

S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero -Fertilia (bretella per l'aeroporto)

PROGETTO ESECUTIVO

COD. CA29

PROGETTAZIONE: ATI: VIA - SERING - VDP - BRENG

PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma A27296)

RESPONSABILE D'AREA

Responsabile Tracciato stradale: *Dott. Ing. Massimo Capasso*

(Ord. Ing. Prov. Roma 26031)

Responsabile Strutture: *Dott. Ing. Giovanni Piazza*

(Ord. Ing. Prov. Roma 27296)

Responsabile Idraulica, Geotecnica e Impianti: *Dott. Ing. Sergio Di Maio*

(Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)

Responsabile Ambiente: *Dott. Ing. Francesco Ventura*

(Ord. Ing. Prov. Roma 14660)

GEOLOGO:

Dott. Geol. Enrico Curcuruto (Ord. Geo. Regione Sicilia 966)

COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Sergio Di Maio (Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)

COORDINATORE ATTIVITA' DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. MariaAntonietta Merendino (Ord. Ing. Prov. Roma A28481)

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Salvatore Campione.

MANDATARIA:



MANDANTE:



MANDANTE:



MANDANTE:



ELABORATI GENERALI

Relazione Trasportistica

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	CA29_T00EG00GENRE05_A			
DPCA00029	E 21	CODICE ELAB.	T00EG00GENRE05	A	-
D		-	-	-	-
C		-	-	-	-
B		-	-	-	-
A	EMISSIONE	Giug. 2021			G.PIAZZA
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

**NUOVA S.S.291
COLLEGAMENTO SASSARI - ALGHERO - AEROPORTO**

Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas - Alghero
e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia

PROGETTO DEFINITIVO

COD. CA29

PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

PROGETTISTI:

*Dott. Ing. ACHILLE DEVITOFRANCESCHI
Ordine Ing. di Roma n. 19116*

*Dott. Ing. ALESSANDRO MICHELI
Ordine Ing. di Roma n. 19654*

IL GEOLOGO

*Dott. Geol. Serena MAJETTA
Ordine Geol. Lazio n. 928*

IL RESPONSABILE DEL S.I.A.

*Dott. Arch. GIOVANNI MAGARO'
Ordine Arch. di Roma n. 16183*

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Geom. FABIO QUONDAM

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. SALVATORE FRASCA

PROTOCOLLO

DATA

**INQUADRAMENTO GENERALE
Relazione Trasportistica**

CODICE PROGETTO		NOME FILE			REVISIONE		
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	.dwg				
LOPLSC	D	1601	T00SG01GENRE01			A	-
D							
C							
B							
A	Nuova emissione a seguito indirizzo MIT del 11-05-2016		SET 2017	E. Luziatelli	P. D'Armini	I. Coppa	
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO		

INDICE

1	Premessa	1
2	I dati socioeconomici dell'area di studio	2
2.1	Popolazione ed Addetti	2
2.2	Unità Produttive e Commerciali	3
2.3	Indicatori Economici	5
2.4	Dotazione infrastrutturale	5
3	Il modello di domanda ed offerta stradale attuale	7
3.1	L'offerta di trasporto stradale	7
3.2	La zonizzazione nazionale	8
3.3	La zonizzazione locale	9
3.4	L'Aeroporto di Alghero - Fertilia	10
3.5	Le matrici di domanda	10
3.6	La procedura di assegnazione	12
3.7	L'offerta di trasporto locale	16
3.8	Le sezioni di conteggio nell'area di studio	17
3.9	I risultati dell'assegnazione all'attualità	24
4	previsioni di domanda	27
4.1	l'evoluzione della domanda di trasporto	27
5	Risultati delle simulazioni	29
5.1	Indicatori di rete	31
5.2	I risultati sull'asse di progetto	32
5.3	Analisi dei Livelli di Servizio	37

1 PREMESSA

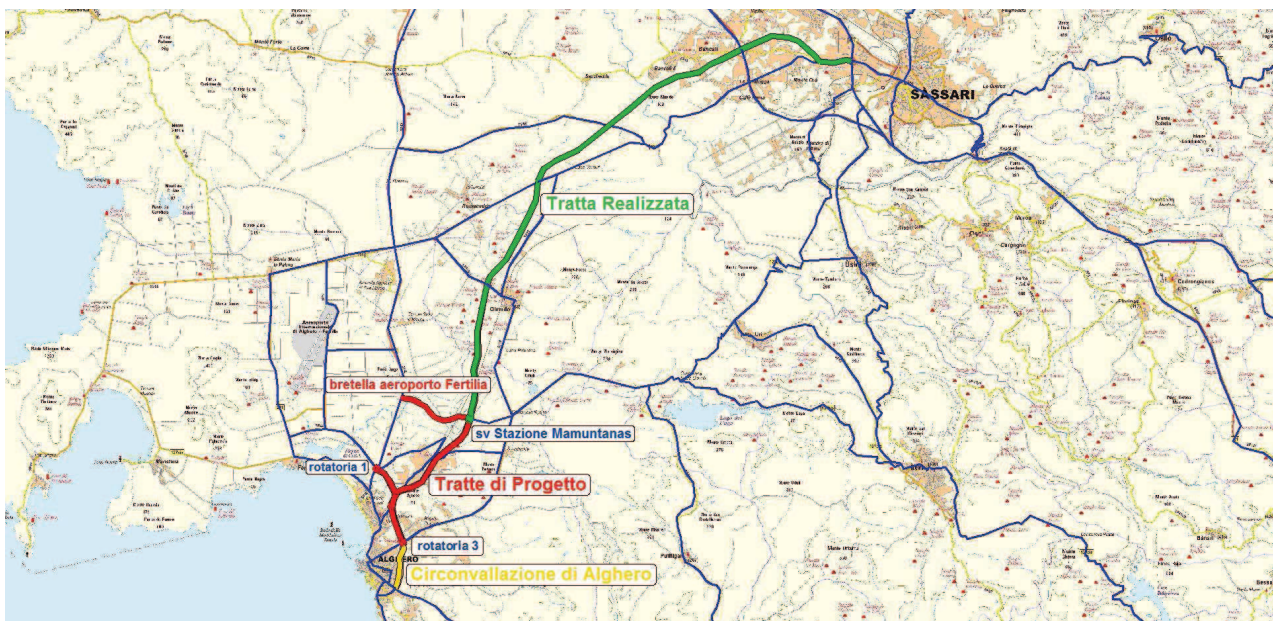
Il presente documento riguarda l'analisi di traffico e la valutazione di sostenibilità economica del progetto di realizzazione del collegamento mediante strada extraurbana principale tra le città di Alghero e di Sassari.

La sezione adottata è di tipo B – strada extraurbana principale 2+2 corsie di marcia (D.M. del 5.11.2001).

La nuova infrastruttura si innesta presso Sassari sulla S.S.131 ed è già realizzata fino alla località Mamuntanas, in corrispondenza dello svincolo con la S.S.291var/a.

A partire dallo svincolo Stazione Mamuntanas è prevista la realizzazione della bretella di collegamento con l'aeroporto di Fertilia.

Il completamento della soluzione progettuale proposta, rappresenterà una direttrice d'accesso rapida all'abitato di Alghero garantendo un innalzamento delle condizioni di sicurezza della viabilità esistente.



Il nuovo collegamento Sassari-Alghero, che comprende anche una parte della Nuova Circonvallazione di Alghero in sezione tipo D (D.M. del 5.11.2001) dalla S.P.42 (rotatoria 1) alla S.S.127bis (rotatoria 3), sarà completato funzionalmente mediante la realizzazione della parte terminale della circonvallazione, nel tratto compreso tra la S.S.127bis e la S.S.292, che consentirà di “scaricare” parte del traffico dal centro di Alghero, spesso congestionato in occasione dei periodi di maggiore afflusso turistico.

2 I DATI SOCIOECONOMICI DELL'AREA DI STUDIO

2.1 POPOLAZIONE ED ADDETTI

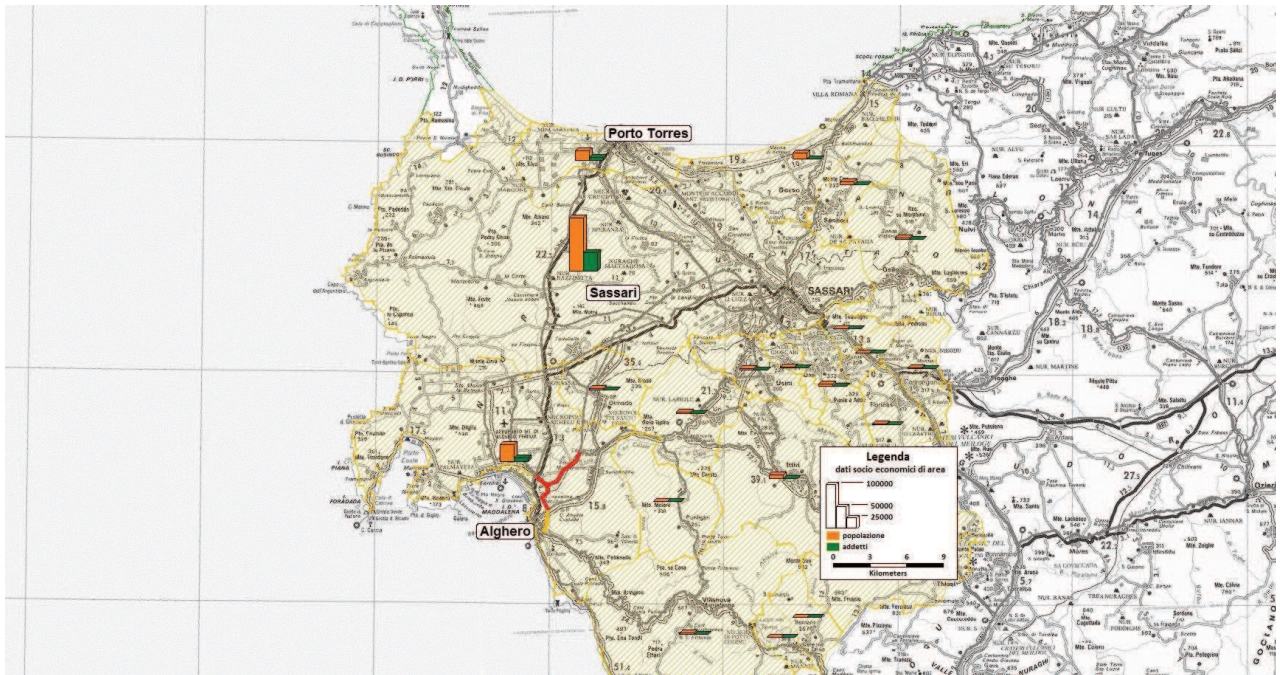
La popolazione complessiva dell'area di studio ammonta a poco più di 240.000 abitanti, di cui circa la metà nel solo comune di Sassari, circa 38.000 nel comune di Alghero e poco più di 21.000 nel comune di Porto Torres, e rappresentano il 75% circa della popolazione di tutta l'area di studio. Considerando i Comuni attraversati dalla S.S.291 nella tratta di progetto, il dato complessivo è pari ad una popolazione di circa 160.000 abitanti, pari al 67% del totale di area.

Per gli addetti nell'area di studio, la stessa analisi evidenzia come il totale di area è pari a circa 68.000, di cui l'88% appartenente ai comuni di Sassari, Alghero e Porto Torres (rispettivamente 43.000, 9.000 e 8.000) mentre il totale dei comuni interessati alla S.S.291 di progetto è pari al 77% circa del totale di area.

Il dato del livello di disoccupazione della provincia di Sassari ha avuto dal 2006 ad oggi un andamento altalenante. Nel 2012 il valore dell'indice è pari circa il 16% più elevato rispetto al contesto nazionale, con circa 22.800 persone in cerca di occupazione. I recenti risultati evidenziano quindi un livello di disoccupazione che si mantiene a livelli piuttosto alti, ed inoltre, l'analisi del trend temporale conferma l'impressione di una perdita di competitività del mercato del lavoro rispetto ad altre realtà provinciali. La scomposizione degli occupati per settore di attività mostra un peso superiore al dato medio nazionale dei servizi, 80,1% rispetto al 68,5% che colloca Sassari al sesto posto nel contesto nazionale; modesta invece risulta la quota degli occupati nel settore industriale pari al 16,8% dove il dato medio nazionale si attesta intorno al 27,8% (FONTE Istituto Tagliacarne).

Per il reddito disponibile pro-capite Sassari occupa la 69-esima posizione nella graduatoria generale delle province italiane e precede le altre della regione grazie ad un valore pari a 14.485 euro, inferiore rispetto al valore medio nazionale (17.337). Per quanto riguarda il livello dei consumi pro-capite, sui quali incidono i flussi turistici, Sassari si attesta a 13.298 euro (contro i 16.088 della media italiana), valore che la posiziona al 74-esimo posto nella graduatoria delle province italiane. La composizione dei consumi vede un'incidenza delle spese alimentari superiore, anche se non in misura notevole, a quella media italiana (18,9% contro 17%); essa rimane in ogni modo in linea rispetto a quella registrata nelle altre aree provinciali della Sardegna. Da notare, comunque, come Sassari faccia segnare valori particolarmente significativi in alcuni altri indicatori rappresentativi del benessere dell'area: Sassari infatti si colloca entro le prime posizioni della graduatoria delle province nei seguenti indicatori: consumo pro-capite di benzina (seconda), consumo di benzina su parco veicolare (prima), mentre nella classifica del consumo pro-capite di energia elettrica a fini domestici Sassari è settima nel contesto italiano (FONTE Istituto Tagliacarne).

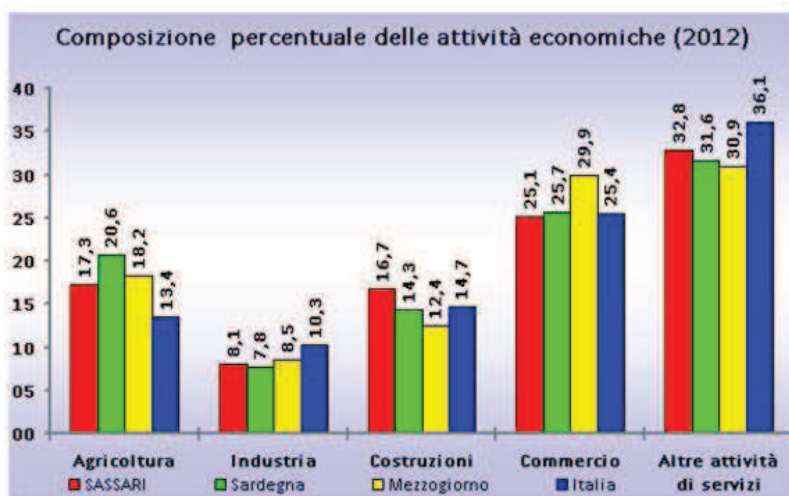
La figura seguente mostra la distribuzione nelle zone dell'area di studio della popolazione e degli addetti.



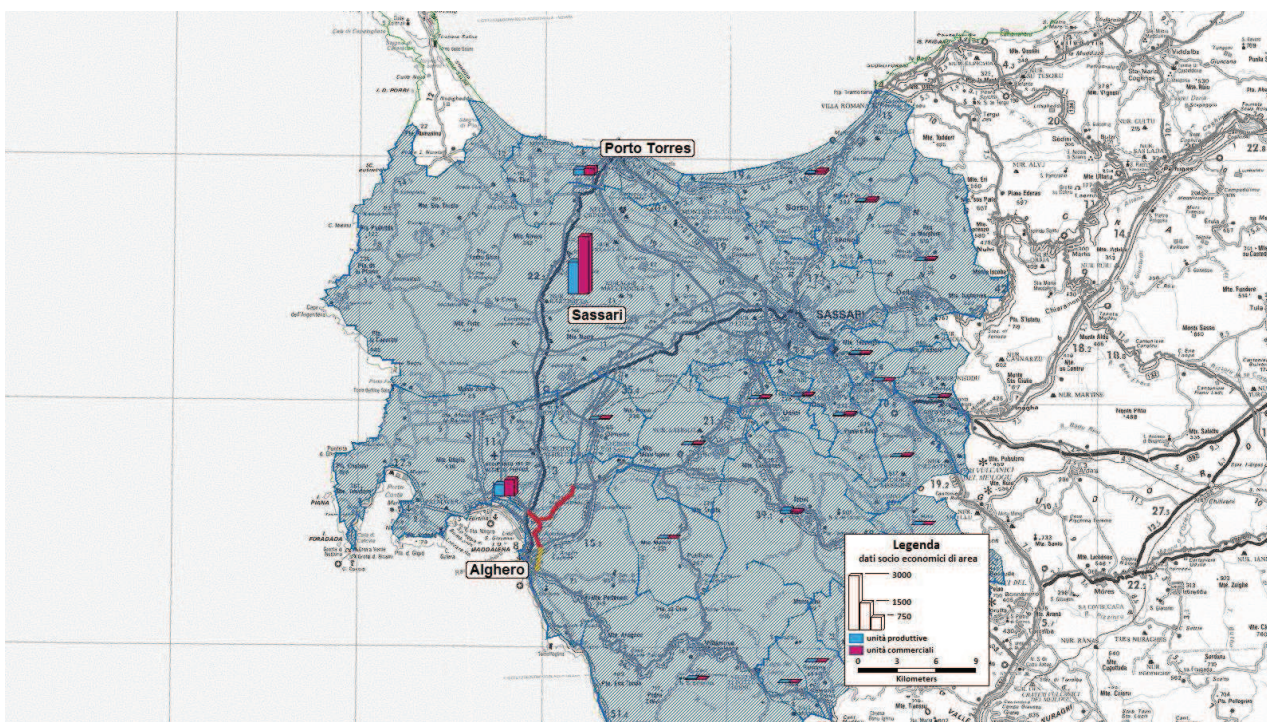
2.2 UNITÀ PRODUTTIVE E COMMERCIALI

Risultati analoghi si evidenziano per la collocazione geografica delle unità produttive e commerciali. Su un totale di 3.500 unità produttive e 5.380 unità commerciali, circa il 50% sono concentrate nel comune di Sassari e rispettivamente il 68% ed il 75% sono presenti nei Comuni attraversati dalla tratta di progetto.

Per quanto riguarda il territorio interessato al progetto, ricadente nella provincia di Sassari, si evidenzia come il 17,3% delle imprese esistenti sono appartenenti al settore agricolo ed il 25,1% a quello commerciale. Anche il settore costruzioni ed il settore alberghi e pubblici esercizi sono particolarmente presenti nell'area: per quanto riguarda il primo il contributo relativo è pari al 16,7%, contro il 12,4% del Mezzogiorno ed il 14,7% dell'Italia (30-esimo valore nazionale); per il secondo, invece, l'incidenza è del 9,2%, dove l'Italia pesa per il 6,6% ed il Sud per il 5,9%, e permette alla provincia di occupare la 16-esima piazza nel ranking nazionale. La quota di attività artigiane è piuttosto elevata e pari al 25,5%, livello superiore di circa 1,9 punti percentuali rispetto al dato medio del Paese. Significativo il valore assunto dalla densità imprenditoriale il cui indice mostra la presenza di 16,8 imprenditori ogni 100 abitanti: tale indice è sensibilmente superiore alla media nazionale, ad anche al dato valutato per il Mezzogiorno, collocando la provincia seconda nel contesto provinciale. Per quanto riguarda la recente evoluzione della base produttiva, nell'anno 2012, è la risultante della combinazione fra un tasso di natalità imprenditoriale (6,2 ogni 100 imprese esistenti all'inizio del periodo) inferiore alla media italiana, ed un livello di mortalità (5,8) 98-esimo valore del Paese, scaturisce un tasso di evoluzione pari a 0,45 significativo nell'ambito della penisola, infatti per tale performance la provincia è 24-esima nella relativa graduatoria (FONTE Istituto Tagliacarne).



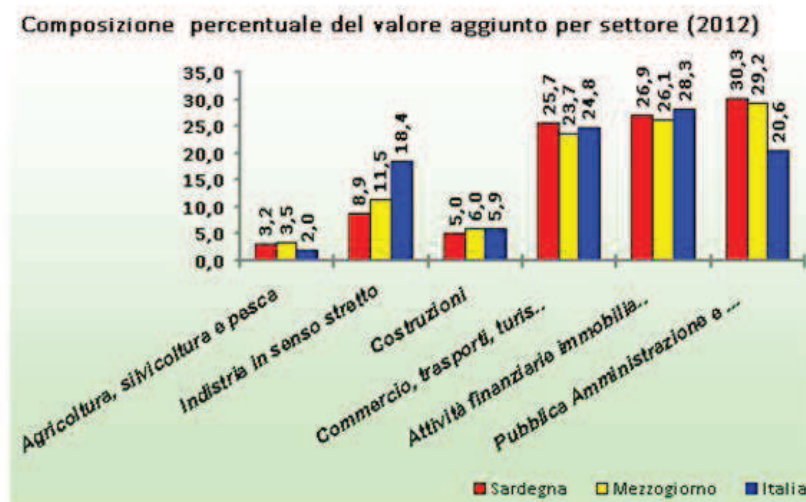
La figura seguente mostra la distribuzione nelle zone dell'area di studio delle unità produttive e commerciali.



2.3 INDICATORI ECONOMICI

La provincia di Sassari, nel 2012, si posiziona, per valore aggiunto prodotto, al 76-esimo posto della graduatoria generale delle province, contribuendo alla formazione dell'aggregato nazionale, rispettivamente per lo 0,41%. Il relativo valore pro-capite, 17.002 euro, è superiore al dato relativo al Mezzogiorno (15.599 euro), ma ancora troppo distante da quello nazionale (23.239 euro), circostanza che determina il 77-esimo posto nella graduatoria generale delle province, ma quarta tra quelle sarde. L'artigianato contribuisce alla formazione del valore aggiunto provinciale con il 13,2%, quota superiore al corrispondente dato del Paese (12%) e a quello meridionale (10,4%). La produzione agricola infine è composta per il 47,6% da prodotti zootecnici, una percentuale di rilievo non solo a livello nazionale, ma anche nell'ambito delle regioni del Sud (18,1%) (FONTE Istituto Tagliacarne).

La regione Sardegna ha prodotto nel 2011 29,3 miliardi di euro di valore aggiunto, che rappresenta il 2,1% di quello italiano, numeri che inseriscono questa Regione al 14° posto in Italia. Il valore aggiunto pro capite è di 17.890 euro, circa 5mila euro in meno rispetto al valore italiano medio (23.240). Il valore aggiunto della Regione Sardegna è stato realizzato per l' 8,9% dall'industria, il 5% dalle costruzioni, il 3,2% dall'agricoltura e la parte rimanente dai servizi.

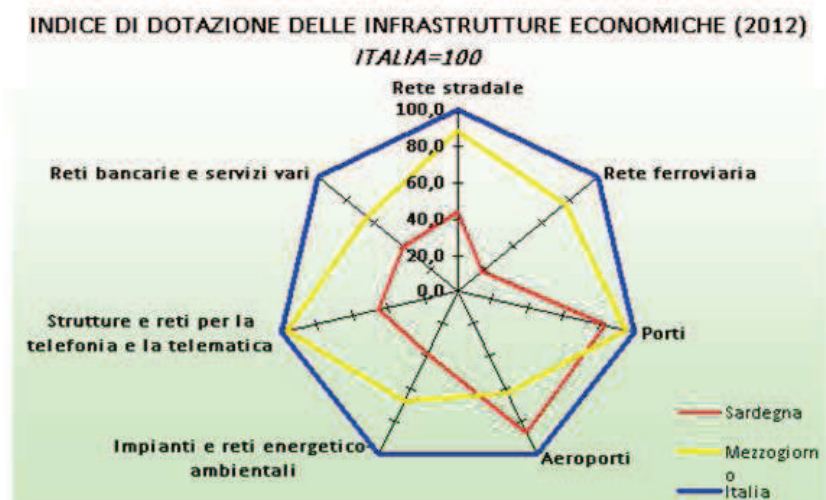


2.4 DOTAZIONE INFRASTRUTTURALE

La Regione Sardegna disponeva nel 2012 di una dotazione infrastrutturale economica e sociale inferiore alla media italiana (52,9), così come per le infrastrutture di natura economica (50,5). Rispetto al resto del paese la dotazione più rilevante è quella della infrastruttura aeroportuale (86,4), mentre l'infrastruttura meno significativa è quella ferroviaria (17,4).

Pur facendo segnare un indice di dotazione complessivo delle infrastrutture decisamente al di sotto della media nazionale (74,9 nel 2012 e 78,4 nel 2001), Sassari si colloca in una posizione tutto sommato

discreta rispetto al contesto meridionale. Le categorie dalle quali provengono i dati più confortanti sono i porti e gli aeroporti, che costituiscono gli unici valori superiori a 100 con indici rispettivamente pari a 124,5 e 182,3. Il dato meno confortante, per quanto riguarda le infrastrutture economiche, proviene invece dalla tipologia impianti e reti energetico-ambientali e strutture e reti per la telefonia e la telematica che, con valori rispettivamente pari a 39,1 e 50,6, si collocano rispettivamente al 99-esimo e 87-esimo posto nel contesto nazionale (FONTE Istituto Tagliacarne).



3 IL MODELLO DI DOMANDA ED OFFERTA STRADALE ATTUALE

3.1 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 ANAS di Cesano, e per la rete infrastrutturale stradale in gestione diretta di ANAS SpA 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. Il grafo, rappresentativo della rete stradale ANAS aggiornata al 2016, della rete autostradale in concessione aggiornata al 2015, delle maggiori infrastrutture stradali Regionali e di alcune strade provinciali, è costituito da:

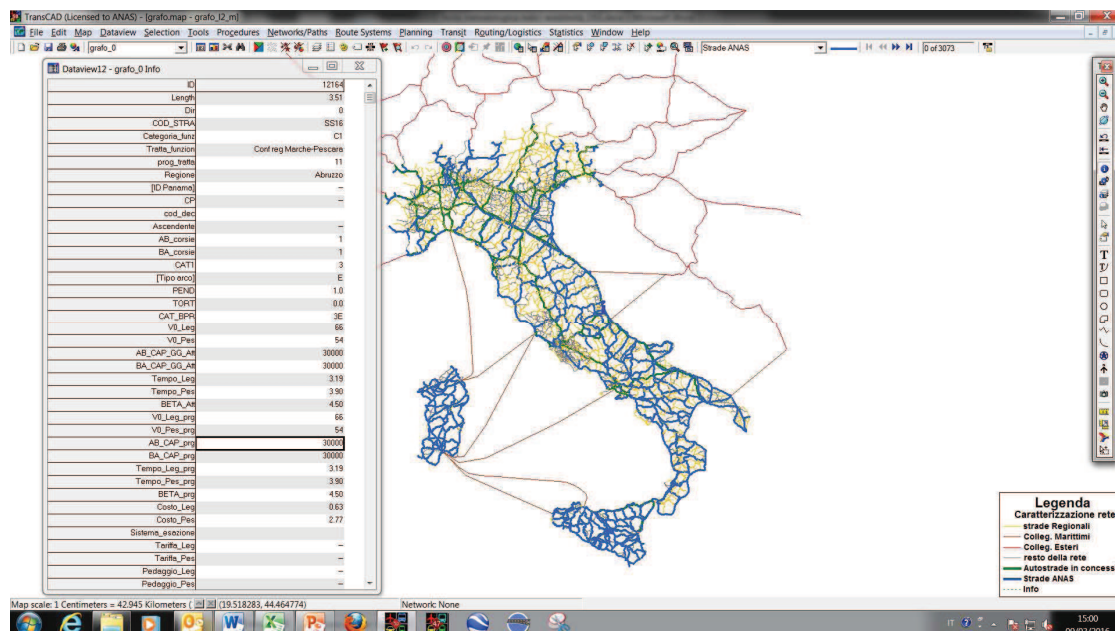
- circa 9.215 nodi rappresentativi di intersezioni;
- circa 12.710 archi rappresentativi di tratti omogenei delle infrastrutture stradali nazionali;
- circa 80 archi rappresentativi di infrastrutture stradali estere;
- 9 archi rappresentativi di collegamenti marittimi;
- oltre 360 nodi rappresentativi 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.

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.

La figura seguente mostra la rete di trasporto stradale così implementata ed una visualizzazione degli attributi associati a ciascun arco della rete stradale rappresentata nel modello.



3.2 LA ZONIZZAZIONE NAZIONALE

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.

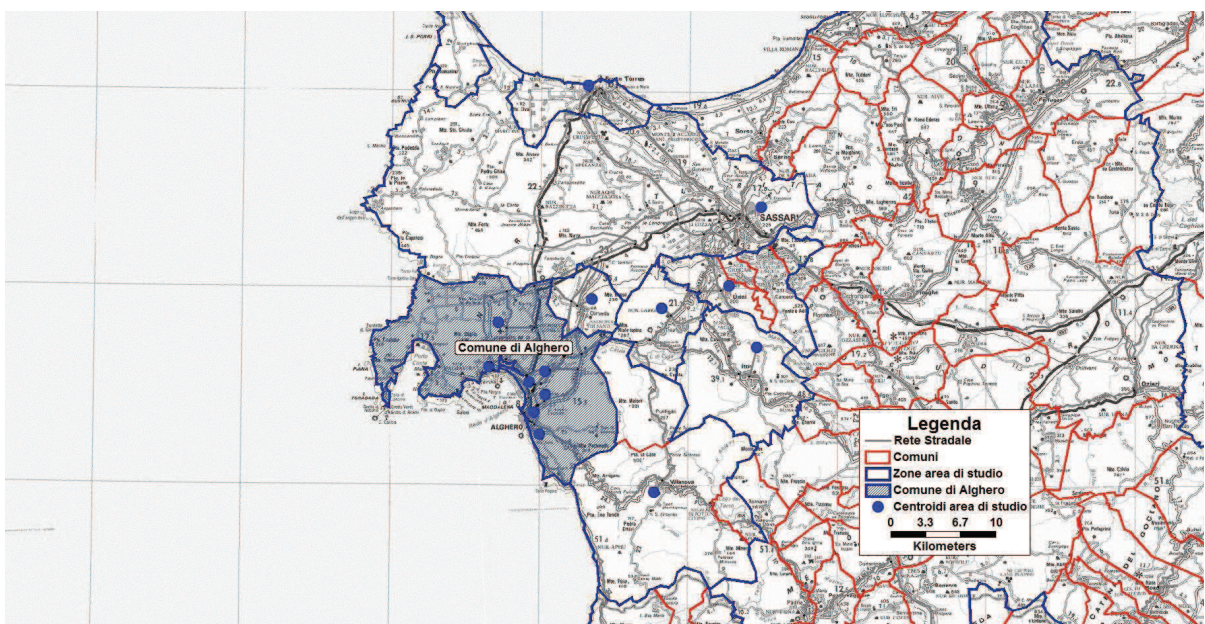
Per questo motivo, al fine di rappresentare la mobilità su infrastrutture strategiche a livello nazionale e regionale, ma con una forte rilevanza di traffico di breve-media percorrenza, alcune aree metropolitane italiane sono state suddivise in più zone di traffico ricadenti all'interno dei confini Comunali.

La zonizzazione finale ottenuta è caratterizzata da 1.206 zone di traffico di cui 1.183 zone interne al territorio nazionale e 23 esterne.

3.3 LA ZONIZZAZIONE LOCALE

Dalla zonizzazione su scala nazionale precedentemente descritta, è stata ricostruita una zonizzazione di maggior dettaglio nell'area di studio, finalizzata a simulare nel modello di domanda stradale un maggior numero di relazioni di scambio locali. Il progetto ricade completamente nel territorio della provincia di Sassari. Per ampliare la valutazione degli effetti del progetto sul territorio dell'area di studio la zonizzazione di area è stata dapprima ricostruita su base comunale, mediante l'aggregazione dei 14 comuni di area in 7 distinte zone di traffico e poi, per scendere ad un livello di maggior dettaglio, il comune di Alghero è stato spaccettato sulla base delle sezioni censuarie in 7 sub-zone permettendo in questo modo di cogliere gli spostamenti locali, interni al comune, che andranno a gravitare sulla nuova circonvallazione.

La zonizzazione finale ottenuta, riportata nella figura seguente, è caratterizzata da 14 zone di traffico rappresentate dai rispettivi centroidi.



3.4 L'AEROPORTO DI ALGHERO - FERTILIA

Al fine della corretta determinazione dei volumi di domanda complessivi nell'area di studio, e dei conseguenti traffici sugli assi stradali, è stata considerata la movimentazione degli addetti, dei passeggeri e delle merci dell'aeroporto di Alghero - Fertilia.

I dati utilizzati sono quelli ufficiali forniti dalla SOGEAAL che ha pubblicato sul sito dell'aeroporto la serie storica dei movimenti annui dal 2006 al 2015 dell'aviazione commerciale e generale dell'aeroporto.

SOGEAAL DATI DI TRAFFICO: TRAFFICO PASSEGGERI AEROPORTO DI ALGHERO 2006 - 2015											
Aviazione commerciale e generale											
Mese	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	% '15/ '14
Gen	59.267	65.004	75.982	65.711	72.705	77.596	75.971	70.095	64.980	79.895	23,0%
Feb	56.554	61.181	74.374	65.869	66.656	71.541	60.446	63.142	64.844	73.138	12,8%
Mar	23.333	77.908	94.633	77.388	84.954	93.557	87.740	85.233	77.530	92.565	19,4%
Apr	90.139	102.306	106.558	124.493	96.361	122.610	129.832	129.492	137.525	142.072	3,3%
Mag	103.823	110.481	130.918	132.683	117.563	132.852	135.698	143.175	149.447	161.705	8,2%
Giu	116.916	138.458	143.355	167.749	139.665	158.626	165.120	178.768	181.020	188.518	4,1%
Lug	135.958	155.429	168.082	200.181	176.922	191.089	199.599	215.224	219.311	220.265	0,4%
Ago	131.334	160.511	181.582	208.485	193.025	202.272	210.407	224.562	231.413	231.909	0,2%
Set	115.117	144.724	143.439	172.797	150.076	160.327	168.251	176.386	187.353	191.503	2,2%
Ott	94.232	116.976	113.961	129.685	123.883	133.509	125.498	128.202	148.536	133.771	-9,9%
Nov	68.029	80.318	70.327	76.806	80.696	81.809	75.154	74.294	87.394	72.343	-17,2%
Dic	75.792	86.819	77.551	85.169	85.711	88.466	85.445	75.335	90.021	90.283	0,3%
Tot	1.070.494	1.300.115	1.380.762	1.507.016	1.388.217	1.514.254	1.518.870	1.563.908	1.639.374	1.677.967	2,4%

I dati evidenziano nell'ultimo anno a disposizione un incremento medio del 2,4% del traffico. Questo tasso è stato adottato per riportare il traffico annuo del 2015 al totale annuo del 2016. Il traffico medio giornaliero è ottenuto considerando 365 giorni/anno ed un coefficiente di riempimento dei veicoli pari a 1,5 passeggeri/auto. Ne consegue una movimentazione veicolare di circa 3.140 veicoli giorno.

La distribuzione degli spostamenti sul territorio è stata fatta considerando i principali poli attrattivi, sia invernali che estivi, e distribuendo il volume totale delle movimentazioni lungo le direttrici: Nord Porto Torres; Est Sassari; Alghero; Sud Bosa.

3.5 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:

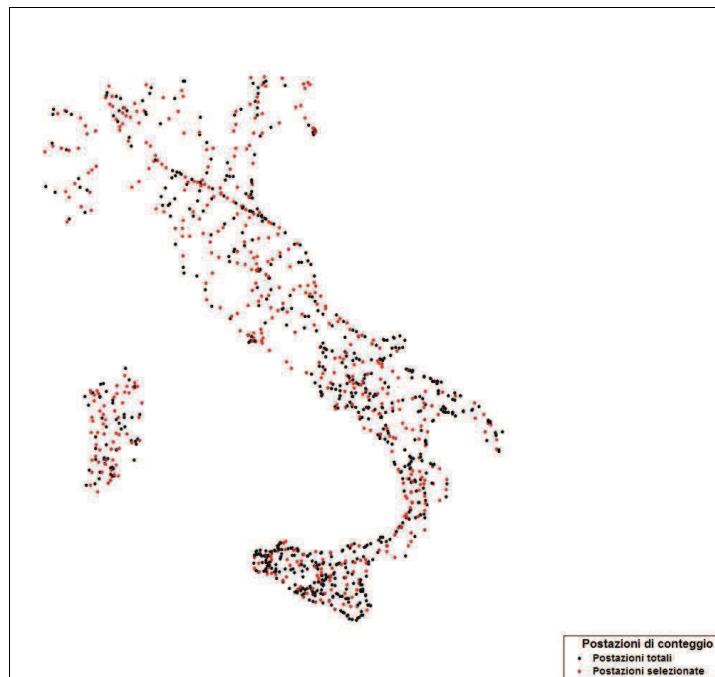
- Veicoli leggeri adibiti a trasporto passeggeri;
- Veicoli pesanti adibiti a trasporto delle merci;

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. L'ultimo aggiornamento ha utilizzato i dati di censimento veicolare su scala nazionale in 860 postazioni di conteggio veicolare, in esercizio dal 2011 presso la Direzione Operation e Coordinamento Territorio di ANAS SpA, e relative all'anno 2016. 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.



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

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

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

in cui il tempo di percorrenza di un tratto unitario dell'arco ad un dato livello di flusso è espresso come funzione del tempo di percorrenza dell'arco a flusso nullo t_0 per un fattore maggiore dell'unità che dipende

dal flusso q , dalla capacità nC dell'arco stesso (in cui n rappresenta il numero di corsie e C la capacità di una corsia) e da due parametri α e β che derivano da calibrazione.

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

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

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

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

Nel modello di assegnazione i valori del tempo applicati sono pari a 0,2 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.

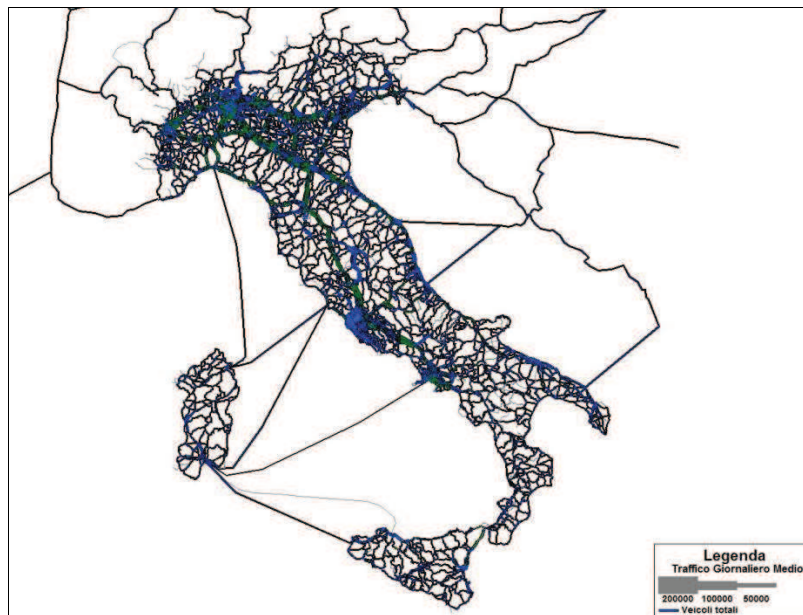
Il calcolo del Costo Chilometrico Medio per i veicoli pesanti è calcolato partendo dalle tabelle dei costi minimi di esercizio in funzione della massa complessiva del veicolo e delle distanze di percorrenza (Aprile 2014) pubblicate dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

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).



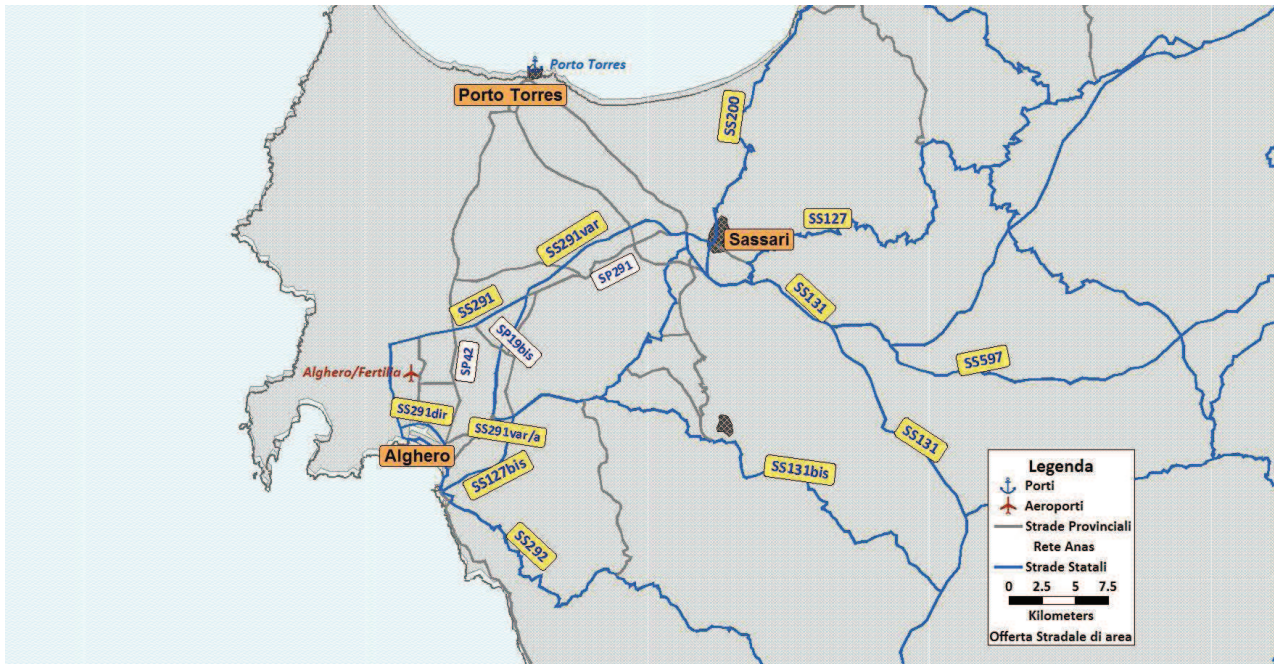
3.7 L'OFFERTA DI TRASPORTO LOCALE

Sulla base della rete di trasporto nazionale precedentemente descritta, è stata ricostruita l'offerta di trasporto stradale dell'area di studio, in maniera da poter cogliere tutte le relazioni di scambio dell'area su cui insiste il progetto, con particolare attenzione agli assi di collegamento esistenti che attualmente servono gli spostamenti Origine/Destinazione potenzialmente interessati all'intervento.

A tal fine, l'offerta di trasporto comprende principalmente le seguenti infrastrutture stradali:

- S.S.127,
- S.S.127bis,
- S.S.131,
- S.S.131bis,
- S.S.200,
- S.S.291,
- S.S.291var,
- S.S.291var/a,
- S.S.291dir,
- S.S.292,
- S.S.597

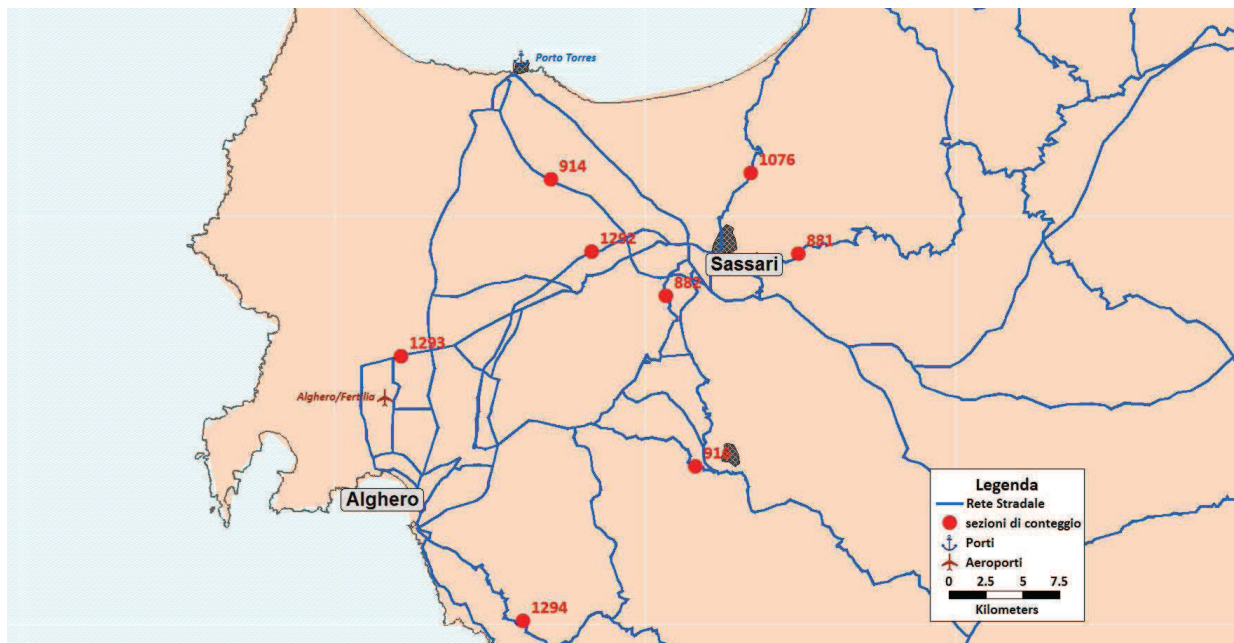
i collegamenti tra loro sono completati da alcune strade provinciali necessarie ad una corretta chiusura della maglia stradale. La figura seguente evidenzia la rete locale.



3.8 LE SEZIONI DI CONTEGGIO NELL'AREA DI STUDIO

La base dati di domanda descritta nei paragrafi precedente è stata calibrata con otto sezioni di conteggio contenute nelle sezioni di monitoraggio permanente del traffico sulle strade statali ANAS in esercizio da qualche anno su tutto il territorio nazionale.

La figura seguente mostra la localizzazione delle sezioni ricadenti nell'area di studio, le sezioni prese in esame sono relative agli anni 2014 e 2016.

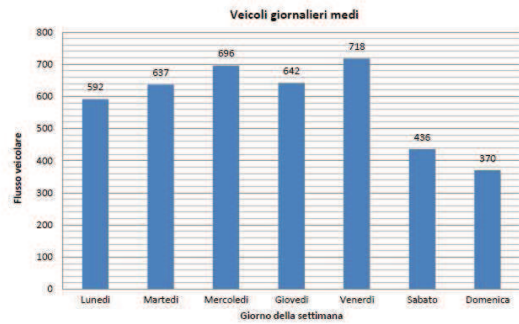
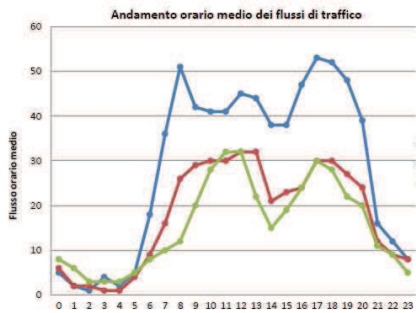


Le figure seguenti mostrano i risultati dei rilievi settimanali.

I traffici più sostenuti si evidenziano sulla S.S.291 (in prossimità del km 8) con circa 16.000 veicoli giornalieri relativi a un giorno feriale medio.

Tratta n. 881: SS127, Km 121.542, Osilo(SS)

Direzione del Flusso	Consistenza Dati Pervenuti/Attesi	Veicoli Leggeri Volumi medi negli intervalli			Veicoli Pesanti Volumi medi negli intervalli			Velocità medie nei periodi tutte le classi		
		06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00
flusso ascendente	50,00%	165	16	17	11	1	1	68	68	62
flusso discendente	50,00%	255	23	20	14	1	0	64	62	67



Giorno di punta del periodo: **venerdì 16 settembre 2016**
Volume giornaliero di punta: **985 [veicoli/giorno]**

Ora di punta: **venerdì 16 settembre 2016 ore 03:00-04:00**
Flusso dell'ora di punta: **251 [veicoli/ora]**

Giornate con rilevamenti completi: **184**

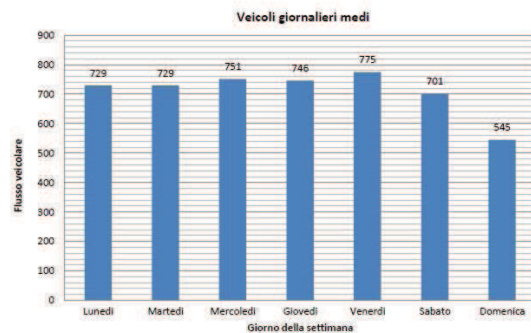
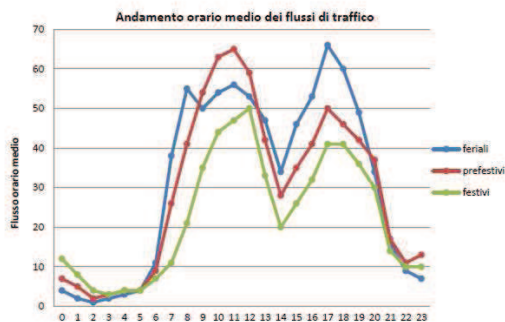
Anas S.p.A. – società a socio unico

Direzione Operation e Coordinamento Territoriale

Anno 2016

Tratta n. 882: SS127bis, Km 5.050, Sassari(SS)

Direzione del Flusso	Consistenza Dati Pervenuti/Attesi	Veicoli Leggeri Volumi medi negli intervalli			Veicoli Pesanti Volumi medi negli intervalli			Velocità medie nei periodi tutte le classi		
		06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00
flusso ascendente	100,00%	321	29	18	4	0	0	60	59	58
flusso discendente	100,00%	293	21	21	4	0	0	59	58	57



Giorno di punta del periodo: **venerdì 14 ottobre 2016**
Volume giornaliero di punta: **1008 [veicoli/giorno]**

Ora di punta: **domenica 6 novembre 2016 ore 13:00-14:00**
Flusso dell'ora di punta: **161 [veicoli/ora]**

Giornate con rilevamenti completi: **358**

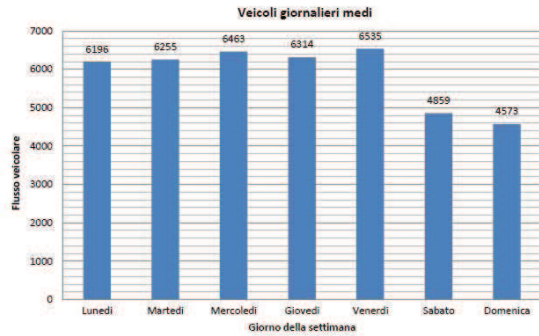
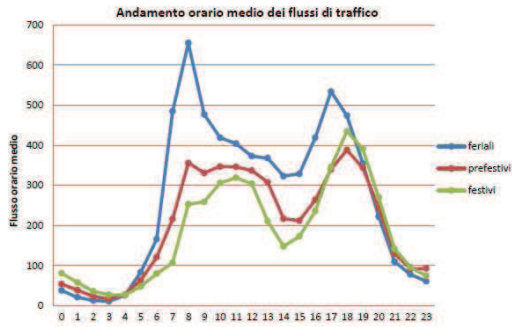
Anas S.p.A. – società a socio unico

Direzione Operation e Coordinamento Territoriale

Anno 2016

Tratta n. 914: SS131, Km 223.305, Sassari(SS)

Direzione del Flusso	Consistenza Dati Pervenuti/Attesi	Veicoli Leggeri Volumi medi negli intervalli			Veicoli Pesanti Volumi medi negli intervalli			Velocità medie nei periodi tutte le classi		
		06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00
flusso ascendente	100,00%	2370	177	184	229	7	13	108	111	106
flusso discendente	100,00%	2331	164	152	240	4	13	103	104	102



Giorno di punta del periodo: **domenica 31 luglio 2016**
Volume giornaliero di punta: **9913 [veicoli/giorno]**

Ora di punta: **lunedì 8 agosto 2016 ore 08:00-09:00**
Flusso dell'ora di punta: **1062 [veicoli/ora]**

Giornate con rilevamenti completi: **363**

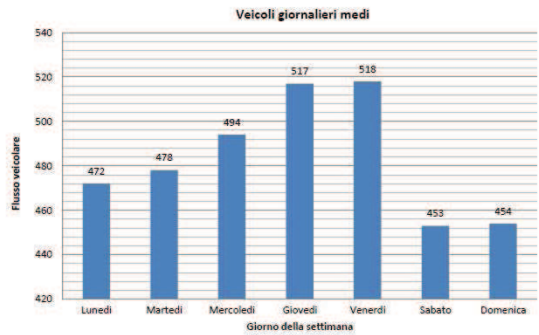
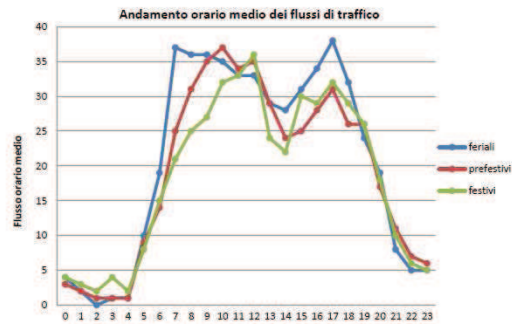
Anas S.p.A. – società a socio unico

Direzione Operation e Coordinamento Territoriale

Anno 2016

Tratta n. 916: SS131bis, Km 28.040, Ittiri(SS)

Direzione del Flusso	Consistenza Dati Pervenuti/Attesi	Veicoli Leggeri Volumi medi negli intervalli			Veicoli Pesanti Volumi medi negli intervalli			Velocità medie nei periodi tutte le classi		
		06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00
flusso ascendente	80,00%	223	13	16	5	0	1	66	67	62
flusso discendente	80,00%	169	13	10	27	2	2	63	64	59



Giorno di punta del periodo: **giovedì 9 giugno 2016**
Volume giornaliero di punta: **1628 [veicoli/giorno]**

Ora di punta: **giovedì 9 giugno 2016 ore 20:00-21:00**
Flusso dell'ora di punta: **390 [veicoli/ora]**

Giornate con rilevamenti completi: **298**

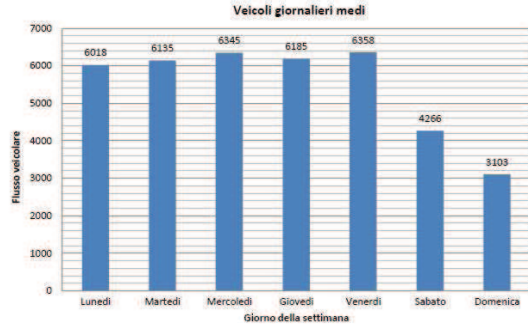
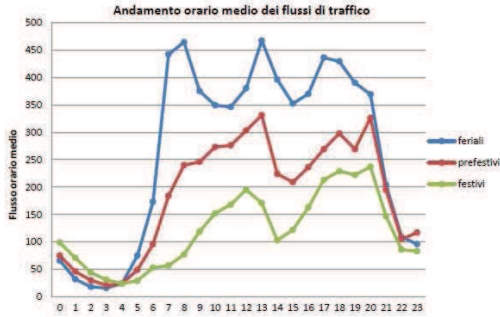
Anas S.p.A. – società a socio unico

Direzione Operation e Coordinamento Territoriale

Anno 2016

Tratta n. 1076: SS200, Km 6.604, Sennori(SS)

Direzione del Flusso	Consistenza Dati Pervenuti/Attesi	Veicoli Leggeri Volumi medi negli intervalli			Veicoli Pesanti Volumi medi negli intervalli			Velocità medie nei periodi tutte le classi		
		06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00
flusso ascendente	90,00%	2059	371	252	32	2	1	68	65	70
flusso discendente	90,00%	2283	153	193	34	1	1	75	74	76



Giorno di punta del periodo: **venerdì 11 marzo 2016**
Volume giornaliero di punta: **7046 [veicoli/giorno]**

Ora di punta: **lunedì 29 febbraio 2016 ore 13:00-14:00**
Flusso dell'ora di punta: **598 [veicoli/ora]**

Giornate con rilevamenti completi: **312**

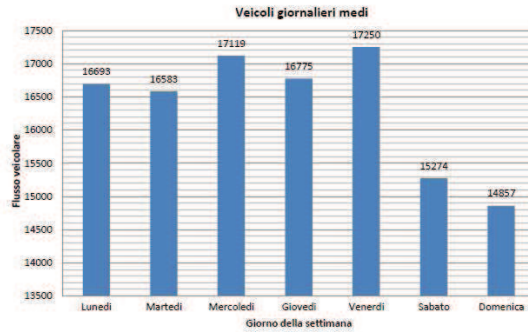
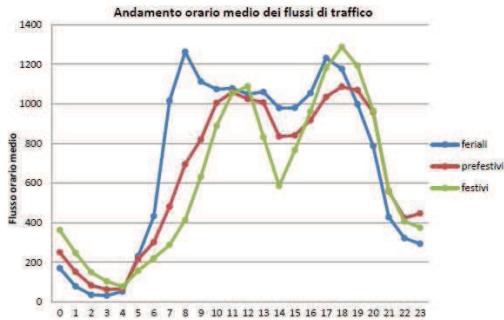
Anas S.p.A. – società a socio unico

Direzione Operation e Coordinamento Territoriale

Anno 2016

Tratta n. 1292: SS291, Km 8.500, Sassari(SS)

Direzione del Flusso	Consistenza Dati Pervenuti/Attesi	Veicoli Leggeri Volumi medi negli intervalli			Veicoli Pesanti Volumi medi negli intervalli			Velocità medie nei periodi tutte le classi		
		06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00
flusso ascendente	100,00%	6711	727	615	197	7	14	104	103	104
flusso discendente	100,00%	6528	568	756	219	9	13	103	102	102



Giorno di punta del periodo: **lunedì 28 marzo 2016**
Volume giornaliero di punta: **24043 [veicoli/giorno]**

Ora di punta: **lunedì 28 marzo 2016 ore 12:00-13:00**
Flusso dell'ora di punta: **2405 [veicoli/ora]**

Giornate con rilevamenti completi: **364**

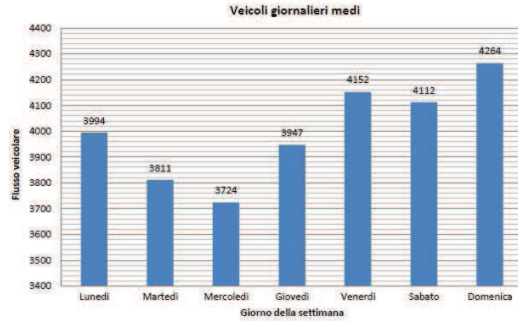
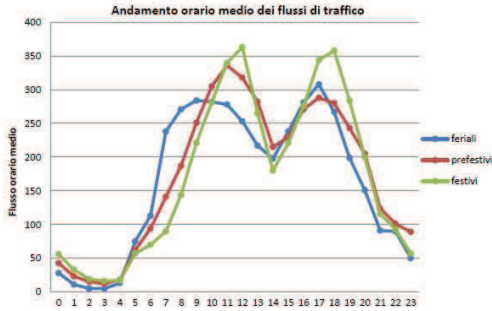
Anas S.p.A. – società a socio unico

Direzione Operation e Coordinamento Territoriale

Anno 2016

Tratta n. 1293: SS291, Km 23.811, Sassari(SS)

Direzione del Flusso	Consistenza Dati Pervenuti/Attesi	Veicoli Leggeri Volumi medi negli intervalli			Veicoli Pesanti Volumi medi negli intervalli			Velocità medie nei periodi tutte le classi		
		06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00
flusso ascendente	90,00%	1756	123	143	81	5	9	80	82	87
flusso discendente	90,00%	1527	134	144	72	5	6	78	79	81



Giorno di punta del periodo: domenica 27 luglio 2014
Volume giornaliero di punta: 3333 [veicoli/giorno]

Ora di punta: domenica 6 luglio 2014 ore 19:00-20:00
Flusso dell'ora di punta: 961 [veicoli/ora]

Giornate con rilevamenti completi: 326

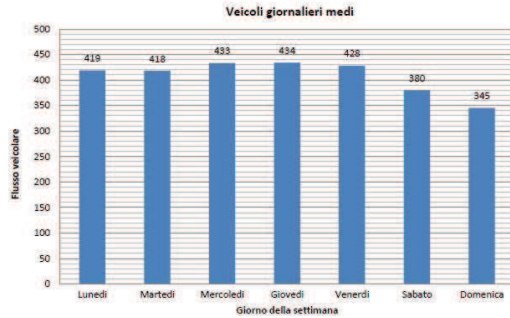
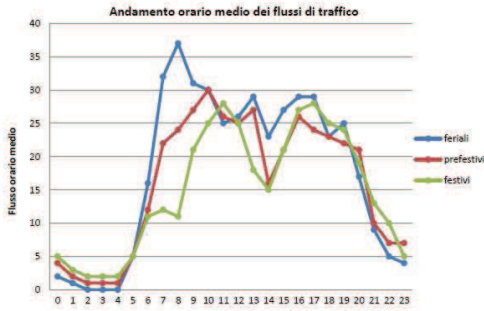
Anas S.p.A. - società a socio unico

Direzione Centrale Ricerca e Nuove Tecnologie - Unità Viabilità e Sicurezza - Sezione Traffico e Sicurezza Stradale

Anno 2014

Tratta n. 1294: SS292, Km 13.474, Villanova Monteleone(SS)

Direzione del Flusso	Consistenza Dati Pervenuti/Attesi	Veicoli Leggeri Volumi medi negli intervalli			Veicoli Pesanti Volumi medi negli intervalli			Velocità medie nei periodi tutte le classi		
		06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00
flusso ascendente	50,00%	169	16	12	6	0	0	70	72	66
flusso discendente	50,00%	179	11	9	5	0	0	64	63	59



Giorno di punta del periodo: lunedì 28 marzo 2016
Volume giornaliero di punta: 557 [veicoli/giorno]

Ora di punta: sabato 2 gennaio 2016 ore 16:00-17:00
Flusso dell'ora di punta: 71 [veicoli/ora]

Giornate con rilevamenti completi: 187

Anas S.p.A. - società a socio unico

Direzione Operation e Coordinamento Territoriale

Anno 2016

Una volta costruita la matrice dell'area di studio si è proceduto ad una calibrazione¹ attraverso i dati relativi ai conteggi di traffico sopra considerati, ottenendo così la matrice degli spostamenti dei veicoli passeggeri e

¹ La correzione delle matrici di domanda è stata eseguita secondo la *procedura di Nielsen*, inclusa nel modello di assegnazione Transcad. La procedura opera modificando l'entità degli spostamenti (veicoli) tra coppie o/d con l'obiettivo di minimizzare gli scarti tra flussi assegnati e conteggi in corrispondenza delle sezioni monitorate: le relazioni OD più significative in termini di flusso sull'arco monitorato subiranno le modifiche maggiori. In particolare, l'algoritmo è così strutturato:

merci all'attualità per giorno feriale medio, giorno festivo medio e rispettive ore di punta. Nella procedura di calibrazione adottata si è bloccata la matrice iniziale imponendo su ogni O/D uno scostamento massimo del 20% dei flussi assegnati, in modo da evitare eccessive variazioni delle relazioni ottenute dalle indagini.

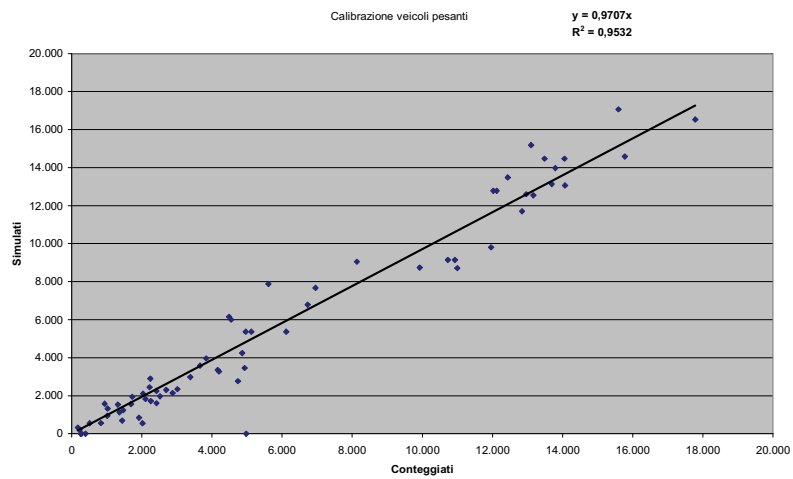
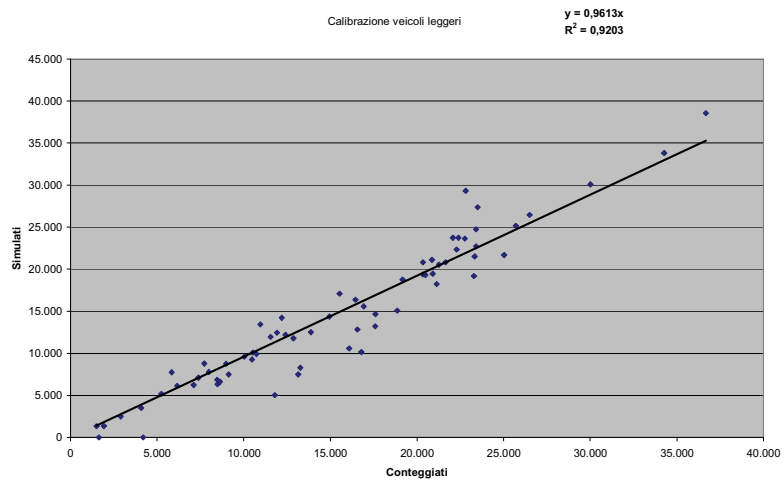
Nel presente studio sono state dunque ricostruite le matrici di domanda del giorno feriale relative sia ai veicoli pesanti, sia agli autoveicoli.

Il modello di simulazione, con la rappresentazione di offerta stradale modellizzata, e con la descrizione della domanda di traffico di autovetture e veicoli pesanti ottenuta a partire dai dati precedentemente descritti, è stato verificato mettendo a confronto i valori dei volumi di traffico simulati ed i volumi rilevati sulla rete di trasporto stradale dell'area di studio.

Le figure seguenti danno una visualizzazione grafica dello scarto tra i due tipi di dato. Il risultato evidenzia una certa aderenza di comportamento tra la modellistica di simulazione e la realtà rilevata, specialmente per i veicoli leggeri, sia in termini di allineamento dei dati simulati a quelli rilevati (buona approssimazione alla retta $y=x$), sia per un buon indice di dispersione degli stessi ($R^2 \approx 1$).

In definitiva la matrice O/D attuale corretta viene considerata come riferimento per le previsioni della domanda futura e per l'assegnazione alla rete attuale con lo scopo di valutare le prestazioni attuali della rete.

-
- step 0: assegnazione della matrice iniziale;
 - step 1: confronto tra i flussi prodotti dall'assegnazione della matrice iniziale (sugli archi monitorati) e i conteggi di traffico e calcolo delle differenze tra i valori confrontati;
 - step 2: riconoscimento delle O/D, ossia redistribuzione delle differenze (step 1) in funzione del potere attrattivo e generativo delle zone di traffico. L'informazione sull'arco i-esimo appartenente al percorso j-esimo che collega la generica coppia OD produce una nuova matrice "incrementale" Δ ;
 - step 3: aggiornamento della matrice di domanda (somma algebrica tra la matrice D alla k-esima iterazione e la matrice Δ ottenuta allo step precedente): $D_{k+1} = D_k + \Delta$;
 - step 4: assegnazione della nuova matrice O/D (Dk+1);
 - step 5: aggiornamento del contatore: $I_{k+1} = I_k + 1$
 - step 6: verifica della convergenza della procedura. E' possibile definire due criteri per la convergenza della procedura:
 - il primo è relativo al numero massimo di iterazioni che devono essere effettuate;
 - il secondo prevede l'impostazione del valore di convergenza (sul tempo globale di spostamento della rete) che deve essere raggiunto. Quando la massima differenza assoluta fra i tempi globali di spostamento di due iterazioni successive risulta minore di tale valore, la convergenza è raggiunta e la procedura di assegnazione si arresta.
 - step 7: se la convergenza non è raggiunta, la procedura ritorna allo step 1.



La domanda di trasporto complessiva nella regione Sardegna, risultante dalla calibrazione, è così composta:

- 293.000 spostamenti di veicoli passeggeri giornalieri;
- 6.950 spostamenti di veicoli merci giornalieri.

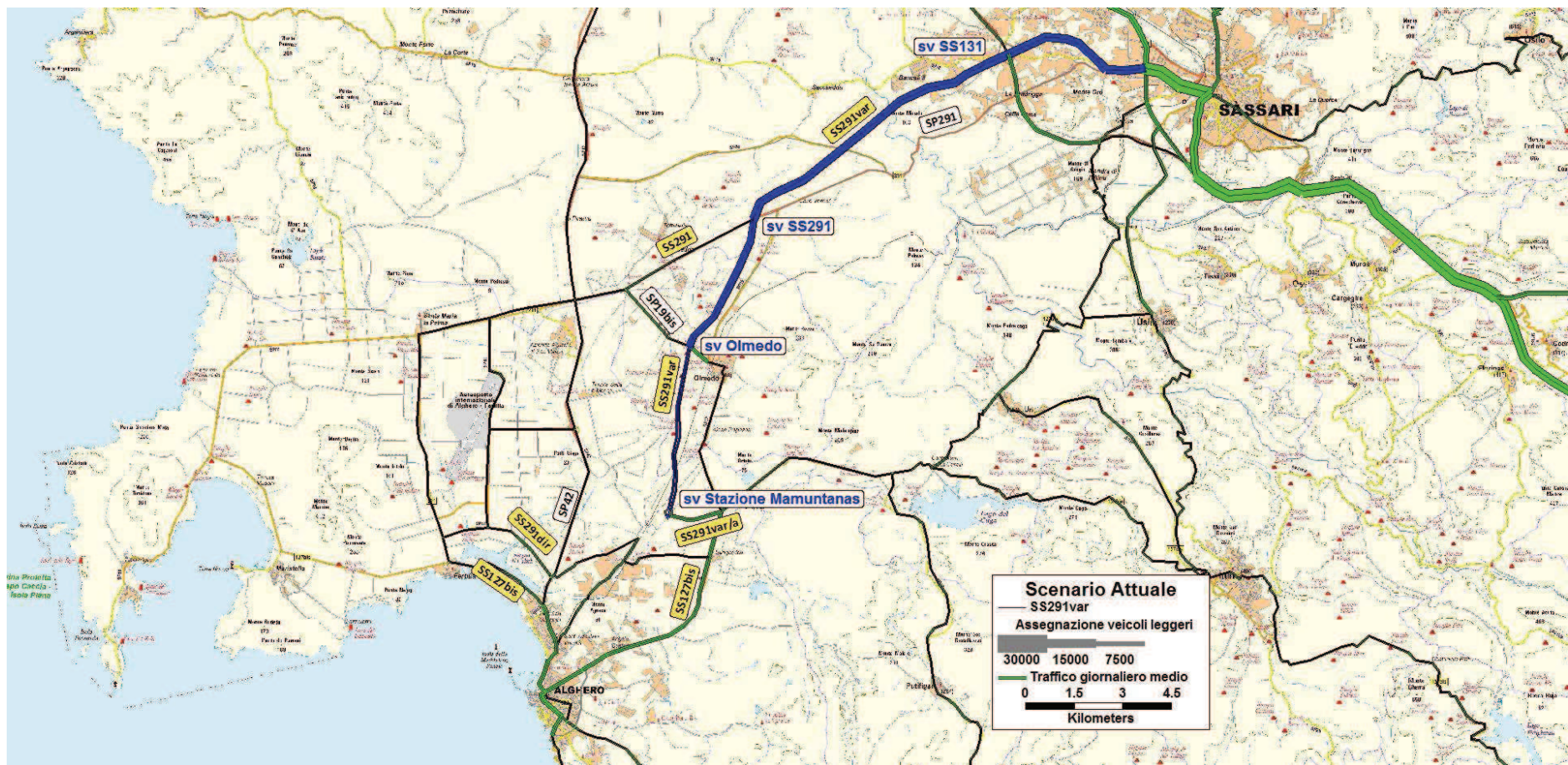
3.9 I RISULTATI DELL'ASSEGNAZIONE ALL'ATTUALITÀ

Sono stati assegnati i veicoli leggeri e pesanti, con la domanda attualizzata al 2016, allo scenario attuale.

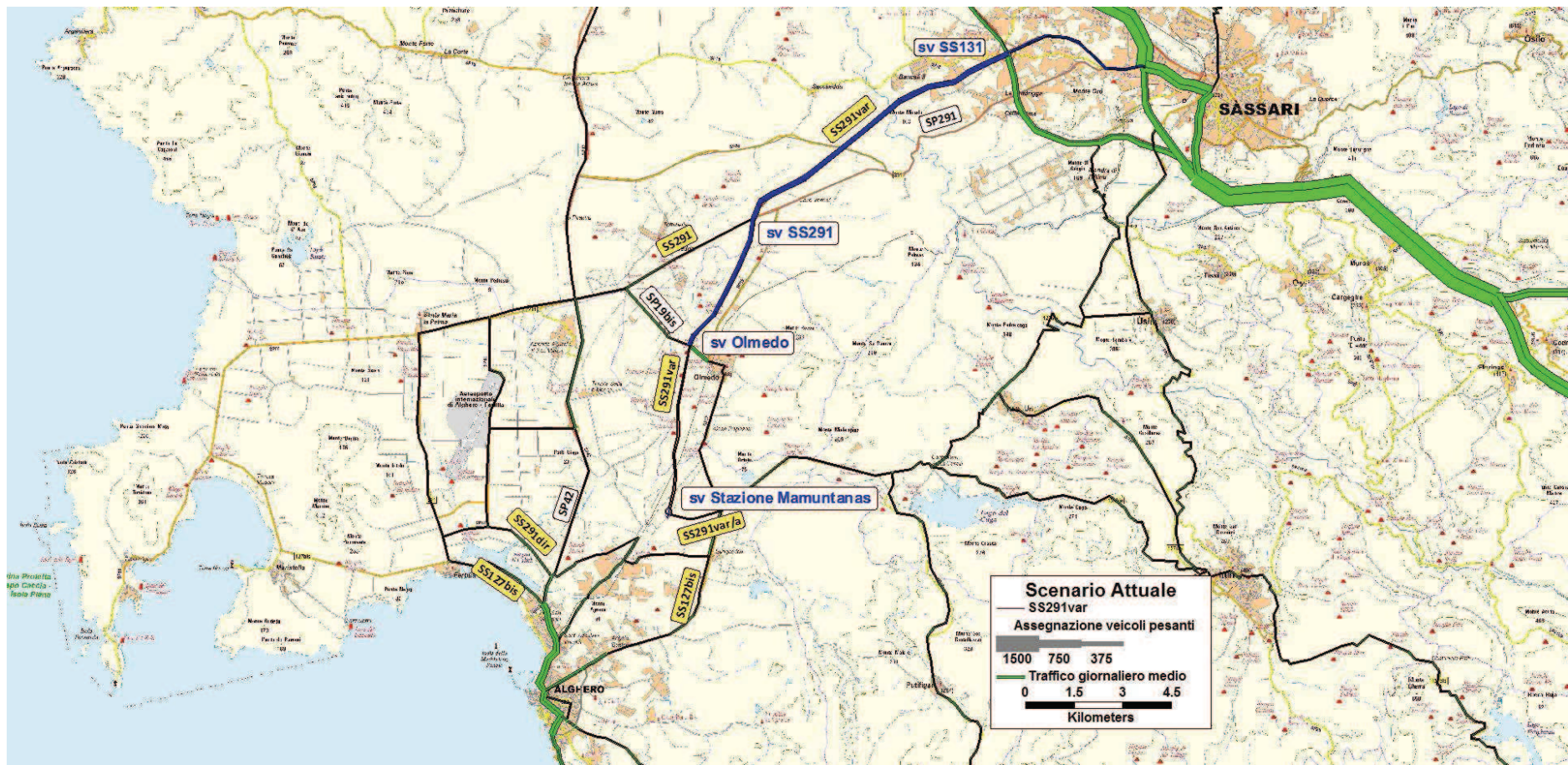
Le figure seguenti mostrano l'assegnazione della domanda di trasporto distinta in termini di veicoli leggeri e pesanti all'offerta di trasporto attuale.

I risultati sulla S.S.291var, per la parte già realizzata, evidenziano un traffico medio giornaliero al 2016 di:

- circa 15.500 veicoli leggeri e circa 500 veicoli pesanti giornalieri nella tratta tra lo svincolo con la S.S.131 e l'intersezione con la S.S.291;
- circa 12.000 veicoli leggeri e circa 400 veicoli pesanti giornalieri nella tratta successiva fino allo svincolo con la S.P.19bis presso Olmedo;
- circa 5.600 veicoli leggeri e circa 100 veicoli pesanti giornalieri nella tratta in prosecuzione verso Alghero fino allo svincolo Stazione Mamuntanas con la S.S.291var/a.



Scenario attuale – Anno 2016– Assegnazione Veicoli Leggeri – Traffico Giornaliero Medio



Scenari attuale – Anno 2016 – Assegnazione Veicoli Pesanti – Traffico Giornaliero Medio

4 PREVISIONI DI DOMANDA

Al fine di valutare il traffico sulla nuova infrastruttura negli scenari futuri è necessario stimare la crescita della domanda.

Conseguentemente, la matrice Origine/Destinazione, stimata nella situazione attuale, è stata espansa al futuro considerando i tassi di crescita riportati nel seguito.

L'evoluzione della domanda di trasporto di passeggeri e merci è stata stimata attraverso una ricerca comparativa che ha riguardato numerose fonti più o meno direttamente riconducibili e applicabili al caso in esame.

4.1 L'EVOLUZIONE DELLA DOMANDA DI TRASPORTO

Come periodo temporale di previsione della domanda di trasporto complessiva merci e passeggeri sono stati considerati diversi orizzonti temporali a partire dall'anno 2016, in cui si sono stimati i traffici all'attualità. In particolare è stato necessario ricostruire gli orizzonti temporali di crescita della domanda fino a 10 anni dall'entrata in esercizio dell'intervento, considerato un orizzonte medio, in cui occorrerebbe garantire un buon livello di servizio nel funzionamento di una nuova infrastruttura di progetto.

Per valutare i carichi di traffico sull'infrastruttura, sono stati utilizzati tassi di crescita della domanda in linea con quelli adottati in studi redatti da ANAS su infrastrutture ricadenti nella stessa area geografica del progetto in analisi.

Al fine di valutare l'entità dei flussi che potranno interessare i territori compresi nell'area di studio, sono stati considerati come orizzonti temporali futuri: l'anno 2023, in cui si prevede la piena entrata in esercizio dell'infrastruttura di progetto e lo scenario di medio termine all'anno 2033, necessario per le verifiche di funzionalità dell'infrastruttura e per le analisi ambientali e di rumore.

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

I coefficienti relativi all'anno 2023 e 2033 sono stati applicati alle matrici origine-destinazione degli spostamenti (leggeri e pesanti) dell'anno 2016 determinando la domanda di mobilità su strada per gli scenari di progetto.

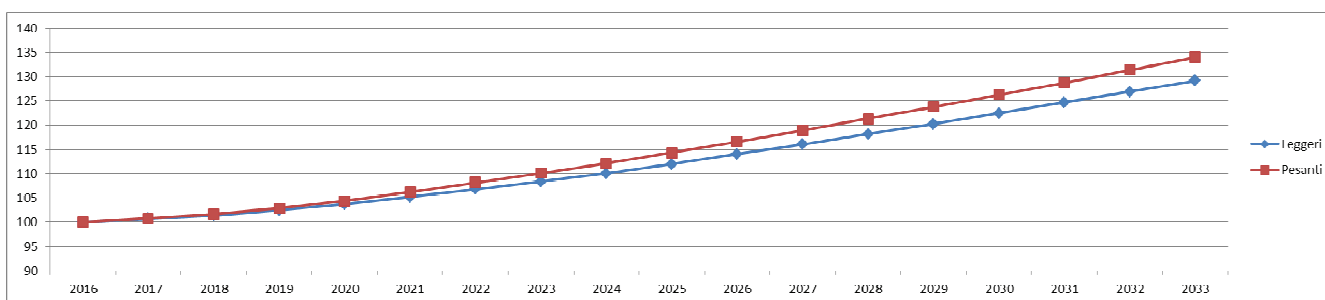
Dal 2033 in poi non sono state fatte previsioni di crescita, mantenendo di fatto la domanda bloccata.

Tassi annui di crescita della domanda							
	2016	2017	2018	2019	2020	2021 - 2024	2025-2033
Leggeri	100,0%	0,7%	0,7%	1,0%	1,2%	1,5%	1,8%
Pesanti	100,0%	0,8%	0,8%	1,2%	1,5%	1,8%	2,0%

Tassi annui di crescita della domanda negli scenari futuri di previsione

Volumi complessivi di crescita della domanda (2016=100)			
Domanda	2016	2023	2033
Passeggeri	100	108,4	129,2
Merchi	100	110,1	134,0

Volumi di crescita della domanda negli scenari futuri di previsione



La curva di crescita della domanda passeggeri e merci

5 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

La valutazione dell'impatto dell'intervento sul sistema di trasporto dell'area di studio è stato effettuato accoppiando gli scenari di domanda di trasporto con gli scenari di offerta di trasporto.

Gli scenari temporali assunti per le valutazioni sono:

- il 2016, attraverso il quale è stata effettuata la calibrazione del modello di simulazione;
- il 2023, anno in cui si ipotizza l'entrata in esercizio del progetto;
- il 2033, orizzonte temporale per la valutazione dell'intervento nel medio periodo.

Per valutare l'impatto sul sistema di trasporto dell'area degli interventi infrastrutturali previsti, la domanda passeggeri e merci, nei due orizzonti temporali individuati e differenziata per categoria veicolare, è stata assegnata alla rete di trasporto stradale attuale ("Scenario di Riferimento") ed alla rete con l'intervento stradale in analisi ("Scenario di Progetto").

Al fine di rendere "neutri" gli effetti di rete dei progetti "a contorno" che sono stati inseriti nella rete di trasporto stradale, questi sono stati considerati presenti come offerta di trasporto, sia nello scenario di Riferimento che in quello di Progetto.

In questa maniera si isolano gli effetti sulla rete di trasporto stradale considerata alla base dello studio del solo intervento in analisi, potendone valutare puntualmente sia i benefici che i malefici trasportistici da questo introdotti.

Lo Scenario di Riferimento è stato realizzato considerando l'assetto programmatico previsto per il medio e lungo periodo.

Dall'analisi dei progetti attualmente in corso di realizzazione, programmati o in fase di studio l'intervento più rilevante ai fini della valutazione in esame risulta la realizzazione della parte terminale della circonvallazione di Alghero, nel tratto compreso tra la S.S. 127bis e la S.S. 292, che consentirà di "scaricare" parte del traffico dal centro di Alghero, spesso congestionato in occasione dei periodi di maggiore afflusso turistico.

Lo Scenario di Progetto viene "costruito" a partire da quello di Riferimento inserendo il progetto del completamento della tratta Sassari-Alghero.

Il modello stradale consiste in quello descritto nei capitoli precedenti con l'aggiunta delle tratte che compongono il nuovo progetto e che andranno a completare la parte già realizzata da Sassari alla località Mamuntanas.

In particolare:

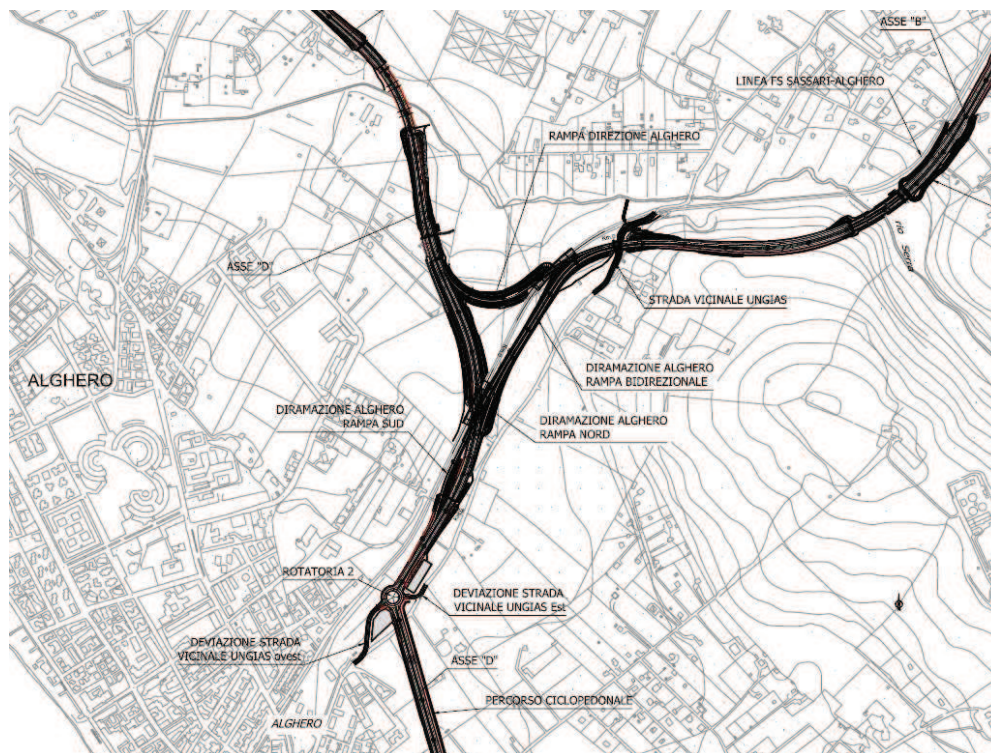
- asse B: completamento della S.S.291var dallo svincolo Stazione Mamuntanas alla nuova circonvallazione di Alghero; dal punto di vista modellistico la soluzione proposta, con sezione tipo B

- strada extraurbana principale 2+2 corsie di marcia, rappresenterà una direttrice d'accesso rapida all'abitato di Alghero;

- asse D: nuova circonvallazione di Alghero, con sezione tipo D, dalla S.P.42 (rotatoria 1) alla S.S.127bis (rotatoria 3);
- bretella di collegamento con aeroporto di Fertilia, dallo svincolo Stazione Mamuntanas alla S.P.42.

Si riporta di seguito un dettaglio dello svincolo di Alghero, punto di intersezione tra la S.S.291var e la nuova circonvallazione, del quale saranno analizzate le rampe che permettono lo scambio diretto dei flussi di traffico tra le due infrastrutture ed in particolare:

- Rampa Direzionale Alghero;
- Diramazione Alghero Rampa Nord;
- Diramazione Alghero Rampa Sud.



Per una più dettagliata descrizione dell'intervento si rimanda al quadro di riferimento progettuale.

L'analisi è stata eseguita sia a livello di rete di trasporto complessiva dell'area, per la valutazione dei benefici introdotti dall'intervento sul traffico giornaliero medio, sia focalizzando l'attenzione sulla sola direttrice di progetto.

Dal punto di vista delle simulazioni, per i due scenari considerati sono stati valutati:

- I veicoli*Km nell'Area di Studio, suddivisi in leggeri e pesanti, per analizzare le percorrenze della domanda all'interno dell'area;
- I veicoli*ora, sempre nell'Area di Studio, suddivisi, in leggeri e pesanti, per analizzare il tempo complessivamente speso in rete dalla domanda per effettuare gli spostamenti;
- Le velocità medie di percorrenza all'interno dell'Area di Studio;
- I flussi di veicoli stimati (differenziati in leggeri e pesanti) sull'infrastruttura di progetto;
- L'analisi dei Livelli di Servizio (LdS) sull'infrastruttura di progetto.

Nel dettaglio gli scenari simulati sono i seguenti:

- 2023: di riferimento;
- 2023: di progetto;
- 2033: di riferimento;
- 2033: di progetto.

Nei paragrafi seguenti sono analizzati in dettaglio i parametri trasportistici sopra elencati per ciascuno degli scenari considerati.

5.1 INDICATORI DI RETE

La valutazione degli effetti prodotti dall'intervento sull'area di studio è stata effettuata confrontando i principali indicatori trasportistici ai due diversi orizzonti temporali e nei diversi scenari di offerta di trasporto. La tabella seguente mostra i risultati di area nello Scenario di Riferimento al 2023 e al 2033, ovvero i chilometri complessivamente percorsi in rete da tutti i veicoli per compiere gli spostamenti limitatamente alle infrastrutture dell'area di studio ed il corrispondente tempo speso per compiere gli spostamenti nell'area.

I risultati si riferiscono alla domanda giornaliera.

Scenario di Riferimento	Risultati di Area					
	Vei*Km Leggeri	Vei*h Leggeri	Velocità Leggeri	Vei*Km Pesanti	Vei*h Pesanti	Velocità Pesanti
2023	1.395.259	21.040	66,32	112.719	1.906	59,13
2033	1.662.997	25.120	66,20	137.187	2.320	59,13

Elemento di valutazione dell'utilità sociale dell'intervento è la determinazione dell'impatto che la realizzazione dello stesso ha sul territorio.

A tal fine sono state confrontate le percorrenze complessive di area, ed i relativi tempi, nello scenario di riferimento ed in quello di progetto.

La tabella seguente mostra i risultati delle assegnazioni nell'area di studio per lo Scenario di Progetto. I risultati si riferiscono alla domanda giornaliera.

Scenario di Progetto	Risultati di Area					
	Vei*Km Leggeri	Vei*h Leggeri	Velocità Leggeri	Vei*Km Pesanti	Vei*h Pesanti	Velocità Pesanti
2023	1.391.943	19.885	70,00	109.769	1.785	61,49
2033	1.648.988	23.842	69,16	133.597	2.198	60,79

I risultati evidenziano al 2023 una leggera riduzione della lunghezza degli spostamenti ed una riduzione della durata media degli stessi (-5% circa per gli spostamenti passeggeri e -6% circa delle merci). Al 2033 l'infrastruttura di progetto tende a servire una quota di domanda maggiore rispetto al 2023, determinando comunque una riduzione della lunghezza media degli spostamenti e mantenendo praticamente costante la riduzione della durata media degli stessi rispetto all'anno 2023 (-5% per la componente dei veicoli leggeri).

A livello di risultati di rete l'ipotesi progettuale evidenzia un impatto positivo sul sistema di trasporto.

L'effetto dell'intervento determina infatti una riduzione delle percorrenze (veicoli*km) a riprova del fatto che il nuovo asse riesce ad attrarre traffici dalle altre infrastrutture, riducendo in questo modo la lunghezza dei loro spostamenti e un miglioramento delle velocità di percorrenza di area (veicoli*h) per effetto della velocizzazione dei traffici sull'asse di progetto.

5.2 I RISULTATI SULL'ASSE DI PROGETTO

I risultati delle assegnazioni della domanda futura sulla rete stradale di progetto evidenziano come l'inserimento di un collegamento veloce determini spostamenti rilevanti di quote di traffico in diversione da altre infrastrutture. Tutti i benefici trasportistici del progetto sono sostanzialmente determinati dalla presenza di un nuovo asse con maggiore capacità di servire il traffico, dalla velocizzazione del collegamento Sassari-Alghero e dall'incremento della sicurezza della circolazione.

L'infrastruttura di progetto è stata suddivisa in tratte; le intersezioni, sia quelle con la viabilità esistente che quelle di nuova realizzazione, delimitano l'inizio e la fine di ciascuna tratta.

I risultati al 2023 ed al 2033, anno di entrata in esercizio del progetto ed a dieci anni dalla realizzazione, evidenziano, per la parte già realizzata, un traffico medio giornaliero di:

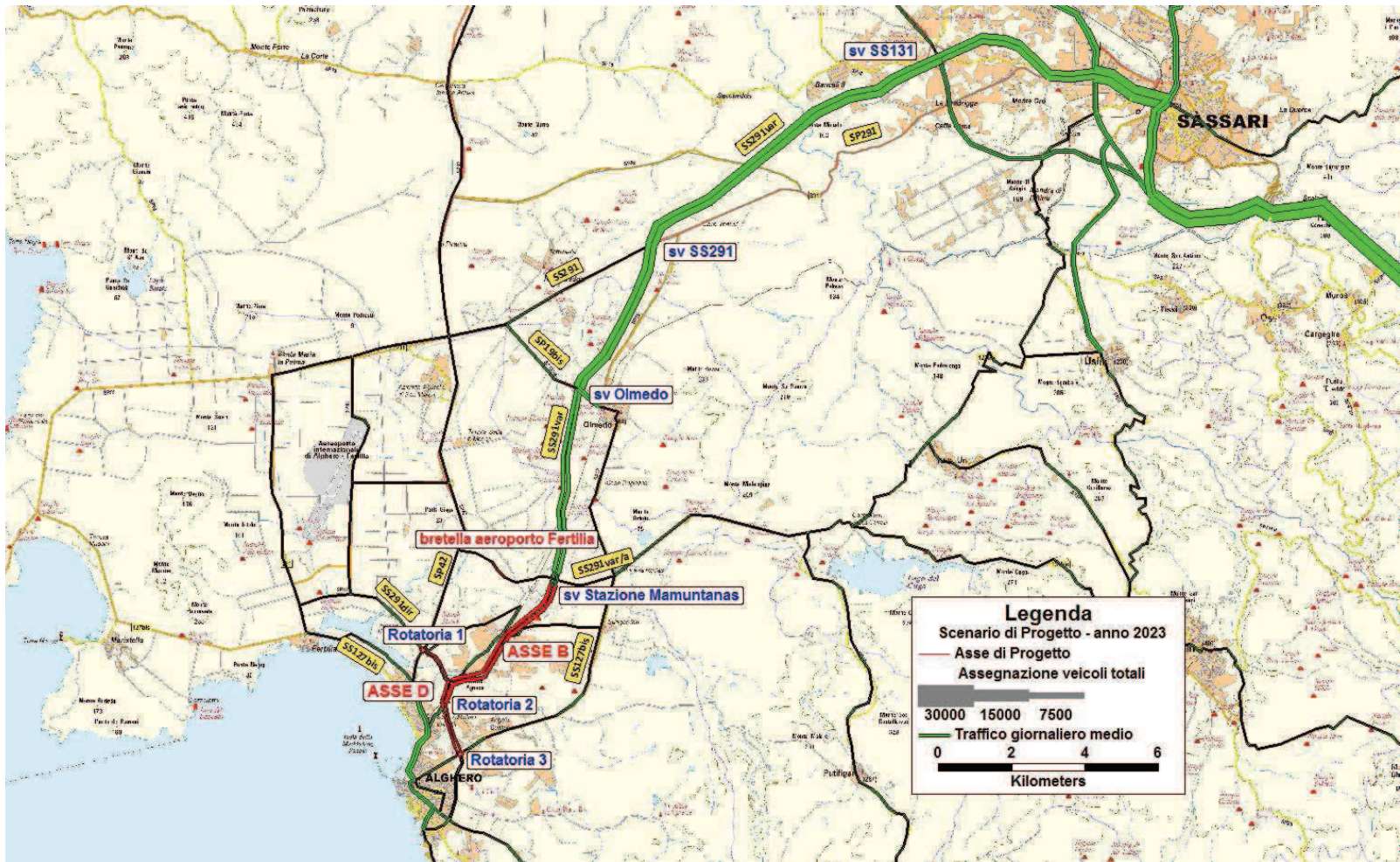
- nella tratta tra lo svincolo con la S.S.131 e l'intersezione con la S.S.291:
 - 16.854 veicoli leggeri e 572 veicoli pesanti giornalieri al 2023;
 - 20.088 veicoli leggeri e 696 veicoli pesanti giornalieri al 2033;
- nella tratta tra lo svincolo con la S.S.291 e lo svincolo con la S.P.19bis presso Olmedo:
 - 16.364 leggeri e 488 veicoli pesanti giornalieri al 2023;
 - 19.504 veicoli leggeri e 594 veicoli pesanti giornalieri al 2033;
- nella tratta tra lo svincolo con la S.P.19bis presso Olmedo e lo svincolo Stazione Mamuntanas con la S.S. 291 var/a:
 - 9.828 veicoli leggeri e 348 veicoli pesanti giornalieri al 2023;
 - 11.715 veicoli leggeri e 423 veicoli pesanti giornalieri al 2033.

I risultati al 2023 ed al 2033 evidenziano per le tratte di nuova realizzazione (rappresentate in rosso nelle figure seguenti) un traffico medio giornaliero di:

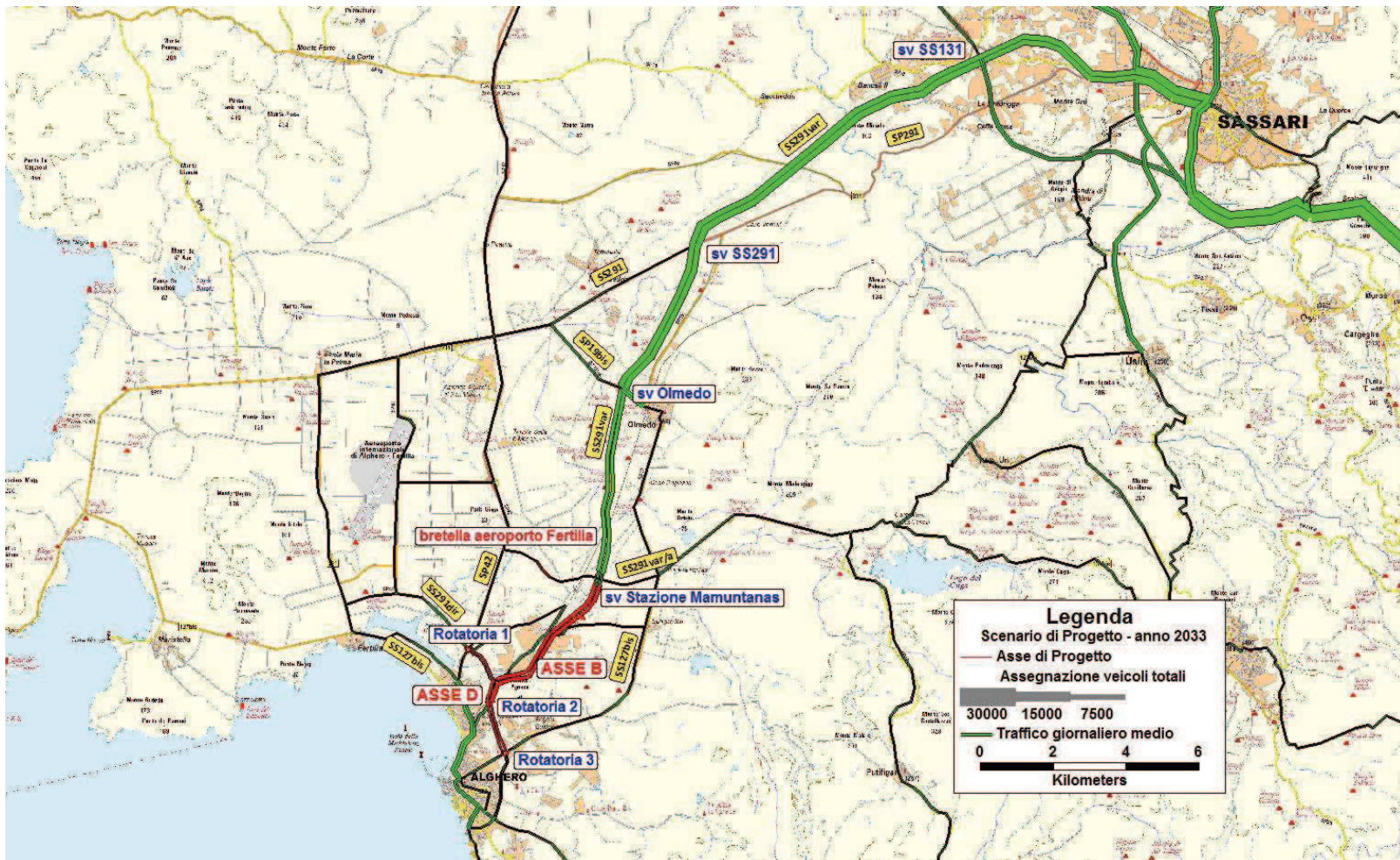
- Sull'asse B, tra lo svincolo Stazione Mamuntanas e la fine della sezione tipo B:
 - 9.481 veicoli leggeri e 348 veicoli pesanti giornalieri al 2023;
 - 11.299 veicoli leggeri e 425 veicoli pesanti giornalieri al 2033.
- Sull'asse D, tra la rotatoria 1 e la rotatoria 2:
 - 2.705 veicoli leggeri e 183 veicoli pesanti giornalieri al 2023;
 - 3.235 veicoli leggeri e 223 veicoli pesanti giornalieri al 2033.
- Sull'asse D, tra la rotatoria 2 e la rotatoria 3:
 - 4.805 veicoli leggeri e 478 veicoli pesanti giornalieri al 2023;
 - 5.727 veicoli leggeri e 583 veicoli pesanti giornalieri al 2033.
- Sulla bretella di collegamento con aeroporto di Fertilia:
 - 811 veicoli leggeri e 20 veicoli pesanti giornalieri al 2023;
 - 968 veicoli leggeri e 21 veicoli pesanti giornalieri al 2033.

Per quanto riguarda le rampe i risultati al 2023 ed al 2033 evidenziano un traffico medio giornaliero di:

- Sulla Rampa direzione Alghero:
 - 1.452 veicoli leggeri e circa 15 veicoli pesanti giornalieri al 2023;
 - 1.730 veicoli leggeri e circa 20 veicoli pesanti giornalieri al 2033.
- Sulla Rampa Sud diramazione Alghero:
 - 3.318 veicoli leggeri e 251 veicoli pesanti giornalieri al 2023;
 - 3.955 veicoli leggeri e 305 veicoli pesanti giornalieri al 2033.
- Sulla Rampa Nord diramazione Alghero:
 - 4.711 veicoli leggeri e 84 veicoli pesanti giornalieri al 2023;
 - 5.614 veicoli leggeri e 103 veicoli pesanti giornalieri al 2033.



Scenario di Progetto – Anno 2023 – Assegnazione Veicoli Totali – Traffico Giornaliero Medio



Scenario di Progetto – Anno 2033 – Assegnazione Veicoli Totali – Traffico Giornaliero Medio

5.3 ANALISI DEI LIVELLI DI SERVIZIO

L'analisi di funzionalità del progetto è effettuata attraverso la valutazione del Livello di Servizio, ovvero alla capacità delle infrastrutture che lo compongono di servire l'utenza che vi transita garantendo le corrette condizioni di sicurezza in base alle sezioni in cui saranno realizzate.

L'analisi è svolta sulle diverse tratte che compongono il progetto al 2023 ed al 2033 e vista la loro differente classificazione:

- Asse B, completamento della S.S.291var, in sezione tipo B;
- Bretella collegamento con aeroporto di Fertilia in sezione tipo C1;
- Asse D, nuova circonvallazione di Alghero, in sezione tipo D;

per il calcolo dei LdS sono state adottate le procedure relative alle seguenti tipologie di infrastruttura:

- Autostrade e strade assimilabili: strade a doppia carreggiata con almeno due corsie per senso di marcia che, secondo la normativa italiana, comprendono le Autostrade (Tipo A) e le strade extraurbane principali con velocità non inferiore ai 90 Km/h (Tipo B);
- Strade a due corsie: strade a singola carreggiata con una corsia per senso di marcia che, secondo la normativa italiana, comprendono le extraurbane secondarie (Tipo C);
- Urbane di scorrimento: strade a doppia carreggiata con almeno due corsie per senso di marcia (Tipo D).

Per la verifica di funzionalità di una strada con due o più corsie per senso di marcia "extraurbana principale", il parametro di circolazione che individua il Livello di Servizio è la densità veicolare espressa in autovetture equivalenti/Km/corsia; i campi di densità associati a ciascun LdS sono riportati nella figura seguente (HCM 2000), la densità prevista secondo normativa (DM 5/11/2001) è pari a B all'entrata in esercizio.

Livello di Servizio	Densità (autovetture/km/corsia)
A	≤ 6
B	6-12
C	12-17
D	17-22
E	> 22
F	La domanda eccede la capacità

La tabella seguente evidenzia il Livello di Servizio atteso nella tratta di progetto all'entrata in esercizio ed a dieci anni dalla realizzazione

Tratta	Anno 2023		Anno 2033	
	Densità veicolare	Livello di Servizio	Densità veicolare	Livello di Servizio
ASSE B direzione Sassari	2,1	A	2,5	A
ASSE B direzione Alghero	2,5	A	3,0	A

I risultati evidenziano, sia all'entrata in esercizio che a medio termine, il corretto dimensionamento dell'infrastruttura in funzione dei traffici attesi.

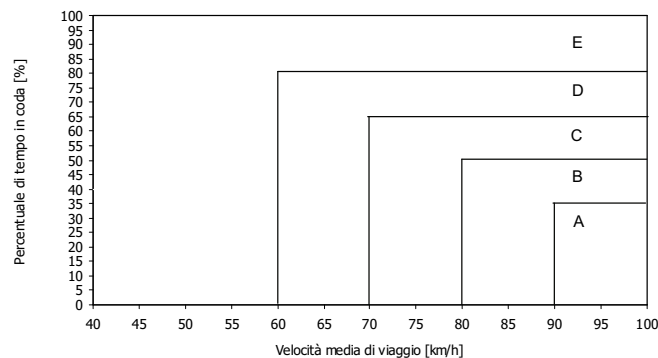
Per la verifica di funzionalità della bretella di collegamento con l' aeroporto di Fertilia, classificata tipo C "extraurbana secondaria", la velocità non è l'unica misura della qualità del servizio offerto. Il ritardo in accodamento dovuto al volume di traffico sostenuto dall'infrastruttura ed alla presenza di tratti a sorpasso impedito è una misura rilevante dei livelli di servizio. Per queste ragioni, per il calcolo del livello di servizio viene utilizzato l'effetto combinato dei seguenti indicatori:

- Velocità di servizio (V_s);
- Percentuale di tempo in accoramento (Ptc);

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

La percentuale di tempo in accodamento riflette sia le necessità di mobilità che di accessibilità e viene definita come la media percentuale del tempo speso da tutti i veicoli che, viaggiando in plotoni, rimangono accodati nell'impossibilità di sorpassare. Tale indicatore risulta peraltro difficile da misurare direttamente sul campo e come surrogato di misura diretta viene utilizzata la percentuale di veicoli che viaggiano con interdistanza di 5 secondi l'uno dall'altro.

La combinazione dei due parametri definisce il LdS dell'infrastruttura di progetto in base alla seguente figura.



Dal modello di calcolo sotto riportato, si evidenzia, al 2023, una velocità media di viaggio di circa $V_s=81,5\text{Km/h}$ ed una percentuale di tempo in coda $\text{PTC}=27,41$ ed, al 2033, una velocità media di viaggio di circa $V_s=81,43\text{Km/h}$ ed una percentuale di tempo in coda $\text{PTC}=28,45$, che corrispondono ad un Livello di Servizio LdS = A ben oltre il valore minimo richiesto dalla normativa vigente, evidenziando conseguentemente il corretto dimensionamento dell'infrastruttura rispetto ai traffici attesi.

Per la nuova Circonvallazione di Alghero, strada tipo D "Urbana di scorrimento", i livelli di servizio, come per le strade a più corsie per senso di marcia di tipo extraurbano, sono funzione della densità veicolare, espressa in autovetture/Km/corsia, secondo la tabella seguente (HCM 2000). Per questo tipo di infrastrutture, la densità prevista secondo normativa (DM 5/11/2001) è pari a C all'entrata in esercizio. In questo caso i limiti di densità che determinano il Livello di Servizio variano in funzione della velocità a flusso libero di progetto.

VFL (km/h)		L.d.S.				
		A	B	C	D	E
100	max densità media (vett./km/corsia)	7	11	16	22	25
	velocità media \bar{V} (km/h)	100,0	100,0	98,4	91,5	88,0
	max rapporto Q/C	0,32	0,50	0,72	0,92	1,00
	max portata di servizio (vett./h/corsia)	700	1100	1575	2015	2200
90	max densità media (vett./km/corsia)	7	11	16	22	26
	velocità media \bar{V} (km/h)	90,0	90,0	89,8	84,7	80,8
	max rapporto Q/C	0,30	0,47	0,68	0,89	1,00
	max portata di servizio (vett./h/corsia)	630	990	1435	1860	2100
80	max densità media (vett./km/corsia)	7	11	16	22	27
	velocità media \bar{V} (km/h)	80,0	80,0	80,0	77,6	74,1
	max rapporto Q/C	0,28	0,44	0,64	0,85	1,00
	max portata di servizio (vett./h/corsia)	560	880	1280	1705	2000
70	max densità media (vett./km/corsia)	7	11	16	22	28
	velocità media \bar{V} (km/h)	70,0	70,0	70,0	69,6	67,9
	max rapporto Q/C	0,26	0,41	0,59	0,81	1,00
	max portata di servizio (vett./h/corsia)	490	770	1120	1530	1900

La tabella seguente evidenzia il Livello di Servizio atteso, all'entrata in esercizio ed a dieci anni dalla realizzazione, nelle due tratte di progetto che compongono la nuova circonvallazione:

- dalla rotatoria 1 alla rotatoria 2 (dalla S.P.42 alla S.S.291var);
- dalla rotatoria 2 alla rotatoria 3 (dalla S.S.291var alla S.S.127bis)

Tratta	Anno 2023		Anno 2033	
	Densità veicolare	Livello di Servizio	Densità veicolare	Livello di Servizio
rotatoria1-rotatoria2 direzione Alghero	0,6	A	0,8	A
rotatoria1-rotatoria2 direzione Fertilia	1,8	A	2,1	A
rotatoria2-rotatoria3 direzione Alghero	2,6	A	3,2	A
rotatoria2-rotatoria3 direzione Fertilia	2,1	A	2,6	A

I risultati evidenziano, sia all'entrata in esercizio che a medio termine, il corretto dimensionamento dell'infrastruttura in funzione dei traffici attesi.

Per la verifica della funzionalità delle rotatorie, il metodo di analisi utilizzato è il metodo francese del SETRA (Service d'Etudes Techniques des Route set Autoroutes) che, nel calcolo della capacità di un ramo, fa intervenire, oltre al traffico che percorre l'anello in corrispondenza di un'immissione, anche il traffico che abbandona la rotatoria uscendo dal braccio preso in considerazione.

I parametri presi in considerazione per il calcolo sono:

Qc: flusso che percorre l'anello fondamentale del ramo;

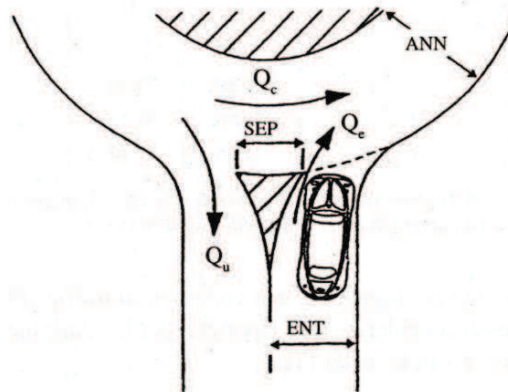
Qi: flusso entrante in rotatoria;

Qu: flusso uscente dalla rotatoria;

Ld: larghezza dell'isola spartitraffico all'estremità del braccio;

Lc: larghezza dell'anello rotatorio;

Li: larghezza della semicarreggiata del braccio in ingresso.



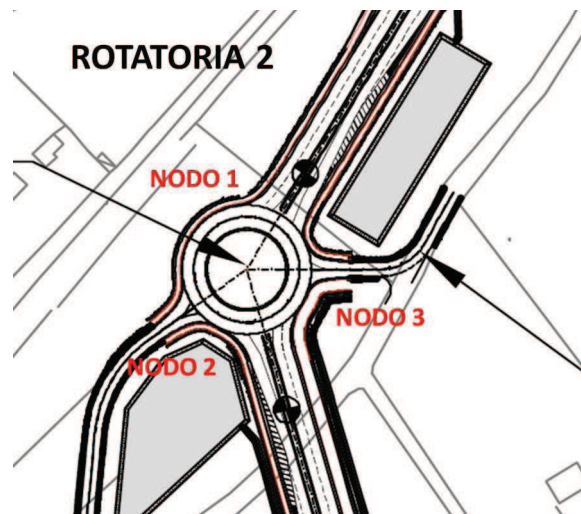
Il modello di calcolo assegna, a seconda della riserva di capacità calcolata per ciascun nodo, quattro giudizi di funzionalità: fluida, soddisfacente, aleatoria e critica.

Si ritiene che lo schema progettuale ed il dimensionamento della rotatoria siano corretti quando la verifica ai suoi nodi dia un giudizio di funzionalità “fluida” e/o “soddisfacente”.

Nel caso in cui il giudizio di funzionalità risulti invece “aleatoria” è ipotizzabile che nell’ora di punta dei flussi, e nel caso di distribuzione temporale degli stessi non continua, si possano verificare fenomeni, anche significativi, di accodamento.

Nel caso in cui il giudizio di funzionalità risulti infine “critico” è opportuno studiare ed adottare una differente configurazione progettuale.

La rotatoria presa in considerazione per le verifiche di funzionalità è la Rotatoria 2 sulla nuova circonvallazione di Alghero, la figura seguente mostra un dettaglio del progetto in cui sono evidenziati i tre nodi che sono stati studiati al fine di verificare il corretto dimensionamento della rotatoria stessa: il giudizio di funzionalità risulta fluido.



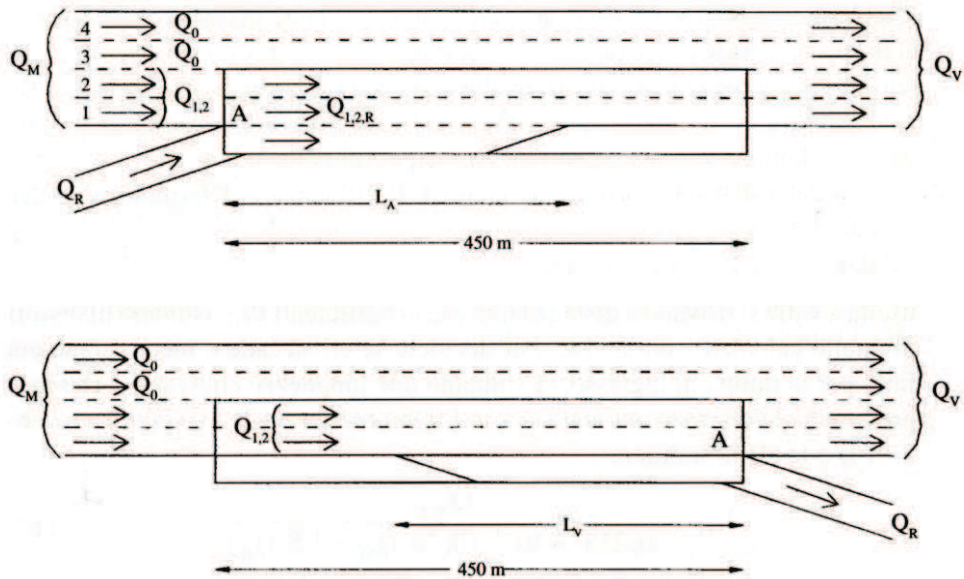
La tabella seguente evidenzia il giudizio sul livello di funzionalità atteso ai nodi, all'entrata in esercizio ed a dieci anni dalla realizzazione della rotatoria:

Tratta	Anno 2023		Anno 2033	
	Riserva di capacità (Rc)	Giudizio di funzionalità	Riserva di capacità (Rc)	Giudizio di funzionalità
NODO 1	904	Fluida	860	Fluida
NODO 2	902	Fluida	812	Fluida
NODO 3	915	Fluida	828	Fluida

Per quanto concerne l'analisi di funzionalità delle rampe degli svincoli questa, sempre utilizzando l'High Capacity Manual, è verificata in base alla densità veicolare stimata.

In questo ambito di analisi la densità si calcola in funzione della lunghezza della corsia di immissione o di uscita della rampa, del flusso veicolare orario sulla rampa stessa e sull'asse stradale a monte della stessa (espresso in veicoli equivalenti orari), e dalla portata massima dell'infrastruttura in relazione al numero di corsie presenti.

La densità veicolare determina il Livello di Servizio per corsia nell'area di influenza della rampa dello svincolo, ossia la zona in cui maggiormente si manifesta la perturbazione del flusso derivante dalla presenza della rampa. L'area di influenza è costituita dalle due corsie più esterne della strada e si estende per 450 metri a valle, come evidenziato nelle figure seguenti.



I Livelli di Servizio in funzione della densità veicolare sono riportati nella seguente tabella

Livello di Servizio	Densità (autovetture/km/corsia)
A	≤ 6
B	6-12
C	12-17
D	17-22
E	> 22
F	La domanda eccede la capacità

Si riporta di seguito un dettaglio dello Svincolo di Alghero in cui sono evidenziate in rosso le tre rampe monodirezionali che sono state analizzate per verificare la corretta funzionalità dello svincolo.



La tabella seguente riporta il livello di servizio delle rampe in base alla densità veicolare stimata all'entrata in esercizio ed a dieci anni dalla realizzazione:

Tratta	Anno 2023		Anno 2033	
	Densità area di influenza	Livello di Servizio	Densità area di influenza	Livello di Servizio
Rampa direzionale Alghero	3,1	A	3,3	A
Diramazione Alghero Rampa Sud	4,9	A	5,2	A
Diramazione Alghero Rampa Nord	4,4	A	4,9	A

I risultati evidenziano il corretto dimensionamento delle rampe in funzione dei traffici attesi.

Tutte le verifiche di funzionalità, oltre ad assicurare il corretto funzionamento del collegamento di progetto nelle ore di punta di un giorno medio annuo, sono tali da far ipotizzare la mancanza di situazioni di particolare criticità anche nelle ore di punta delle giornate di alta stagionalità dove, dai rilievi di traffico permanente, risultano per tutto il trimestre estivo traffici medi superiori tra il 17% ed il 40% rispetto a quelli medi annui.