

**NUOVA LINEA TORINO LIONE - NOUVELLE LIGNE LYON TURIN
PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE - PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE
SEZIONE TRANSFRONTALIERA PARTE IN TERRITORIO ITALIANO
SECTION TRANSFRONTALIERE PARTIE EN TERRITOIRE ITALIEN**

**LOTTO COSTRUTTIVO 1 / LOT DE CONSTRUCTION 1
CANTIERE OPERATIVO 04C/CHANTIER DE CONSTRUCTION 04C
SVINCOLO DI CHIOMONTE IN FASE DI CANTIERE
ECHANGEUR DE CHIOMONTE DANS LA PHASE DE CHANTIER
PROGETTO ESECUTIVO - ETUDES D'EXECUTION
CUP C11J05000030001 - CIG 6823295927**

ELABORATI GENERALI

Rapporto di analisi sicurezza e rispondenza alla norma

| Indice | Date/ Data | Modifications / Modifiche | Etabri par / Concepito da | Vérifié par / Controllato da | Autorisé par / Autorizzato da |
|--------|------------|---|----------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| 0 | 30/04/2017 | Première diffusion / Prima emissione | L.DOMENICHINI (C.S.I.A) | L.BARBERIS (MUSINET Eng.) | C.GIOVANNETTI (MUSINET Eng.) |
| A | 30/09/2017 | Rèvision suite aux commentaires TELT / Revisione a seguito commenti TELT | L.DOMENICHINI (C.S.I.A) | L.BARBERIS (MUSINET Eng.) | C.GIOVANNETTI (MUSINET Eng.) |
| B | 29/06/2018 | Modifica titolo progetto/ Modifications titre du project | L.DOMENICHINI (C.S.I.A) | L.BARBERIS (MUSINET Eng.) | C.GIOVANNETTI (MUSINET Eng.) |
| | | | | | |
| | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|---|---|-------------------|---|---|---|--------------|---|---|-------------------|-----------------|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 4 | C | C | 1 | 6 | 1 | 6 | 7 | N | V | 0 | 2 | 0 | 0 |
| Lot Cos. Lot.Con. | Cantiere operativo/ Chantier de construction | | Contratto/Contrat | | | | Opera/Oeuvre | | | Tratto Tronçon | Parte Partie | | | | |

| | | | | | | | | | |
|----------------|------------------------------------|---|-------------------|---|--|---|---|-----------------|---|
| E | S | D | G | N | 0 | 0 | 0 | 8 | B |
| Phase Phase | Tipo documento Type de document | | Oggetto Object | | Numero documento Numéro de document | | | Indice Index | |

**IL CONSULENTE SPECIALISTICO/
LE CONSULTANT SPÉCIALISTE**

c.s.i.a. Prof. Ing Lorenzo DOMENICHINI
Albo di Roma
N° 9585

L'APPALTATORE/L'ENTREPRENEUR

SCALA / ÉCHELLE

-

IL PROGETTISTA/LE DESIGNER

MUSINET engineering Dott. Arch. Corrado GIOVANNETTI
Albo di Torino
N° 2736

L'APPALTATORE/L'ENTREPRENEUR

IL DIRETTORE DEI LAVORI/LE MAÎTRE D'ŒUVRE

**NUOVA LINEA TORINO LIONE - NOUVELLE LIGNE LYON TURIN
PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE - PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE**

**LOTTO COSTRUTTIVO 1 / LOT DE CONSTRUCTION 1
CANTIERE OPERATIVO 04C/CHANTIER DE CONSTRUCTION 04C
SVINCOLO DE LA MADDALENA - ECHANGEUR DE LA MADDALENA
PROGETTO ESECUTIVO - ETUDES D'EXECUTION
CUP C11J05000030001 - CIG 6823295927**


**ELABORATI GENERALI
RAPPORTO DI ANALISI SICUREZZA E RISPONDEZZA ALLA NORMA**


| Indice | Date/ Data | Modifications / Modifiche | Stabiliti par / Concepito da | Vérifié par / Controllato da | Autorisé par / Autorizzato da |
|--------|------------|--|------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| 0 | 30/04/2017 | Première diffusion / Prima emissione | L. DOMENICHINI (C.S.I.A.) | L. BARBERIS (MUSINET Eng.) | C. GIOVANNETTI (MUSINET Eng.) |
| A | 30/09/2017 | Revisone a seguito commenti TELT Révision suite aux commentaires TELT | L. DOMENICHINI (C.S.I.A.) | L. BARBERIS (MUSINET Eng.) | C. GIOVANNETTI (MUSINET Eng.) |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|---|---|---|-------------------|---|---|--------------|---|---|-------------------|-----------------|---|---|---|---|--|
| 1 | 0 | 4 | C | C | 1 | 6 | 1 | 6 | 6 | N | V | 0 | 2 | 0 | 0 | |
| Lot Cos. Lot.Con. | Cantiere operativo/ Chantier de construction | | | Contratto/Contrat | | | Opera/Oeuvre | | | Tratto Tronçon | Parte Partie | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|---------------|------------------------------------|---|-------------------|--|---|---|-----------------|---|---|
| E | S | D | G | N | 0 | 0 | 0 | 8 | A |
| Fase Phase | Tipo documento Type de document | | Oggetto Object | Numero documento Numéro de document | | | Indice Index | | |


I PROGETTISTI/LES DESIGNERS

 Dott. Ing. Francesco D'AMBRA
Albo di Torino
N° 9784 V

 Dott. Arch. Corrado GIOVANNETTI
Albo di Torino
N° 2736

**IL CONSULENTE SPECIALISTICO/
LE CONSULTANT SPÉCIALISTE**

 Prof. Ing. Lorenzo DOMENICHINI
Albo di Roma
N°9585



L'APPALTATORE/L'ENTREPRENEUR

SCALA / ÉCHELLE

-

IL DIRETTORE DEI LAVORI/LE MAÎTRE D'ŒUVRE

SOMMAIRE / INDICE

| | |
|---|----|
| 1. PREMESSA | 5 |
| 1.1 Introduzione | 5 |
| 1.2 Contenuti..... | 5 |
| 2. IL PROGETTO | 6 |
| 2.1 Inquadramento territoriale | 6 |
| 2.2 Residenti e addetti..... | 8 |
| 2.3 Turismo..... | 9 |
| 2.4 Caratteristiche del progetto..... | 12 |
| 3. IL CONTESTO SOCIO-ECONOMICO | 14 |
| 3.1 Introduzione | 14 |
| 3.2 Indicatori Macro-Economici dell'area di studio..... | 14 |
| 3.2.1 Prezzi dei carburanti..... | 16 |
| 3.3 Outlook scenario macroeconomico | 17 |
| 4. IL TRAFFICO ATTUALE..... | 18 |
| 4.1 Introduzione | 18 |
| 4.2 Il traffico sulla A32..... | 18 |
| 4.2.1 Il traffico attuale..... | 18 |
| 4.2.2 Trend Storico | 19 |
| 4.2.3 Andamento mensile | 20 |
| 4.2.4 Andamento settimanale..... | 23 |
| 4.2.5 Andamento orario | 25 |
| 4.3 Il traffico sulla viabilità ordinaria | 27 |
| 5. IL MODELLO DI SIMULAZIONE DEL TRAFFICO | 29 |
| 5.1 Introduzione | 29 |
| 5.2 Il modello di rete utilizzato..... | 29 |
| 5.2.1 Domanda di trasporto..... | 29 |
| 5.2.2 Offerta di trasporto..... | 30 |
| 5.2.3 Algoritmo di assegnazione..... | 30 |
| 5.2.4 Calibrazione del modello | 32 |
| 5.3 Le ipotesi utilizzate..... | 32 |
| 5.3.1 Scenari di Simulazione | 32 |
| 5.3.2 Crescita della Domanda di Trasporto | 32 |
| 5.3.3 Valore del Tempo | 35 |
| 5.3.4 Fattori di annualizzazione | 35 |
| 5.3.5 Sintesi delle principali ipotesi adottate | 36 |
| 6. PRINCIPALI RISULTATI..... | 38 |
| 6.1 Le previsioni di traffico sul nuovo svincolo | 38 |
| 7. CONCLUSIONI..... | 41 |

LISTE DES FIGURES / INDICE DELLE FIGURE

| | |
|--|----|
| Figura 1 – La Valle di Susa..... | 6 |
| Figura 2 – Area di studio..... | 7 |
| Figura 3 – Vista aerea del cantiere di Chiomonte..... | 7 |
| Figura 4 – Popolazione nei Comuni nell’area di studio (1 Gennaio 2016)..... | 8 |
| Figura 5 – Trend storico della popolazione nei Comuni nell’area di studio (2006-2016)..... | 9 |
| Figura 6 – Addetti e attività economiche nei Comuni nell’area di studio | 9 |
| Figura 7 – Disponibilità di esercizi alberghieri nei tre comuni..... | 10 |
| Figura 8 – Confronto sul totale dei posti letto nei Comuni dell’area di studio (2015) | 11 |
| Figura 9 – Confronto sul totale delle presenze turistiche nei Comuni dell’area di studio (2015) | 11 |
| Figura 10 – Distribuzione arrivi e presenze tra Chiomonte, Exilles e Salbertrand..... | 12 |
| Figura 11 – Corografia della fase definitiva di progetto – Ipotesi 4bis | 13 |
| Figura 12 – Trend storico del PIL | 15 |
| Figura 13 – Variazione PIL Italia 1980 – 2015..... | 15 |
| Figura 14 – Variazione PIL Francia 1980 - 2015 | 16 |
| Figura 15 – Variazione prezzi del carburante | 16 |
| Figura 16 – Previsione PIL italiano 2016-2017 | 17 |
| Figura 17 – Transiti 2015 | 19 |
| Figura 18 – Transiti complessivi Gennaio-Maggio 2016 | 19 |
| Figura 19 – Trend Storico - Veicoli Leggeri..... | 20 |
| Figura 20 – Trend Storico - Veicoli Pesanti..... | 20 |
| Figura 21 – Trend Mensile alla barriera di Salbertrand – Veicoli Leggeri..... | 21 |
| Figura 22 – Trend Mensile alla barriera di Salbertrand – Veicoli Pesanti..... | 21 |
| Figura 23 – Composizione del traffico 2015 - Barriera di Salbertrand..... | 22 |
| Figura 24 – Trend Mensile alla barriera di Avigliana – Veicoli Leggeri..... | 22 |
| Figura 25 – Trend Mensile alla barriera di Avigliana – Veicoli Pesanti | 23 |
| Figura 26 – Composizione del traffico 2015 - Barriera di Avigliana | 23 |
| Figura 27 – Andamento settimanale alla Barriera di Avigliana - Veicoli Leggeri | 24 |
| Figura 28 – Andamento settimanale alla Barriera di Avigliana - Veicoli Pesanti | 24 |
| Figura 29 – Andamento settimanale alla Barriera di Salbertrand - Veicoli Leggeri..... | 25 |
| Figura 30 – Andamento settimanale alla Barriera di Salbertrand - Veicoli Pesanti | 25 |
| Figura 31 – Andamento orario alle Barriere, giorno feriale di Febbraio 2015 | 26 |
| Figura 32 – Andamento orario A32 (Chiomonte), giorno feriale di Luglio 2016 | 26 |
| Figura 33 – Localizzazione postazione di rilievo | 27 |
| Figura 34 – Flussi giornalieri rilevati sulla SS24 a est di Susa (Febbraio 2012)..... | 27 |
| Figura 35 – Andamento orario viabilità ordinaria, giorno feriale di Febbraio 2012..... | 28 |
| Figura 36 – Trend storico Sezione 2 | 28 |
| Figura 37 – Classificazione archi stradali | 30 |
| Figura 38 – Dimensione della rete attuale..... | 30 |
| Figura 39 – Previsioni PIL a confronto..... | 33 |
| Figura 40 – Incrementi tariffari futuri (valori reali)..... | 34 |
| Figura 41 – Incrementi medi annui del traffico | 34 |
| Figura 42 – Valore del tempo utenti auto..... | 35 |
| Figura 43 – Lista delle principali ipotesi - Offerta..... | 37 |
| Figura 44 – Traffico orario sullo svincolo di Chiomonte (anno 2030 – mese di Luglio) | 38 |
| Figura 45 – Traffico giornaliero medio bidirezionale (anno 2030) | 38 |
| Figura 46 – Flussogramma generale, 2030 | 39 |

Figura 47 – Flussogramma 2030, zoom su Chiomonte..... 40

1. Premessa

1.1 Introduzione

Tra le opere complementari previste nell'ambito della realizzazione del nuovo collegamento ferroviario Torino-Lione vi è lo svincolo autostradale sulla A32 in corrispondenza del cantiere di Chiomonte.

La realizzazione dello svincolo è prevista in due fasi temporali:

- Fase I: prevede il collegamento tra la A32 e il cantiere esistente a Chiomonte per la realizzazione del cunicolo esplorativo de La Maddalena;
- Fase definitiva: al termine dei lavori nel cantiere di Chiomonte prevede il collegamento diretto tra la A32 e la fondovalle SS24.

Il presente documento riassume lo studio di traffico realizzato da Steer Davies Gleave per conto di MUSINET Engineering S.p.A. in relazione alla fase definitiva di realizzazione dello svincolo.

1.2 Contenuti

I contenuti del presente documento sono così sintetizzabili:

- Il Capitolo 2 prende in rassegna le principali caratteristiche demografiche del territorio e descrive il progetto del nuovo svincolo autostradale sulla A32;
- Nel Capitolo 3 è descritto il contesto socio-economico e l'andamento delle principali variabili macro-economiche;
- Nel Capitolo 4 sono riportate le analisi dei dati di traffico attualmente disponibili sulla A32 e sulla viabilità ordinaria;
- Il Capitolo 5 illustra il modello di simulazione del traffico e le ipotesi adottate nell'ambito delle previsioni di traffico future;
- Il Capitolo 6 sintetizza le previsioni di traffico e i livelli di servizio sul collegamento A32;
- Il Capitolo 7 riassume le principali conclusioni.

2. Il Progetto

2.1 Inquadramento territoriale

Il nuovo svincolo di Chiomonte verrà realizzato nell'Alta Val di Susa, lungo la A32 Torino-Bardonecchia in prossimità dell'abitato di Chiomonte e del cantiere per la realizzazione del cunicolo esplorativo de La Maddalena.

Capoluogo storico della valle è Susa; altri centri importanti sono Oulx e Bardonecchia nell'alta valle (a monte di Susa), Bussoleno e Condove nella bassa valle. La valle è percorsa dalla SS 24 del Monginevro, dalla SS 25 del Moncenisio e dalla SS 335 di Bardonecchia, nonché dalla ferrovia Torino-Chambéry e dall'Autostrada A32, che raggiungono la Francia attraverso i due trafori del Fréjus.

Nella bassa valle l'economia ha carattere prevalentemente industriale: si sono insediate numerose industrie, soprattutto tessili e meccaniche, e forte è la pendolarità verso l'area metropolitana torinese; nella parte alta l'impronta è turistica, poiché si trovano importanti stazioni sciistiche come Sestriere (sullo spartiacque con la valle del Chisone), Claviere, Cesana Torinese, San Sicario, Bardonecchia, Sauze d'Oulx.

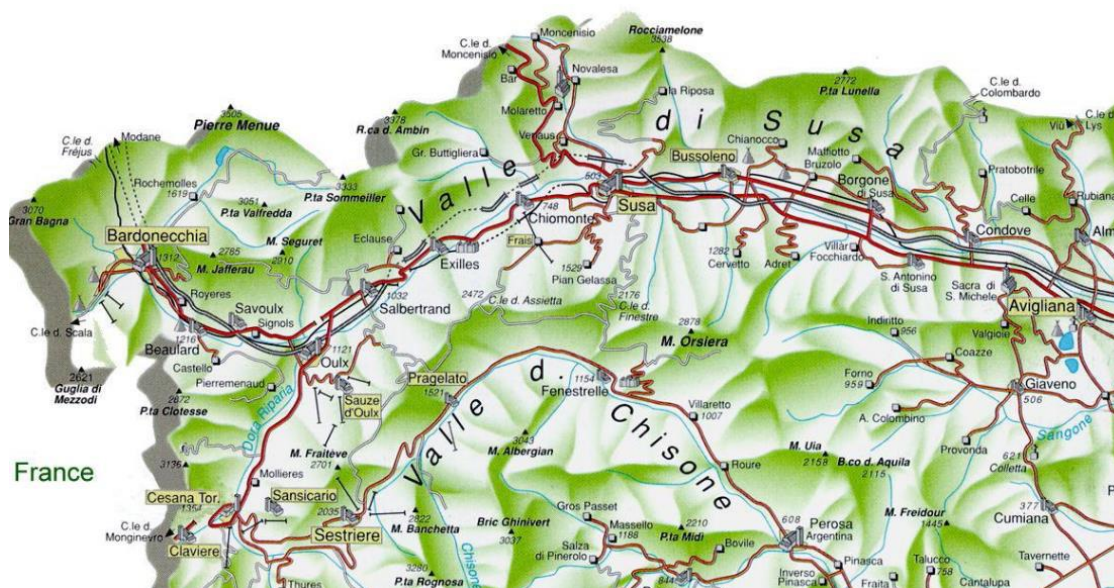


Figura 1 – La Valle di Susa

Il progetto prevede che il nuovo svincolo si posizioni sull'Autostrada A32 tra la barriera di Salbertrand ad Ovest e lo svincolo di Susa Ovest ad Est. L'A32 è l'unica Autostrada di attraversamento della Val di Susa ed è regolata da un sistema di pedaggiamento in aperto alle barriere di Salbertrand e Avigliana.

La principale alternativa libera da pedaggio per gli spostamenti tra i Comuni della Val di Susa è rappresentata dalla strada statale del Monginevro (SS 24) che ha tempi di percorrenza superiori alla A32 dal momento che attraversa tutti i centri abitati.

I Comuni che potrebbero beneficiare del collegamento aggiuntivo tra la A32 e la strada statale 24 del Monginevro ricadono in un'area di circa 20 km delimitata ad Ovest da Oulx e ad Est da Susa. L'area di studio sulla quale si sono focalizzate le analisi successive è stata quindi delimitata in questo territorio (Figura 2).



Figura 2 – Area di studio
(Fonte : Google Earth 2016)



Figura 3 – Vista aerea del cantiere di Chiomonte
(Fonte : TELT, presentazione Torino 8 Aprile 2015)

2.2 Residenti e addetti

L'apertura del nuovo svincolo di Chiomonte servirà 2.477 residenti nell'area di studio, suddivisi nei Comuni di Salbertrand (24%), Exilles (11%), Chiomonte (37%) e Gravere (28%). Il grafico seguente mostra il numero di residenti dei quattro comuni citati, rispetto a quelli dei comuni limitrofi.

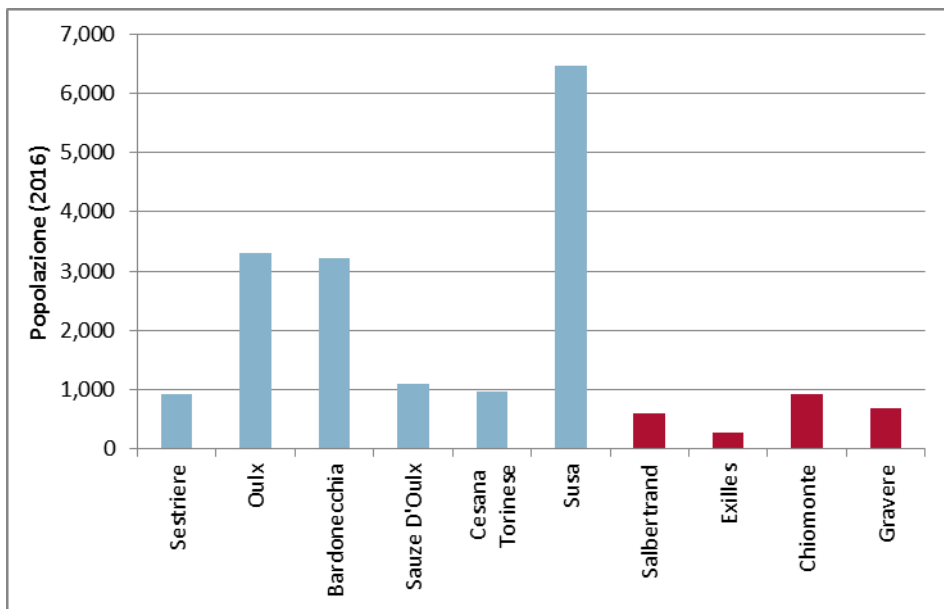


Figura 4 – Popolazione nei Comuni nell'area di studio (1 Gennaio 2016)
(Fonte: Analisi SDG su dati Istat)

Il trend storico della popolazione in questi Comuni mostra un progressivo calo nel corso degli ultimi 10 anni con l'unica eccezione di Salbertrand, che è passata da 521 a 596 residenti nel periodo 2006-2016 (1,4% di CAGR). Valutando il dato come totale dei 4 Comuni, nel complesso si è verificato un tasso medio di decrescita CAGR pari a -0,3%.

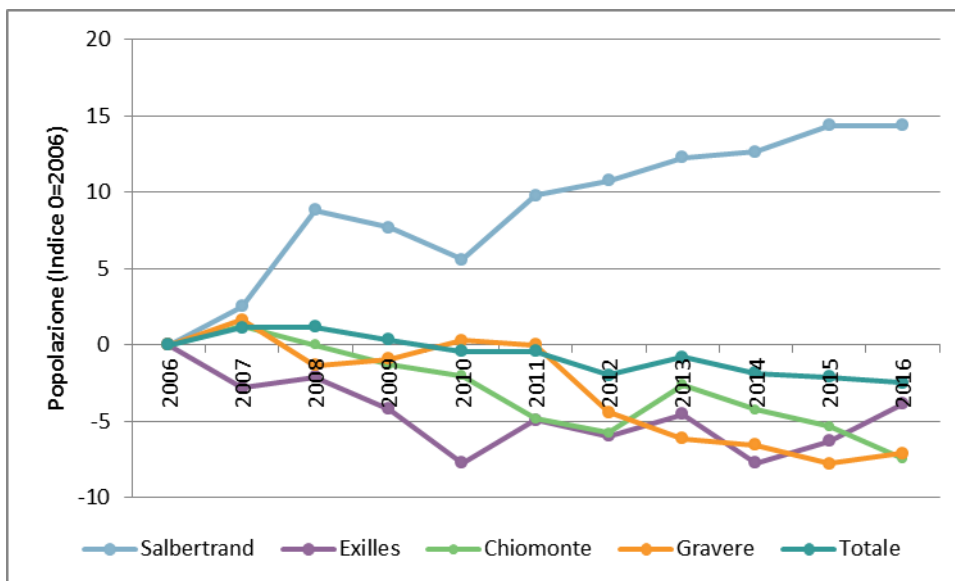


Figura 5 – Trend storico della popolazione nei Comuni nell'area di studio (2006-2016)
(Fonte: Analisi SDG su dati Istat)

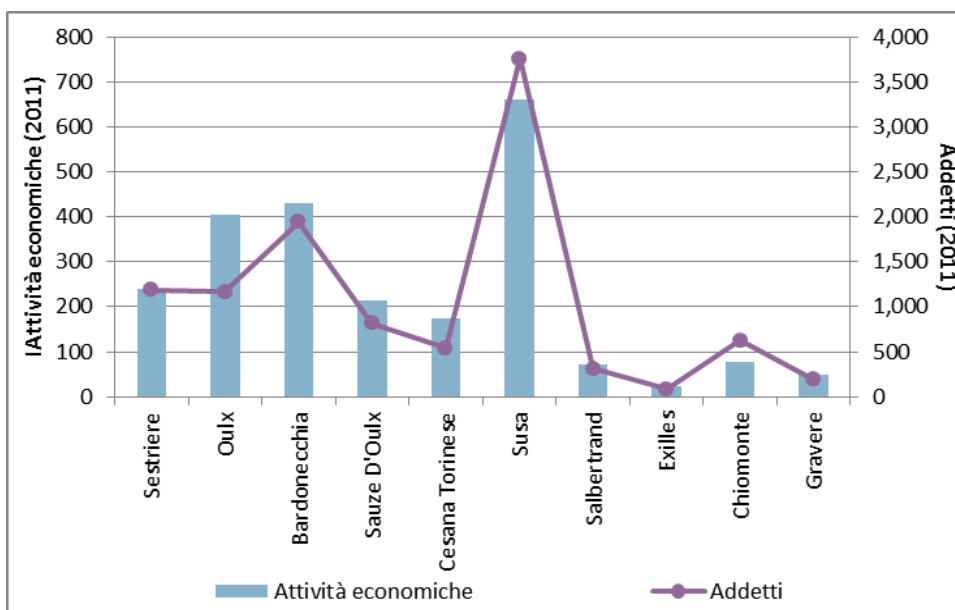


Figura 6 – Addetti e attività economiche nei Comuni nell'area di studio
(Fonte: Analisi SDG su dati Istat -Censimento 2011)

Le 223 attività economiche presenti nell'area di studio attraggono in totale 1.217 addetti secondo i dati più recenti pubblicati da Istat e riferiti al Censimento dell'Industria e dei Servizi dell'anno 2011. Più della metà è diretta nel Comune di Chiomonte dove si registra il più alto tasso di addetti per attività economica, in media superiore a 8,0.

2.3 Turismo

L'area interessata dal progetto si trova vicino a località sciistiche rinomate a livello internazionale. La vocazione turistica dell'area si concentra principalmente nei mesi

invernali da Dicembre a Marzo e in quelli estivi da Giugno a Settembre. In particolare, dal confronto dei dati riferiti ai quattro Comuni principali dell'area di studio (Gravere, Chiomonte, Exilles e Salbertrand) è stato possibile definire il dettaglio turistico della zona in termini di esercizi alberghieri, numero di posti letto disponibili e di arrivi/presenze dei flussi turistici dal 2013 al 2015.

Il numero di esercizi alberghieri – 20 in totale distribuiti nei 4 Comuni – è rimasto costante negli ultimi tre anni, così come il numero di posti letto che risulta molto limitato.

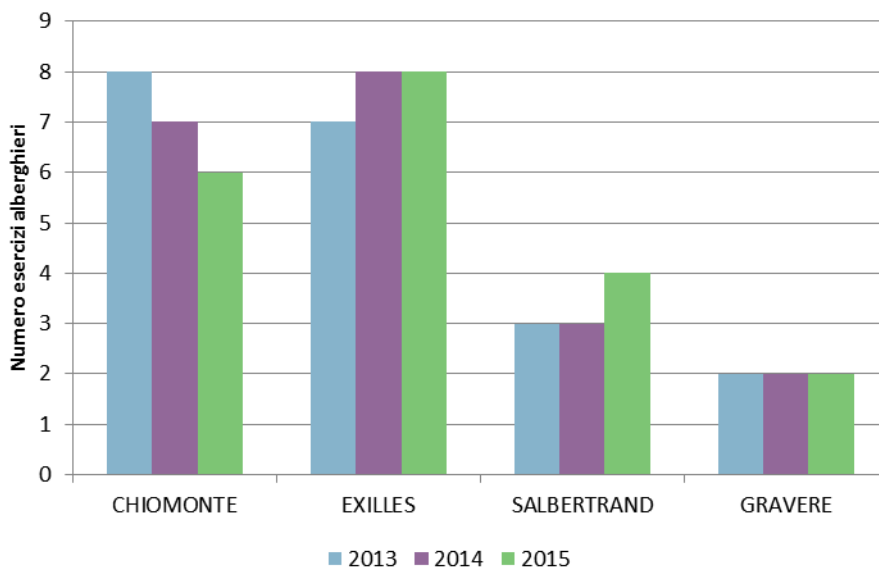


Figura 7 – Disponibilità di esercizi alberghieri nei tre comuni
(Fonte: Analisi SDG su dati della Regione Piemonte)

Dal confronto dei dati pubblicati nel 2015 dalla Regione Piemonte sulle permanenze turistiche, nei Comuni dell'area di studio si osserva che la disponibilità di posti letto è piuttosto ridotta: Salbertrand, Exilles, Chiomonte e Gravere attualmente offrono 767 posti letto distribuiti su 20 esercizi alberghieri mentre i numeri riguardanti la sola Oulx, per non citare le più note Sestriere e Bardonecchia, si aggirano su 2.600 posti letto su 22 esercizi.

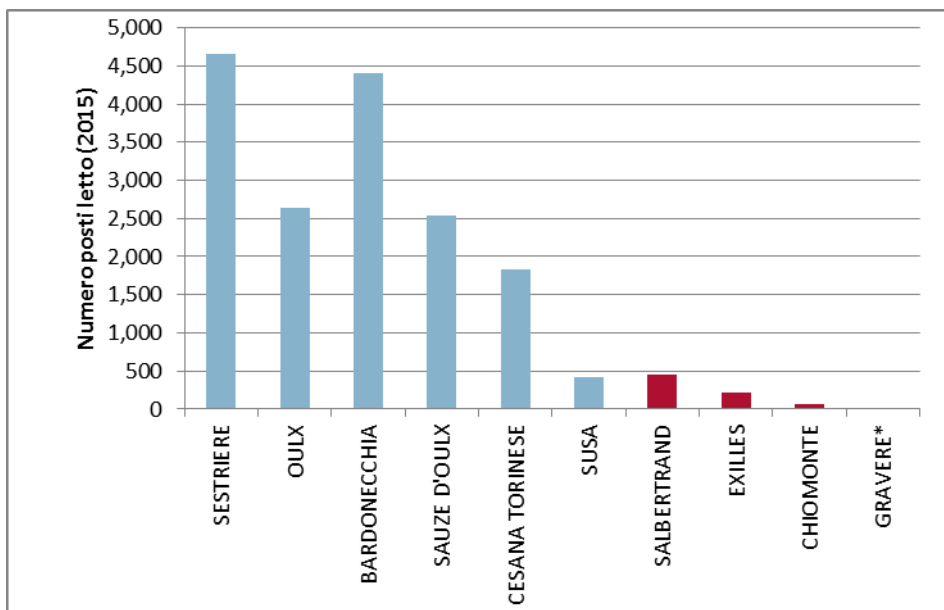


Figura 8 – Confronto sul totale dei posti letto nei Comuni dell'area di studio (2015)
 (Fonte: Analisi SDG su dati della Regione Piemonte - *Per motivi di riservatezza i movimenti nei comuni con meno di 4 esercizi sono stati oscurati e viene fornito solo il totale aggregato)

La ridotta offerta di pernottamento non incentiva le registrazioni di turisti e il protrarsi del tempo medio di permanenza. Negli stessi quattro Comuni in esame sono state registrate in totale meno di 7.900 presenze nel 2015, numero molto ridotto considerando il paragone con i 331.000 pernottamenti di Oulx, che si trova a soli 17 km e a pochi minuti di distanza.

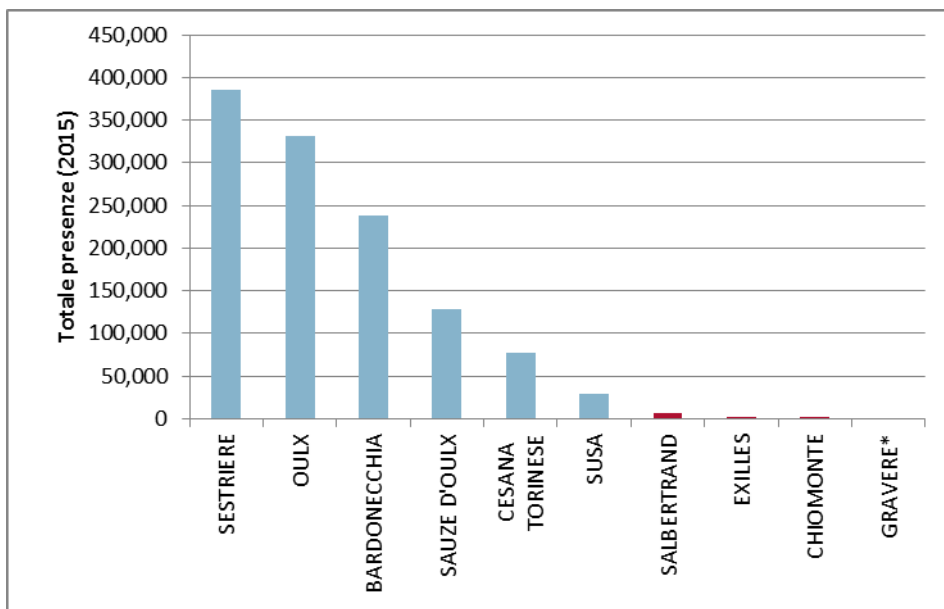


Figura 9 – Confronto sul totale delle presenze turistiche nei Comuni dell'area di studio (2015)
 (Fonte: Analisi SDG su dati della Regione Piemonte - *Per motivi di riservatezza i movimenti nei comuni con meno di 4 esercizi sono stati oscurati e viene fornito solo il totale aggregato)

Analizzando i dati in dettaglio, l'81% delle presenze complessive nei Comuni dell'area di studio si trova a Salbertrand (6.400) e si è fermato in media 3,57 giorni; a Chiomonte i pernottamenti hanno un carattere più saltuario e sono stati quasi 1.400 (18%) con un tempo medio che non raggiunge i 2 giorni (1,7).

Il nuovo svincolo dovrebbe incentivare lo sviluppo delle attività commerciali e turistiche nella zona, trainate dal turismo che ruota attorno agli impianti sciistici e alle città di Sestriere, Oulx e Bardonecchia anche se con impatti sostanzialmente limitati.

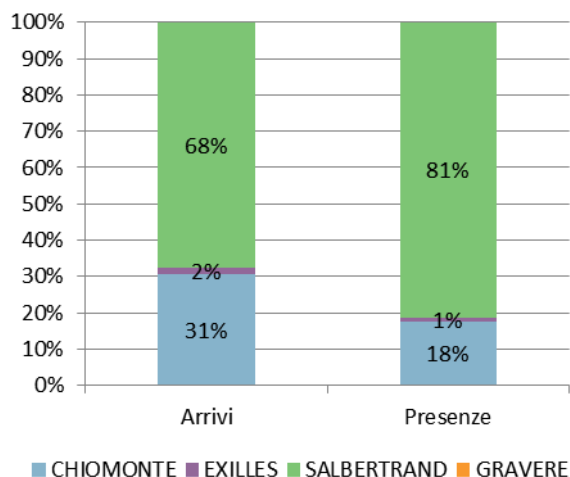


Figura 10 – Distribuzione arrivi e presenze tra Chiomonte, Exilles e Salbertrand
(Fonte: Analisi SDG su dati della Regione Piemonte)

2.4 Caratteristiche del progetto

Lo svincolo di Chiomonte nella fase definitiva di realizzazione permetterà il collegamento tra la SS24 nei pressi dell'abitato di Chiomonte e l'Autostrada A32 in direzione Torino.

Il nuovo svincolo consentirà agli abitanti di Chiomonte di risparmiare 8 km negli spostamenti da e verso Susa e al pari degli altri svincoli sulla A32 non verrà applicato un pedaggio per il suo utilizzo in quanto l'Autostrada Torino-Bardonecchia ha un sistema di pedaggiamento in aperto con riscossione alle barriere di Salbertrand e Avigliana.

Lo svincolo è costituito da due rampe monodirezionali da 1 corsia per senso di marcia che si ricongiungeranno in un unico tratto di collegamento con la SS24: questo segmento presenterà una galleria lunga 140 m con pendenza 4.0% e un ponte sulla Dora da 148,5 m.

Le rampe consentiranno solamente l'accesso sulla A32 in direzione Torino e l'uscita in direzione Bardonecchia. La rampa di immissione presenta un tratto di accelerazione di 185 m che consentirà agli utenti di aumentare la velocità da 60 a 80 km/h ed un successivo tratto di immissione alla A32 lungo 100 m e percorribile a 100 km/h; la rampa di uscita presenterà un tratto di manovra di 75 m a velocità costante di 100 km/h ed uno di decelerazione da 100 a 60 km/h.

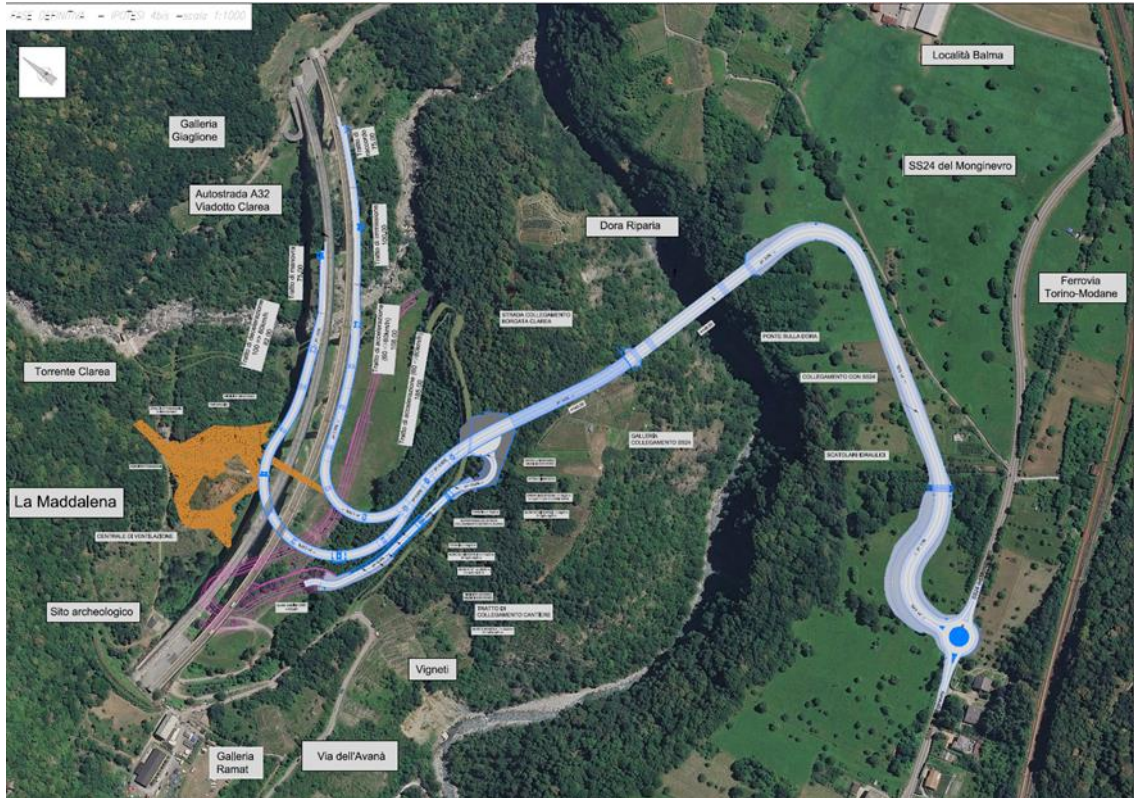


Figura 11 – Corografia della fase definitiva di progetto – Ipotesi 4bis
(Fonte: Sitaf S.p.A.)

3. Il Contesto Socio-Economico

3.1 Introduzione

In questo Capitolo si riassumono le principali dinamiche socio-economiche a livello locale (Regione Piemonte), nazionale (Italia) e internazionale (Francia) negli ultimi anni e i principali indicatori di previsioni per il breve, medio e lungo termine.

I dati storici e le previsioni utilizzate per gli indicatori socio-economici locali e nazionali sono tratti dalle più recenti pubblicazioni di Istat, Centro Studi Confindustria, Fondo Monetario Internazionale, Consensus, Moody's, Assoparti e Unione Petrolifera, datate 2015 o 2016.

Gli indicatori dell'economia francese sono stati forniti dall'Istituto Europeo di Statistica Eurostat.

3.2 Indicatori Macro-Economici dell'area di studio

Il Piemonte produce il 7,6% del PIL nazionale e tutti gli indicatori di reddito e ricchezza risultano superiori ai dati medi nazionali italiani. L'andamento nel tempo del Prodotto Interno Lordo della Regione Piemonte è in linea con quanto osservabile a livello italiano: dopo il 2010 (+3,6%) e il 2011 (+0,9%) di ripresa si è avuto un nuovo calo nel 2012 (-4,6%) e nel 2013 (-2,5%) e una sostanziale stabilità nel 2014. In generale, il PIL piemontese presenta picchi negativi (nel biennio 2008-2009) e positivi (2010) più accentuati rispetto a quelli del PIL nazionale, mentre negli ultimi anni le variazioni sono state allineate con quelle del PIL italiano.

In Francia la crescita annua del PIL nazionale si è mantenuta sempre al di sopra di quella italiana ed in particolare il PIL del biennio 2008-2009 presenta valori meno negativi rispetto a quelli dell'economia italiana (-0,2% nel 2008 e -2,9% nel 2009 rispetto al -1,1% e -5,5% in Italia). Anche negli ultimi anni di crisi la Francia non ha mai raggiunto livelli di crescita negativa del PIL.

Nel 2015 sia in Francia che in Italia vi sono stati positivi segnali di ripresa, in particolare la Francia registra un +1,2% e l'Italia un +0,8%.

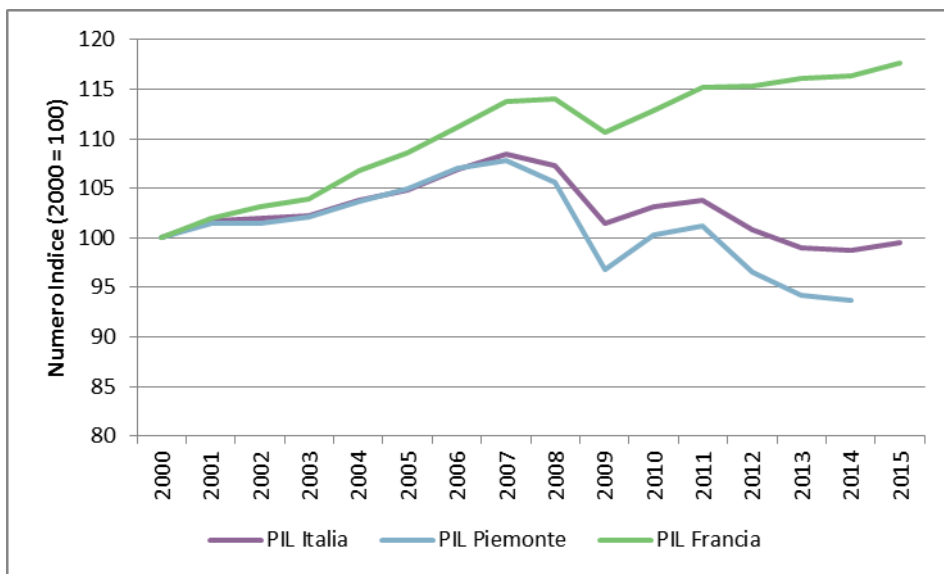


Figura 12 – Trend storico del PIL
(Fonte: Istat, Eurostat)

Al netto delle oscillazioni annuali, è comunque chiaro che negli ultimi venti anni la Francia ha avuto performance economiche migliori rispetto all'Italia anche se entrambe le nazioni hanno rallentato la propria crescita.

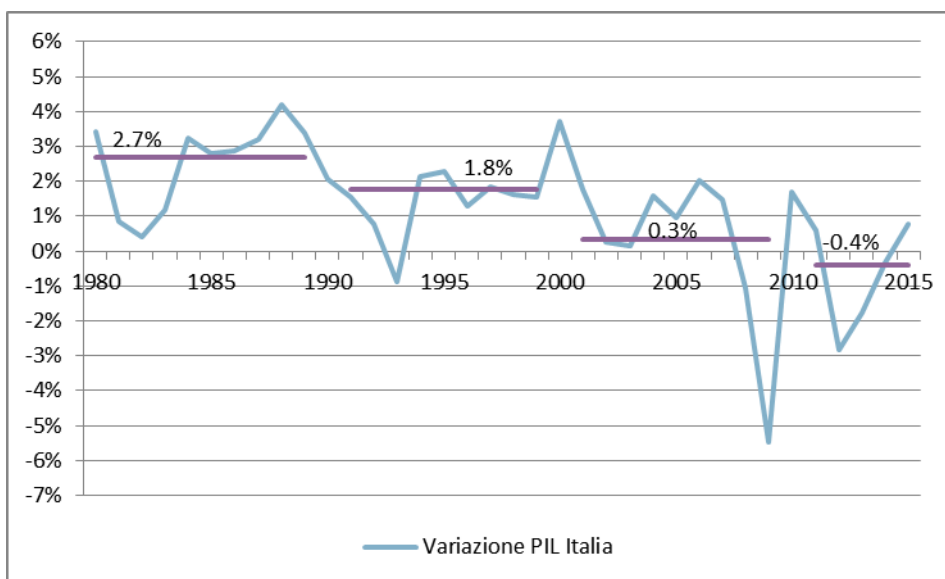


Figura 13 – Variazione PIL Italia 1980 – 2015
(Fonte: Elaborazione Steer Davies Gleave su dati FMI, Aprile 2016)

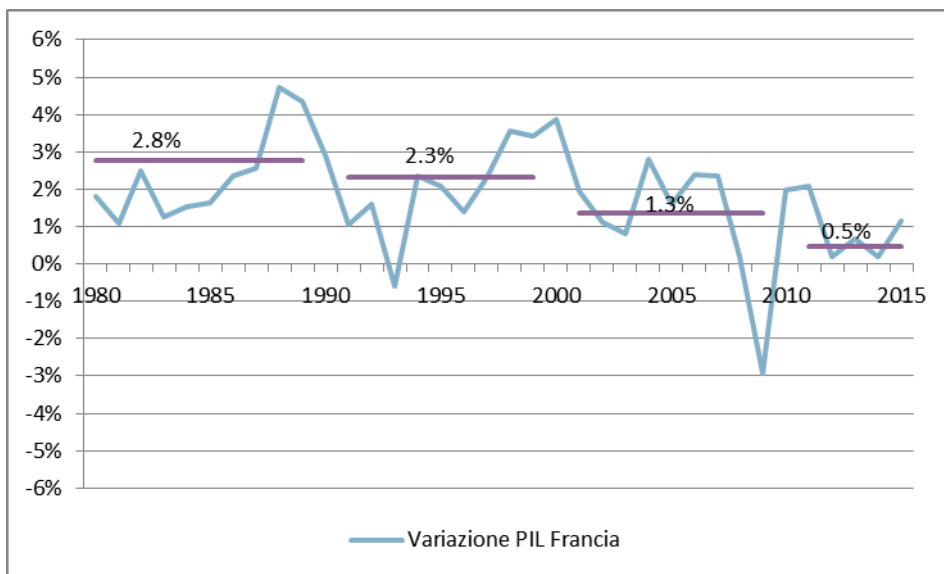


Figura 14 – Variazione PIL Francia 1980 - 2015
(Fonte: Elaborazione Steer Davies Gleave su dati FMI, Aprile 2016)

3.2.1 Prezzi dei carburanti

La variazione del prezzo ha seguito un andamento altalenante nel corso degli ultimi quattro anni. Dal secondo semestre del 2014 i prezzi sono diminuiti costantemente fino a Febbraio 2015 per poi aumentare nuovamente da Marzo a Luglio. Da Agosto 2015 i prezzi sono calati ulteriormente fino a Marzo 2016. I prezzi sono aumentati nuovamente fino a Giugno 2016 e sono successivamente diminuiti nei mesi estivi.

I carburanti francesi hanno mantenuto un incremento più moderato rispetto alle variazioni di prezzo dei carburanti in Italia. Gli ultimi dati disponibili confermano comunque un trend analogo a quello riscontrato in Italia.

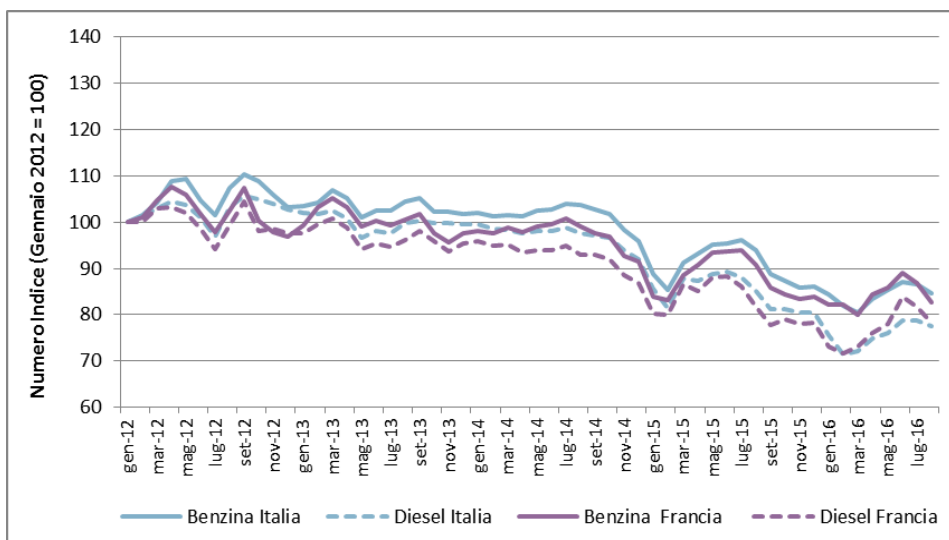


Figura 15 – Variazione prezzi del carburante
(Fonte: Elaborazione Steer Davies Gleave su dati Unione Petrolifera - UP)

Sicuramente il calo del prezzo dei carburanti dal 2014 in avanti sta favorendo il processo di ripresa del traffico autostradale, registrato anche sulla rete SITAF.

3.3 Outlook scenario macroeconomico

Le attuali previsioni sull'andamento del PIL italiano fornite da diversi Enti concordano nell'affermare che nel biennio 2016-2017, il PIL dovrebbe attestarsi verso un incremento attorno all'1%.

La revisione al ribasso delle previsioni di crescita del PIL rispetto a quelle di fine 2015-inizio 2016, è spiegata sia dalla frenata della domanda mondiale più marcata di quanto atteso, che rallenta l'espansione delle esportazioni italiane, sia dalla più bassa propensione a consumare e investire, conseguente all'accresciuta incertezza dovuta alla Brexit.

| Fonte | 2016 | 2017 |
|-----------------------------------|------|------|
| Consensus Forecasts (Luglio 2016) | 0,9 | 0,9 |
| Confindustria (Giugno 2016) | 0,8 | 0,6 |
| FMI (Luglio 2016) | 0,9 | 1,0 |
| Banca d'Italia (Giugno 2016) | 1,1 | 1,2 |
| OCSE (Giugno 2016) | 1,0 | 1,4 |
| Governo (Aprile 2016) | 1,2 | 1,4 |
| Commissione Europea (Maggio 2016) | 1,1 | 1,3 |

Figura 16 – Previsione PIL italiano 2016-2017

Per la Francia le previsioni del Consensus di Luglio 2016 sono più ottimistiche rispetto allo scenario italiano e si stima un incremento dello 1,5% nel 2016 e dello 1,3% nel 2017.

4. Il traffico attuale

4.1 Introduzione

Per la ricostruzione del quadro della mobilità attuale nell'Alta Val di Susa sono stati utilizzati i seguenti dati di traffico:

- Traffici Autostradali relativi all'autostrada A32, in particolare:
 - Transiti giornalieri alle barriere di Salbertrand e Avigliana;
 - Andamento orario in un giorno medio feriale invernale alle barriere di Salbertrand e Avigliana;
 - Rilevamento orario per 24 ore dei transiti e velocità nella tratta in corrispondenza del nuovo svincolo di Chiomonte.
- Conteggi di traffico effettuati da 5T su alcune postazioni fisse situate sul territorio oggetto d'intervento.

In questo capitolo saranno presentati, sia per la viabilità autostradale che ordinaria:

- Il traffico attuale, necessario per quantificare e comprendere come la domanda di trasporto odierna si distribuisce nell'area di studio;
- Il trend storico utile per valutare l'evoluzione del traffico dall'inizio della crisi economica e per stimarne l'evoluzione futura;
- I profili mensile, settimanale e orario per analizzare le eventuali stagionalità del traffico, la tipologia di utenza e i picchi di traffico.

4.2 Il traffico sulla A32

4.2.1 Il traffico attuale

Alle barriere di Salbertrand e Avigliana sulla A32 il traffico nel 2015 ha raggiunto complessivamente 3,5 e 4,4 milioni di transiti (+3,3% e +4,1% rispetto al 2014), con percentuali di traffico pesante tra il 25% e il 29%.

Il 2015 si conclude quindi con un aumento di traffico sia leggero che pesante. Si sottolinea che l'incremento eccezionale del traffico leggero al T4 è dovuto non solo alla ripresa economica ma anche all'ostensione della Sacra Sindone di Torino dal 19 Aprile al 24 Giugno e all'EXPO di Milano, eventi di elevato richiamo turistico che hanno contribuito all'incremento del traffico leggero lungo la direttrice.

| Tratta | Leggeri | Pesanti | Totali | % Pesanti/Totale |
|--------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Salbertrand | 2.461.555 | 1.026.711 | 3.488.266 | 29% |
| Diff. 2015/2014 | 3,9% | 1,8% | 3,3% | |
| Avigliana | 3.284.187 | 1.115.319 | 4.399.506 | 25% |
| Diff. 2015/2014 | 4,6% | 2,6% | 4,1% | |

Figura 17 – Transiti 2015
(Fonte: dati SITAF S.p.A.)

Le seguenti tabelle contengono il confronto tra i transiti, registrati nei primi mesi del 2016 rispetto allo stesso periodo del 2015 per i veicoli leggeri e pesanti.

La barriera di Salbertrand registra, nei primi cinque mesi del 2016, un sostanziale allineamento in termini di veicoli leggeri (-0,3%) e un incremento elevato nel caso del traffico pesante del +6,6%.

Le barriere di Avigliana invece, mostra nei primi mesi del 2016 una lieve contrazione del traffico leggero dell'ordine dello 0,9% e un sostanziale aumento del traffico pesante +6,0%.

I dati dei primi mesi del 2016 confermano quindi un recupero sostenuto del traffico pesante legato probabilmente all'avvio della ripresa economica e agevolato anche dai prezzi del carburante che risultano ancora contenuti.

| Tratta | | Leggeri | Pesanti | Totale | % Pesanti |
|-------------|----------------|-----------|---------|-----------|-----------|
| Salbertrand | Parziale 2015 | 988.843 | 418.620 | 1.407.463 | 30% |
| | Parziale 2016 | 986.319 | 446.189 | 1.432.508 | 31% |
| | Diff 2016/2015 | -0,3% | 6,6% | 1,8% | |
| Avigliana | Parziale 2015 | 1.297.762 | 452.435 | 1.750.197 | 26% |
| | Parziale 2016 | 1.286.649 | 479.771 | 1.766.420 | 27% |
| | Diff 2016/2015 | -0,9% | 6,0% | 0,9% | |

Figura 18 – Transiti complessivi Gennaio-Maggio 2016

4.2.2 Trend Storico

Considerando il trend dei transiti degli ultimi 22 anni risulta evidente che il trend del traffico leggero e pesante è simile tra le due barriere della A32.

Dal 2012 la A32 ha registrato un notevole calo di traffico in linea con quanto avvenuto a livello nazionale.

I transiti di traffico pesante hanno visto un picco negativo nel 2009 per poi recuperare leggermente fino al 2011 e diminuire nuovamente nel 2012. Gli ultimi 3 anni mostrano un trend stabile e finalmente nel 2015 si sta assistendo una leggera ripresa (+1,8% a Salbertrand e +1,6% ad Avigliana). L'outlook per il 2016 è positivo con incrementi di traffico pesante nei primi 5 mesi attorno al 6%.

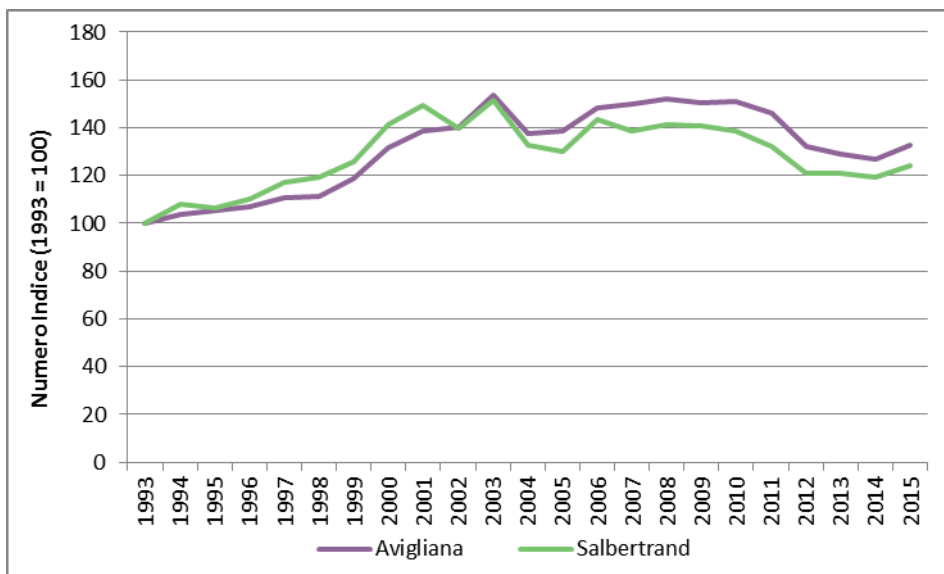


Figura 19 – Trend Storico - Veicoli Leggeri
(Fonte: Elaborazione SDG su dati SITAF S.p.A.)

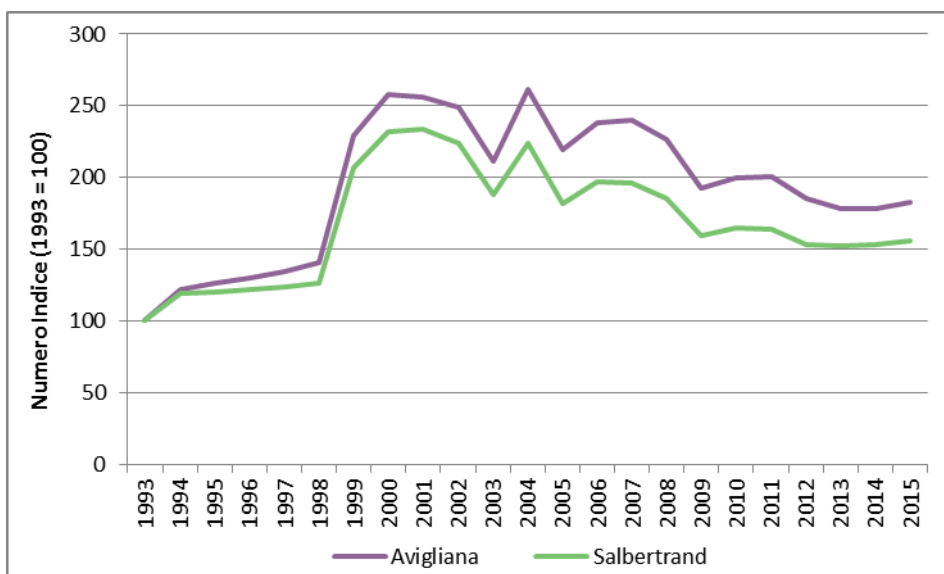


Figura 20 – Trend Storico - Veicoli Pesanti
(Fonte: Elaborazione SDG su dati SITAF S.p.A.)

4.2.3 Andamento mensile

Sull'A32 Torino-Bardonecchia l'analisi dei transiti è stata effettuata su entrambe le barriere di Avigliana e Salbertrand.

A differenza del traffico sul T4, la tipologia prevalente degli spostamenti su questa tratta riguarda i veicoli leggeri, con percentuali medie nel 2016 che hanno raggiunto il 73% su Avigliana ed il 69% su Salbertrand. Il traffico medio mensile è stato di 353mila transiti ad Avigliana e 286mila a Salbertrand. Analogamente al T4 anche le barriere della A32 presentano picchi di traffico leggero di tipo turistico nei mesi di Luglio ed Agosto, con flussi più consistenti alla barriera di Avigliana.

I transiti alla barriera di Salbertrand nei primi 5 mesi del 2016 mostrano valori di traffico leggero complessivamente in linea a quello del 2015, con un decremento dello 0,3% rispetto agli stessi mesi del 2015. Il traffico pesante ha registrato invece un recupero sostanziale pari al 6,6%. Sia nel caso dei veicoli leggeri che del traffico pesante i valori rimangono inferiori a quelli pre-crisi.

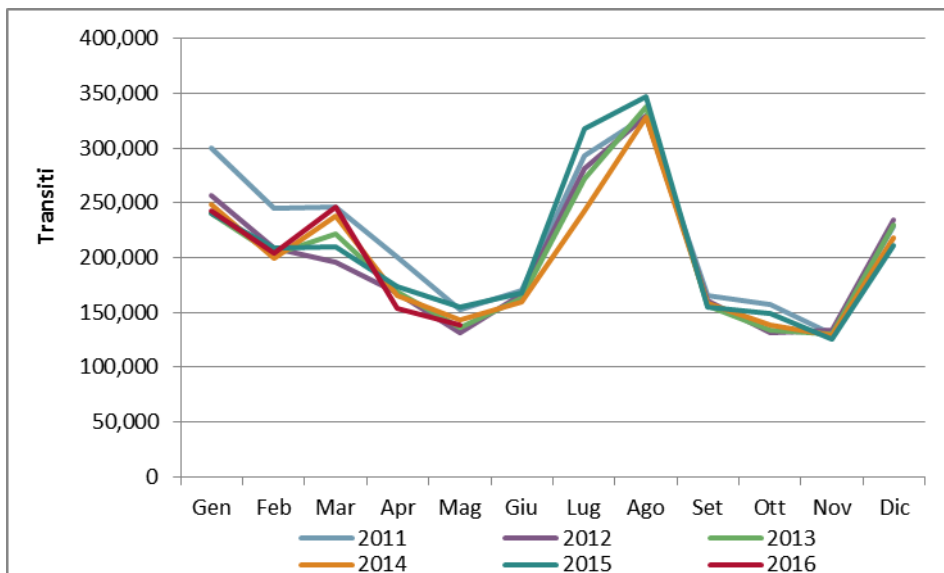


Figura 21 – Trend Mensile alla barriera di Salbertrand – Veicoli Leggeri
(Fonte: Elaborazione SDG su dati SITAF S.p.A.)

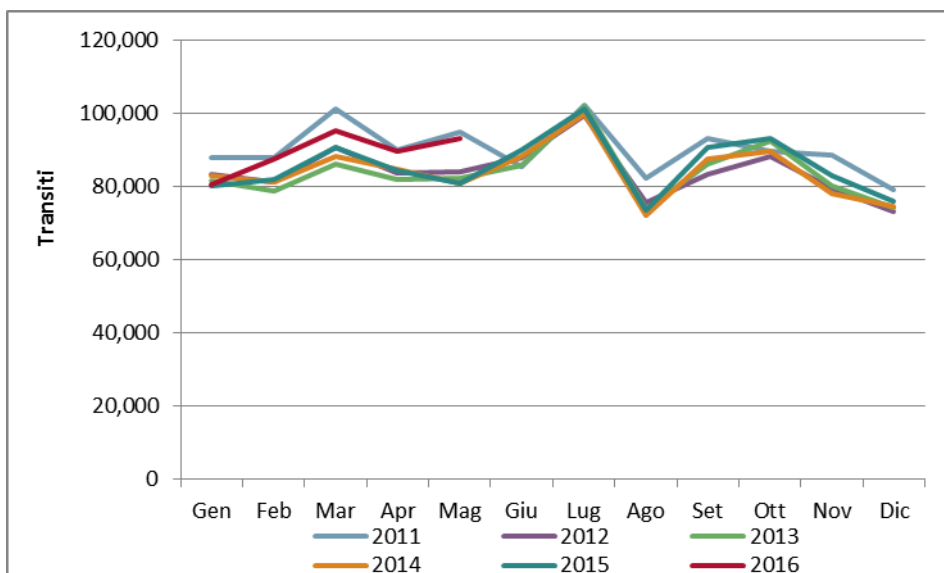


Figura 22 – Trend Mensile alla barriera di Salbertrand – Veicoli Pesanti
(Fonte: Elaborazione SDG su dati SITAF S.p.A.)

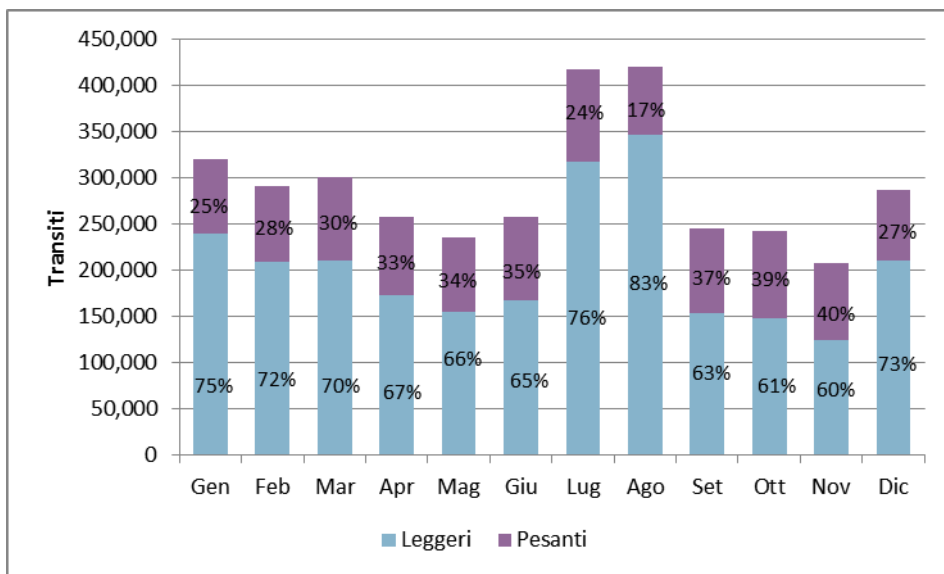


Figura 23 – Composizione del traffico 2015 - Barriera di Salbertrand
(Fonte: Elaborazione SDG su dati SITAF S.p.A.)

Nei primi mesi del 2016 i flussi veicolari alla barriera di Avigliana hanno riportato una leggera diminuzione nel caso dei veicoli leggeri (-0,9%), analogamente a quanto avvenuto per la barriera di Salbertrand. Nel caso del traffico pesante, i valori sono nettamente superiori rispetto agli stessi mesi dell'anno precedente (+6,0%), a conferma del fatto che la lenta ripresa del contesto macroeconomico sta avendo un impatto positivo anche sul traffico stradale pesante.

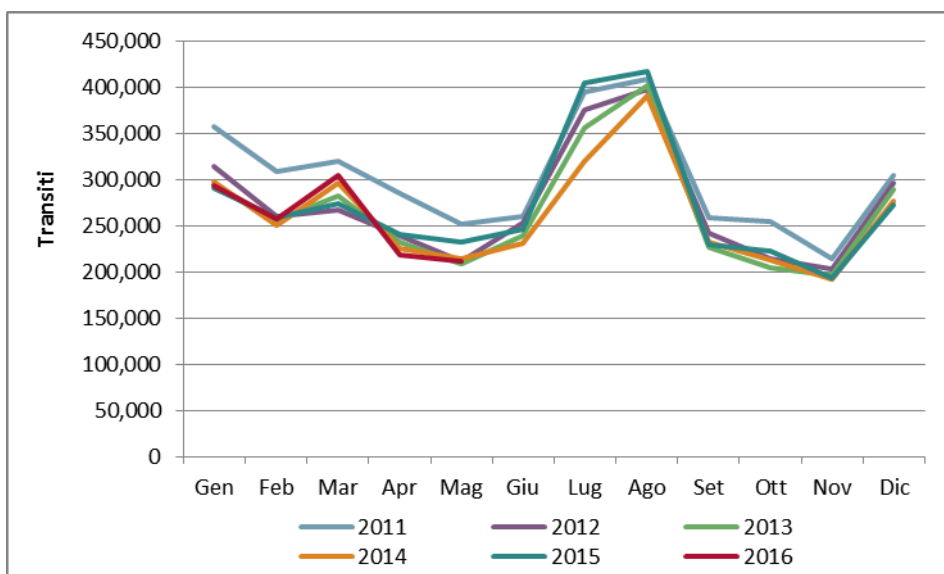


Figura 24 – Trend Mensile alla barriera di Avigliana – Veicoli Leggeri
(Fonte: Elaborazione SDG su dati SITAF S.p.A.)

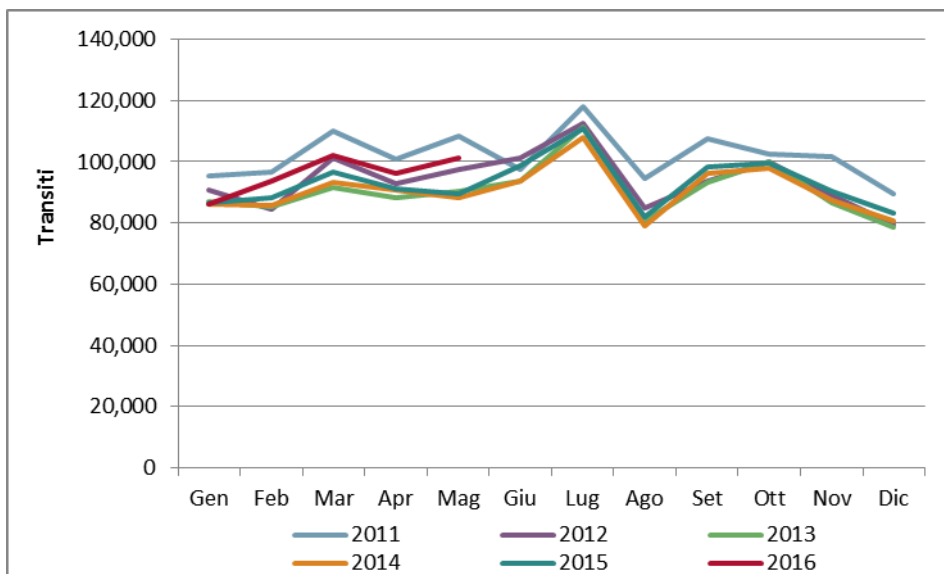


Figura 25 – Trend Mensile alla barriera di Avigliana – Veicoli Pesanti
(Fonte: Elaborazione SDG su dati SITAF S.p.A.)

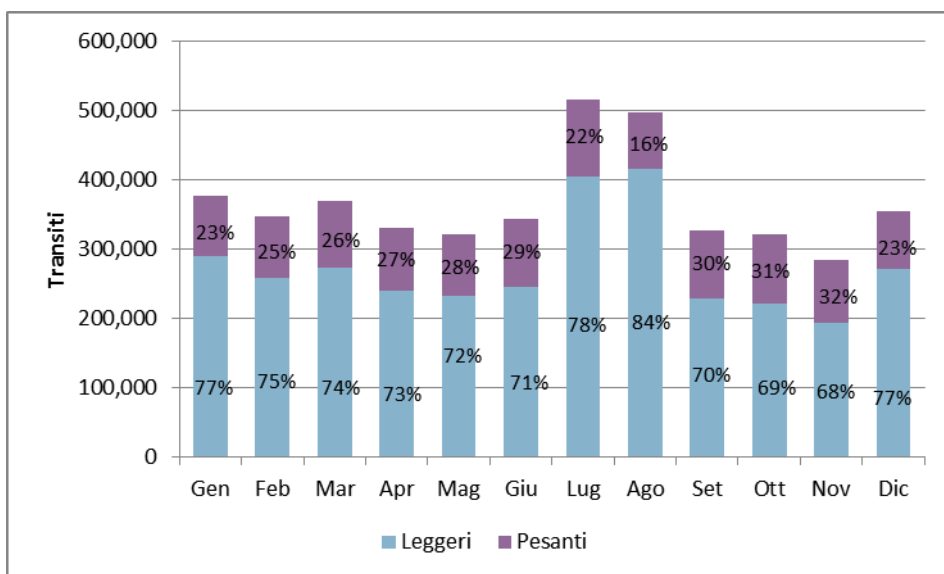


Figura 26 – Composizione del traffico 2015 - Barriera di Avigliana
(Fonte: Elaborazione SDG su dati SITAF S.p.A.)

4.2.4 Andamento settimanale

Per le barriere in esame è stato valutato l'andamento del traffico totale di una settimana invernale (Febbraio) e una estiva (Luglio) dell'anno 2015.

Il profilo settimanale di Febbraio conferma la vocazione turistica dell'Autostrada A32 con incrementi di traffico leggero nel weekend e un picco alla domenica con oltre 14.600 transiti giornalieri sulla Barriera di Avigliana e circa 24.000 su quella di Salbertrand, oltre il doppio rispetto al giorno medio feriale. L'andamento è il medesimo anche nella settimana media di Luglio, sebbene i volumi siano in media il

42% più alti, con picchi alla domenica con oltre 20.000 transiti su entrambe le barriere.

I veicoli pesanti mostrano invece il caratteristico profilo settimanale sia, in Febbraio che in Luglio, con una sensibile riduzione del traffico al sabato e alla domenica (-56% in meno rispetto giorno medio feriale) e un leggero aumento dei volumi nel mese estivo (+10%).

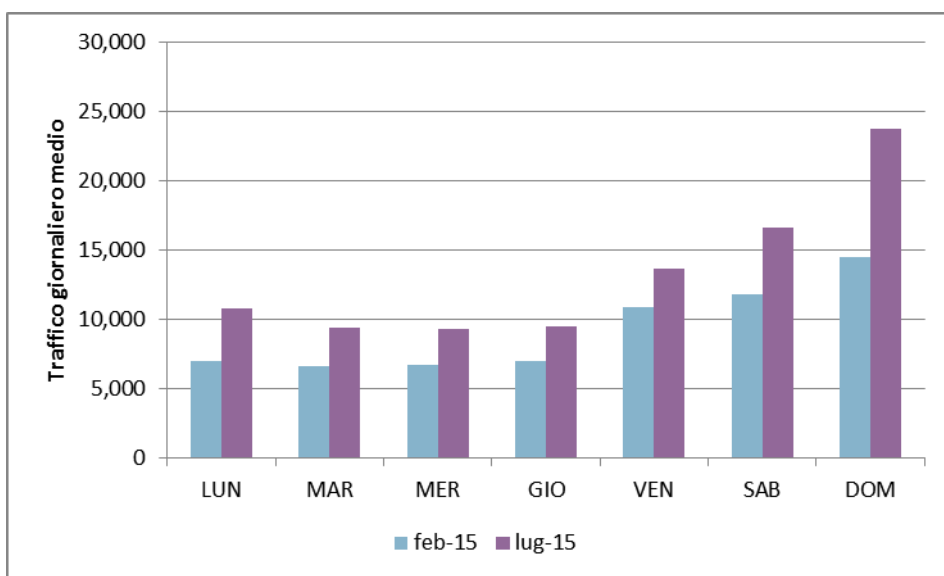


Figura 27 – Andamento settimanale alla Barriera di Avigliana - Veicoli Leggeri
(Fonte: Elaborazione SDG su dati SITAF S.p.A.)

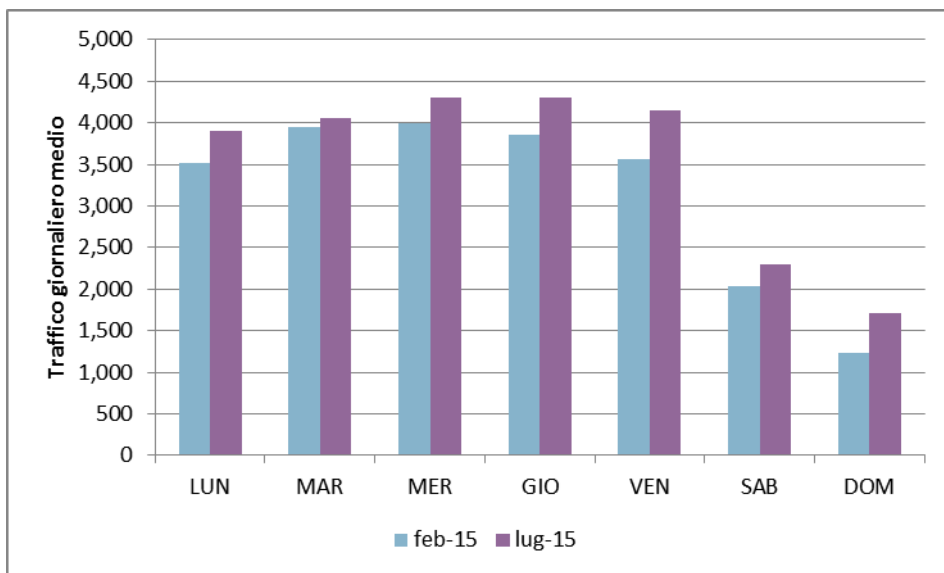


Figura 28 – Andamento settimanale alla Barriera di Avigliana - Veicoli Pesanti
(Fonte: Elaborazione SDG su dati SITAF S.p.A.)

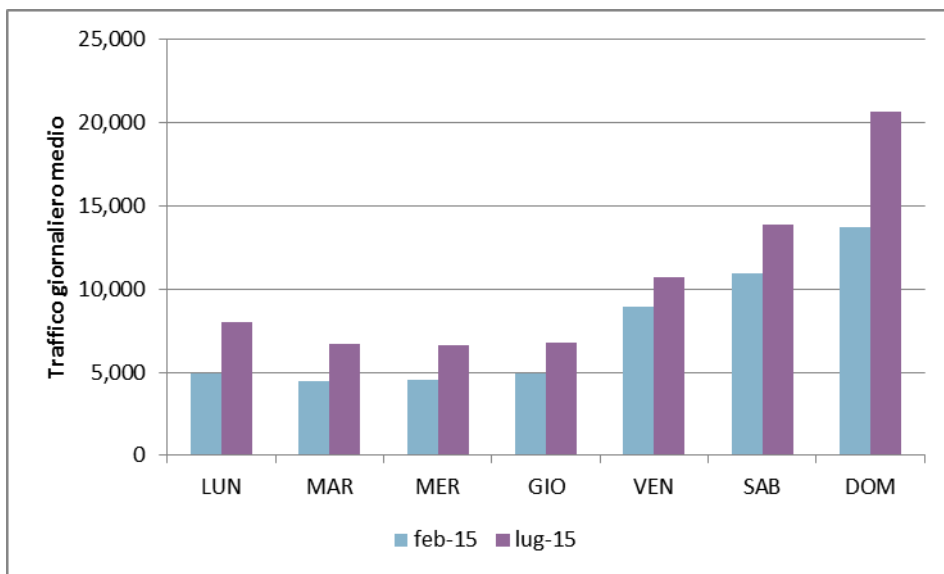


Figura 29 – Andamento settimanale alla Barriera di Salbertrand - Veicoli Leggeri
(Fonte: Elaborazione SDG su dati SITAF S.p.A.)

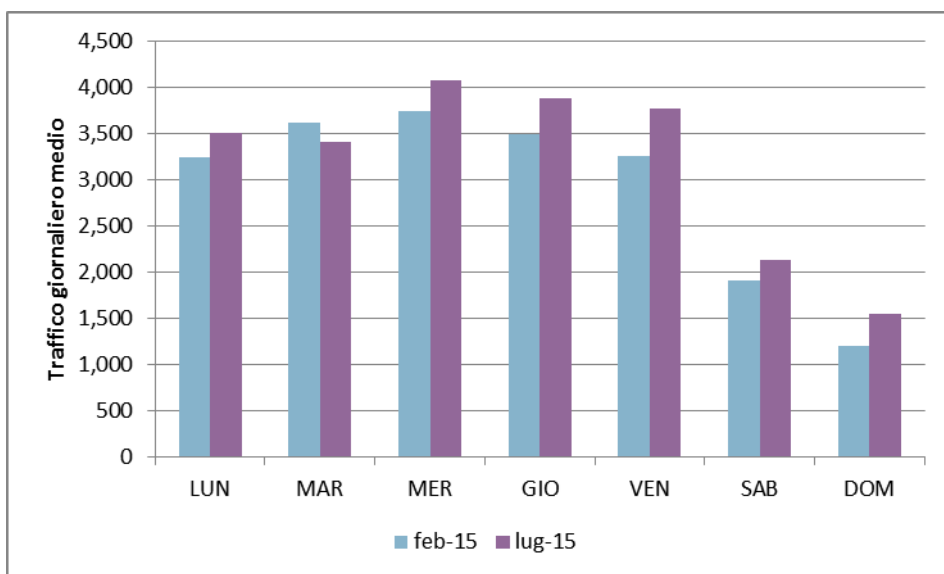


Figura 30 – Andamento settimanale alla Barriera di Salbertrand - Veicoli Pesanti
(Fonte: Elaborazione SDG su dati SITAF S.p.A.)

4.2.5 Andamento orario

L'analisi dei profili orari è volta a quantificare l'incidenza degli spostamenti che si verificano nei periodi di punta rispetto al totale giornaliero.

Nella figura sottostante si riportano i profili orari per entrambe le barriere in un giorno feriale di Febbraio 2015, suddivisi in leggeri e pesanti. Per quanto concerne i veicoli leggeri le ore di punta del mattino sono concentrate tra le ore 08:00 e le ore 10:00 con un picco superiore ai 550 veicoli/h alla barriera di Avigliana e di 340 veicoli/h alla barriera di Salbertrand; alla sera i rientri sono concentrati tra le 17:00 e le 18:00 con dei picchi superiori a quelli della mattina.

I veicoli pesanti hanno, invece, un andamento più uniforme durante le ore centrali della giornata.

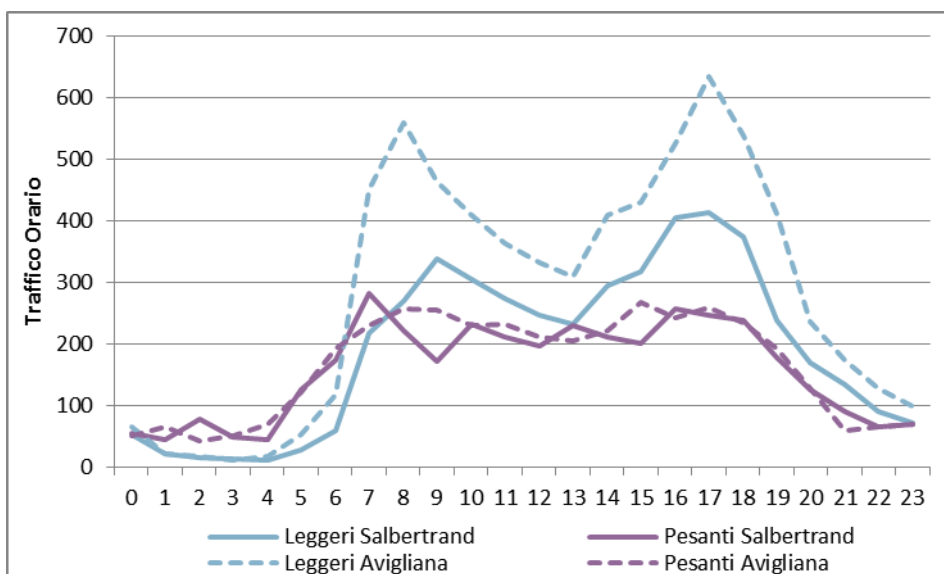


Figura 31 – Andamento orario alle Barriere, giorno feriale di Febbraio 2015
(Fonte: Elaborazione SDG su dati SITAF S.p.A.)

Si riportano inoltre i dati relativi a Luglio 2016, nella tratta della A32 prossima a Chiomonte; non essendoci ulteriori svincoli, i dati coincidono con i transiti alla barriera di Salbertrand.

Nel mese di Luglio il profilo giornaliero presenta picchi meno accentuati, il traffico risulta infatti sostenuto durante tutte le ore centrali della giornata.

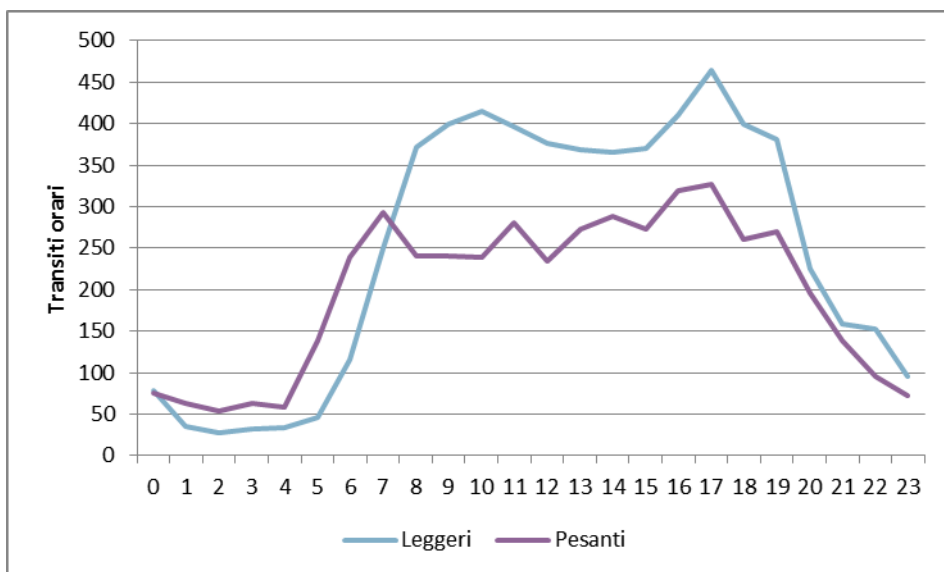


Figura 32 – Andamento orario A32 (Chiomonte), giorno feriale di Luglio 2016
(Fonte: Elaborazione SDG su dati SITAF S.p.A.)

4.3 Il traffico sulla viabilità ordinaria

Per analizzare le caratteristiche della mobilità sulla viabilità ordinaria si è fatto riferimento ai dati rilevati da 5T su 2 postazioni il cui posizionamento è visibile nell'immagine seguente.

I dati forniti sono stati utilizzati per completare il quadro della domanda attratta e generata nell'area di studio.



Figura 33 – Localizzazione postazione di rilievo

Per ciascuna delle postazioni evidenziate in mappa, sono stati forniti i flussi orari complessivi rilevati nel Febbraio 2012 e il flusso giornaliero medio mensile dall'anno 2008 al 2016 per i mesi disponibili.

Il flusso giornaliero registrato su entrambe le postazioni evidenzia che la zona oggetto di studio non è soggetta a volumi di traffico elevati. Le due sezioni inoltre si trovano in prossimità di centri abitati con una popolazione più elevata, quindi caratterizzati da una capacità di generare e attrarre spostamenti più elevata, rispetto ai centri abitati appartenenti all'area di studio.

| | Sezione 1 | Sezione 2 |
|--------------------------------------|-----------|-----------|
| Traffico totale medio giorno feriale | 6.674 | 5.283 |

Figura 34 – Flussi giornalieri rilevati sulla SS24 a est di Susa (Febbraio 2012)
(Fonte: Elaborazione SDG su dati 5T)

Il profilo orario del traffico leggero del giorno feriale di febbraio mostra picchi marcati nelle ore di punta del mattino 7.00-9.00 e della sera 17.00-19.00. Complessivamente, il traffico registrato in queste quattro ore rappresenta più del 30% del totale giornaliero. Tale andamento riflette l'elevato numero di spostamenti per motivi di studio e lavoro, tipici del giorno feriale.

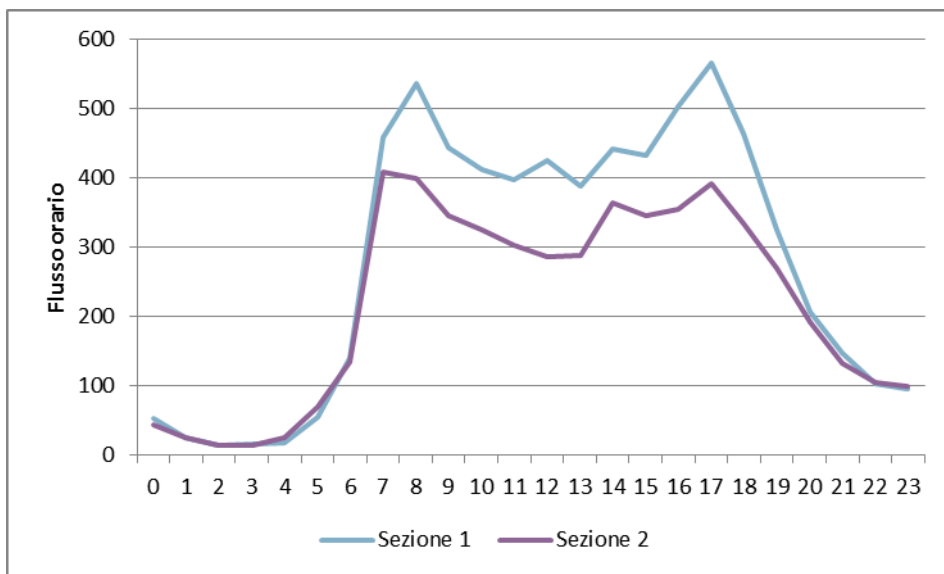


Figura 35 – Andamento orario viabilità ordinaria, giorno feriale di Febbraio 2012

Si riporta inoltre il trend storico dei flussi rilevati sulla postazione 2. I dati per gli anni 2013 e 2014 sono parziali in quanto i rilevamenti sono stati effettuati solo in alcuni mesi; il valore per i mesi mancanti è stato quindi ricostruito sulla base dell'andamento degli anni precedenti.

Il trend mostra come i flussi negli anni non abbiano subito variazioni importanti, ad esclusione del calo rilevato nel 2014.

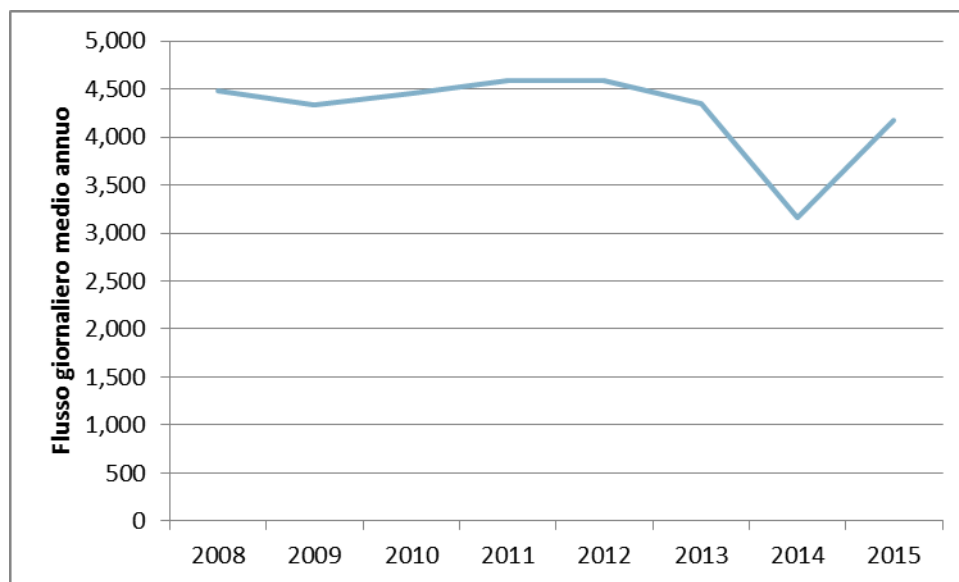


Figura 36 – Trend storico Sezione 2

5. Il modello di simulazione del traffico

5.1 Introduzione

In questo Capitolo vengono descritti i dati di base, la metodologia e le principali ipotesi adottate nella definizione del modello di simulazione del traffico elaborato per stimare i flussi di traffico sul nuovo svincolo autostradale di Chiomonte.

In particolare, vengono illustrate le caratteristiche del modello di simulazione del traffico veicolare relativo all'ora di punta del mattino (08.00-09.00) del giorno feriale medio di Luglio 2016 utilizzato come base per le previsioni di traffico e ricavi del collegamento di progetto.

5.2 Il modello di rete utilizzato

Per simulare gli effetti della nuova infrastruttura sulla circolazione nell'area di studio, è stato implementato un modello di simulazione del traffico privato, composto da auto e mezzi pesanti.

Nell'ambito di questo studio è stato utilizzato il software VISUM, sviluppato dalla società tedesca Ptv AG Karlsruhe; tale programma incorpora un modello di domanda, un modello di rete e un modello di assegnazione:

- Il modello di domanda consente la rappresentazione dei dati sulla domanda di trasporto;
- Il modello di rete descrive i dati relativi all'offerta di trasporto per le reti di trasporto individuale;
- Il modello di assegnazione simula gli equilibri tra domanda e offerta di trasporto assumendo come input i dati resi disponibili dal modello di domanda e dal modello di rete.

VISUM assegna il traffico sulla rete stradale, ovvero stima i percorsi effettuati dagli utenti sulla rete viaria e i flussi sui singoli archi stradali relativi al periodo di tempo della simulazione.

5.2.1 Domanda di trasporto

Nel modello, la domanda di trasporto è stata rappresentata tramite matrici Origine/Destinazione in relazione alla zonizzazione territoriale adottata.

L'area di studio è stata circoscritta e discretizzata in zone di traffico, assumendo che la mobilità rilevante si manifesti solo fra le zone. Le zone sono quanto più omogenee tra loro dal punto di vista dimensionale e socioeconomico, secondo criteri legati al tipo di analisi da effettuare, alla grandezza dell'area e alla reperibilità dei dati. Il territorio esterno al dominio è stato suddiviso in zone dette "esterne" che rappresentano le aree che interagiscono col sistema pur non essendo oggetto di studio.

La zonizzazione adottata è invece di livello comunale nella parte interessata dalla nuovo svincolo, mentre le zone esterne sono state aggregate a livello provinciale.

5.2.2 Offerta di trasporto

La rete stradale descritta nel grafo del modello di simulazione è schematizzata come successione di archi che vengono descritti in base alle loro caratteristiche fisico - geometriche.

Ogni arco della rete stradale è stato descritto secondo le caratteristiche geometriche della strada, specificando il tipo di arco, il numero di corsie, la lunghezza, la capacità di trasporto e la velocità di deflusso a rete scarica.

Per capacità di un sistema di trasporto si intende il flusso massimo che può circolare su una tratta dell'infrastruttura durante un intervallo di tempo fissato, tenendo conto delle caratteristiche geometriche della strada e delle condizioni di circolazione.

Nel modello del presente studio è stata seguita la seguente classificazione:

| Tipologia | Corsie per direzione | Capacità per direzione [veicoli/ora] | Velocità a rete scarica [Km/ora] |
|-------------------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| Autostrade | 2 | 4.000 | 110 / 130 |
| Rampa autostradale | 1 | 2.000 | 40 |
| Strade extraurbane principali | 1 | 1.800 | 70 |
| | 1 | 1.200 / 1.000 | 75 / 60 |
| Strade extraurbane secondarie | 1 | 1.000 / 800 | 70 / 50 |
| Strade urbane principali | 1 | 800 | 50 |

Figura 37 – Classificazione archi stradali

La rete implementata nel modello ricostruisce il sistema della viabilità extraurbana esistente ed ha le seguenti caratteristiche:

| Rete attuale | Numero elementi |
|-----------------------|-----------------|
| Zone | 12 |
| Archi monodirezionali | 236 |
| Nodi | 83 |

Figura 38 – Dimensione della rete attuale

5.2.3 Algoritmo di assegnazione

Il modello VISUM utilizza specifici algoritmi per calcolare i volumi di traffico sui singoli archi della rete stradale.

Gli algoritmi di assegnazione permettono di simulare il comportamento degli automobilisti che sono portati a scegliere l'itinerario del viaggio minimizzando il costo generalizzato del trasporto, ovvero, la lunghezza dell'itinerario e gli eventuali costi monetari ed il tempo di viaggio; mentre i primi due parametri dipendono esclusivamente dalle caratteristiche fisiche della rete stradale, il tempo di viaggio è invece influenzato dai flussi di veicoli che occupano gli archi.

La procedura di assegnazione è basata su un algoritmo per la ricerca degli itinerari ottimi. Ogni itinerario viene calcolato minimizzando una funzione di costo che sinteticamente può essere espressa dalla formula:

- Costo gen. = tempo x Fatt_tempo + CostoOiesimo x Fatt_CostOesimo + Costoennesimo x Fatt_CostOennesimo

A rete scarica il tempo di percorrenza è unicamente funzione della velocità massima consentita dai limiti di circolazione, mentre in presenza di altri autoveicoli la velocità è inferiore e dipende dal livello di congestione.

Nel modello costruito, il costo generalizzato di viaggio è stato calcolato considerando:

- Per i veicoli leggeri: il costo del tempo di viaggio più l'eventuale pedaggio;
- Per i veicoli pesanti: il costo del tempo di viaggio, i costi operativi e il pedaggio.

Il tempo di percorrenza con un dato flusso di veicoli viene dunque determinato con una funzione detta “capacity restraint” (funzione CR), che descrive la relazione tra flusso e capacità di una strada. Le formule utilizzate da VISUM sono note come funzioni HCM (dal manuale americano “Highway Capacity Manual”).

Il flusso del traffico presente sulla rete viene calcolato con la seguente funzione:

$$q = \sum_{i=1}^{NumSist} q_i + q_{precarico}$$

dove:

- q_i rappresenta il flusso di ogni sistema “i” di trasporto,
- $q_{precarico}$ rappresenta il volume preliminare e rappresentativo di una mobilità non riportata direttamente nella matrice O/D.
- Il tempo di percorrenza viene calcolato per ogni arco con la formula seguente:

$$t_{corr} = t_0 \cdot \left(1 + a \left(\frac{q}{q_{max} \cdot c} \right)^b \right)$$

dove:

- $t_{corrente}$ è il tempo calcolato durante la simulazione
- t_0 è il tempo di percorrenza con la rete scarica
- q_{max} è la capacità dell'arco stradale
- a, b, c , sono parametri caratteristici che variano con la tipologia degli archi.

La procedura di calcolo utilizzata è quella detta “assegnazione all'equilibrio”: essa contempla una prima assegnazione incrementale, in modo che il numero di veicoli presenti sulla rete aumenti gradualmente e di conseguenza l'impedenza di ogni tratto di strada possa variare gradualmente in funzione del flusso. In seguito vengono effettuate diverse iterazioni per ricercare i percorsi con impedenza inferiore e quindi bilanciare i flussi sui nuovi itinerari.

Questa procedura è coerente con il Primo Principio di Wardrop e sottintende l'ipotesi che gli utenti conoscano perfettamente lo stato del traffico sulla rete e decidano di conseguenza l'itinerario migliore.

5.2.4 Calibrazione del modello

Il modello si ritiene calibrato quando i risultati delle simulazioni dello stato di fatto ricostruiscono con buona precisione i dati di traffico rilevati.

La precisione della calibrazione viene valutata in base ai seguenti parametri statistici:

- Coefficiente di correlazione R2: è anche detto indice di correlazione di Bravais-Person e dà una misura della dipendenza tra due variabili;

- Indice
$$GEH = \sqrt{\frac{(\text{flusso_simulato} - \text{flusso_osservato})^2}{(\text{flusso_simulato} + \text{flusso_osservato}) * 0.5}}$$
 :

la letteratura di settore indica che tale valore deve avere un valore massimo sempre inferiore a 8;

- Confronto calcolato – misurato: i valori di traffico teorici, calcolati mediante il modello, devono essere molto vicini ai valori di traffico rilevati mediante i conteggi; in una buona calibrazione il coefficiente di correlazione della retta di regressione lineare deve essere prossimo a 1, che rappresenta il coefficiente angolare della retta bisettrice.

5.3 Le ipotesi utilizzate

5.3.1 Scenari di Simulazione

Per quel che riguarda l'evoluzione della rete per gli anni futuri è stato simulato l'orizzonte temporale al 2030, anno in cui si prevede il completamento dello svincolo Chiomonte con collegamento alla SS24.

Nello scenario ipotizzato si assume l'apertura al transito della galleria di sicurezza del Tunnel del Frejus avvenga a Gennaio 2020. Riteniamo che l'aumento di traffico leggero, in maggior parte di breve percorrenza, interessi solo in quota minore le barriere di Salbertrand e Avigliana, che potrebbero invece risentire di un aumento maggiore in termini di mezzi pesanti.

Complessivamente l'impatto dell'apertura al traffico della galleria di sicurezza è dello 0,4% alla barriera di Salbertrand e 0,3% alla barriera di Avigliana.

Per un principio di cautela, invece, non è stato considerato l'impatto sul traffico leggero dell'apertura della linea AV Torino-Lione che dovrebbe spostare una quota del traffico stradale su ferro.

5.3.2 Crescita della Domanda di Trasporto

Per sviluppare le previsioni di traffico relative al 2030 occorre determinare l'evoluzione futura della domanda di mobilità attuale (2015) dell'area di studio.

Le ipotesi adottate alla base di tale processo sono differenti per tipologie di spostamento:

- Traffico di attraversamento: è il traffico autostradale di lunga percorrenza che ha origine e destinazione al di fuori dell'area di studio (include tutti i transiti alla barriera di Salbertrand, abbonati esclusi).

- Traffico sistematico autostradale: spostamenti che transitano dalla barriera di Salbertand usufruendo dell'abbonamento residenti;
- Traffico locale: è il traffico che utilizza la viabilità ordinaria ed è costituito dagli spostamenti sistematici inclusi nella matrice ISTAT 2011 e da una quota aggiuntiva di spostamenti non sistematici.

Mentre il traffico autostradale di attraversamento seguirà l'evoluzione della mobilità sull'Autostrada A32, gli spostamenti di carattere locale che attualmente utilizzano la viabilità ordinaria non varieranno significativamente nel corso dei prossimi anni. Tale traffico, che costituirà la quota preponderante sul nuovo collegamento, appare infatti stabile, sulla base del trend della popolazione e dei dati di traffico rilevati sulla rete ordinaria.

L'evoluzione del traffico autostradale è stata invece stimata grazie a modelli di regressione in grado di fornire la variazione percentuale della mobilità in funzione della variazione dei parametri socio-economici rappresentativi.

Le previsioni dei futuri flussi di traffico autostradale sono basate su ipotesi relative alle seguenti variabili:

- Crescita del PIL italiano e francese;
- Incrementi tariffari applicati alle barriere della A32;
- Incrementi del prezzo del carburante.

Le previsioni del PIL pubblicate dal Consensus Forecasts (Aprile e Luglio 2016) per Francia ed Italia sono riportate nella tabella seguente.

| Anno | Previsioni PIL (Consensus Forecasts Aprile 2016) | | |
|-----------|--|---------|-------|
| | Italia | Francia | Media |
| 2016* | 0,9 | 1,5 | 1,2 |
| 2017* | 0,9 | 1,3 | 1,1 |
| 2018 | 1,2 | 1,6 | 1,4 |
| 2019 | 1,2 | 1,6 | 1,4 |
| 2020 | 1,1 | 1,5 | 1,3 |
| 2021 | 1,1 | 1,4 | 1,3 |
| 2022-2026 | 1,2 | 1,3 | 1,3 |

Figura 39 – Previsioni PIL a confronto
(Fonte: *Consensus Forecasts Luglio 2016)

Il profilo tariffario da adottare è stato fornito da SITAF, per le barriere della A32 gli incrementi tariffari previsti dal 2017 in avanti sono riportati nella tabella seguente e sono dell'ordine del 5,5%.

| Anno | Salbertrand | | Avigliana | |
|------|-------------|---------|-----------|---------|
| | Leggeri | Pesanti | Leggeri | Pesanti |
| 2017 | 5,48% | 5,48% | 5,48% | 5,48% |
| 2018 | 5,48% | 5,48% | 5,48% | 5,48% |
| 2019 | 5,48% | 5,48% | 5,48% | 5,48% |
| 2020 | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% |
| 2021 | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% |

Figura 40 – Incrementi tariffari futuri (valori reali)
(Fonte: Fonte: SITAF S.p.A)

Per le previsioni circa la dinamica del prezzo del carburante, in particolare il diesel, la fonte utilizzata è l'EIA (U.S. Energy Information Administration). Gli incrementi, quando previsti, si muovono entro un intervallo compreso tra lo 0,2% e l'1,7%.

Applicando le previsioni delle variabili socio-economiche significative ai modelli econometrici, sono state stimate le crescite annue della mobilità dal 2017 in avanti. La stima di crescita al 2016 si basa invece sull'andamento mensile fino a Maggio 2016 del traffico alle barriere di Salbertrand e Avigliana ed ipotizzando per i mesi rimanenti valori in linea con il 2015 per il traffico leggeri e leggermente superiori (+2%) per il traffico pesante.

L'incremento medio annuale di crescita del traffico tra le barriere di Salbertrand e Avigliana è stato applicato uniformemente a tutte le relazioni O-D autostradali delle matrici 2015, ricavando le matrici previsionali relative all'anno 2030.

| Anno | Barriera di Salbertrand | | Barriera di Avigliana | | Incremento medio sulla A32 | |
|-----------|-------------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|----------------------------|-----------------|
| | Veicoli Leggeri | Veicoli Pesanti | Veicoli Leggeri | Veicoli Pesanti | Veicoli Leggeri | Veicoli Pesanti |
| 2016 | -0,1% | 3,9% | -0,3% | 3,6% | -0,2% | 3,8% |
| 2017 | 0,4% | 1,6% | 0,5% | 1,7% | 0,5% | 1,7% |
| 2018 | 0,4% | 1,9% | 0,5% | 1,9% | 0,5% | 1,9% |
| 2019 | 0,4% | 1,9% | 0,5% | 2,0% | 0,5% | 2,0% |
| 2020-2025 | 1,2% | 1,6% | 1,2% | 1,6% | 1,2% | 1,6% |
| 2026-2033 | 1,0% | 1,3% | 1,0% | 1,3% | 1,0% | 1,3% |
| 2034-2040 | 0,7% | 1,2% | 0,7% | 1,2% | 0,7% | 1,2% |
| 2041-2050 | 0,7% | 1,0% | 0,7% | 1,0% | 0,7% | 1,0% |

Figura 41 – Incrementi medi annui del traffico

5.3.3 Valore del Tempo

Il Valore del Tempo (VOT) utilizzato nel modello di simulazione e riguardante i veicoli leggeri è stato calcolato applicando una metodologia di calcolo consolidata che si fonda su specifiche relazioni tra VOT e specifici indicatori socio-economici (redditi interni da lavoro dipendenti e unità di lavoratori dipendenti suddivisi per attività economiche in Piemonte al 2013).

Le diverse fasce di reddito sono state stimate sulla base dei dati ISTAT, nello specifico:

- Reddito da lavoro dipendente per attività economiche;
- Occupati dipendenti per attività economiche.

Per i veicoli leggeri si è ripartita l'utenza in tre categorie al fine di assegnare a ciascuna di esse un distinto valore del tempo:

- Traffico di attraversamento: il valore del tempo è stato posto pari al salario medio lordo del Piemonte più eventuali costi aggiuntivi (ad esempio sicurezza sociale, tasse..), che per l'area di studio sono stati posti pari al 15% del salario medio lordo;
- Traffico sistematico autostradale e locale: il valore del tempo medio è stato calcolato come il 50% del reddito medio orario (*Victoria Transport Policy Institute*, 2007) di tutte le attività economiche .

La metodologia adottata ha restituito un valore medio ponderato tra le diverse categorie pari a 15,26 €/h, valore piuttosto alto, ma in linea con la composizione della domanda, che vede una alta percentuale di traffico di attraversamento.

| Motivo dello spostamento | % | VOT (€/h) |
|--------------------------|---------------|--------------|
| Attraversamento | 23,0% | 26,10 |
| Sistematico autostradale | 38,5% | 12,02 |
| Locale | 38,5% | 12,02 |
| TOTALE | 100,0% | 15,26 |

Figura 42 – Valore del tempo utenti auto

Il valore del tempo proposto per i veicoli pesanti è stato calcolato applicando un valore del tempo medio di circa €3 a ton/km all'ora (HETACO, 2005) al carico medio trasportato dalle diverse categorie di veicoli pesanti che transitano nell'area di interesse e tenendo conto del diverso peso delle classi di veicoli pesanti sul traffico merci complessivo. Per l'autostrada A32 è stato stimato un valore del tempo medio orario dei veicoli pesanti pari a 35,08 €/h.

5.3.4 Fattori di annualizzazione

Il modello di traffico utilizzato nell'ambito dello studio riproduce e simula gli spostamenti relativi al giorno feriale medio estivo (Luglio) nell'ora media di punta della mattina.

E' necessario quindi elaborare una serie di fattori di conversione che permettano di convertire i flussi di traffico dell'ora di punta del giorno medio feriale di Luglio in

flussi giornalieri e annuali tenendo conto dei fattori di stagionalità tipici dell'area in esame.

Tali fattori di annualizzazione sono stati ricavati dai profili orari, settimanali e mensili del traffico autostradale dell'A32 in corrispondenza della Barriera di Salbertrand ipotizzando che l'andamento giornaliero del traffico sarà simile a quello registrato attualmente lungo tale autostrada. In particolare il procedimento prevede:

- Analisi del traffico alla barriera nell'ora di punta del giorno medio feriale di Luglio;
- Rapporto fra il traffico nell'ora di punta del giorno medio feriale di Luglio e quello medio annuo.

I coefficienti di annualizzazione così calcolati risultano:

- Veicoli Leggeri: 10,54;
- Mezzi Pesanti: 10,17.

Per ottenere il Traffico Giornaliero Medio Anno a partire dai risultati del modello di traffico vengono quindi utilizzate le seguenti formule:

- Per i veicoli leggeri:
 - Traffico Giornaliero Medio Anno = Traffico nell'Ora di Punta di Luglio * 18,15.
- Per i mezzi pesanti:
 - Traffico Giornaliero Medio Anno = Traffico nell'Ora di Punta di Luglio * 11,73.

5.3.5 Sintesi delle principali ipotesi adottate

Sulla base delle valutazioni illustrate in precedenza, di seguito sono riassunte le principali ipotesi adottate nell'ambito dello studio di traffico relativamente all'Offerta e alla Domanda di trasporto e ai parametri comportamentali adottati per l'area di studio.

| | Ipotesi | |
|--|---|------|
| Classi veicolari | Veicoli Leggeri e Mezzi Pesanti | |
| Periodo simulato | Ora di punta del mattino del giorno feriale di Luglio | |
| Anni di Previsione | 2016 Anno Base | |
| Scenari futuri | 2030: scenario di collegamento dello svincolo con la SS24 | |
| Crescita media annua complessiva - Veicoli Leggeri | 2016-2020 | 0,5% |
| | 2020-2030 | 1,1% |
| | 2030-2040 | 0,8% |
| Crescita media annua complessiva – Veicoli Pesanti | 2016-2020 | 2,2% |
| | 2020-2030 | 1,4% |
| | 2030-2040 | 1,2% |
| VOT Leggeri | 16,86 €/h medio | |
| VOT Pesanti | 35,08 €/h medio | |
| Crescita VOT Leggeri | PIL pro-capite * 0,75 | |
| Crescita VOT Pesanti | PIL * 0.75 | |

| | Ipotesi |
|-----------------------------------|----------------|
| Fattori di annualizzazione: | Leggeri: 18,15 |
| Rapporto punta/giorno medio annuo | Pesanti: 11,73 |

Figura 43 – Lista delle principali ipotesi - Offerta

6. Principali risultati

6.1 Le previsioni di traffico sul nuovo svincolo

In questo capitolo sono riportate le previsioni di traffico ottenute utilizzando la metodologia e le ipotesi descritte nei Capitoli precedenti.

Le stime di traffico sono state prodotte sulla base del modello di traffico dell'ora di punta del mattino di un giorno feriale del mese di Luglio al 2030, anno di apertura al traffico, considerando separatamente i veicoli leggeri (classe A), ed i pesanti (classi B, 3, 4, 5).

| Direzione | Leggeri | Pesanti | Totali |
|----------------|---------|---------|--------|
| Dir. Chiomonte | 48 | 3 | 51 |
| Dir. Torino | 56 | 5 | 61 |
| Totale | 104 | 8 | 112 |

Figura 44 – Traffico orario sullo svincolo di Chiomonte (anno 2030 – mese di Luglio)

Utilizzando l'andamento mensile del traffico alla barriera di Salbertrand, che dà un'indicazione dei periodi di maggior afflusso turistico sia invernale che estivo, è stato possibile ricavare un traffico giornaliero medio sullo svincoli in diversi periodi dell'anno.

Nel 2030 il traffico sul nuovo svincolo si prevede pari a circa 2.000 VTGM su entrambe le direzioni, di cui circa il 5% di pesanti.

| Periodo | Leggeri | Pesanti | Totali |
|-----------------|---------|---------|--------|
| Mese di Luglio | 2.871 | 109 | 2.980 |
| Mese di Ottobre | 1.348 | 100 | 1.448 |
| Medio annuo | 1.887 | 94 | 1.981 |

Figura 45 – Traffico giornaliero medio bidirezionale (anno 2030)

Di seguito si riporta il flussogramma generale del modello all'anno 2030 ed uno zoom sul territorio di Chiomonte.

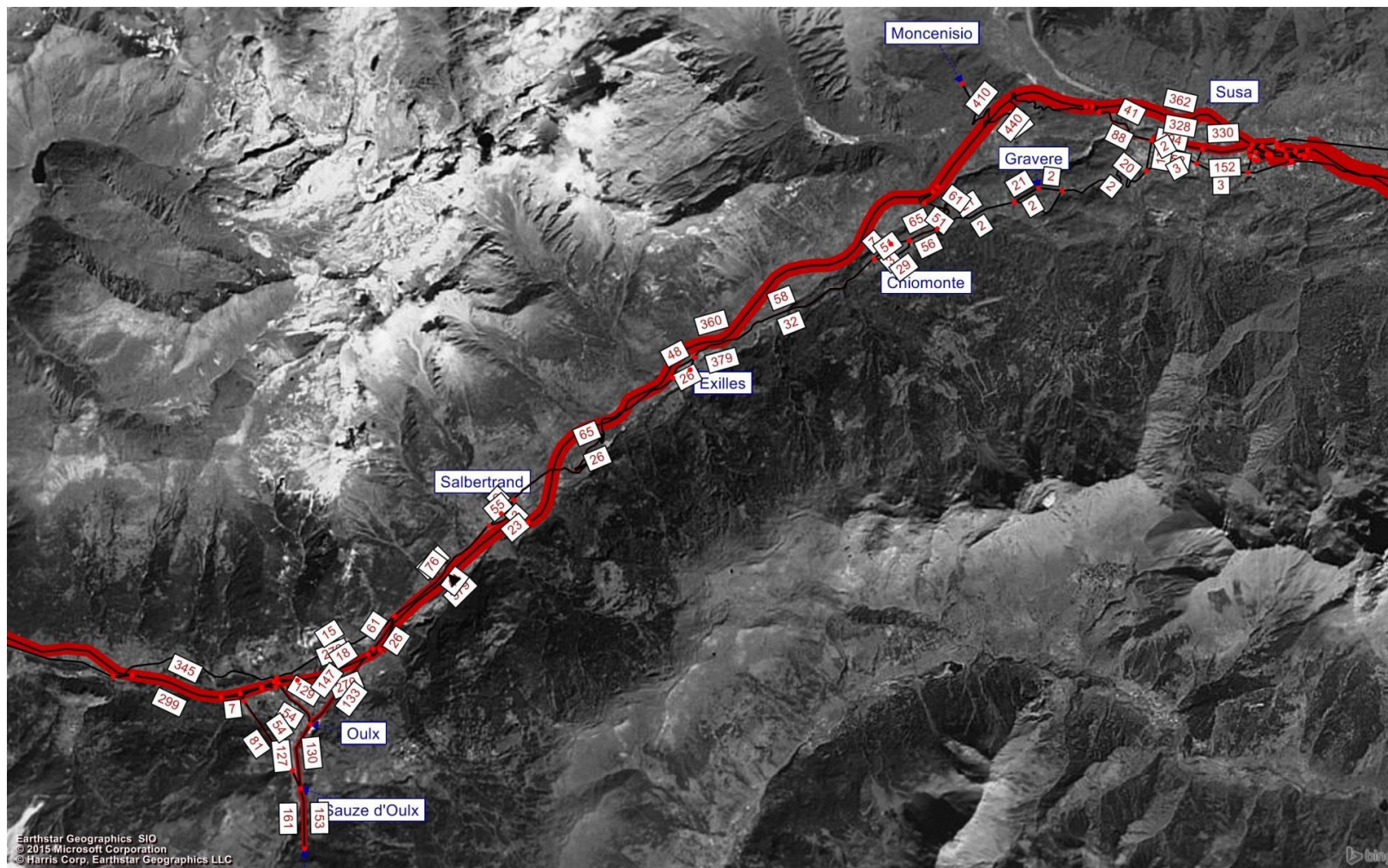


Figura 46 – Flussogramma generale, 2030



Figura 47 – Flussogramma 2030, zoom su Chiomonte

7. Conclusioni

Le previsioni di traffico sullo svincolo di Chiomonte sono state ottenute implementando un modello di traffico dell'area di studio, calibrato sui dati rilevati sulla A32 e sulla viabilità locale.

Il periodo simulato dal modello è l'ora di punta di un giorno medio feriale di Luglio 2016, coerentemente con i dati di traffico rilevati sulla A32 nella sezione in corrispondenza del nuovo svincolo di Chiomonte.

Il traffico orario sul nuovo svincolo al 2030, anno previsto di completamento e collegamento alla SS24, è di circa 60 veicoli/ora per direzione, di cui un 7% è rappresentato dal traffico pesante.

Tali valori sono riferiti ad un periodo di picco, in quanto Luglio è, insieme ad Agosto, il mese in cui il traffico è maggiore nell'area di studio. Rispetto alla media annua i mesi estivi sulla A32 registrano, infatti, valori di traffico superiori di oltre il 40%.

I valori orari del modello sono stati quindi convertiti in traffico giornaliero utilizzando il rilievo effettuato a Luglio 2016 sulla sezione della A32 corrispondente al nuovo svincolo autostradale.

Utilizzando inoltre l'andamento mensile del traffico alla barriera di Salbertrand fornito da SITAF, che dà un'indicazione dei periodi di maggior afflusso turistico sia invernale che estivo, è stato possibile ricavare un traffico giornaliero medio sullo svincoli in diversi periodi dell'anno.

Nei periodi di picco estivo (Luglio e Agosto) risulta quindi un traffico bidirezionale sullo svincolo attorno ai 3.000 veicoli/giorno con una quota di veicoli pesanti di quasi il 4%, mentre nei mesi invernali senza afflussi turistici (Ottobre e Novembre) i valori scendono a circa 1.500 veicoli/giorno. Il traffico giornaliero medio annuo è di circa 2.000 veicoli/giorno.

Dato che il nuovo svincolo sarà utilizzato principalmente per spostamenti originati o diretti ai comuni di Salbertrand, Exilles, Chiomonte e Gravere, che oggi utilizzano la viabilità locale (SS24), riteniamo che negli anni successivi al 2030 il traffico sullo svincolo non mostrerà incrementi significativi. Il trend sulla viabilità locale è, infatti, stabile e l'andamento della popolazione residente risulta addirittura in calo.