001	Emissioni auto (Euro 6 benzina efficiente)	Grammi/veicolo*chilometro	20.0%	141
E002	Emissioni auto (Euro 6 benzina inefficiente)	Grammi/veicolo*chilometro	20.0%	256
E003	Emissioni auto (Euro 6 diesel efficiente)	Grammi/veicolo*chilometro	20.0%	126
E004	Emissioni auto (Euro 6 diesel inefficiente)	Grammi/veicolo*chilometro	20.0%	169
E005	Emissioni auto (LPG)	Grammi/veicolo*chilometro	2.5%	169
E006	Emissioni auto (CNG)	Grammi/veicolo*chilometro	2.5%	136
E007	Emissioni auto (full electric)	Grammi/veicolo*chilometro	2.5%	-
E008	Emissioni auto (PHEV)	Grammi/veicolo*chilometro	2.5%	133
E009	Emissioni veicoli leggeri (Euro 6 benzina efficiente)	Grammi/veicolo*chilometro	2.5%	137
E010	Emissioni veicoli leggeri (Euro 6 benzina inefficiente)	Grammi/veicolo*chilometro	2.5%	233
E011	Emissioni veicoli leggeri (Euro 6 diesel efficiente)	Grammi/veicolo*chilometro	2.5%	135
E012	Emissioni veicoli leggeri (Euro 6 diesel inefficiente)	Grammi/veicolo*chilometro	2.5%	173
E013	Emissioni bus (Euro 6 diesel efficiente)	Grammi/veicolo*chilometro	2.5%	583
E014	Emissioni bus (Euro 6 diesel inefficiente)	Grammi/veicolo*chilometro	2.5%	742
E015	Emissioni veicoli pesanti (Euro 6 diesel efficiente - 3.5/7.5 t)	Grammi/veicolo*chilometro	2.5%	370
E016	Emissioni veicoli pesanti (Euro 6 diesel inefficiente - 3.5/7.5 t)	Grammi/veicolo*chilometro	2.5%	450
E017	Emissioni veicoli pesanti (Euro 6 diesel efficiente - 7.5/16 t)	Grammi/veicolo*chilometro	15.0%	596
E018	Emissioni veicoli pesanti (Euro 6 diesel inefficiente - 7.5/16 t)	Grammi/veicolo*chilometro	15.0%	716
E019	Emissioni veicoli pesanti (Euro 6 diesel efficiente - 16/32 t)	Grammi/veicolo*chilometro	25.0%	716
E020	Emissioni veicoli pesanti (Euro 6 diesel inefficiente - 16/32 t)	Grammi/veicolo*chilometro	25.0%	875
E021	Emissioni veicoli pesanti (Euro 6 diesel efficiente - >32 t)	Grammi/veicolo*chilometro	5.0%	848
E022	Emissioni veicoli pesanti (Euro 6 diesel inefficiente - >32 t)	Grammi/veicolo*chilometro	5.0%	1,033
E023	Emissioni veicoli pesanti (LNG - >32 t)	Grammi/veicolo*chilometro	0.0%	900
E1	Emissioni medie veicoli leggeri (autostrada)	Grammi/veicolo*chilometro	1.10	183
E2	Emissioni medie veicoli leggeri (strada rurale)	Grammi/veicolo*chilometro	1.00	166
E3	Emissioni medie veicoli leggeri (strada suburbana)	Grammi/veicolo*chilometro	1.20	200
E4	Emissioni medie veicoli leggeri (strada urbana)	Grammi/veicolo*chilometro	1.40	233
E5	Emissioni medie veicoli pesanti (autostrada)	Grammi/veicolo*chilometro	1.00	742
E6	Emissioni medie veicoli pesanti (strada rurale)	Grammi/veicolo*chilometro	1.10	816
E7	Emissioni medie veicoli pesanti (strada suburbana)	Grammi/veicolo*chilometro	1.30	965
E8	Emissioni medie veicoli pesanti (strada urbana)	Grammi/veicolo*chilometro	1.50	1,113

Definiti gli impatti dell'intervento sulla mobilità dell'area e quantificazione economicamente il beneficio sociale, per rapportare i benefici ai costi occorre estendere le stime fatte a tutta la vita utile dell'opera. Il passaggio dal dato giornaliero al dato annuo è fatto ipotizzando 365 giorni/anno utili per tutte le classi veicolari considerate. L'estensione dei benefici totali a tutta la vita utile dell'infrastruttura è fatta considerando: 30 anni di vita utile per tutti gli interventi; un tasso annuo di crescita del traffico (e dei benefici conseguenti) dell'1,8% annuo; un tasso di attualizzazione del 3% annuo.

Per quanto riguarda i costi totali dell'investimento, il passaggio da costo finanziario ad economico è fatto con un fattore di conversione pari a 1, così come espressamente richiesto dalle Linee guida del 2022.

Definiti come descritto i benefici per tutta la vita utile dell'opera ed i costi economici dell'intervento, è calcolato il rapporto Benefici/Costi (sommatoria dei benefici annui/costo economico).

L'Indicatore di Redditività Trasportistica

Una volta stimato il rapporto benefici/costi B/C , l'**Indicatore di Redditività Trasportistica** è rappresentato da un indice di priorità, definito come:

- priorità BASSA se $B/C < 0,8$;
- priorità MEDIA se $0,8 < B/C < 1,2$;
- priorità ALTA se $B/C > 1,2$.

La metodologia descritta non è stato possibile applicarla ad interventi puntuali come realizzazione di svincoli a livelli sfalsati o a rotatoria. Per questi sarebbe necessario utilizzare modelli di microsimulazione per la stima dei risparmi di tempo in approccio allo svincolo o modelli di domanda/offerta di trasporto che valutino l'impatto "di rete" di una nuova realizzazione. In questa fase ci si è limitati alla stima del traffico complessivo che si stima insisterà sul nodo di intersezione, alla verifica della funzionalità dello stesso e ad una valutazione di priorità dettata da questi due soli elementi.

Indicatore di Completamento

L'indice relativo ai benefici connessi al completamento delle infrastrutture stradali ha valore:

- **Alto** se l'intervento rappresenta il completamento di infrastrutture già realizzate o fa parte di interventi che contribuiscono al completamento delle direttrici prioritarie della rete ANAS o fa parte di interventi che danno piena funzionalità ad itinerari sui quali sono già in corso interventi;
- **Medio** nel caso in cui l'intervento contribuisce al completamento dell'itinerario pur non essendo l'unico intervento che completa l'itinerario o è relativo ad interventi di completamento su direttrici secondarie della rete ANAS;
- **Basso** in tutti gli altri casi.

Indicatore Intermodale

L'indice relativo ai benefici connessi all'intermodalità è stato modulato in funzione del miglioramento atteso per l'accessibilità ai nodi costituiti da Porti, Aeroporti e Ferrovie. L'indice ha valore:

- **Alto** se l'infrastruttura è prossima al nodo o è compresa negli interventi programmati per il miglioramento dell'accessibilità agli Hub;
- **Medio** nel caso in cui l'infrastruttura pur insistendo sulla stessa area geografica e contribuendo al miglioramento dell'accessibilità al nodo, non è direttamente connessa ad esso;
- **Basso** in tutti gli altri casi.

Indicatore Rete TEN-T

L'indicatore evidenzia se il progetto appartiene alla Rete TEN-T differenziandola se "Core", se "Comprehensive" o se intervento di Svincolo sulla rete TEN-T.

Per ogni intervento sono stati assegnati dei "valori indice" che risultano indicativi del grado di rispondenza dell'indicatore preso in considerazione rispetto alla peculiarità dell'intervento in esame:

- il valore **indice 1** rimanda ad un grado di attinenza tra indicatore ed intervento valutato **basso**;
- l'**indice 2** ad un grado **medio**;
- l'**indice 3** ad un grado **alto**.

La somma dei quattro indicatori (trasportistico; intermodale; completamento; appartenenza alla rete Ten-T) opportunamente pesati, fornisce l'indicatore complessivo utile al confronto ed alla valutazione degli interventi nel Piano.

Nell'attribuzione del peso a ciascuno dei quattro indicatori si è tenuto conto di una incidenza relativa tra loro che, rispetto ad un punteggio totale pari a 100, assegna una incidenza del 20% al fattore **trasportistico** ed al fattore **intermodale** ed una incidenza del 30% del fattore **completamento** ed **appartenenza alla rete Ten-T**.

La tabella seguente evidenzia i pesi attribuiti a ciascun indicatore.

Indicatore	Valore indice			Peso indice		
Redditività trasportistica	1	2	3	1	3	5
Intermodale	1	2	3	1	3	5
Completamento	1	2	3	1,5	4,5	7,5
Rete Ten-T	Svincolo	Comprehensive	Core	1,5	4,5	7,5

L'Indicatore di Sostenibilità

La metodologia qui riportata è stata elaborata tenendo conto delle indicazioni riportate nelle "Linee Guida operative per la valutazione delle opere pubbliche – settore stradale", di cui in particolare sposa la suddivisione in "impatto ambientale" e "impatto sociale", e della finalità della Tassonomia Europea, cercando in questo caso di valorizzare il potenziale impatto positivo della realizzazione di un'infrastruttura per gli aspetti relativi all'adattamento ai cambiamenti climatici.

L'approccio utilizzato è stato scelto in considerazione dell'eterogeneità del livello di maturità dei progetti inseriti nel Piano, in modo tale da poter dare una valutazione omogenea sui benefici attesi dalla realizzazione dell'infrastruttura anche per quei progetti che sono ancora in uno stato preliminare, demandando ad una fase successiva l'approfondimento e la valutazione quantitativa di tali impatti, utilizzando eventualmente altre metodologie di valutazione della sostenibilità di una infrastruttura stradale che necessitano però di un set molto più elevato di informazioni.

L'indicatore di Sostenibilità è pari alla somma di un "indicatore ambientale" e di un "indicatore economico/sociale", come descritti nei successivi paragrafi.

a) Indicatore ambientale

L'indicatore relativo agli impatti positivi dell'infrastruttura stradale sull'ambiente è la somma opportunamente pesata di due variabili:

- **Indice di rischio idrogeologico** ha valore Alto/Medio-Alto/Medio/Medio-Basso/Basso in corrispondenza del relativo livello di rischio idrogeologico della zona attraversata dall'infrastruttura. Le mosaichette nazionali della pericolosità da frana e idraulica sono realizzate dall'ISPRA sulla base dei dati forniti dalle Autorità di Bacino Distrettuali. (<https://idrogeo.isprambiente.it/app/pir?@=41.55172525894153,12.57350148381829,0>)
- **Indice di consumo di suolo** ha l'obiettivo di giustificare il consumo di suolo dell'opera in relazione all'incremento del livello di traffico atteso. Questo è calcolato come il rapporto tra il livello di traffico atteso per l'opera e il livello di traffico medio previsto per quella tipologia di strada, e moltiplicando questo valore per un coefficiente direttamente collegato alla tipologia di strada dell'infrastruttura che verrà realizzata:

$$I_{cs} = (T_a/T_m) * C_x$$

T_a = Traffico veicolare atteso

T_m = Traffico veicolare medio nazionale per la tipologia di strada individuata

C_x = coefficiente relativo alla tipologia di strada (cat. A, $C_x=1$; cat.B, $C_x=2$; cat.B1, $C_x=3$; cat. B2, $C_x=4$, cat. C, $C_x=5$)

Tale Indice è Alto/Medio-Alto/Medio/Medio-Basso/Basso in funzione del valore di I_{cs} come da tabella:

I_{cs}	Valore indice
$I_{cs} < 1$	Alto
$1 \leq I_{cs} < 2$	Medio-Alto
$2 \leq I_{cs} < 4$	Medio
$4 \leq I_{cs} < 5$	Medio-Basso
$5 \leq I_{cs}$	Basso

b) Indicatore economico-sociale

L'indicatore economico-sociale ha l'obiettivo di valutare l'impatto presunto dell'infrastruttura sul benessere della popolazione che vive nel territorio che andrà ad accogliere l'infrastruttura stradale, e tiene conto degli aspetti relativi al livello di consapevolezza e conoscenza delle esigenze della popolazione, del beneficio in termini occupazionali relativi alla fase di realizzazione dell'opera, e del miglioramento atteso del livello di coesione territoriale che sarà ottenuto grazie all'infrastruttura stradale.

Tale indicatore è la somma opportunamente pesata di due indici, "l'indice del costo socio-economico" e "l'indice di coesione territoriale", così calcolati:

- **L'indice del costo socio-economico** è dato dal rapporto tra il valore complessivo dell'opera e la popolazione delle province interessate dall'infrastruttura (es. per l'intervento RM904 - Pescia Romana – Tarquinia lotto 6B è stata considerata l'intera popolazione della provincia di Viterbo), dividendo poi questo valore per "l'Indicatore Intermodale" (già individuato per la valutazione dell'indicatore di redditività trasportistica), al fine di correlare il costo pro-capite con la capacità dell'infrastruttura di interconnettersi con altre modalità di trasporto.

$$I_{se} = (V_o / P_p) / I_{int}$$

V_o = Valore complessivo dell'opera

P_p = Popolazione delle province interessate

I_{int} = Indicatore intermodale

Tale Indice è Alto/Medio-Alto/Medio/Medio-Basso/Basso in funzione del valore di I_{cs} come da tabella:

I_{se}	Valore indice
$I_{se} < 50$	Alto
$50 \leq I_{cs} < 100$	Medio-Alto
$100 \leq I_{cs} < 150$	Medio
$150 \leq I_{cs} < 300$	Medio-Basso
$300 \leq I_{cs}$	Basso

- **L'indice di coesione territoriale** è dato dalla somma di due sub-indici:
 - **Sub-indice “Aree Interne”:** che tiene conto dell'impatto dell'infrastruttura sulle “Aree Interne”, intese come quella parte del territorio caratterizzata dalla significativa distanza dai centri di offerta dei servizi essenziali, il cui elenco è pubblicato dall'Agenzia per la Coesione Territoriale (<https://www.agenziacoesione.gov.it/wp-content/uploads/2020/11/Elenco-Comuni-Aree-Interne-1.1.2020.xlsx>). Tale indice è Alto se l'infrastruttura è realizzata nel territorio contiguo (ovvero a distanza mediamente inferiore a 30 km) a più di 40 comuni inseriti tra le Aree Interne, Medio-Alto se il numero di comuni serviti è compreso tra 30 e 40, Medio se il numero di comuni è compreso tra 20 e 30, Medio-Basso se il numero di comuni è compreso tra 10 e 20, Basso se il numero di comuni serviti è inferiore o uguale a 10.
 - **Sub-indice ZES:** che tiene conto dell'impatto dell'infrastruttura sulle “ZES - Zone Economiche Speciali” (<https://www.agenziacoesione.gov.it/zes-zone-economiche-speciali>) all'interno delle quali le imprese già operative o di nuovo insediamento possono beneficiare di agevolazioni fiscali e di semplificazioni amministrative. Tale indice è “Alto” se l'infrastruttura è realizzata nel territorio contiguo (ovvero a distanza mediamente inferiore a 30 km) a più di 8 comuni inseriti tra le ZES, “Medio-Alto” se il numero di comuni serviti è compreso tra 6 e 8, “Medio” se il numero di comuni è compreso tra 4 e 6, “Medio-Basso” se il numero di comuni è compreso tra 2 e 4, “Basso” se il numero di comuni serviti è inferiore o uguale a 2.

Indicatore di Sostenibilità		Valore Indice					Peso Indice
		Alto	Medio-Alto	Medio	Medio-Basso	Basso	
Indicatore ambientale	Rischio idrogeologico	1	2	3	4	5	$P_{ri} = 1$
	Consumo di suolo	1	2	3	4	5	$P_{cs} = 2$
Indicatore economico/sociale	Costo sociale/economico	1	2	3	4	5	$P_{se} = 2$
	Coesione territoriale	5	4	3	2	1	$P_{ct} = 1$

L'indicatore di Sostenibilità è pari quindi alla somma dell' “indicatore ambientale” e dell' “indicatore economico/sociale” opportunamente pesati:

$$\begin{aligned}\text{Indicatore ambientale} &= I_{ri} \cdot P_{ri} + I_{cs} \cdot P_{cs} \\ \text{Indicatore economico-sociale} &= I_{se} \cdot P_{se} + I_{ct} \cdot P_{ct}\end{aligned}$$

$$\text{Indicatore di Sostenibilità} = \text{Indicatore ambientale} + \text{Indicatore economico-sociale}$$

Indicatore di Priorità

Per ciascun progetto, l'indicatore di Priorità complessivo utile al confronto ed alla valutazione degli interventi nel Piano sarà quindi dato dalla somma pesata tra l'indicatore Trasportistico Complessivo e l'indicatore di Sostenibilità secondo la seguente formula:

$$I_p = I_{tc} * 0,6 + I_{sos} * 0,4$$

I_p = Indicatore di Priorità

I_{sos} = Indicatore di Sostenibilità

I_{tc} = Indicatore Trasportistico Complessivo

La graduatoria così determinata ha consentito l'individuazione della valenza complessiva degli interventi finanziabili. Partendo dai risultati di tale graduatoria, la priorità degli interventi discende anche dall'anno di appaltabilità e quindi dalla maturità progettuale dell'intervento sulla base delle informazioni fornite da ANAS anche nelle schede di valutazione dei singoli interventi.