



*Ministero delle Infrastrutture*



## Allegato C

**Nota metodologica sui criteri di valutazione delle  
priorità e della redditività trasportistica degli  
interventi presenti nel Piano Pluriennale dell'Anas**

## Indice del documento

---

Premessa .....	3
Il Modello Trasportistico Stradale DSS .....	4
L'offerta di trasporto stradale.....	4
La zonizzazione dell'area di studio .....	8
Le matrici di domanda .....	10
La procedura di assegnazione .....	13
L'Analisi Costi Benefici .....	17
Metodologia di valutazione delle priorità e della redditività degli interventi presenti nel pluriennale dell'ANAS .....	21

## **Premessa**

A partire dal 2004 ANAS S.p.A., presso la Direzione Centrale Progettazione, ed ora a seguito della riorganizzazione aziendale presso la Direzione Operation e Coordinamento Territorio, ha implementato e collaudato un Modello Trasportistico 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.

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;
- di identificare, all'interno di ogni singolo intervento, la possibile suddivisione dello stesso in lotti funzionali, e fornendone un indice di priorità di realizzazione;
- di 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 S.p.A. nell'ambito della Progettazione.

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

## **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 S.p.A. in base al grafo di livello semplificato, ottenuto dal Centro Sperimentale ANAS di Cesano, e per la rete infrastrutturale stradale in gestione diretta di ANAS S.p.A. dal grafo del Catasto stradale a disposizione presso la Direzione Operation e Coordinamento Territorio. 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 2015, della rete autostradale in concessione aggiornata al 2015, delle maggiori infrastrutture stradali Regionali e di alcune strade provinciali, è costituito da:

- circa 9.215 nodi rappresentativi di intersezioni;
- circa 12.710 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;
- 1.183 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.

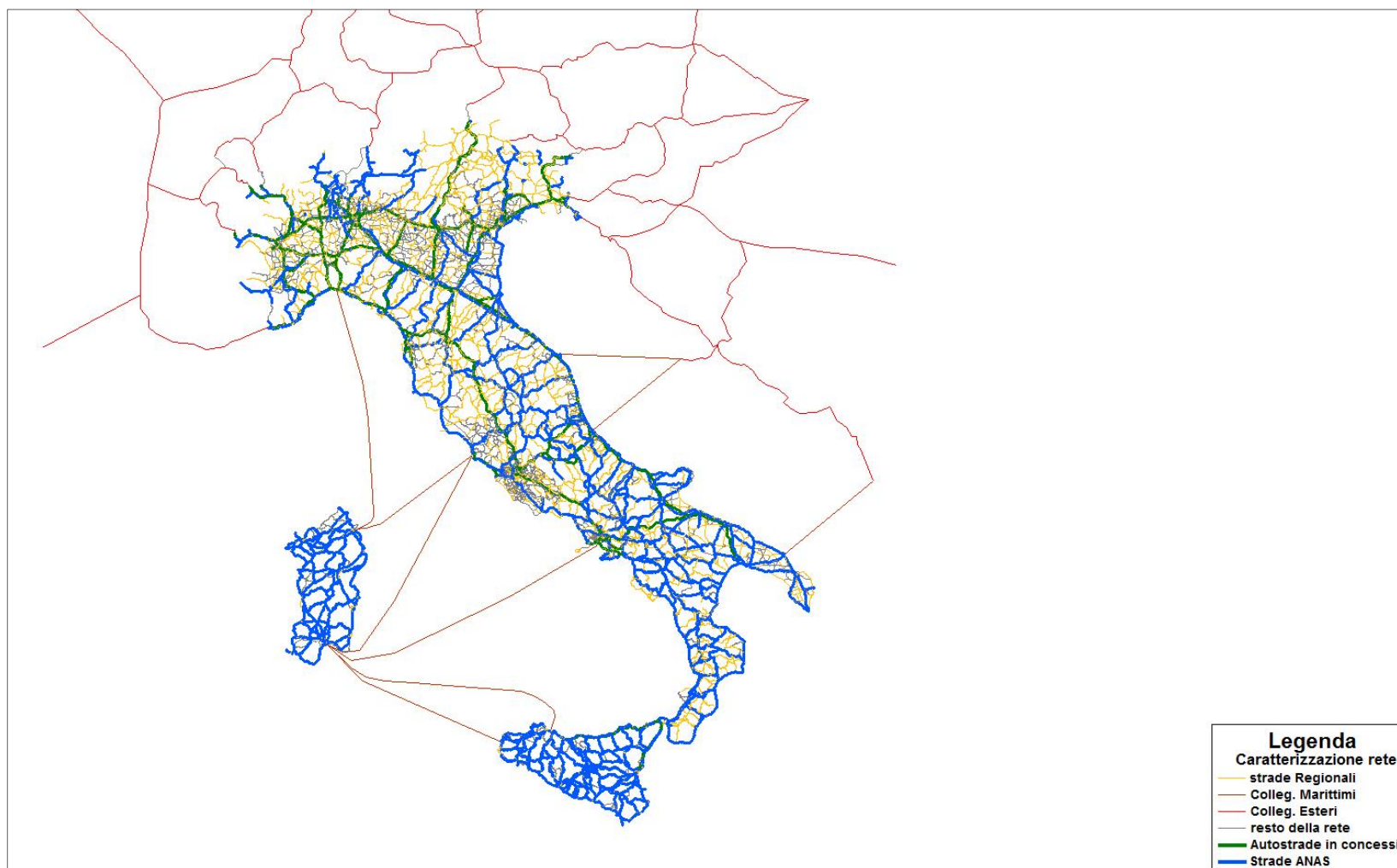
Analogamente per ogni nodo stradale rappresentativo di un centroide o di uno svincolo sono inseriti:

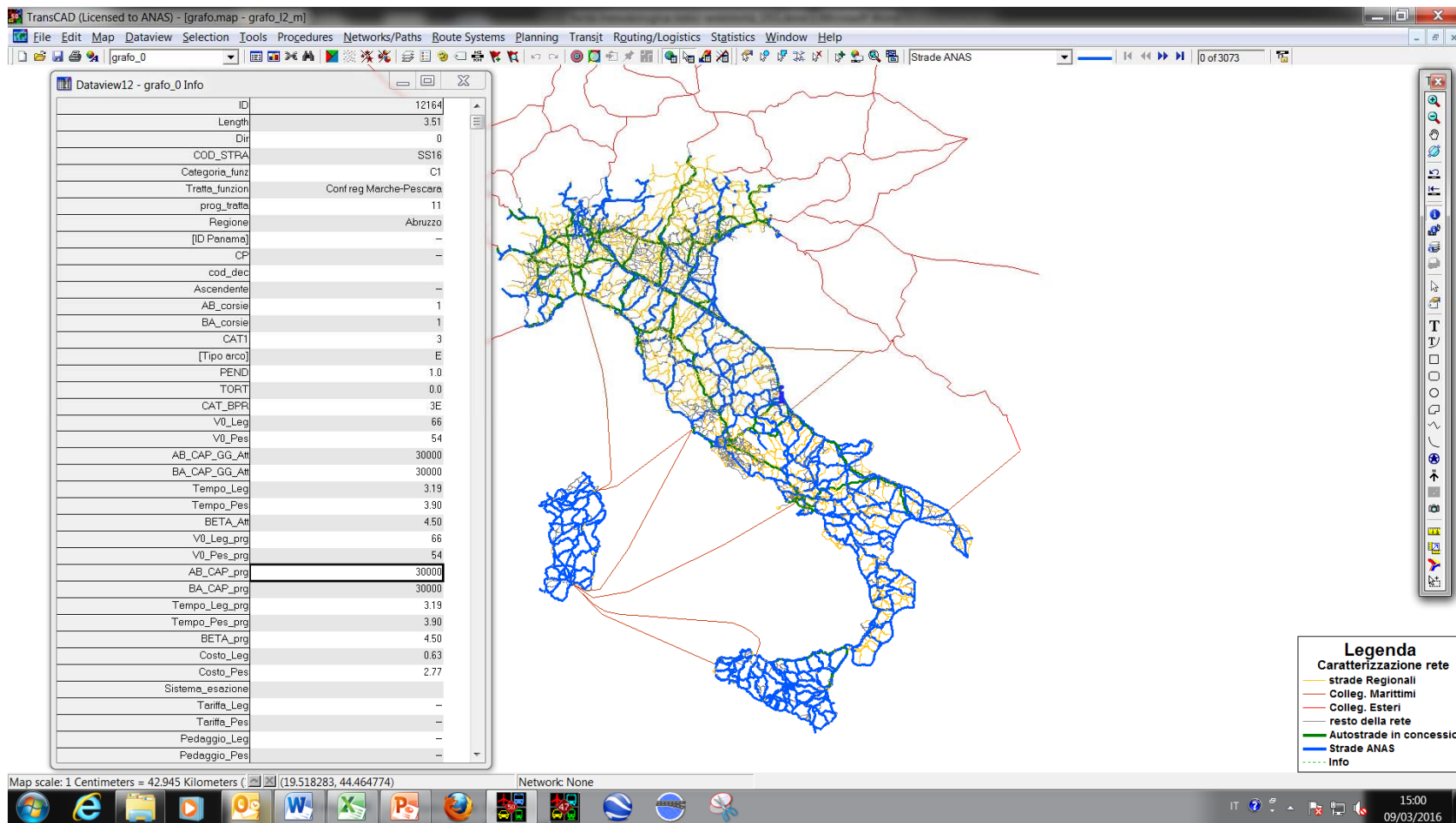
- codice del centroide;
- codice del casello;
- identificativo dello svincolo autostradale;
- toponimo del casello autostradale;
- tipologia del nodo.

Complessivamente l'offerta di trasporto implementata nel modello è rappresentativa di circa 85.190 Km infrastrutture bidirezionali, ad esclusione dei connettori stradali, così suddivise:

- Rete Autostradale in concessione: 5.930 Km circa;
- Rete in gestione diretta ANAS: 20.790 Km circa (chilometri gestiti da ANAS ad esclusione di svincoli e tratti in complanare esistenti);
- Rete Regionale: 26.050 Km circa;
- Rete Estera: 11.740 Km circa;
- Collegamenti marittimi: 2.930 Km circa;
- Resto della rete: 17.750 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 delle zone SIMPT del MIT (anno 2004); 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;
- 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 fenomeni 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.

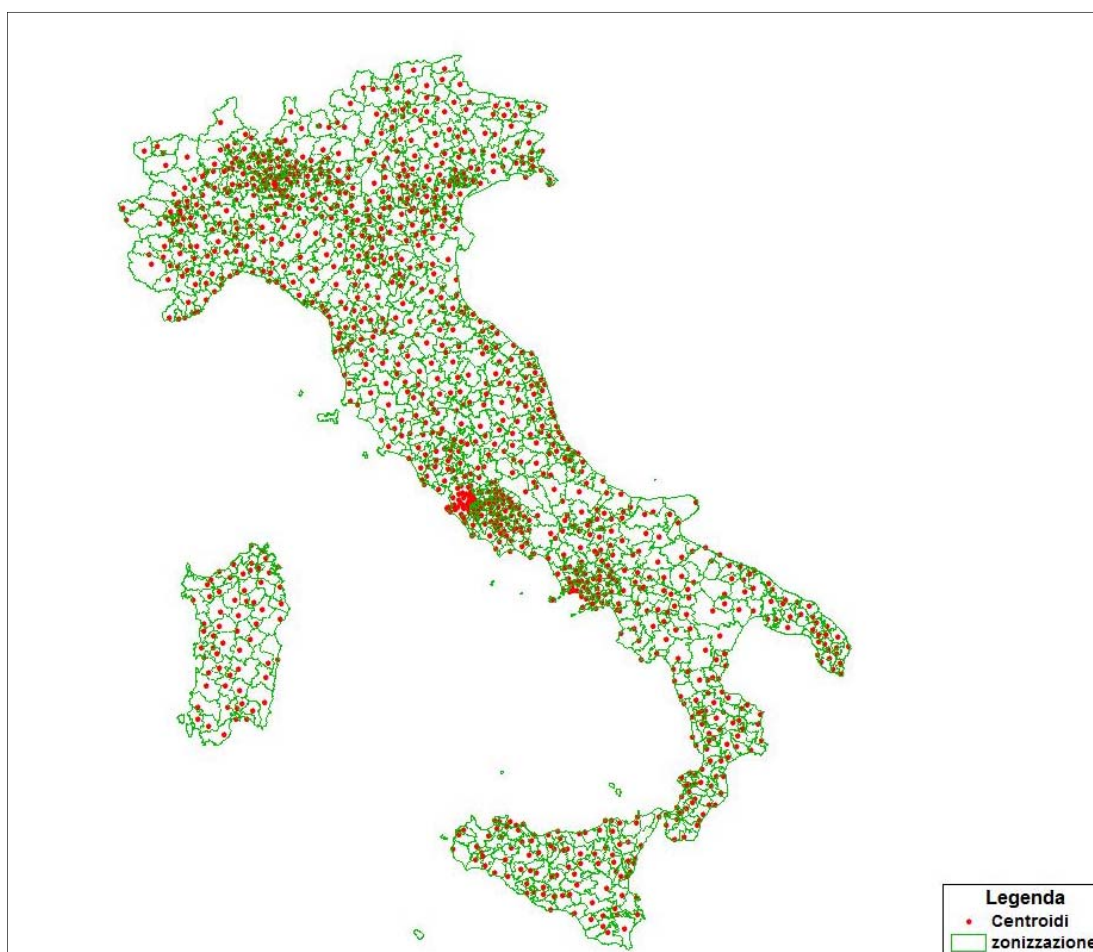
Per questo motivo, al fine di rappresentare la mobilità su infrastrutture strategiche a livello nazionale e regionale, ma con una forte rilevanza di traffico di breve-media percorrenza, alcune aree metropolitane italiane sono state suddivise in più zone di traffico ricadenti all'interno dei confini Comunali:

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



La zonizzazione finale ottenuta è caratterizzata da 1.206 zone di traffico di cui 1.183 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;

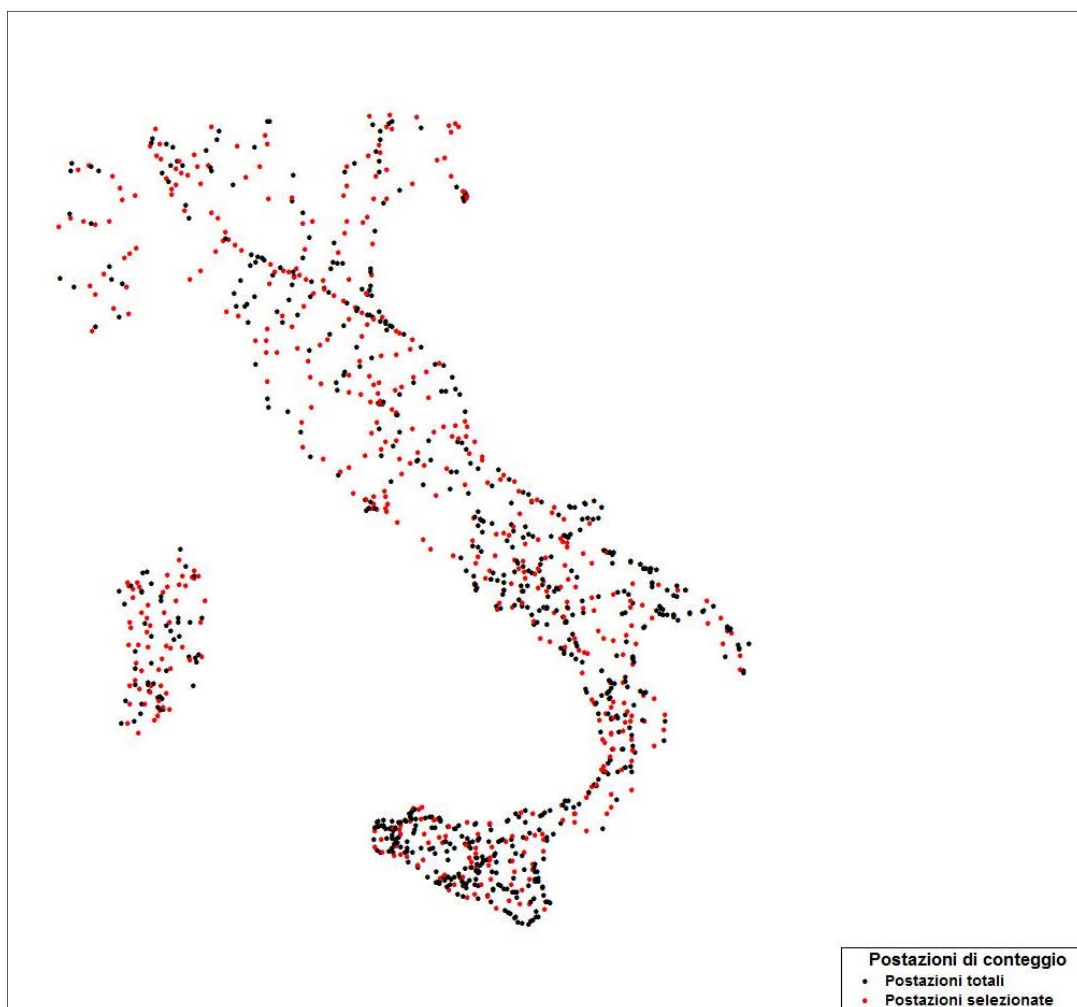
Le basedati utilizzate per la ricostruzione della domanda di mobilità sono le seguenti:

- 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 merci su strada, stimate dall'ISTAT a partire dal 1989 e pubblicate fino al 1994;
- matrici O/D regionali merci su strada per settore merceologico, provenienti da indagine campionaria sulle principali sezioni stradali ai confini regionali nell'estate del 1994 e nell'inverno del 1995 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 nell'estate del 1994 e nell'inverno del 1995 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 (da reperire dalla società Autostrade che gestisce circa metà della rete autostradale).

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:

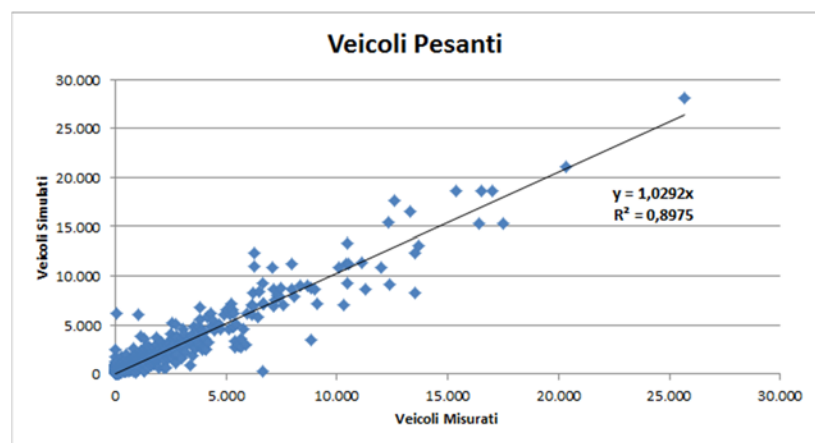
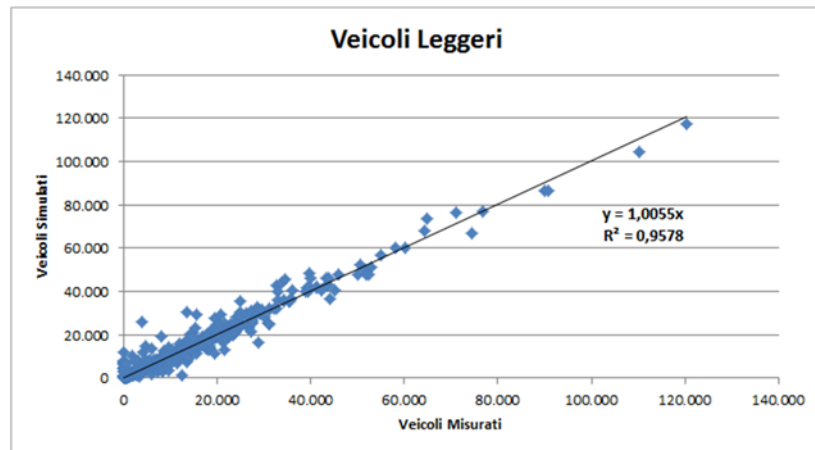
- le sezioni di conteggio alla base della calibrazione della domanda del SIMPT;
- una campagna di indagini integrative su strada su 100 sezioni di conteggio al fine di aggiornare le matrici di traffico al 2004;
- i dati di traffico autostradali pubblicati trimestralmente da AISCAT;
- differenti campagne di indagine su porzioni di territorio nazionale realizzate per specifiche attività di studio di ANAS S.p.A.;
- i dati di censimento veicolare su scala nazionale in 860 postazioni di conteggio veicolare permanente, in esercizio dal 2011 presso la Direzione Operation e Coordinamento Territorio di ANAS S.p.A. Di queste, vista la capillare collocazione nel territorio, solo una parte, 491 sezioni totali, sono state utilizzate per la calibrazione del modello di domanda/offerta di trasporto.

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



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

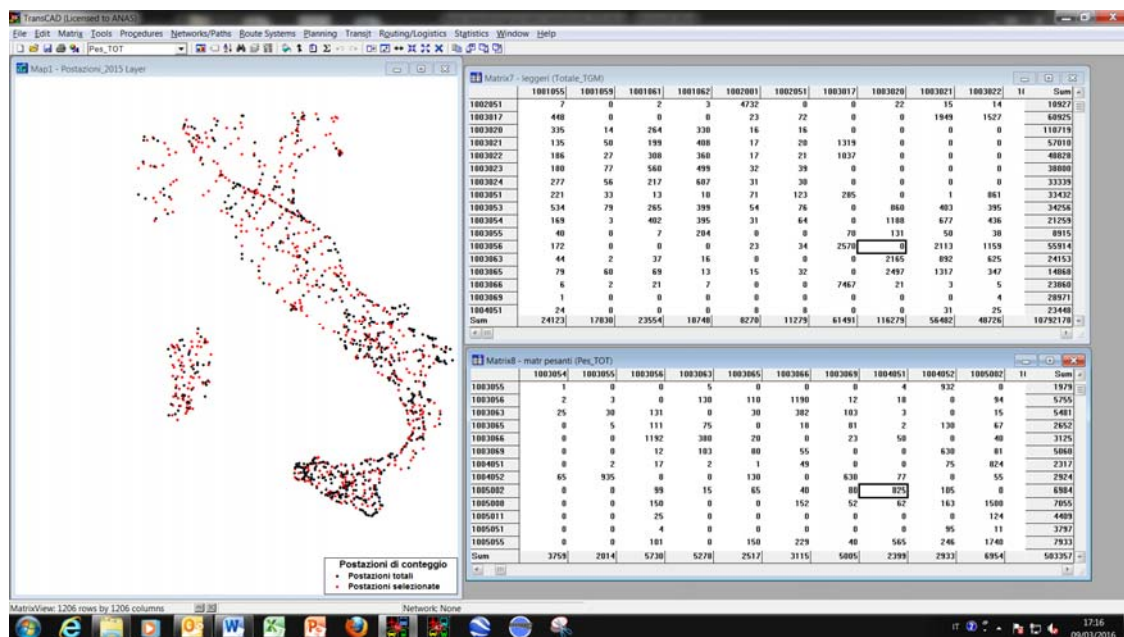
nelle sezioni di rilievo stradale ottenute a seguito della calibrazione del modello di domanda/offerta di trasporto.



Si deve tenere presente che le matrici di domanda ottenute dalla calibrazione sono da ritenersi significative degli spostamenti tra le zone di un giorno feriale medio invernale, all'anno di riferimento 2014.

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

- 10.792.180 spostamenti di veicoli leggeri passeggeri tra le diverse zone di traffico;
- 503.350 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, 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  $\alpha$  e  $\beta$  che derivano da calibrazione.

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

Ai fini di una corretta rappresentazione modellistica è stato stimato il VOT per classe di 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 0,75 euro/minuto (45 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 (ultimo dato disponibile al momento dell'analisi).

Il valore medio del costo chilometrico per la classe veicoli leggeri scaturito dall'analisi ed utilizzato nel modello è risultato pari a 0,18 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.

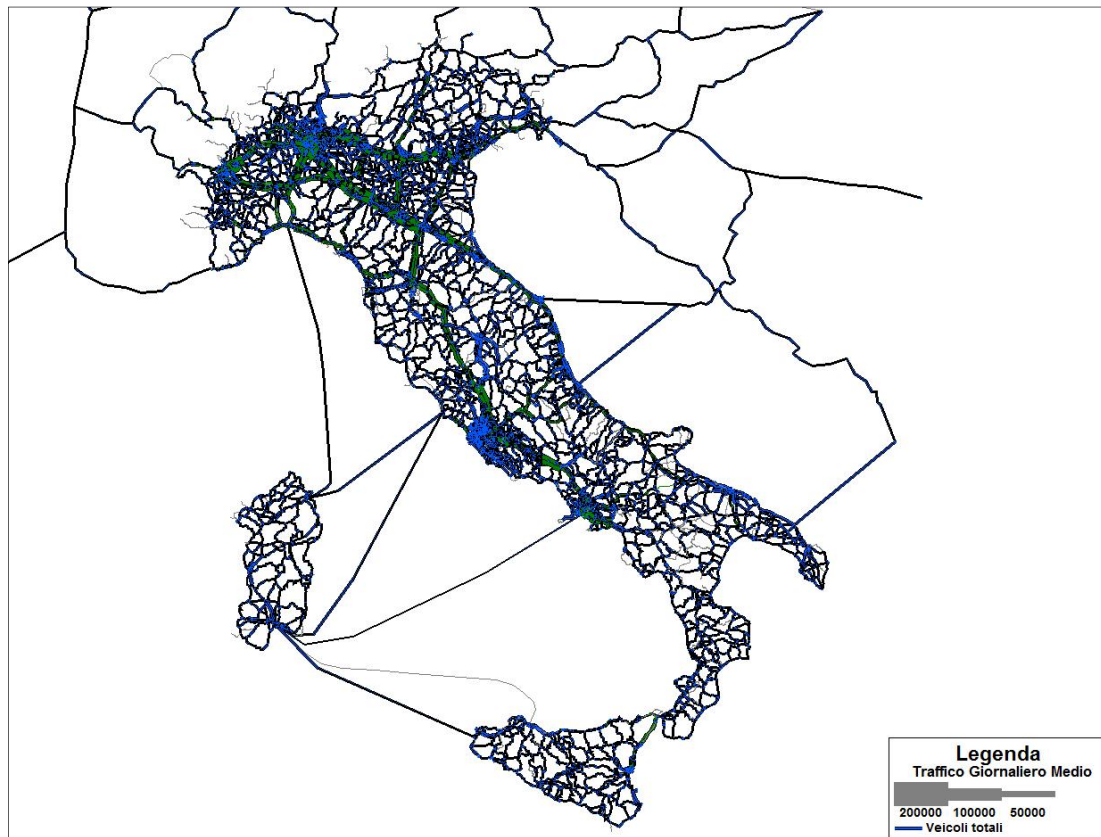
In base alla tabella precedente, alla consistenza del parco veicolare dei mezzi pesanti distinto per portata utile (Fonte ACI – Anno 2011), e dai dati di Tonnellate/Km trasportate in Italia distinto per classi di percorrenza (Fonte Conto Nazionale dei Trasporti – Anno 2015), è stato calcolato Il valore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





### **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.

Nella valutazione degli effetti economici dell'investimento, l'ACB considera solamente gli aspetti differenziali ed incrementali dello stesso. L'analisi è dunque sviluppata sulla differenza tra benefici e costi incrementali del progetto (ipotesi "con intervento") e benefici e costi incrementali che si potrebbero altrimenti manifestare in assenza di intervento (ipotesi "senza intervento").

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

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

- Benefici Trasportistici - sono valutati, in termini differenziali tra lo scenario "con intervento" e lo scenario "senza intervento" i seguenti parametri ottenuti dal modello DSS appena descritto:
  - Tempo totale di viaggio passeggeri;
  - Totale di veicoli • km passeggeri;
  - Tempo totale di viaggio merci;
  - Totale dei veicoli • km merci.
- Costi - sono considerati:
  - Costi di realizzazione;
  - Costi di manutenzione.
- Benefici della sicurezza - sono calcolati, in termini differenziali tra lo scenario "con intervento" e lo scenario "senza intervento" le seguenti categorie di incidente:
  - n. incidenti/anno;
  - n. incidenti/anno con feriti;
  - n. incidenti/anno con morti.
- Benefici Ambientali - sono calcolati, in termini differenziali tra lo scenario "con intervento" e lo scenario "senza intervento" le seguenti tipologie di emissione veicolare: CO, CO<sub>2</sub>, VOC, NOX, PM<sub>10</sub>.

Gli indicatori di sostenibilità economica considerati sono:

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

Il tasso di attualizzazione considerato per ritenere economicamente sostenibile un progetto è posto pari al 5,5%. Per questo valore del tasso il VAN deve essere positivo.

La tabella seguente mostra i fattori di conversione ed i valori monetari delle singole voci utilizzate nell'Analisi Costi Benefici.

-	<b>Indicatori trasportistici</b>		
	• passeggeri/veicolo		1,2
	• giorni/anno veicoli leggeri		365
	• giorni/anno veicoli pesanti		320
-	<b>Fattore di conversione medio finanziario - economico</b>	:	Variabile
-	Valori monetari del tempo		
	• passeggeri su strada	:	12,00 €/ora
	• autocarro equivalente	:	45,00 €/ora
-	<b>Costi di esercizio</b>		
	• autovettura equivalente	:	0,18 €/autov.km
	• autocarro equivalente	:	0,75 €/autoc.km
-	<b>Valori monetari sicurezza</b>		
	• incidente con autovettura	:	10.986,00 €
	• incidente con ferito	:	42.219,00 €
	• incidente con morto	:	1.503.990,00 €
-	<b>Valori monetari inquinamento atmosferico</b>		
	• 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

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

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.

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

Tasso di attualizzazione	
r =	5,5%
VAN.E	115.107.666

	t	COSTI				Variazione Tempo				Variazione Percorrenza				Sicurezza		Inquinamento		Benefici Netti Totali	Benefici Netti Attualizzati
		Costruzione		Manutenzione		PASSEGGERI		MERCİ		Autovetture Equivalenti		Autocam Equivalenti		Incidenti+Feriti+Morti		Co-Co2_VOC-NOX-PM			
		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	€		
2015	0																		
2016	1	-115.604.918	-109.578.122															-115.604.918	-109.578.122
2017	2	-115.604.918	-103.865.518															-115.604.918	-103.865.518
2018	3	-96.337.432	-82.042.273															-96.337.432	-82.042.273
2019	4	-57.802.459	-46.659.113															-57.802.459	-46.659.113
2020	5			-855.576	-654.631	18.058.752	13.817.372	10.747.487	8.223.271	-4.272.583	-3.269.100	-2.882.267	-2.205.321	2.125.019	1.541.161	1.591.889	1.154.511	24.512.721	18.607.263
2021	6			-855.576	-620.503	19.489.179	14.134.446	11.250.355	8.159.273	-4.656.196	-3.376.887	-3.111.768	-2.256.797	2.125.019	1.460.816	1.561.676	1.073.553	25.802.689	18.573.902
2022	7			-855.576	-598.154	21.032.910	14.458.797	11.776.753	8.095.774	-5.074.253	-3.488.228	-3.359.544	-2.309.474	2.125.019	1.384.660	1.532.381	998.498	27.177.690	18.551.871
2023	8			-855.576	-557.492	22.698.920	14.790.590	12.327.781	8.032.768	-5.529.845	-3.603.241	-3.627.048	-2.363.381	2.125.019	1.312.474	1.503.966	928.893	28.643.216	18.540.612
2024	9			-855.576	-528.429	24.496.893	15.129.998	12.904.590	7.970.253	-6.026.342	-3.722.045	-3.915.853	-2.418.545	2.125.019	1.244.051	1.476.394	864.326	30.205.125	18.539.608
2025	10			-855.576	-500.880	26.437.283	15.477.194	13.508.389	7.908.224	-6.567.417	-3.844.767	-4.227.654	-2.474.998	2.125.019	1.179.195	1.449.630	804.415	31.869.674	18.548.383
2026	11			-855.576	-474.768	28.531.371	15.832.357	14.140.438	7.846.678	-7.157.073	-3.971.535	-4.564.282	-2.532.768	2.125.019	1.117.721	1.423.643	748.810	33.643.540	18.566.494
2027	12			-855.576	-450.017	30.791.330	16.195.671	14.802.061	7.785.611	-7.799.670	-4.102.483	-4.927.715	-2.591.887	2.125.019	1.059.451	1.398.400	697.187	35.533.849	18.595.533
2028	13			-855.576	-426.557	33.230.301	16.567.321	15.494.641	7.725.019	-8.499.964	-4.237.748	-5.320.086	-2.652.386	2.125.019	1.004.219	1.373.873	649.250	37.548.208	18.629.119
2029	14			-855.576	-404.319	35.862.461	16.947.500	16.219.626	7.664.899	-9.263.133	-4.377.473	-5.743.699	-2.714.296	2.125.019	951.866	1.350.033	604.724	39.694.731	18.672.901
2030	15			-855.576	-383.241	38.703.114	17.336.404	16.978.533	7.605.246	-10.094.824	-4.521.805	-6.201.043	-2.777.652	3.597.616	1.527.480	1.326.854	563.357	43.454.674	19.349.789
2031	16			-855.576	-363.261	39.167.551	16.629.801	17.233.211	7.316.896	-10.215.961	-4.337.504	-6.294.059	-2.672.338	3.597.616	1.447.848	1.348.837	542.835	43.981.619	18.564.276
2032	17			-855.576	-344.324	39.637.561	15.951.999	17.491.710	7.039.478	-10.338.553	-4.160.715	-6.388.470	-2.571.017	3.597.616	1.372.368	1.371.188	523.061	44.515.476	17.810.850
2033	18			-855.576	-326.373	40.113.212	15.301.823	17.754.085	6.772.578	-10.462.616	-3.991.131	-6.484.297	-2.473.538	3.597.616	1.300.823	1.393.912	504.009	45.056.338	17.088.191
2034	19			-855.576	-309.358	40.594.571	14.678.147	18.020.396	6.515.798	-10.588.167	-3.828.459	-6.581.561	-2.379.755	3.597.616	1.233.007	1.417.017	485.653	45.604.297	16.935.032
2035	20			-855.576	-293.231	41.081.706	14.079.890	18.290.702	6.268.753	-10.715.225	-3.672.418	-6.680.284	-2.289.527	3.597.616	1.168.727	1.440.509	467.966	46.159.448	15.790.162
2036	21			-855.576	-277.944	41.574.686	13.506.018	18.565.063	6.031.076	-10.843.808	-3.522.736	-6.780.489	-2.202.720	3.597.616	1.107.798	1.464.394	450.924	46.721.887	15.032.416
2037	22			-855.576	-263.454	42.073.582	12.955.536	18.843.539	5.802.409	-10.973.933	-3.379.156	-6.882.196	-2.119.205	3.597.616	1.050.046	1.488.678	434.505	47.291.710	14.480.680
2038	23			-855.576	-249.719	42.578.465	12.427.490	19.126.192	5.582.413	-11.105.621	-3.241.427	-6.985.429	-2.038.856	3.597.616	995.304	1.513.370	418.684	47.869.018	13.893.889
2039	24			-855.576	-236.701	43.089.407	11.920.967	19.413.085	5.370.757	-11.238.888	-3.109.312	-7.090.210	-1.961.553	3.597.616	943.416	1.538.475	403.440	48.453.908	13.331.014
2040	25			-855.576	-224.361	43.606.480	11.435.089	19.704.281	5.167.127	-11.373.755	-2.982.582	-7.196.564	-1.887.182	3.732.746	927.822	1.564.000	388.752	49.181.613	12.824.665
2041	26			-855.576	-212.664	43.606.480	10.838.947	19.704.281	4.897.750	-11.373.755	-2.827.092	-7.196.564	-1.788.798	3.732.746	879.452	1.564.000	368.486	49.181.613	12.566.081
2042	27			-855.576	-201.578	43.606.480	10.273.893	19.704.281	4.642.417	-11.373.755	-2.679.708	-7.196.564	-1.695.543	3.732.746	833.604	1.564.000	349.275	49.181.613	11.522.351
2043	28			-855.576	-191.069	43.606.480	9.738.278	19.704.281	4.400.396	-11.373.755	-2.540.007	-7.196.564	-1.607.150	3.732.746	790.146	1.564.000	331.067	49.181.613	10.921.660
2044	29			-855.576	-181.108	43.606.480	9.230.595	19.704.281	4.170.991	-11.373.755	-2.407.590	-7.196.564	-1.523.365	3.732.746	748.953	1.564.000	313.807	49.181.613	10.352.284
2045	30			-855.576	-171.666	43.606.480	8.749.379	19.704.281	3.953.546	-11.373.755	-2.282.076	-7.196.564	-1.443.947	3.732.746	709.908	1.564.000	297.448	49.181.613	9.812.592
2046	31			-855.576	-162.717	43.606.480	8.293.250	19.704.281	3.747.437	-11.373.755	-2.163.105	-7.196.564	-1.368.671	3.732.746	672.899	1.564.000	281.941	49.181.613	9.301.035
2047	32			-855.576	-154.234	43.606.480	7.860.901	19.704.281	3.552.073	-11.373.755	-2.050.337	-7.196.564	-1.297.318	3.732.746	637.819	1.564.000	267.243	49.181.613	8.816.147
2048	33			-855.576	-146.193	43.606.480	7.451.091	19.704.281	3.368.894	-11.373.755	-1.943.447	-7.196.564	-1.229.685	3.732.746	604.568	1.564.000	253.311	49.181.613	8.356.537
2049	34			-855.576	-138.572	43.606.480	7.062.645	19.704.281	3.191.369	-11.373.755	-1.842.130	-7.196.564	-1.165.579	3.732.746	573.050	1.564.000	240.105	49.181.613	7.920.888
2050	35			-855.576	-131.348	43.606.480	6.694.451	19.704.281	3.024.994	-11.373.755	-1.746.095	-7.196.564	-1.104.814	5.110.896	743.689	1.564.000	227.587	50.559.563	7.708.465

## 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 nel pluriennale dell'ANAS.

La necessità di definire degli indici applicabili a tutti i progetti è dettata da una serie di elementi che rendono difficilmente reperibili e confrontabili i dati a disposizione dei progetti presenti nel piano:

- Caratteristiche progettuali estremamente differenti tra loro;
- Livello progettuale differente;
- Completezza delle informazioni presenti in ciascun progetto disomogenea.

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 considerato: come benefici i soli benefici derivanti dal risparmio del tempo e dalla riduzione dell'incidentalità; come costi i soli costi di realizzazione dell'infrastruttura. 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 che in termini comparativi tra tutti gli interventi del Piano.

Di seguito è descritta la metodologia adottata per la definizione dell'indice **Indicatore redditività Trasportistica** 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

Per tutti gli altri la metodologia adottata è stata:

1. Definizione della tipologia di intervento infrastrutturale, dell'estensione dell'intervento e del valore totale dell'investimento;

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

2. Identificazione dei Traffici Giornalieri Medi attualmente insistenti sull'infrastruttura. Nel caso di intervento in adeguamento sono stati presi i traffici che insistono sull'asse in esercizio nella tratta soggetta ad intervento; nel caso di intervento in variante sono stati presi i traffici sull'infrastruttura sottesa all'intervento. Se lungo la tratta è presente una sezione di monitoraggio del traffico sono stati presi i volumi veicolari conteggiati, in caso contrario i dati stimati dal modello DSS "Decisyon Support System" in dotazione ad ANAS S.p.A.;
3. Identificazione delle 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 "Decisyon Support System" in dotazione ad ANAS S.p.A.;
4. Identificazione degli incidenti, dei feriti e dei morti eventualmente presenti sulla tratta soggetta ad intervento infrastrutturale. Per l'identificazione si sono utilizzati i dati pubblicati da ACI – Localizzazione degli incidenti stradali – Anno 2013;
5. Definizione delle caratteristiche funzionali dell'intervento progettuale (velocità, capacità, pendenza, tortuosità, etc.);
6. Stima dei traffici attesi sull'asse a seguito dell'intervento. Ove possibile, per la localizzazione dell'intervento e per la sua estensione, si sono presi i traffici stimati dal modello, in caso contrario sono stati stimati parametricamente in funzione della tipologia di intervento;
7. Stima della riduzione dell'incidentalità per effetto della realizzazione dell'intervento. la stima è stata effettuata usando coefficienti di riduzione differenziati per tipologia di intervento;
8. Definizione dei risparmi di tempo annui ottenuti dall'entrata in esercizio dell'infrastruttura loro valorizzazione economica. 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 residuali sull'asse esistente. La valorizzazione economica è fatta considerando: 12€/h per un veicolo passeggeri; 45€/h per un veicolo merci. Il passaggio da giorno ad anno è fatto ipotizzando: 365 giorni/anno utili per un veicolo passeggeri; 320 giorni/anno utili per un veicolo merci;

9. Valorizzazione economica della riduzione degli incidenti. Per la valorizzazione si è utilizzato: 10.986€/incidente; 42.219€/ferito; 1.503.990€/morto come pubblicato dal MIT – Studio di Valutazione dei Costi Sociali dell'incidentalità stradale;
10. Estensione dei benefici totali (tempo ed incidentalità) a tutta la vita utile dell'infrastruttura. Sono stati ipotizzati: 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 3,5% annuo;
11. Conversione del costo totale dell'investimento da finanziario ad economico con un fattore di conversione pari a 0,68;
12. Calcolo del rapporto Benefici/Costi (sommatoria dei benefici annui/costo economico);
13. Identificazione di un indicatore sintetico di priorità in funzione del rapporto Benefici/Costi ottenuto: 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 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; l'indice ha valore 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 delle rete Anas; negli altri casi l'indice è Basso.

### **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; l'indice ha valore 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; negli altri casi l'indice è Basso.

### **Indicatore Rete TEN-T**

L'indicatore evidenzia se il progetto appartiene alla rete TEN-T differenziandola in Rete "Core", rete "Comprehensive" o 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, 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 così come 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		
Trasportistici	1	2	3	1	3	5
Intermodale	1	2	3	1	3	5
Completamento	1	2	3	1,5	4,5	7,5
Intervento su Rete Ten-T	Svincolo	Comprehensive	Core	1,5	4,5	7,5

La somma dei quattro indicatori, opportunamente pesati, fornisce l'indicatore complessivo utile al confronto ed alla valutazione degli interventi nel Piano.

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.