Relazione Tecnica

autostrade per l'italia
Società per azioni

ATTUAZIONE DELLA DIRETTIVA 2002/49/CE RELATIVA ALLA DETERMINAZIONE E GESTIONE DEL RUMORE AMBIENTALE

MAPPATURA ACUSTICA DELLA RETE DI AUTOSTRADE PER L'ITALIA S.P.A.

DECRETO LEGISLATIVO 19 AGOSTO 2005, N° 194

AGGIORNAMENTO DELLE IMMISSIONI DELL'INTERA RETE

RELAZIONE TECNICA – AGGIORNATA ALLE LINEE GUIDA DEL 2 OTTOBRE 2017

Luglio 2018

INDICE

1. INTRODUZIONE GENERALE 4

2. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO 7

3. DESCRIZIONE DELL'INFRASTRUTTURA STRADALE 10

3.1. Dati di traffico e loro distribuzione 10

3.1.1. Principio di funzionamento SicVe (Tutor) 10

3.2. Elenco assi stradali principali e Flussi di traffico 12

3.2.1. ASSE IT_a_rd0002001 12
3.2.2. ASSE IT_a_rd0002002 14
3.2.3. ASSE IT_a_rd0002003 14
3.2.4. ASSE IT_a_rd0002004 15
3.2.5. ASSE IT_a_rd0002005 15
3.2.6. ASSE IT_a_rd0002006 16
3.2.7. ASSE IT_a_rd0002007 16
3.2.8. ASSE IT_a_rd0002008 17
3.2.9. ASSE IT_a_rd0002009 18
3.2.10. ASSE IT_a_rd0002010 18
3.2.11. ASSE IT_a_rd0002011 19
3.2.12. ASSE IT_a_rd0002012 20
3.2.13. ASSE IT_a_rd0002013 21
3.2.14. ASSE IT_a_rd0002014 22
3.2.15. ASSE IT_a_rd0002015 22
3.2.16. ASSE IT_a_rd0002016 23
3.2.17. ASSE IT_a_rd0002017 24
3.2.18. ASSE IT_a_rd0002018 24
3.2.19. ASSE IT_a_rd0002019 25

4. CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA DI INDAGINE E RELATIVI RICETTORI 26

5. PROGRAMMI DI CONTENIMENTO DEL RUMORE 27

5.1 - Nuove tratte e ampliamenti di carreggiata 27

6. METODI DI CALCOLO E MODELLI APPLICATI 33

6.1. Caratteristiche generali 34

6.2. Modello di propagazione 36

6.2.1. Effetti meteorologici 36
6.2.2. Decomposizione in sorgenti elementari e definizione dei parametri funzionali 39
6.2.3. Divergenza geometrica 40
6.2.4. Assorbimento atmosferico 40
6.2.5. Effetto del suolo 40
6.2.6. Diffrazione 44
6.2.7. Riflessioni sugli ostacoli verticali 47

6.3. Modello di emissione 47

6.3.1. Categorie veicoli 47
6.3.2. Categorie pavimentazioni e tipologia di infrastruttura stradale 48
6.3.3. Condizioni di traffico 48
6.3.4. Calcolo dell'emissione 49
6.3.5. Modello di sorgente 50

6.4. Adattamento del codice di calcolo NMPB 50

6.5. Aggiornamento banca dati di emissione 51
6.5.1. Stato dell'arte 51
6.5.2. Misure di Statistical Pass-by 52
6.6. Categorie veicoli e condizioni di flusso 53
6.7. Confronto dell'algoritmo di calcolo NMPB con diverse banche dati 55
6.7.1. Calibrazione del modello 56

7. STIME DEI RESIDENTI, DEGLI EDIFICI ESPOSTI A LIVELLI SONORI IN FASCE STABILITE E RICETTORI SENSIBILI 58

8. SINTESI DEI RISULTATI 66

9. MATERIALE TRASMESSO 67

10. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI 72

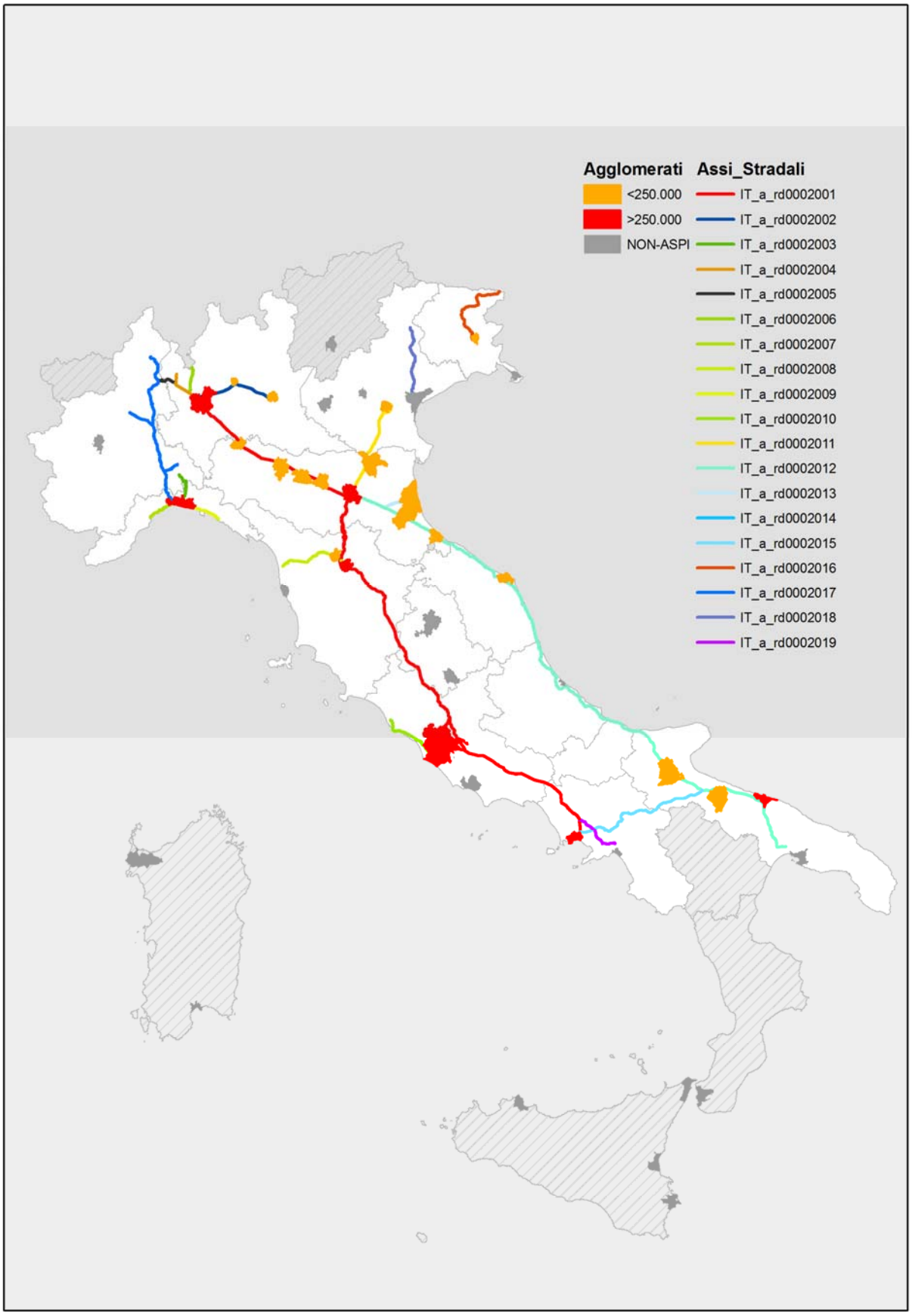
1. INTRODUZIONE GENERALE

Secondo quanto riportato dall'art. 3, comma 3 lettera b del Decreto Legislativo 194 del 19 agosto 2005, Autostrade per l'Italia S.p.A. (di seguito ASPI), in qualità di gestore di infrastrutture stradali (sulle quali transitano oltre 3 milioni di veicoli all'anno) è tenuta a trasmettere agli Enti competenti i dati relativi alla "Mappatura Acustica" entro il 30 giugno 2017 con l'identificativo gestore IT_a_0002, assegnato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Gli obiettivi della direttiva europea 2002/49/CE, e quindi del decreto legislativo n. 194, sono quelli di "evitare e ridurre il rumore ambientale laddove necessario […], nonché di conservare la qualità acustica dell'ambiente quando questa è buona" e in modo più specifico "riguardano in particolare le priorità che possono essere individuate sulla base del superamento dei valori limite pertinenti".

Nella figura seguente sono rappresentati:

- gli assi stradali in gestione ad Autostrade per l'Italia
- i confini delle 14 regioni interessate dalla rete autostradale in gestione ad Autostrade per l'Italia S.p.A.
- in rosso gli agglomerati urbani che vengono attraversati dalla rete, con più di 250.000 abitanti residenti
- in arancione gli agglomerati urbani che vengono attraversati dalla rete, con abitanti residenti compresi tra 100.000 e 250.000
- in grigio gli agglomerati non interessati dall'attraversamento della rete di Autostrade per l'Italia


Agglomerati
<250.000
>250.000
NON-ASPI
Assi_Stradali
IT_a_rd0002001
IT_a_rd0002002
IT_a_rd0002003
IT_a_rd0002004
IT_a_rd0002005
IT_a_rd0002006
IT_a_rd0002007
IT_a_rd0002008
IT_a_rd0002009
IT_a_rd0002010
IT_a_rd0002011
IT_a_rd0002012
IT_a_rd0002013
IT_a_rd0002014
IT_a_rd0002015
IT_a_rd0002016
IT_a_rd0002017
IT_a_rd0002018
IT_a_rd0002019

Su tutta la rete descritta si sono svolte le attività previste per l'elaborazione della mappatura ai sensi del D.Lgs. 194/05 Allegato 4 ed in particolare per gli agglomerati urbani, con popolazione superiore a 100.000 abitanti, tali attività si sono riferite a:

- Ancona, Andria, Bari, Bergamo, Bologna, Brescia, Ferrara, Firenze, Foggia, Forlì, Genova, Milano-Monza, Modena, Napoli, Padova, Parma, Piacenza, Prato, Ravenna, Reggio Emilia, Rimini, Roma, Udine.

Si osservi che, rispetto al seconda fase di mappatura, hanno subito significative modifiche i seguenti agglomerati:

- Gli agglomerati di Milano (IT_a_ag00006) e Monza (IT_a_ag00024) sono confluiti nel nuovo macro-agglomerato di Milano (IT_a_ag00045) che include i seguenti comuni: Milano, Monza, Bresso, Cinisello Balsamo, Sesto San Giovanni, Muggiò, Lissone, Biassono, Vedano al Lambro, Villasanta, Concorezzo, Agrate Brianza, Brugherio, Cologno Monzese, Vimodrone, Segrate, Peschiera Borromeo, San Donato Milanese, Opera, Assago, Buccinasco, Corsico, Trezzano sul Naviglio, Cesano Boscone, Settimo Milanese, Rho, Pero, Arese, Bollate, Baranzate, Novate Milanese;
- Bologna ha modificato i confini del macro-agglomerato, che adesso include i comuni di: Bologna, San Lazzaro di Savena, Casalecchio di Reno, Castel Maggiore, Calderara di Reno.

Non sono invece interessati dalla rete autostradale ASPI i seguenti agglomerati: Bolzano, Cagliari, Catania, Latina, Livorno, Messina, Palermo, Perugia, Pescara, Reggio Calabria, Salerno, Sassari, Siracusa, Taranto, Terni, Torino, Trieste, Venezia, Verona, Vicenza.

2. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Il principale riferimento giuridico delle attività descritte in premessa è costituito dal decreto legislativo n. 194 del 19 agosto 2005 per il recepimento della direttiva comunitaria 2002/49/CE relativa alla determinazione e gestione del rumore ambientale. Per quanto riguarda i gestori/possessori di "assi stradali principali" sono entrati in vigore i seguenti obblighi:

entro 31/12/06: fornire i dati delle Mappe Acustiche relativamente alle tratte della propria rete con traffico superiore a 6.000.000 veicoli/anno e che ricadono entro gli agglomerati con popolazione superiore a 250.000 abitanti;

entro 30/06/07: trasmissione, alla Regione o alla Provincia autonoma competente, della Mappatura Acustica degli assi stradali principali su cui transitano più di 6.000.000 di veicoli all'anno nonché di alcuni dati statistici inerenti l'esposizione all'inquinamento acustico di persone ed edifici, riferiti al precedente anno solare. Nel caso di infrastrutture principali che interessano più regioni gli stessi enti trasmettono la mappatura acustica ed i dati statistici al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ed alle Regioni o Province autonome competenti;

entro 18/01/08: trasmissione del Piano di Azione relativo alle tratte della propria rete con traffico superiore a 6.000.000 veicoli/anno per gli agglomerati con popolazione superiore a 250.000 abitanti;

entro 18/07/08: trasmissione, alla Regione od alla Provincia autonoma competente, dei Piani di Azione per gli assi stradali principali su cui transitano più di 6.000.000 di veicoli all'anno tenendo conto dei risultati della Mappatura Acustica. Nel caso di infrastrutture principali che interessano più regioni gli stessi enti trasmettono i piani d'azione al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ed alle Regioni o Province autonome competenti;

entro 31/12/11: fornire i dati delle Mappe Acustiche relativamente alle tratte della propria rete con traffico superiore a 3.000.000 veicoli/anno e che ricadono entro gli agglomerati con popolazione superiore a 100.000 abitanti (da 100.000 a 250.000 prima comunicazione mentre per quelli al di sopra di 250.000 è un aggiornamento);

entro 30/06/12: trasmissione, alla Regione o alla Provincia autonoma competente, dell'aggiornamento della Mappatura Acustica degli assi stradali principali su cui transitano più di 3.000.000 di veicoli all'anno nonché di alcuni dati statistici inerenti l'esposizione all'inquinamento acustico di persone ed edifici, riferiti al precedente anno solare. Nel caso di infrastrutture principali che interessano più regioni gli stessi Enti trasmettono la mappatura acustica ed i dati statistici al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ed alle Regioni o Province autonome competenti;

entro 18/01/13: trasmissione del Piano di Azione relativo alle tratte della propria rete con traffico superiore a 3.000.000 veicoli/anno per gli agglomerati con popolazione superiore a 100.000 abitanti;

entro 18/07/13: trasmissione, alla Regione od alla Provincia autonoma competente, dei Piani di Azione per gli assi stradali principali su cui transitano più di 3.000.000 di veicoli all'anno tenendo conto dei risultati della Mappatura Acustica. Nel caso di infrastrutture principali che interessano più

regioni gli stessi enti trasmettono i piani d'azione al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ed alle Regioni o Province autonome competenti;

Dopo gli adempimenti dei bienni 2006-2007 e 2012-2013, è stato emanato il Decreto Legislativo 17 febbraio 2017, n° 42, "Disposizioni in materia di armonizzazione della direttiva nazionale in materia di inquinamento acustico" che introduce alcune variazioni al decreto legislativo n. 194.
Per la terza fase di mappatura, sono entrati in vigore i seguenti obblighi per gli enti gestori di infrastrutture di trasporto di interesse nazionale o che ricadono in più regioni:

- entro 31/01/17: trasmissione dei dati delle Mappe Acustiche relativamente alle tratte della propria rete con traffico superiore a 3.000.000 veicoli/anno e che ricadono entro gli agglomerati con popolazione superiore a 100.000 abitanti;
- entro 30/06/17: trasmissione, alla Regione o alla Provincia autonoma competente, della Mappatura Acustica degli assi stradali principali su cui transitano più di 3.000.000 di veicoli all'anno nonché di alcuni dati statistici inerenti l'esposizione all'inquinamento acustico di persone ed edifici, riferiti al precedente anno solare. Nel caso di infrastrutture principali che interessano più regioni gli stessi enti trasmettono la mappatura acustica ed i dati statistici al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ed alle Regioni o Province autonome competenti;
- entro 18/10/17: trasmissione dei dati dei Piani di Azione, tenendo conto dei risultati della Mappatura Acustica, relativamente alle tratte della propria rete con traffico superiore a 3.000.000 veicoli/anno e che ricadono entro gli agglomerati con popolazione superiore a 100.000 abitanti;
- entro 18/07/18: trasmissione, alla Regione od alla Provincia autonoma competente, dei Piani di Azione per gli assi stradali principali su cui transitano più di 3.000.000 di veicoli all'anno tenendo conto dei risultati della Mappatura Acustica. Nel caso di infrastrutture principali che interessano più regioni gli stessi enti trasmettono i piani d'azione al Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio ed alle regioni o province autonome competenti;

I contenuti e le prescrizioni di tale decreto vanno considerati congiuntamente a quanto disposto dalla vigente normativa nazionale relativa all'inquinamento acustico da traffico stradale, ovvero la legge quadro n. 447 del 1995, il decreto del Ministero dell'Ambiente del 29 novembre 2000 ed il decreto del Presidente della Repubblica del 30 marzo 2004. Infatti lo stesso decreto legislativo n. 194 all'art. 3 comma 5 (integrato col DL 42/2017) riporta quanto segue:
Le mappe acustiche strategiche e la mappatura acustica di cui ai commi 1 e 3 sono elaborate in conformità ai requisiti minimi stabiliti all'allegato 4, nonché ai criteri stabiliti con decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio, di concerto con i Ministeri della salute e delle infrastrutture e dei trasporti, sentita la Conferenza unificata, da adottare entro sei mesi dalla data di entrata in vigore del presente decreto, tenuto conto anche della normazione tecnica di settore. Le mappature acustiche sono redatte in conformità ai criteri e alle specifiche indicate dalla direttiva 2007/2/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 14 marzo 2007, che istituisce un'infrastruttura per l'informazione territoriale nella Comunità Europea (Inspire), sulla base di linee guida adottate, su proposta dell'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale (ISPRA), con decreto del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare.

L'art. 5 richiama invece i descrittori acustici e la loro applicazione, ed in modo particolare:

omissis

Ai fini dell'elaborazione e della revisione della mappatura acustica e delle mappe acustiche strategiche di cui all'articolo 3 sono utilizzati i descrittori acustici L_{den} e L_{night} calcolati secondo quanto stabilito all'allegato 1.

omissis

Fino all'emanazione dei decreti di cui al comma 2 si utilizzano i descrittori acustici ed i relativi valori limite determinati ai sensi dell'articolo 3 della legge n. 447 del 1995.

La Commissione Europea ha inoltre emanato linee guida e documenti relativi alle procedure con cui effettuare le mappe acustiche e trasmettere i relativi dati agli Enti interessati [(1)(2)(3)]

Il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare recependo le linee guida e le procedure della Commissione Europea ha predisposto le "Specifiche tecniche in merito alla predisposizione e consegna della documentazione digitale relativa alle mappature acustiche e mappe acustiche strategiche" [(5)].

Lo stesso Ministero ha redatto in data 30 novembre 2012 le "Linee guida per la redazione delle relazioni descrittive allegate ai piani di azione, destinate a gestire i problemi di inquinamento acustico ed i relativi effetti" [(6)] .

Le specifiche ministeriali sono state successivamente aggiornate in data 10 marzo 2017, 6 giugno 2017, 2 ottobre 2017, con l'emissione da parte del MATTM delle Linee Guida "Definizione del contenuto minimo delle relazioni inerenti alla metodologia di determinazione delle mappe acustiche e valori descrittivi delle zone soggette ai livelli di rumore" [(7)] e delle Specifiche Tecniche "Predisposizione e consegna della documentazione digitale relativa alle mappature acustiche e mappe acustiche strategiche (D.Lgs. 194/05)" [(8)]

3. DESCRIZIONE DELL'INFRASTRUTTURA STRADALE

Tutte le tratte autostradali gestite da Autostrade per l'Italia rientrano nella definizione di "assi stradali su cui transitano più di 3.000.000 di veicoli all'anno". Pertanto oggetto della Mappatura Acustica è l'intera rete, che interessa 14 regioni e 58 province, coinvolgendo il territorio di 677 comuni. Qui di seguito sono riportati alcuni dati descrittivi relativi all' anno 2016:

- lunghezza totale 2.854,6 km
- 46,89 miliardi km percorsi;
- 357 caselli/interconnessioni con il territorio;
- 205 aree di servizio e 100 aree di parcheggio;
- numero di carreggiate: la rete risulta costituita da 1607,4 km a due corsie per senso di marcia, 1133,9 km a tre corsie per senso di marcia, 75,7 km a 4 corsie per senso di marcia, 35,8 km su "2+2" corsie per senso di marcia e 1,8 km a 5 corsie per senso di marcia;
- planimetria: la rete risulta costituita in 1709 km con pendenza <1%, 602 km con pendenza compresa fra 1 e 2%, 266 km con pendenza compresa fra 2 e 3% e 268 km con pendenza >3%;
- tipologia di pavimentazione: la stesa di asfalto drenante ha raggiunto una copertura dell'83,6% della rete

Per quanto riguarda il territorio circostante la rete, si riscontrano molteplici e differenziati contesti naturali, morfologici ed antropici, il che rende difficile una descrizione dettagliata delle varie situazioni presenti. Si rimanda pertanto alla rappresentazione georeferenziata della rete, riportata negli shape-file allegati, ed alla descrizione di massima riportata nei paragrafi successivi.

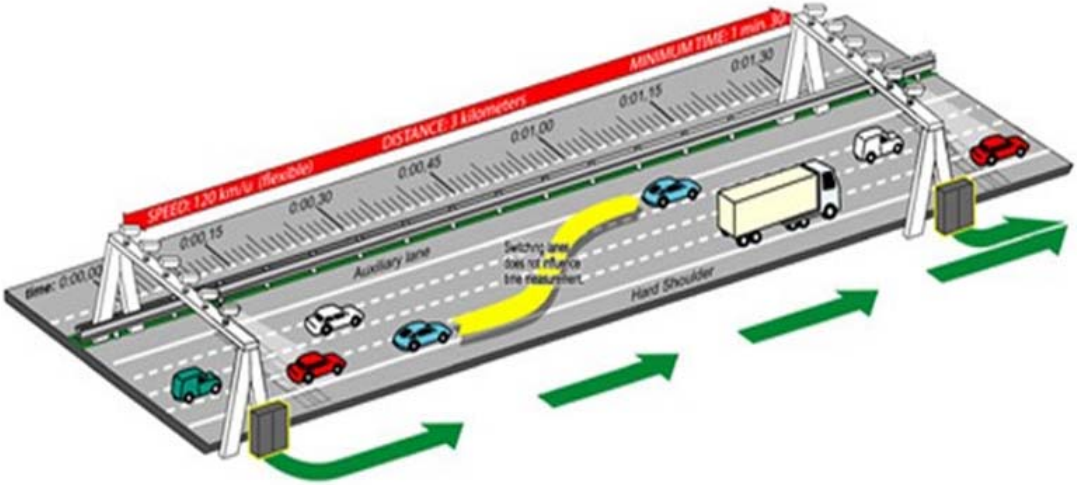
3.1. Dati di traffico e loro distribuzione

Gli adempimenti di cui al presente documento prevedono l'aggiornamento della mappatura con traffico consolidato relativo all'anno precedente, ossia il 2016. I dati quantitativi sono stati ottenuti dalle barriere di pedaggio, dai caselli e dai portali SicVe (Tutor) presenti sulla rete. In particolare grazie alla grande mole di dati acquisita in tempo reale da questi ultimi dispositivi è stato possibile distribuire il traffico sulla rete coerentemente con la realtà oraria dei passaggi e la distribuzione dei veicoli sulle corsie.

3.1.1. Principio di funzionamento SicVe (Tutor)

Il Tutor si pone come obiettivo quello di convincere i guidatori a moderare la velocità, realizzandone un controllo non limitato ad un solo punto, ovvero all'istante di rilievo stesso, ma esteso a larga parte del tragitto autostradale. E tale controllo esteso a buona parte della rete consente alle strutture interne ad Autostrade per l'Italia di accedere ad un database quanto mai esaustivo ed articolato in modo da definire con accuratezza le velocità medie di percorrenza, la suddivisione dei veicoli nei vari momenti della giornata e la suddivisione in tipologie dimensionali e motoristiche e, non meno importante, la ripartizione numerica dei veicoli sulle varie corsie.

Il sistema si basa su una tecnologia piuttosto semplice (anche se è evidente che l'apparato tecnologico messo in campo è enormemente avanzato): rilevare il veicolo all'inizio e alla fine del tratto sottoposto a controllo, misurando, con elevatissima precisione, il tempo impiegato per compiere il tragitto tra i due punti di rilievo la cui distanza è nota. Di seguito si riporta una descrizione grafica di quanto espresso sin ora.



Rappresentazione del sistema di rilevamento della velocità media

L'identificazione del veicolo avviene nel seguente modo:

- Riprese e letture multiple della targa posteriore per una elevata probabilità della sua corretta identificazione.
- Rilevamento della tipologia e della velocità del veicolo (es. autovettura, autocarro) tramite rilevatori induttivi posti nella corsia di transito (a seguito di estensione omologa 2008, il rilevamento è possibile anche in corsia di emergenza).
- La targa e la classe del veicolo vengono rilevate in due postazioni installate ad una distanza nota e a partire dal confronto tra questi due dati il sistema calcola la velocità sostenuta dal veicolo e la confronta con quella massima ammissibile per il tratto sotto controllo.
- Nella pratica il sistema è realizzato mediante un sistema di telecamere (una per ciascuna corsia) posto in corrispondenza di alcuni "varchi" ortogonali rispetto alla geometria della sede autostradale (spesso tali telecamere sono collocate in corrispondenza pannelli a messaggio variabile); in corrispondenza di tale varco sono anche ubicate le spire al di sotto del manto stradale.

L'elevato numero di informazioni statistiche consente altresì di poter disporre di dati relativi al numero complessivo di veicoli in tutti i tratti coperti dal sistema.
A partire dai dati a disposizione secondo quanto descritto fin ora è sono stati quindi ricostruiti i dati di traffico relativi a tutti i tratti elementari oggetto del presente studio, suddivisi per numero di passaggi, ripartizione per corsie, classe di veicolo e velocità media e relativi ai periodi in cui sono state effettuate le misure di rumore.
E' stato inoltre possibile distribuire con estrema coerenza alla realtà le percentuali di traffico, distribuzione e velocità medie nei periodi "day short", "evening" e "night".

Immagini delle installazioni tecnologiche del Tutor

3.2. Elenco assi stradali principali e Flussi di traffico

I grafici che seguono riportano i flussi di traffico suddivisi per tratte elementari così come indicato nelle linee guida Ministeriali, con i dati di TGM (traffico giornaliero medio) rilevati nell'anno 2016.

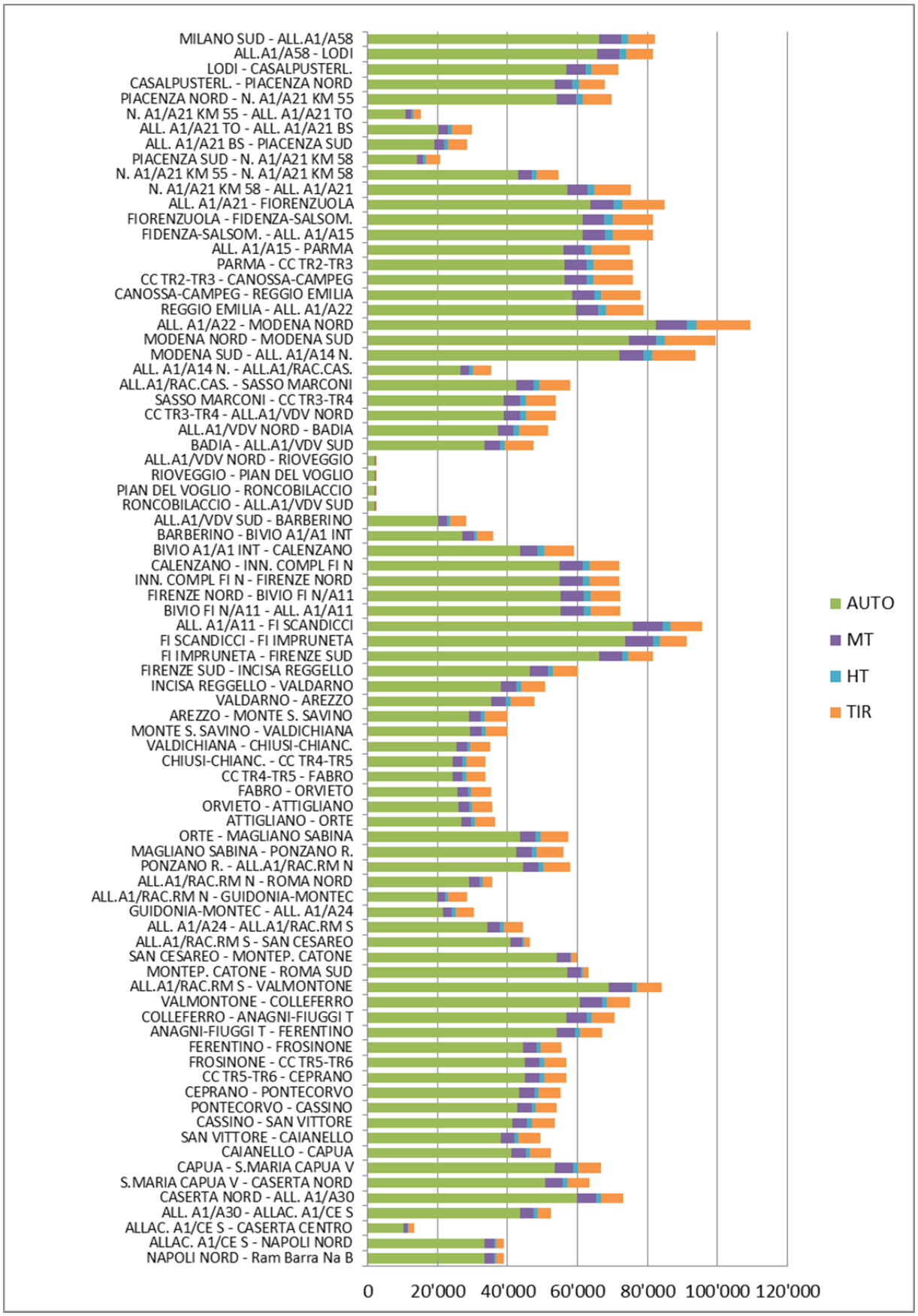
I dati riportati nel seguito sono distinti per quattro categorie di veicoli:

- AUTO: Autovetture e veicoli commerciali fino a 5 t;
- MT: Veicoli commerciali medi, con 2 assi più di 4 ruote, autobus extraurbani;
- HT: Veicoli commerciali medio-pesanti, con 3 o più assi e peso totale fino a 10 t;
- TIR: Veicoli pesanti con più di 3 assi, con rimorchi o semirimorchi;

Nelle pagine seguenti i dati sono aggregati per asse stradale, con le tratte omogenee casello - casello rilevabili dal consuntivo 2016 sui dati di pedaggio.

3.2.1. ASSE IT_a_rd0002001

L'asse stradale principale IT_a_rd0002001 è identificabile con l'autostrada A1 Milano-Napoli e le relative diramazioni, tra cui: R06 raccordo A1-Tangenziale Est Milano, VAR Variante di Valico, D18 diramazione Roma Nord, D19 diramazione Roma Sud, D02 diramazione Capodichino e relativi Ramo A, B, C, D, H39.
L'asse parte dalla città di Milano e raggiunge la città di Napoli, attraversando Bologna, Firenze e Roma, attraversando le regioni Lombardia, Emilia-Romagna, Toscana, Umbria, Lazio e Campania. Dal punto di vista della Mappatura Acustica, l'asse coinvolge gli agglomerati di Milano-Monza (IT_a_ag00045), Piacenza (IT_a_ag00030), Parma (IT_a_ag00027), Reggio Nell'Emilia (IT_a_ag00034), Modena (IT_a_ag00023), Bologna (IT_a_ag00002), Firenze (IT_a_ag00004), Roma (IT_a_ag00009) e Napoli (IT_a_ag00007). Il territorio attraversato è variegato, sono infatti presenti attraversamenti di zone densamente abitate e di ampie zone rurali, tratti in pianura (697,8 km) e tratti in montagna (105,7 km).
L'asse IT_a_rd0002001 ha una lunghezza di 803,5 km, di cui 85 km di gallerie su ambo le direzioni di marcia e 60 km di viadotti; la carreggiata è su 2 corsie per 238,7km, su 3 corsie per 495,1km, 4 corsie per 33,9km e su"2+2" corsie per 35,8km; ha 69 caselli/interconnessioni con il territorio, 63 aree di servizio e 26 aree di parcheggio.
Il traffico giornaliero medio 2016 dell'asse IT_a_0002001 per singola tratta è rappresentato di seguito:


MILANO SUD - ALL.A1/A58
ALL.A1/A58 - LODI
LODI - CASALPUSTERL.
CASALPUSTERL. - PIACENZA NORD
PIACENZA NORD - N. A1/A21 KM 55
N. A1/A21 KM 55 - ALL. A1/A21 TO
ALL. A1/A21 TO - ALL. A1/A21 BS
ALL. A1/A21 BS - PIACENZA SUD
PIACENZA SUD - N. A1/A21 KM 58
N. A1/A21 KM 55 - N. A1/A21 KM 58
N. A1/A21 KM 58 - ALL. A1/A21
ALL. A1/A21 - FIORENZUOLA
FIORENZUOLA - FIDENZA-SALSOM.
FIDENZA-SALSOM. - ALL. A1/A15
ALL. A1/A15 - PARMA
PARMA - CC TR2-TR3
CC TR2-TR3 - CANOSSA-CAMPEG
CANOSSA-CAMPEG - REGGIO EMILIA
REGGIO EMILIA - ALL. A1/A22
ALL. A1/A22 - MODENA NORD
MODENA NORD - MODENA SUD
MODENA SUD - ALL. A1/A14 N.
ALL. A1/A14 N. - ALL.A1/RAC.CAS.
ALL.A1/RAC.CAS. - SASSO MARCONI
SASSO MARCONI - CC TR3-TR4
CC TR3-TR4 - ALL.A1/VDV NORD
ALL.A1/VDV NORD - BADIA
BADIA - ALL.A1/VDV SUD
ALL.A1/VDV NORD - RIOVEGGIO
RIOVEGGIO - PIAN DEL VOGLIO
PIAN DEL VOGLIO - RONCOBILACCIO
RONCOBILACCIO - ALL.A1/VDV SUD
ALL.A1/VDV SUD - BARBERINO
BARBERINO - BIVIO A1/A1 INT
BIVIO A1/A1 INT - CALENZANO
CALENZANO - INN. COMPL FI N
INN. COMPL FI N - FIRENZE NORD
FIRENZE NORD - BIVIO FI N/A11
BIVIO FI N/A11 - ALL. A1/A11
ALL. A1/A11 - FI SCANDICCI
FI SCANDICCI - FI IMPRUNETA
FI IMPRUNETA - FIRENZE SUD
FIRENZE SUD - INCISA REGGELLO
INCISA REGGELLO - VALDARNO
VALDARNO - AREZZO
AREZZO - MONTE S. SAVINO
MONTE S. SAVINO - VALDICHIANA
VALDICHIANA - CHIUSI-CHIANC.
CHIUSI-CHIANC. - CC TR4-TR5
CC TR4-TR5 - FABRO
FABRO - ORVIETO
ORVIETO - ATTIGLIANO
ATTIGLIANO - ORTE
ORTE - MAGLIANO SABINA
MAGLIANO SABINA - PONZANO R.
PONZANO R. - ALL.A1/RAC.RM N
ALL.A1/RAC.RM N - ROMA NORD
ALL.A1/RAC.RM N - GUIDONIA-MONTEC
GUIDONIA-MONTEC - ALL. A1/A24
ALL. A1/A24 - ALL.A1/RAC.RM S
ALL.A1/RAC.RM S - SAN CESAREO
SAN CESAREO - MONTEP. CATONE
MONTEP. CATONE - ROMA SUD
ALL.A1/RAC.RM S - VALMONTONE
VALMONTONE - COLLEFERRO
COLLEFERRO - ANAGNI-FIUGGI T
ANAGNI-FIUGGI T - FERENTINO
FERENTINO - FROSINONE
FROSINONE - CC TR5-TR6
CC TR5-TR6 - CEPRANO
CEPRANO - PONTECORVO
PONTECORVO - CASSINO
CASSINO - SAN VITTORE
SAN VITTORE - CAIANELLO
CAIANELLO - CAPUA
CAPUA - S.MARIA CAPUA V
S.MARIA CAPUA V - CASERTA NORD
CASERTA NORD - ALL. A1/A30
ALL. A1/A30 - ALLAC. A1/CE S
ALLAC. A1/CE S - CASERTA CENTRO
ALLAC. A1/CE S - NAPOLI NORD
NAPOLI NORD - Ram Barra Na B
0
20'000
40'000
60'000
80'000
100'000
120'000
AUTO
MT
HT
TIR

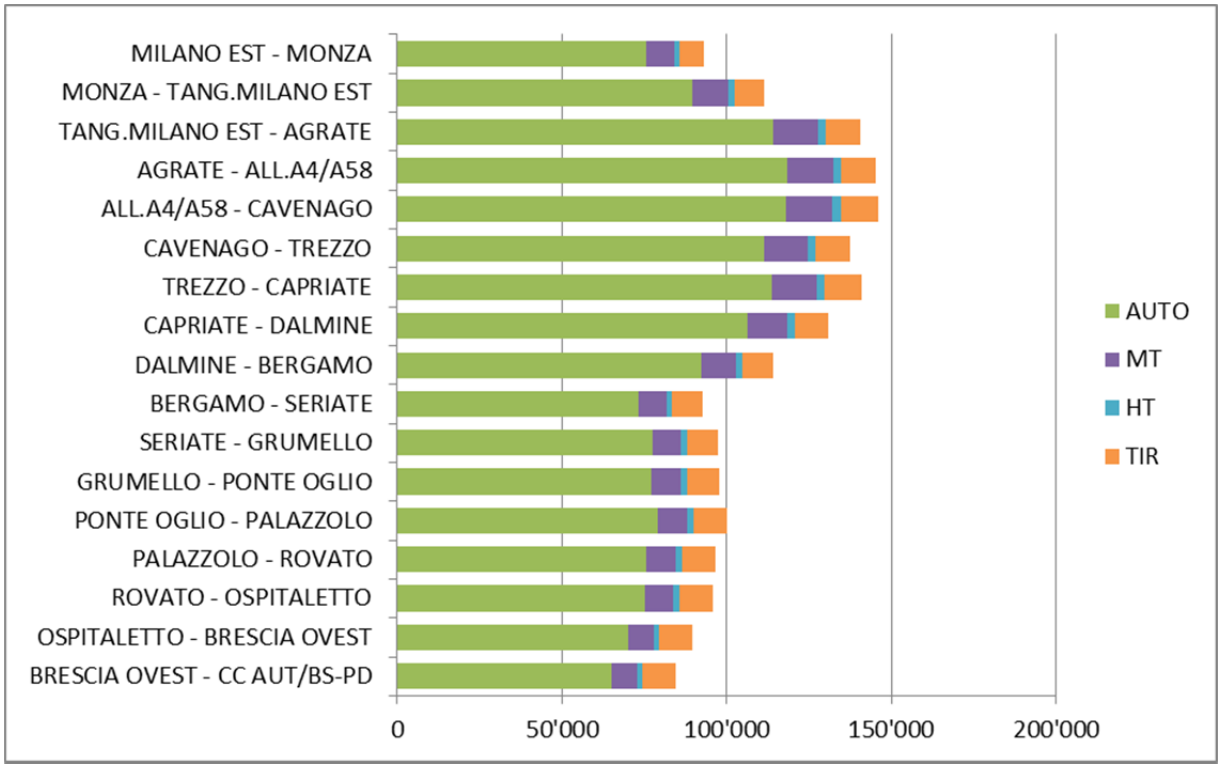
3.2.2. ASSE IT_a_rd0002002

L'asse stradale principale IT_a_rd0002002 è identificabile con l'autostrada A4 Torino-Trieste nella tratta gestita da ASPI tra Milano e Brescia.

L'asse parte dalla città di Milano e raggiunge la città di Brescia e si sviluppa interamente all'interno del territorio della Regione Lombardia. Dal punto di vista della Mappatura Acustica, l'asse coinvolge gli agglomerati di Milano-Monza (IT_a_ag00045), Bergamo (IT_a_ag00015) e Brescia (IT_a_ag00016). Il territorio attraversato è principalmente urbanizzato e totalmente in pianura.

L'asse IT_a_rd0002002 ha una lunghezza di 93,5 km, di cui 4 km di viadotti; la carreggiata è su 3 corsie per 59,9km e su 4 corsie per 33,6km; ha 16 caselli/interconnessioni con il territorio ed 11 aree di servizio.

Il traffico giornaliero medio 2016 dell'asse IT_a_0002002 per singola tratta è rappresentato di seguito:



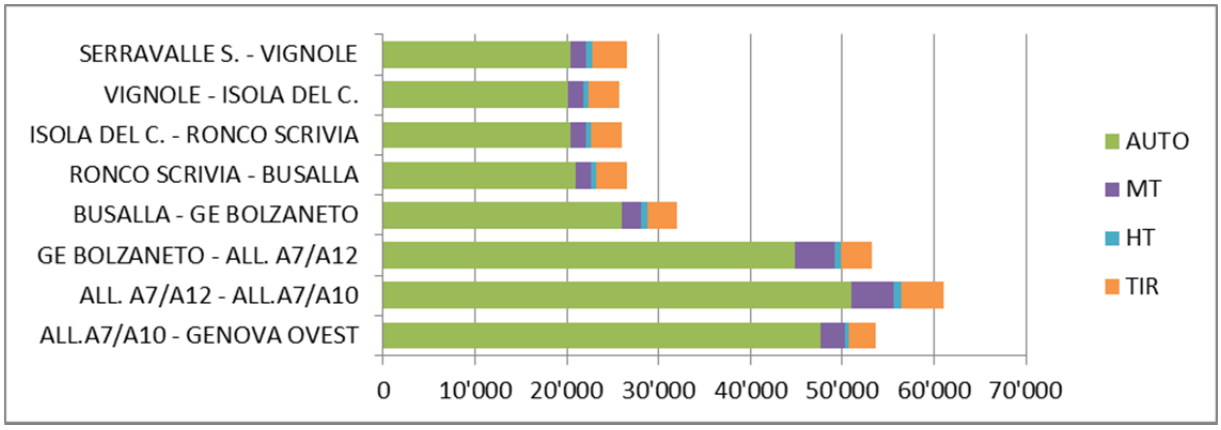
3.2.3. ASSE IT_a_rd0002003

L'asse stradale principale IT_a_rd0002003 è identificabile con l'autostrada A7 Milano-Genova nella tratta gestita da ASPI tra Serravalle Scrivia e Genova (il tratto storico della "camionale" aperto nel 1935).

L'asse, principalmente a carreggiate separate, parte da Serravalle Scrivia (AL) e raggiunge la città di Genova, sviluppandosi nelle regioni Piemonte e Liguria. Dal punto di vista della Mappatura Acustica, l'asse coinvolge esclusivamente l'agglomerato di Genova (IT_a_ag00005). Il territorio attraversato è la valle dello Scrivia, molto urbanizzato considerato il territorio montano, successivamente si addentra nel territorio di Genova, fortemente urbanizzato.

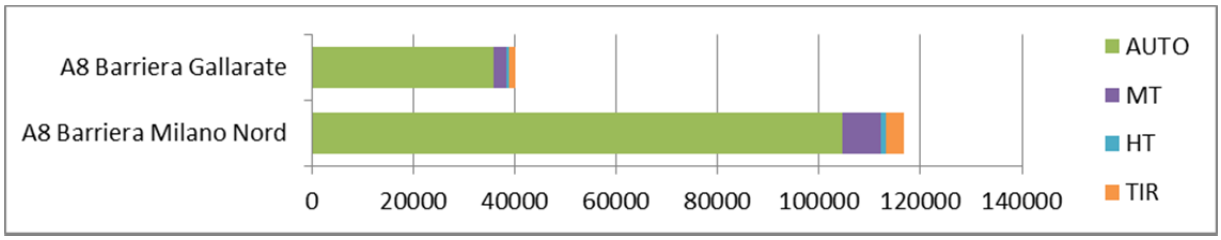
L'asse IT_a_rd0002003 ha una lunghezza di 50 km, di cui 13 km di gallerie su ambo le direzioni di marcia e 12 km di viadotti; la carreggiata è interamente su 2 corsie per senso di marcia; ha 7 caselli/interconnessioni con il territorio, 5 aree di servizio e 3 aree di parcheggio.

Il traffico 2016 dell'asse IT_a_0002003 per singola tratta è rappresentato di seguito:



3.2.4. ASSE IT_a_rd0002004

L'asse stradale principale IT_a_rd0002004 è identificabile con l'autostrada A8 Milano-Laghi e con due nuove diramazioni, la R37 Viabilità al Nuovo Polo Fieristico di Milano, e la A52 nel tratto "Variante di Baranzate".
L'asse parte dalla città di Milano e termina presso i comuni di Buguggiate (VA) e Gazzada Schianno (VA) dove sfocia sulla SS707 che porta a Varese; l'asse si sviluppa interamente in Lombardia. Dal punto di vista della Mappatura Acustica, l'asse coinvolge esclusivamente l'agglomerato di Milano-Monza (IT_a_ag00045). Il territorio attraversato è pianeggiante e densamente abitato.
L'asse IT_a_rd0002004 ha una lunghezza di 45,3 km, di cui 0,6 km di gallerie su ambo le direzioni di marcia e 2,5 km di viadotti; la carreggiata è su 2 corsie per 16,1km, su 3 corsie per 19,2km, su 4 corsie per 8,2km e su 5 corsie per 1,8km; ha 15 caselli/interconnessioni con il territorio e 4 aree di servizio.
L'asse stradale principale IT_a_0002004 è su tratta "in aperto" (tratte interamente o parzialmente gratuite per le quali non si dispone di valori precisi del traffico sulla singola tratta elementare), si riportano pertanto i dati di traffico giornaliero medio delle seguenti barriere trasversali di pedaggio:



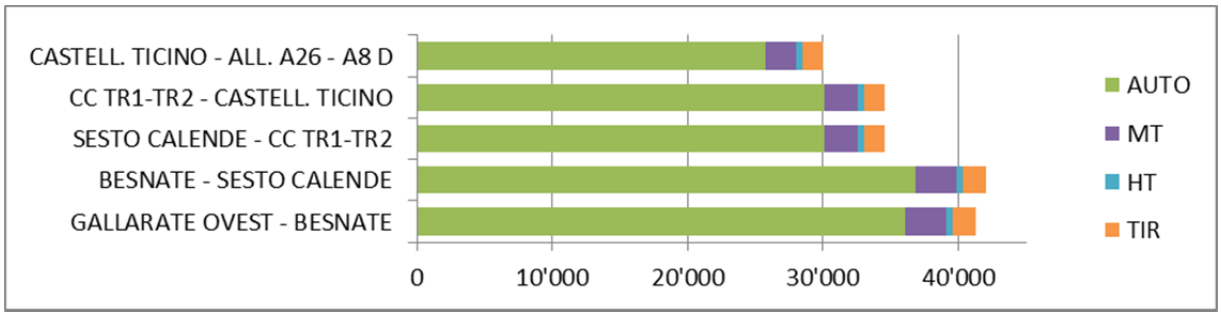
3.2.5. ASSE IT_a_rd0002005

L'asse stradale principale IT_a_rd0002005 è identificabile con la diramazione D8 che collega la A8 e la A26 tra Gallarate e Gattico.
L'asse parte dalla A8 nel comune di Gallarate e si congiunge alla A26 presso il comune di Gattico unendo Piemonte e Lombardia. Dal punto di vista della Mappatura Acustica, l'asse non coinvolge nessun agglomerato. Il territorio attraversato è divisibile in due tipologie: in Lombardia è principalmente pianeggiante ed attraversa numerosi centri abitati, in Piemonte, appena attraversato il fiume Ticino, è principalmente in

ambiente montano ed attraversa principalmente zone poco abitate: si può rilevare una leggera prevalenza di tratti in pianura (12,1 km) sui tratti in montagna (11,9 km).

L'asse IT_a_rd0002005 ha una lunghezza di 24 km, di cui 3,5 km di gallerie su ambo le direzioni di marcia e 1,5 km di viadotti; la carreggiata è su 2 corsie per 13,0km e su 3 corsie per 11,0km; ha 3 caselli e interconnessioni con il territorio e 2 aree di servizio.

Il traffico giornaliero medio 2016 dell'asse IT_a_0002005 per singola tratta è rappresentato di seguito:



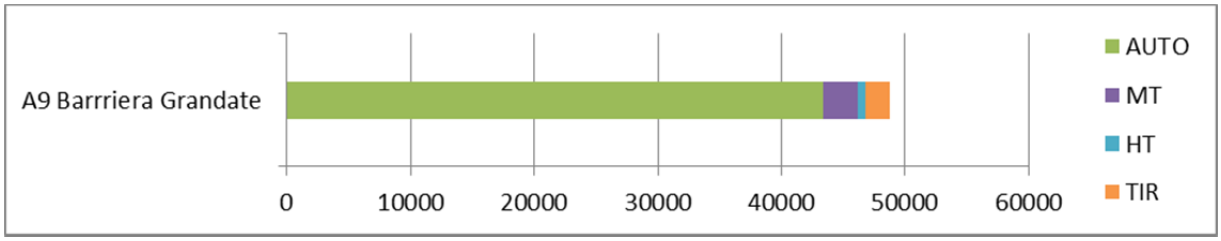
3.2.6. ASSE IT_a_rd0002006

L'asse stradale principale IT_a_rd0002004 è identificabile con l'autostrada A9 Lainate-Como-Chiasso.

L'asse parte dall'intersezione con la A8 (di cui eredita le progressive km) presso Lainate e raggiunge la città di Como ed il piazzale doganale di Brogeda per la Svizzera; l'asse si sviluppa interamente in Lombardia. Dal punto di vista della Mappatura Acustica, l'asse non coinvolge alcun agglomerato. Il territorio attraversato è principalmente urbanizzato ed è per lo più in pianura (23,9km) e termina in zona montana (8,5 km).

L'asse IT_a_rd0002006 ha una lunghezza di 32,4 km, di cui 4 km di gallerie su ambo le direzioni di marcia e 2,6 km di viadotti; la carreggiata è su 2 corsie per 9,4km e 3 corsie per 23,0km; ha 11 caselli/interconnessioni con il territorio e 2 aree di servizio.

L'asse stradale principale IT_a_0002006 è su tratta "in aperto" (tratte interamente o parzialmente gratuite per le quali non si dispone di valori precisi del traffico sulla singola tratta elementare), si riportano pertanto i dati del traffico giornaliero medio della barriera trasversale di pedaggio di Como Grandate:



3.2.7. ASSE IT_a_rd0002007

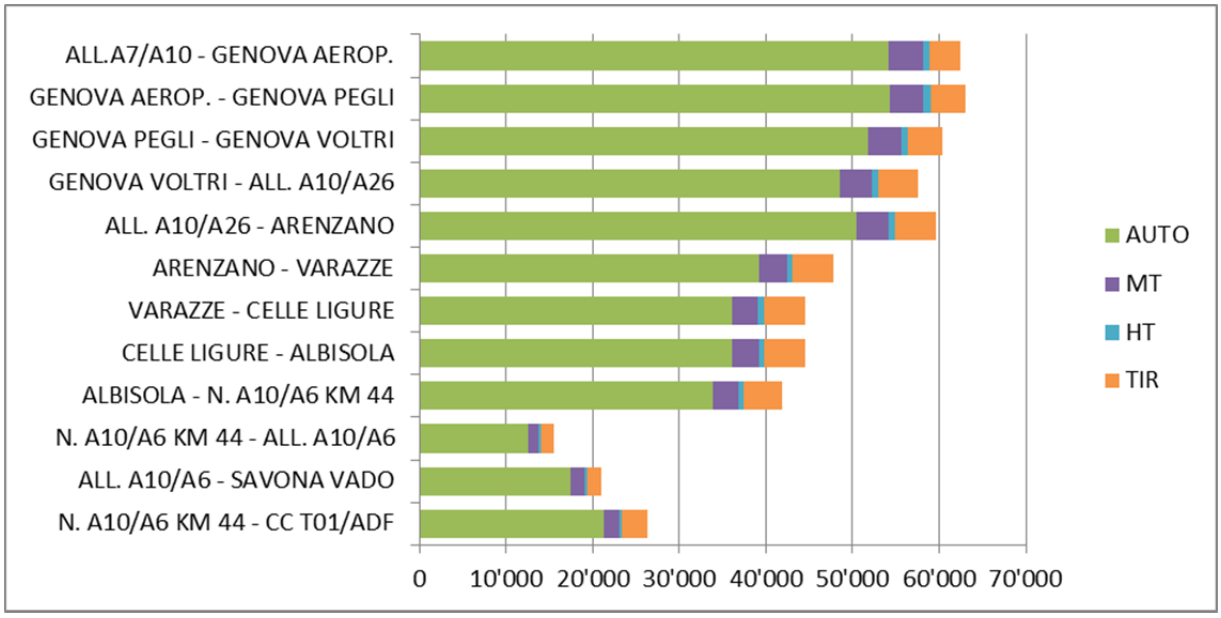
L'asse stradale principale IT_a_rd0002007 è identificabile con l'autostrada A10 Genova-Ventimiglia nella tratta gestita da ASPI tra Genova e Savona.

L'asse, che è principalmente a carreggiate separate, parte dalla città di Genova e raggiunge la città di Savona e si sviluppa interamente all'interno della Regione Liguria. Dal punto di vista della Mappatura Acustica, l'asse coinvolge esclusivamente l'agglomerato di Genova (IT_a_ag00005). Il territorio attraversato

si può suddividere in due sezioni: la prima è la sezione di attraversamento est(centro)-ovest della città di Genova, fortemente urbanizzato e fortemente trafficato sia di giorno che di notte; la seconda sezione è sintetizzabile in "riviera": territorio tipicamente appenninico e prossimo al Mar Ligure, con una discreta concentrazione abitativa, tra cui numerose abitazioni di villeggiatura.

L'asse IT_a_rd0002007 ha una lunghezza di 45,5 km, di cui 29 km di gallerie su ambo le direzioni di marcia e 16 km di viadotti; la carreggiata è su 2 corsie per 29,1km e su 3 corsie per 16,4km; ha 8 caselli/interconnessioni con il territorio, 4 aree di servizio e 2 aree di parcheggio.

Il traffico giornaliero medio 2016 dell'asse IT_a_0002007 per singola tratta è rappresentato di seguito:



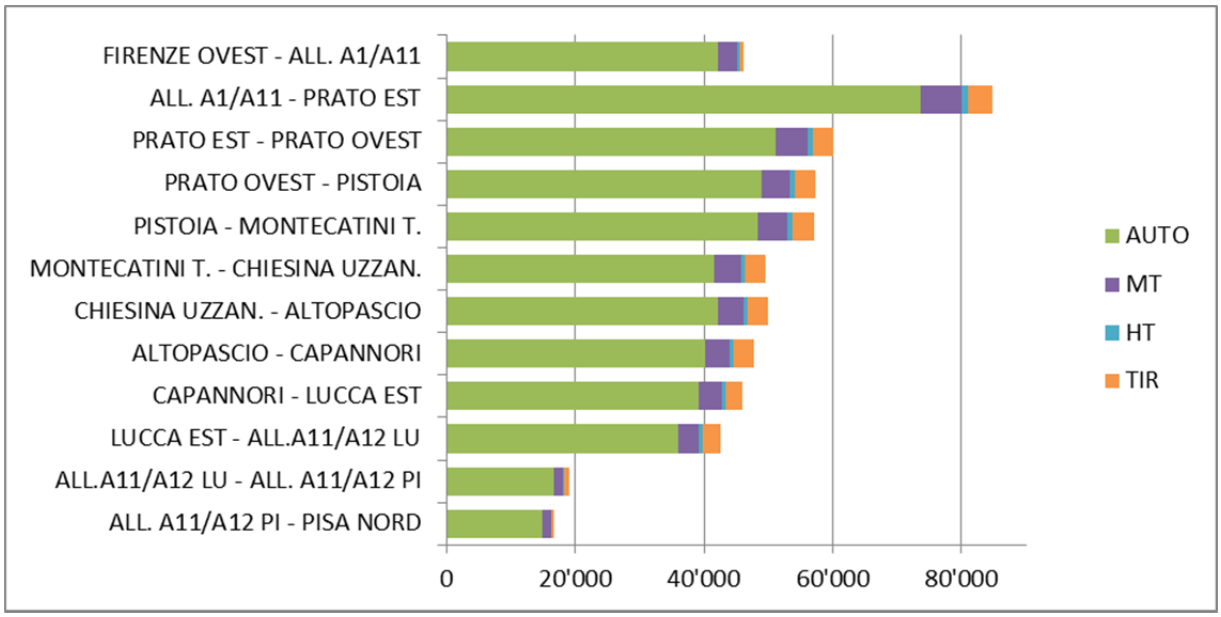
3.2.8. ASSE IT_a_rd0002008

L'asse stradale principale IT_a_rd0002008 è identificabile con l'autostrada A11 Firenze-Mare.

L'asse parte dalla città di Firenze e raggiunge la SS1 Via Aurelia presso il comune di Vecchiano (PI) attraversando Prato e Pistoia, e si sviluppa interamente nel territorio della regione Toscana. Dal punto di vista della Mappatura Acustica, l'asse coinvolge gli agglomerati di Firenze (IT_a_ag00004) e Prato (IT_a_ag00031). Il territorio attraversato è principalmente pianeggiante e con numerosi paesi sviluppati nei pressi dell'autostrada.

L'asse IT_a_rd0002008 ha una lunghezza di 81,7 km, di cui 0.7 km di gallerie su ambo le direzioni di marcia e 2,5 km di viadotti; la carreggiata è interamente su 2 corsie per senso di marcia; ha 11 caselli/interconnessioni con il territorio, 6 aree di servizio e 2 aree di parcheggio.

Il traffico giornaliero medio 2016 dell'asse IT_a_0002008 per singola tratta è rappresentato di seguito:



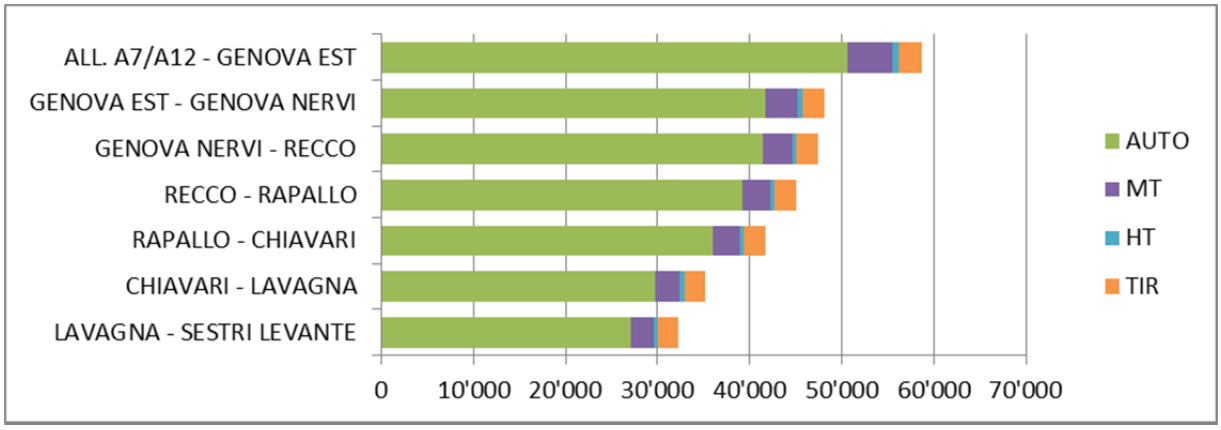
3.2.9. ASSE IT_a_rd0002009

L'asse stradale principale IT_a_rd0002012 è identificabile con l'autostrada A12 Genova-Rosignano nella tratta gestita da ASPI tra Genova e Sestri Levante.

L'asse parte dalla città di Genova e raggiunge Sestri Levante (GE), e si sviluppa interamente all'interno della regione Liguria. Dal punto di vista della Mappatura Acustica, l'asse coinvolge esclusivamente l'agglomerato di Genova (IT_a_ag00005). Il territorio attraversato è interamente appenninico, per lo più in galleria o viadotto, ed attraversa numerosi centri abitati.

L'asse IT_a_rd0002012 ha una lunghezza di 48,7 km, di cui 48,5 km di gallerie su ambo le direzioni di marcia e 9 km di viadotti; la carreggiata è interamente su 2 corsie per senso di marcia; ha 7 caselli/interconnessioni con il territorio, 4 aree di servizio e 5 aree di parcheggio.

Il traffico giornaliero medio 2016 dell'asse IT_a_0002012 per singola tratta è rappresentato di seguito:



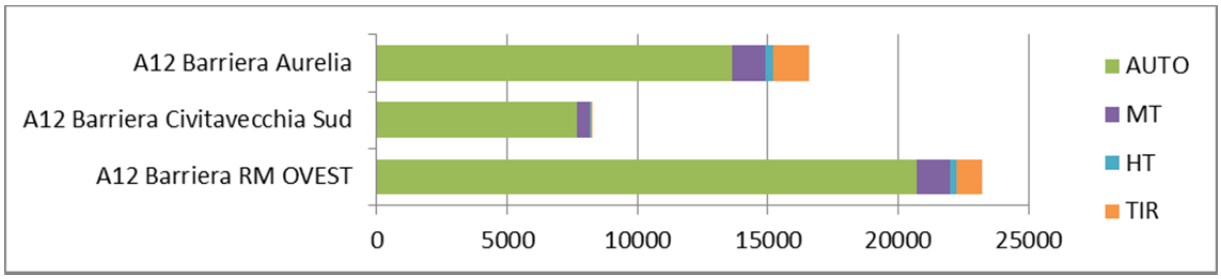
3.2.10. ASSE IT_a_rd0002010

L'asse stradale principale IT_a_rd0002010 è identificabile con l'autostrada A12 Roma-Civitavecchia nella tratta gestita da ASPI.

L'asse parte dall'intersezione con la A91 Roma-Fiumicino presso Fiumicino e raggiunge il confine provinciale Roma-Viterbo presso Civitavecchia (RM), dove inizia la tratta A12 in nuova realizzazione, non gestita da ASPI. L'asse si sviluppa interamente all'interno della regione Lazio. Dal punto di vista della Mappatura Acustica, l'asse coinvolge esclusivamente l'agglomerato di Roma (IT_a_ag00009). Il territorio attraversato è principalmente in pianura con l'edificato di tipo rurale e poco urbanizzato.

L'asse IT_a_rd0002010 ha una lunghezza di 65,4 km, di cui 1 km di gallerie su ambo le direzioni di marcia e 2,2 km di viadotti; la carreggiata si sviluppa interamente su 2 corsie per senso di marcia; ha 6 caselli/interconnessioni con il territorio, 6 aree di servizio e 7 aree di parcheggio.

L'asse stradale principale IT_a_0002010 è su tratta "in aperto" (tratte interamente o parzialmente gratuite per le quali non si dispone di valori precisi del traffico sulla singola tratta elementare), si riportano pertanto i dati di traffico giornaliero medio delle seguenti barriere di pedaggio:



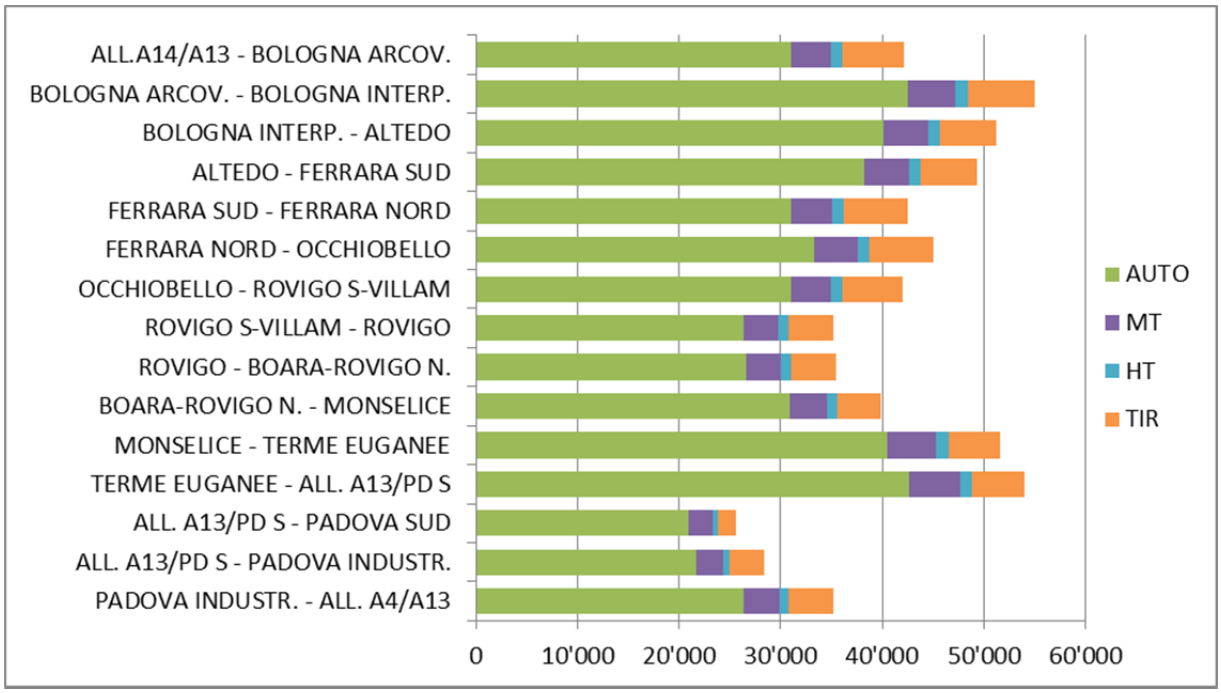
3.2.11. ASSE IT_a_rd0002011

L'asse stradale principale IT_a_rd0002011 è identificabile con l'autostrada A13 Bologna-Padova e le relative diramazioni: D13 diramazione Padova Sud e D23 Diramazione per Ferrara.

L'asse parte dalla città di Bologna e raggiunge la città di Padova, attraversando Ferrara e Rovigo, attraversando le regioni Emilia-Romagna e Veneto. Dal punto di vista della Mappatura Acustica, l'asse coinvolge gli agglomerati di Bologna (IT_a_ag00002), Ferrara (IT_a_ag00017) e Padova (IT_a_ag00026). Il territorio attraversato è principalmente rurale e pianeggiante.

L'asse IT_a_rd0002011 ha una lunghezza di 127,3 km, di cui 6 km di viadotti su ambo le direzioni di marcia; la carreggiata si sviluppa interamente su 2 corsie; ha 17 caselli/interconnessioni con il territorio, 8 aree di servizio e 1 area di parcheggio.

Il traffico 2016 giornaliero medio dell'asse IT_a_0002011 per singola tratta è rappresentato di seguito:



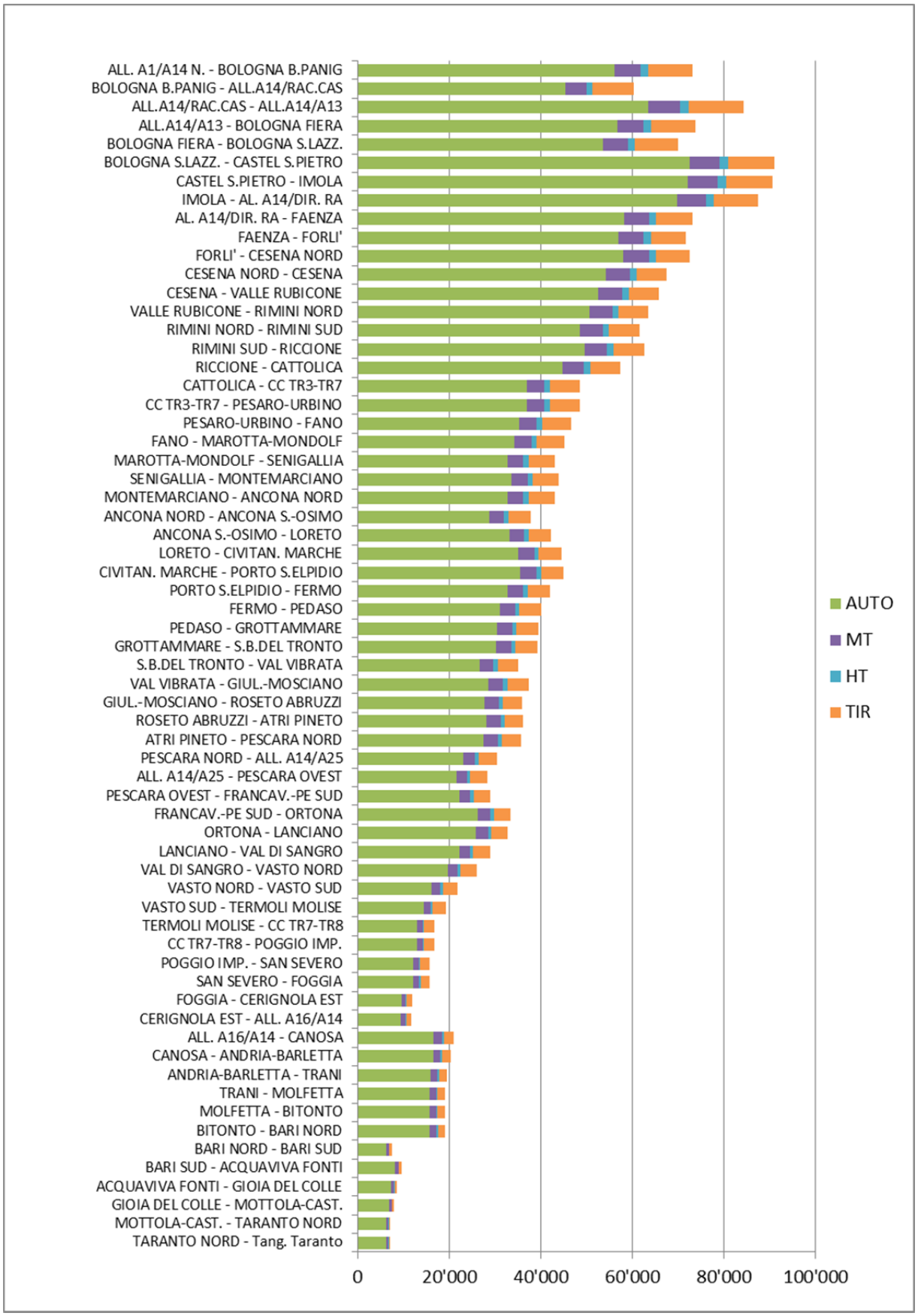
3.2.12. ASSE IT_a_rd0002012

L'asse stradale principale IT_a_rd0002012 è identificabile con l'autostrada A14 Bologna-Taranto e le relative complanari, tra cui: T06 Tangenziale di Bologna, R01 "Ramo Verde" (Bologna) e D94 Tangenziale di Bari.

L'asse parte dall'interconnessione con la A1 prezzo Zola Predosa (BO) e raggiunge Massafra (TA), attraversando Bologna, Forlì, Rimini, Ancona, Fermo, Termoli, Andria e Bari. Dal punto di vista della Mappatura Acustica, l'asse coinvolge gli agglomerati di Bologna (IT_a_ag00002), Forlì (IT_a_ag00019), Rimini (IT_a_ag00035), Ancona (IT_a_ag00014), Foggia (IT_a_ag00081), Andria (IT_a_ag00044) e Bari (IT_a_ag00001). Il territorio attraversato è variegato, sono infatti presenti attraversamenti di zone densamente abitate e di ampie zone rurali, tratti in pianura (672,7 km) e tratti in montagna (73,8 km).

L'asse IT_a_rd0002012 ha una lunghezza di 746,5 km, di cui 42,6 km di gallerie su ambo le direzioni di marcia e 44,5 km di viadotti; la carreggiata è su 2 corsie per 468,7km e su 3 corsie per 277,8km; 75 caselli/interconnessioni con il territorio, 54 aree di servizio e 27 aree di parcheggio.

Il traffico giornaliero medio 2016 dell'asse IT_a_0002012 per singola tratta è rappresentato di seguito:



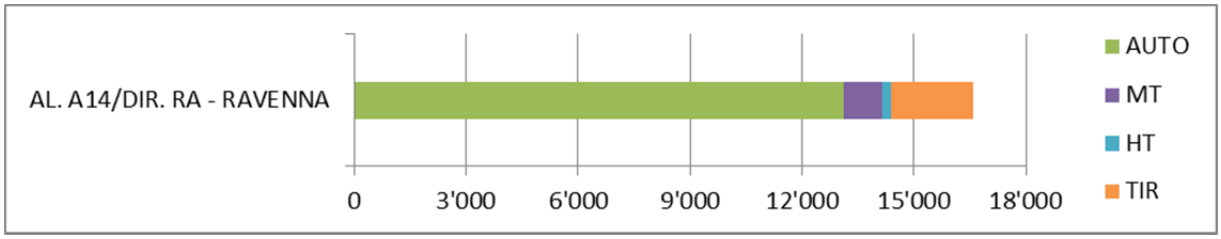
3.2.13. ASSE IT_a_rd0002013

L'asse stradale principale IT_a_rd0002013 è identificabile con la diramazione D14 per Ravenna.

L'asse parte dall'interconnessione con la A14 presso il comune di Solarolo (RA) e raggiunge la città di Ravenna; l'asse stradale si sviluppa interamente all'interno della regione Emilia-Romagna. Dal punto di vista della Mappatura Acustica, l'asse coinvolge l'agglomerato di Ravenna (IT_a_ag00032). Il territorio attraversato è rurale e pianeggiante.

L'asse IT_a_rd0002013 ha una lunghezza di 29,3 km, di cui 1 km di viadotti su ambo le direzioni di marcia; la carreggiata si sviluppa interamente su 2 corsie per senso di marcia; ha 4 caselli/interconnessioni con il territorio e 2 aree di servizio.

Il traffico giornaliero medio 2016 dell'asse IT_a_0002013 per singola tratta è rappresentato di seguito:



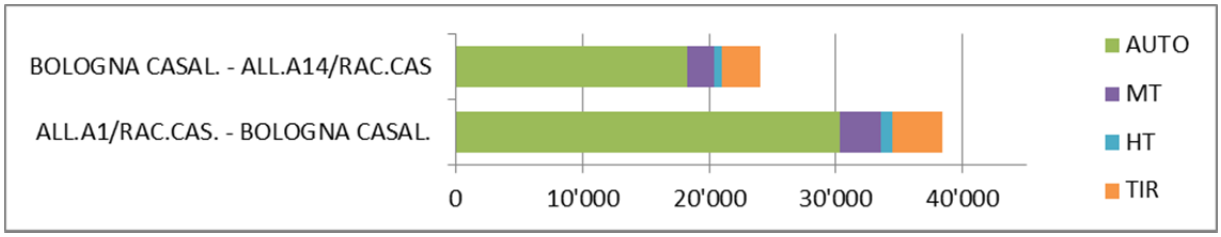
3.2.14. ASSE IT_a_rd0002014

L'asse stradale principale IT_a_rd0002014 è identificabile con la diramazione di Casalecchio R14 e la relativa complanare T06 Tangenziale di Bologna.

L'asse parte dall'interconnessione con la A1 presso Casalecchio di Reno (BO) e si innesta al km 9 della A14 presso Bologna; l'asse si sviluppa interamente nella regione Emilia-Romagna. Dal punto di vista della Mappatura Acustica, l'asse coinvolge ed è interamente contenuto nell'agglomerato di Bologna (IT_a_ag00002). Il territorio attraversato è urbanizzato e interamente in pianura.

L'asse IT_a_rd0002014 ha una lunghezza di 5,6 km, di cui un unico viadotto di 307m per 8 corsie; le carreggiate si sviluppano interamente su 2 corsie per senso di marcia per infrastruttura; ha 1 casello.

Il traffico giornaliero medio 2016 dell'asse IT_a_0002014 per singola tratta è rappresentato di seguito:

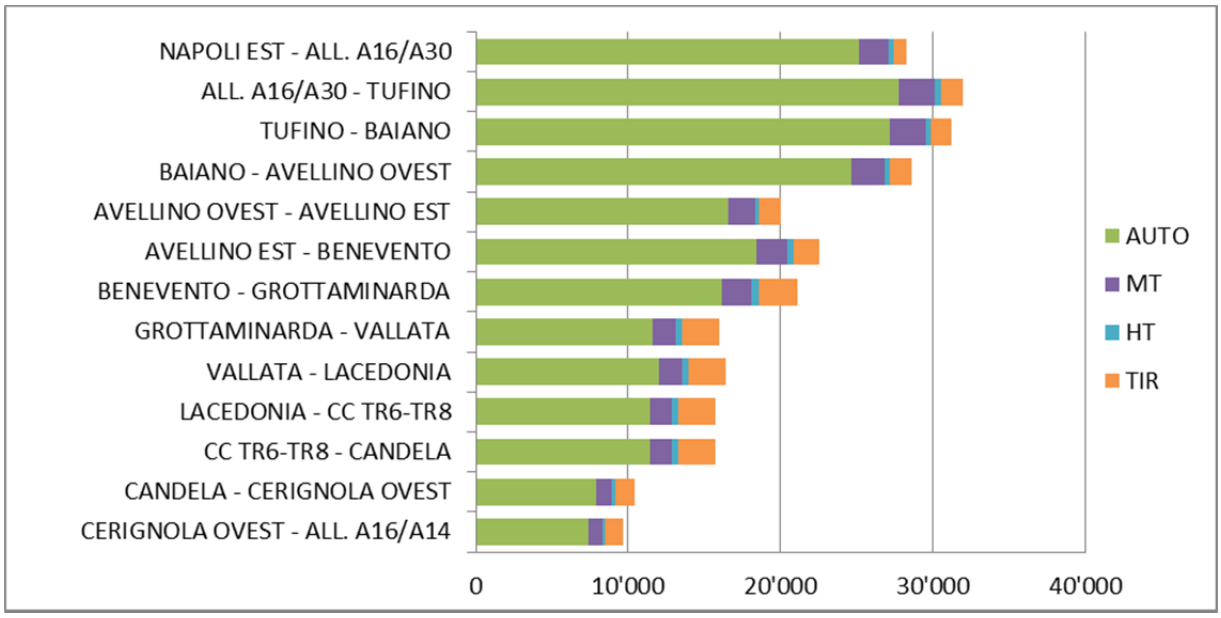


3.2.15. ASSE IT_a_rd0002015

L'asse stradale principale IT_a_rd0002015 è identificabile con l'autostrada A16 Napoli-Canosa.

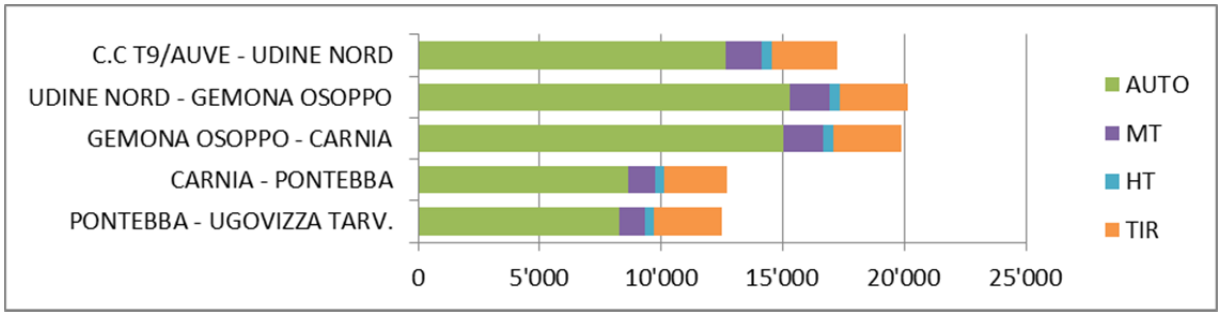
L'asse parte dall'intersezione con la A1 presso Afragola (NA) e si innesta sulla A14 presso Cerignola (FG), passando per Avellino ed attraversando le regioni Campania e Puglia. Dal punto di vista della Mappatura Acustica, l'asse non coinvolge agglomerati. Il territorio attraversato è variegato, sono infatti presenti attraversamenti di zone densamente abitate e di ampie zone rurali, tratti in pianura (71,0 km) e tratti in montagna (101,3 km).

L'asse IT_a_rd0002015 ha una lunghezza di 172,3 km, di cui 8 km di gallerie su ambo le direzioni di marcia e 10,7 km di viadotti; la carreggiata si sviluppa interamente su 2 corsie per senso di marcia; ha 11 caselli/interconnessioni con il territorio e 12 aree di servizio.
Il traffico giornaliero medio 2016 dell'asse IT_a_0002015 per singola tratta è rappresentato di seguito:



3.2.16. ASSE IT_a_rd0002016

L'asse stradale principale IT_a_rd0002016 è identificabile con l'autostrada A23 Alpe-Adria nella tratta gestita da ASPI tra Udine ed il confine di stato (Tarvisio).
L'asse parte dalla città di Udine e raggiunge la il confine di stato con l'Austria presso la dogana Coccau, nel comune di Tarvisio; l'asse si sviluppa interamente all'interno della regione Friuli-Venezia Giulia. Dal punto di vista della Mappatura Acustica, l'asse coinvolge l'agglomerato di Udine (IT_a_ag00042). Il territorio attraversato è principalmente di tipo montano, sono presenti attraversamenti di zone abitate e di ampie zone rurali, con tratti in pianura (41,1 km) e tratti in montagna (60,1 km).
L'asse IT_a_rd0002016 ha una lunghezza di 101,2 km, di cui 43 km di gallerie su ambo le direzioni di marcia e 28 km di viadotti; la carreggiata è principalmente su 2 corsie (95,2km) per senso di marcia eccetto il tratto iniziale a 3 corsie (6,0km) in complanarità con la SS13 nel territorio comunale di Udine; ha 8 caselli/interconnessioni con il territorio, 4 aree di servizio e 10 aree di parcheggio.
Il traffico giornaliero medio 2016 dell'asse IT_a_0002016 per singola tratta è rappresentato di seguito:



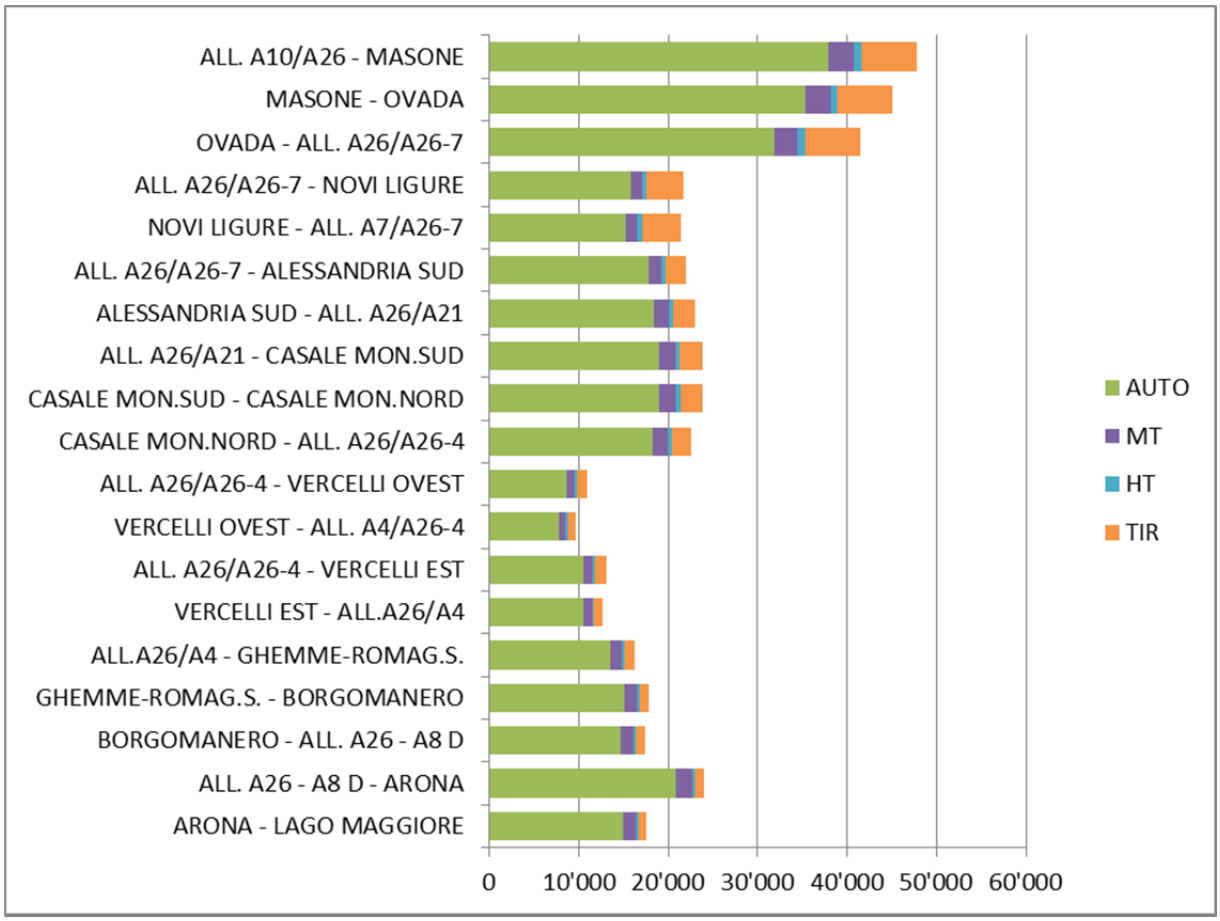
3.2.17. ASSE IT_a_rd0002017

L'asse stradale principale IT_a_rd0002017 è identificabile con l'autostrada A26 Genova-Gravellona Toce e le relative diramazioni: D26 diramazione Predosa-Bettole e D36 Stroppiana-Santhià.

L'asse parte dalla città di Genova e raggiunge Mergozzo (VB) presso il Lago Maggiore, attraversando le regioni Liguria e Piemonte. Dal punto di vista della Mappatura Acustica, l'asse coinvolge esclusivamente l'agglomerato di Genova (IT_a_ag00005). Il territorio attraversato è quasi esclusivamente rurale, con l'attraversamento di qualche piccolo centro abitato; geomorfologicamente l'autostrada parte e termina in montagna (119,8 km), ma nella parte centrale attraversa principalmente zone pianeggianti (125,1 km).

L'asse IT_a_rd0002017 ha una lunghezza di 244,9 km, di cui 51 km di gallerie su ambo le direzioni di marcia e 34 km di viadotti; la carreggiata è su 2 corsie per 115,9km e su 3 corsie per 129,0km; 14 caselli/interconnessioni con il territorio, 16 aree di servizio e 16 aree di parcheggio.

Il traffico giornaliero medio 2016 dell'asse IT_a_0002017 per singola tratta è rappresentato di seguito:



3.2.18. ASSE IT_a_rd0002018

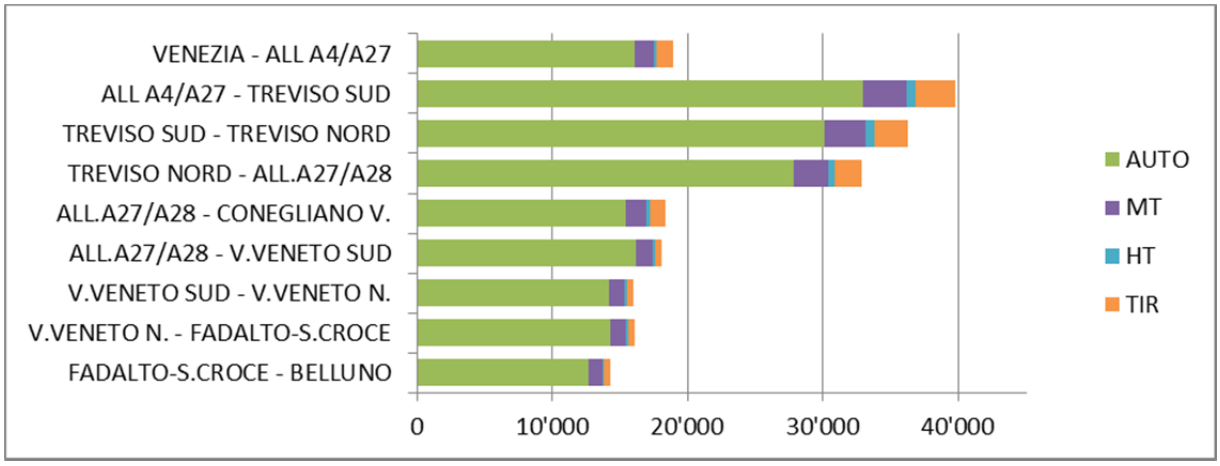
L'asse stradale principale IT_a_rd0002018 è identificabile con l'autostrada A27 Venezia-Belluno.

L'asse parte dall'allacciamento con la Tangenziale di Mestre A57, presso il comune di Mogliano Veneto (TV) e termina sulla SS51 presso il comune di Ponte Nelle Alpi (BL); l'asse si sviluppa interamente all'interno della regione Veneto. Dal punto di vista della Mappatura Acustica, l'asse non coinvolge agglomerati. Il

territorio attraversato è variegato, sono infatti presenti attraversamenti di zone densamente abitate e di ampie zone rurali, tratti in pianura (41,2 km) e tratti in montagna (41,0 km).

L'asse IT_a_rd0002018 ha una lunghezza di 82,2 km, di cui 17 km di gallerie su ambo le direzioni di marcia e 21 km di viadotti; la carreggiata è su 2 corsie per 41,0km e su 3 corsie per 41,2km; ha 10 caselli/interconnessioni con il territorio, 4 aree di servizio e 1 area di parcheggio.

Il traffico giornaliero medio 2016 dell'asse IT_a_0002018 per singola tratta è rappresentato di seguito:



3.2.19. ASSE IT_a_rd0002019

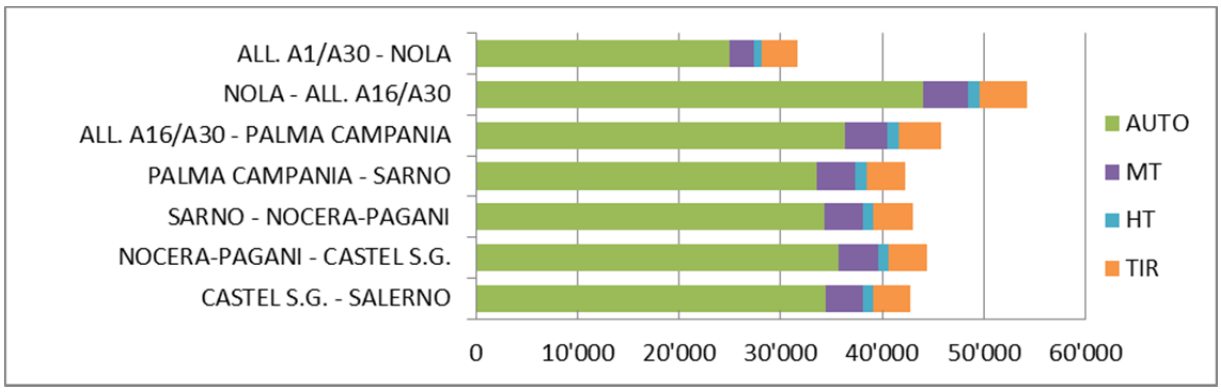
L'asse stradale principale IT_a_rd0002019 è identificabile con l'autostrada A30 Caserta-Salerno.

L'asse parte dall'intersezione con la A1 presso Marcianise (CE) e si innesta sulla RA2 Raccordo Salerno-Avellino presso il comune di Fisciano (SA); l'asse si sviluppa interamente all'interno della regione Campania.

Dal punto di vista della Mappatura Acustica, l'asse non coinvolge agglomerati. Il territorio attraversato è variegato, sono infatti presenti attraversamenti di zone più o meno densamente abitate, sempre in tratti prevalentemente in pianura.

L'asse IT_a_rd0002019 ha una lunghezza di 55,3 km, di cui 4,7 km di gallerie su ambo le direzioni di marcia e 5,8 km di viadotti; la carreggiata si sviluppa interamente su 3 corsie per senso di marcia; ha 5 caselli/interconnessioni con il territorio, 4 aree di servizio.

Il traffico giornaliero medio 2016 dell'asse IT_a_0002019 per singola tratta è rappresentato di seguito:



4. CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA DI INDAGINE E RELATIVI RICETTORI

L'area di indagine, in conformità al D.Lgs. 194 del 19 agosto 2005, è estesa sino all'isofonica L_{den} 55dB(A) e in ogni caso , in continuità con i dati forniti nei primi due round di mappatura, il calcolo ha interessato un corridoio di 250 m per parte dai cigli bitumati dell'infrastruttura e sue pertinenze. All'interno di questo corridoio sono stati individuati:

- edifici con la loro destinazione d'uso in residenziali, sensibili, industriali o a vocazione produttiva
- ostacoli acusticamente rilevanti quali dune, muri, ecc.
- curve isoipse quali descrittori della geomorfologia del territorio
- ricettori quali punti di calcolo posizionati a 4 m di altezza dal piano campagna e a 2 m da ogni facciata degli edifici ad uso civile e/o sensibile; successivamente alla proiezione dei livelli di rumore con modello di calcolo è stata operata la scelta tra punto più esposto e facciata quieta (ove presente)

Con la finalità di disporre di una base di calcolo precisa ed aggiornata, l'elemento più critico è stato quello della cartografia di base.
La cartografia utilizzata per l'aggiornamento della mappatura acustica è stata realizzata con sorvoli LIDAR nel corso della prima emissione della mappatura stessa georiferiti nel sistema UTM-WGS 84 32N. Tale cartografia tridimensionale è stata aggiornata in tutte quelle aree interessate dalla realizzazione di interventi di contenimento acustico nell'ultimo quinquennio in accordo con quanto previsto dal Piano di Risanamento Acustico approvato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (decreto GAB-DEC-0000034 del 11/03/2011 pubblicato sulla G.U. del 04/05/2011 con le specificazioni e le prescrizioni indicate nello Schema di Intesa approvato nella Conferenza Unificata Stato Regioni nella seduta del 18/11/2010). Gli aggiornamenti cartografici hanno interessato anche tutte quelle tratte di infrastruttura che sono state oggetto di interventi di allargamento e/o modifica di sede stradale.
Questi elementi cartografici uniti ai dati di traffico consolidati al 2016 e all'aggiornamento della banca dati di emissione sono stati i dati di ingresso per il modello di calcolo con il quale è stata realizzata la mappatura acustica e la successiva restituzione negli standard Ministeriali in accordo con il documento "Predisposizione e consegna della documentazione digitale relativa alle mappature acustiche e mappe acustiche strategiche (D.Lgs. 194/05) – Specifiche Tecniche " [(8)] emesso dal MATTM in data 10 marzo 2017.

5. PROGRAMMI DI CONTENIMENTO DEL RUMORE

Le opere di protezione acustica realizzate da ASPI a fine 2016 sono schematizzabili in quattro principali categorie:

1. Gli interventi sulle nuove tratte e nuovi svincoli, ovvero gli ampliamenti di carreggiata a terze, quarte e quinte corsie ed ampliamento delle aree di servizio, definiti tramite le procedure di Valutazione Impatto Ambientale
2. Gli interventi definiti nell'ambito del Progetto Pilota Genova
3. Gli interventi definiti nell'ambito del Piano di Risanamento Acustico
4. Gli interventi precedenti al 2007 realizzati in convenzione con enti richiedenti

Va infine ricordato che sono stati inseriti ai fini del calcolo della mappatura acustica sia interventi di altri gestori su rampe di svincolo/allacciamenti cedute ad ASPI successivamente al termine dei lavori, sia interventi realizzati su infrastrutture in affiancamento (principalmente TAV) che proteggono i ricettori anche dal rumore autostradale.

Qui di seguito sono riportati sinteticamente i dettagli di tali opere

5.1 - Nuove tratte e ampliamenti di carreggiata

Tali opere riguardano interventi realizzati, in corso di realizzazione e/o in fase di ultimazione sulla rete viaria in gestione. In particolare sono stati realizzati interventi antirumore nelle seguenti tratte di ampliamento:

Intervento	**Autostrada (ID Asse)**	**Comuni coinvolti** (agglomerati in grassetto)
Ampliamento a 5° Corsia tra Milano Nord e Lainate Lotto I	A08 (IT_a_rd0002004)	**Rho, Arese** (**Milano-Monza IT_a_ag00045**)
Ampliamento a 4° Corsia tra Milano Est e Bergamo	A04 (IT_a_rd0002002)	**Monza, Brugherio, Agrate Brianza (Milano-Monza IT_a_ag00045)**, Caponago, Cambiago, Cavenago di Brianza, Basiano, Grezzago, Trezzo sull'Adda, Capriate San Germano, Brembate, Filago, Osio Sotto, Osio Sopra, Dalmine, Stezzano, Lallio, **Bergamo (IT_a_ag00015)**
Riqualifica e potenziamento SP46 Variante di Baranzate	A52 (IT_a_rd0002004)	**Baranzate, Bollate, Novate Milanese (Milano-Monza IT_a_ag00045)**
Viabilità di accesso al Nuovo Polo Fieristico di Milano	R37 (IT_a_rd0002004)	**Baranzate, Rho, Pero (Milano-Monza IT_a_ag00045)**
Ampliamento a 3° corsia tra Lainate e Como	A09 (IT_a_rd0002006)	Lainate, Origgio, Uboldo, Saronno, Gerenzano, Turate, Lomazzo, Cirimido, Cadorago, Guanzate, Fino Mornasco, Cassina Rizzardi, Luisago, Villa Guardia, Grandate, Montano Lucino
Ampliamento a 4° corsia tra Modena e Bologna	A01 (IT_a_rd0002001)	Campogalliano, **Modena (IT_a_ag00023)**, Castelnuovo Rangone, Spilamberto, San Cesario sul Panaro, Castelfranco Emilia, Crespellano

Intervento	Autostrada (ID Asse)	**Comuni coinvolti** (agglomerati in grassetto)
Riqualifica Area di Servizio Secchia Ovest	A01 (IT_a_rd0002001)	**Modena (IT_a_ag00023)**
Nuovo svincolo Valsamoggia	A01 (IT_a_rd0002001)	Crespellano
Riqualifica Area di Servizio La Pioppa	A14 (IT_a_rd0002012)	Zola Predosa
Ampliamento a 3° corsia dinamica tangenziale di Bologna	T06 (IT_a_rd0002012)	**Bologna, San Lazzaro di Savena (Bologna IT_a_ag00002)**
Nuovo svincolo Valle del Rubicone	A14 (IT_a_rd0002012)	Gatteo
3° Corsia Rimini-Porto Sant'Elpidio	A14 (IT_a_rd0002012)	**Rimini (IT_a_ag00035)**, Riccione, Coriano, Misano Adriatico, San Giovanni in Marignano, Cattolica, Gabicce Mare, Gradara, Pesaro, Fano, San Costanzo, Mondolfo, Senigallia, Montemarciano, Falconara Marittima, Chiaravalle, Camerata Picena, **Ancona (IT_a_ag00014)**, Osimo, Camerano, Castelfidardo, Sirolo, Numana, Porto Recanati, Loreto, Potenza Picena, Civitanova Marche, Sant'Elpidio a Mare, Porto Sant'Elpidio
Nuovo svincolo di Foggia Incoronata	A14 (IT_a_rd0002012)	**Foggia (IT_a_ag00018)**
Ampliamento a 3° corsia tra Casalecchio e Sasso Marconi	A01 (IT_a_rd0002001)	Casalecchio di Reno **(Bologna IT_a_ag00002)**
Variante di Valico	A01+VAV (IT_a_rd0002001)	Sasso Marconi, Marzabotto, Monzuno, Grizzana Morandi, San Benedetto Val di Sambro, Firenzuola, Castiglione dei Pepoli, Barberino di Mugello
Ampliamento a 3° corsia tra Firenze Nord e Firenze Sud	A01 (IT_a_rd0002001)	Calenzano, Campi Bisenzio, Sesto Fiorentino, **Firenze (IT_a_ag00004)**, Scandicci, Impruneta, Bagno a Ripoli
Riqualifica Area di Servizio Badia Al Pino	A01 (IT_a_rd0002001)	Civitella in Val di Chiana
Ampliamento a 3° corsia tra Fiano e Settebagni	D18 (IT_a_rd0002001)	**Roma (IT_a_ag00009)**, Riano, Castelnuovo di Porto, Capena, Fiano Romano
Nuovo Allacciamento A13-A4	A13+D13 (IT_a_rd0002011)	Maserà di Padova, Albignasego
Nuovo svincolo Mogliano Veneto	A27 (IT_a_rd0002018)	Mogliano Veneto

5.2 - Progetto Pilota Genova

Autostrade per l'Italia ha realizzato sulla propria rete numerosi interventi di bonifica acustica, agendo in anticipo rispetto agli obblighi di legge per risanare le situazioni più critiche: a tal proposito sono di particolare rilevanza le opere (barriere, coperture parziali e totali, finestre antirumore) portate a temine nell'ambito del "Progetto Pilota Genova" su A7, A10, A12 ed A26 (assi IT_a_0002003, IT_a_0002007, IT_a_0002009 e IT_a_0002017), svolto in collaborazione con il Ministero dell'Ambiente, Regione Liguria e Comune di Genova nell'ambito di una Commissione presieduta dalla Prefettura di Genova. Tale esperienza è servita a sviluppare le tecniche più efficaci di insonorizzazione e anche le procedure di progettazione, calcolo e collaudo acustico, successivamente recepite a livello normativo.

I numeri rappresentativi di tale progetto sono:

- 80.000 m^2 circa di barriere antirumore
- 85.000 m^2 circa di baffles e coperture
- 400.000 m^2 circa di pavimentazione fonoassorbente

5.3 - Il Piano di Risanamento acustico

Autostrade per l'Italia come previsto dalla normativa vigente (Legge quadro 447/1995 e s.m.i.) ha predisposto e inviato ai Comuni interessati il Piano di Risanamento Acustico (PRA) dell'intera rete autostradale, nel giugno 2007.

Gli interventi di risanamento, raccolti in aree denominate macrointerventi, sono stati ordinati in una graduatoria nazionale approvata da parte della Conferenza Stato – Regioni il 18/11/2010 e ratificata dal Decreto del Ministero dell'Ambiente del 11/3/2011 pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale 102 del 4/5/2011.

In anticipo rispetto alle tempistiche di legge relative all'approvazione da parte di suddetta Conferenza della graduatoria presentata nel 2007, Autostrade per l'Italia ha avviato, di concerto con il Ministero e l'Anas, un primo piano quinquennale per la realizzazione di 44 interventi, i primi in graduatoria nazionale e regionale, adottati nel 2008 e data di completamento 2013.

La mappatura acustica 2017 è stata sviluppata sulla base degli interventi previsti nei Piani di Azione 2008 e 2013 che sono stati elaborati recependo in modo integrale il Piano di Risanamento Acustico Nazionale. Gli interventi realizzati o in corso di realizzazione nell'ambito del Piano di Risanamento Acustico hanno coinvolto aree geografiche relative alle seguenti macro aree:

Intervento	**Autostrada (ID Asse)**	**Comuni coinvolti** (agglomerati in grassetto)
Macroint. 11-12 CPG Bolzaneto 35-36	A07 (IT_a_rd0002003)	**Genova (IT_a_ag00005)**
Macroint. 11-12 CPG Valpolcevera 33-34	A07 (IT_a_rd0002003)	**Genova (IT_a_ag00005)**
Macroint. 11-12 CPG Valpolcevera 31-32	A07 (IT_a_rd0002003)	**Genova (IT_a_ag00005)**
Macroint. 10 CPG Valpolcevera 26-27	A07+A10 (IT_a_rd0002003 + IT_a_rd0002007)	**Genova (IT_a_ag00005)**
Macroint. 9 CPG Sampierdarena I	A07 (IT_a_rd0002003)	**Genova (IT_a_ag00005)**
Macroint. 9 CPG Sampierdarena II	A07 (IT_a_rd0002003)	**Genova (IT_a_ag00005)**
Macroint. 6-8-9	A10+A26 (IT_a_rd0002007 + IT_a_rd0002017)	**Genova (IT_a_ag00005)**, Arenzano, Mele
Macroint. 9 CPG Chiaravagna 4	A10 (IT_a_rd0002007)	**Genova (IT_a_ag00005)**
Macroint. 9 CPG Pallavicini 8-9	A10 (IT_a_rd0002007)	**Genova (IT_a_ag00005)**
Macroint. 9 CPG Rexello 10-11-12	A10 (IT_a_rd0002007)	**Genova (IT_a_ag00005)**
Macroint. 7 CPG Prà 19-20	A10 (IT_a_rd0002007)	**Genova (IT_a_ag00005)**
Macroint. 7 CPG Prà 21	A10+A26 (IT_a_rd0002007 +	**Genova (IT_a_ag00005)**

	IT_a_rd0002017)	
Macroint. 4-5-6	A10 (IT_a_rd0002007)	Cogoleto, Arenzano, Varazze
Macroint. 3-4	A10 (IT_a_rd0002007)	Varazze, Celle Ligure, Albisola Superiore
Macroint. 2	A10 (IT_a_rd0002007)	Savona
Macroint. 1	A10 (IT_a_rd0002007)	Savona
Macroint. 62-63	A12 (IT_a_rd0002009)	**Genova (IT_a_ag00005)**, Bogliasco, Pieve Ligure, Sori, Recco, Rapallo
Macroint. 63 Rapallo Ospedale	A12 (IT_a_rd0002009)	Rapallo
Macroint. 64-65	A12 (IT_a_rd0002009)	Rapallo, Zoagli, Chiavari, Lavagna
Macroint. 65 anticipo per sentenza	A12 (IT_a_rd0002009)	Lavagna
Macroint. 66	A12 (IT_a_rd0002009)	Sestri Levante
Macroint. 23	A26 (IT_a_rd0002017)	Rossiglione, Campo Ligure
Macroint. 26	A26 (IT_a_rd0002017)	Ovada, Silvano d'Orba, Rocca Grimalda
Macroint. 28 anticipo per sentenza	D26 (IT_a_rd0002017)	Pozzolo Formigaro
Macroint. 32 anticipo per sentenza	D08 (IT_a_rd0002005)	Castelletto Sopra Ticino
Macroint. 35-36	A08 (IT_a_rd0002004)	Oggiona con Santo Stefano, Jerago con Orago, Solbiate Arno, Albizzate, Caronno Varesino, Castronno, Brunello, Morazzone, Gazzada Schianno, Buguggiate
Macroint. 38	A08+D08 (IT_a_rd0002004 + IT_a_rd0002005)	Gallarate
Macroint. 41	A08 (IT_a_rd0002004)	Castellanza, Legnano, Rescaldina
Macroint. 49	A08 (IT_a_rd0002004)	**Rho, Arese (Milano-Monza IT_a_ag00045)**
Macroint. 50	A04+A08 (IT_a_rd0002002 + IT_a_rd0002004)	**Milano, Baranzate, Arese, Rho, Pero (Milano-Monza IT_a_ag00045)**
Macroint. 51-52	A04 (IT_a_rd0002002)	**Cinisello Balsamo (Milano-Monza IT_a_ag00045)**
Macroint. 53	A04 (IT_a_rd0002002)	**Sesto San Giovanni, Monza (Milano-Monza IT_a_ag00045)**
Macroint. 54	A04 (IT_a_rd0002002)	**Bergamo (IT_a_ag00015)**, Azzano San Paolo, Orio al Serio, Grassobbio, Seriate, Bagnatica
Macroint. 55	A04 (IT_a_rd0002002)	Bagnatica, Costa di Mezzate, Bolgare, Chiuduno, Telgate
Macroint. da 56 a 60	A04 (IT_a_rd0002002)	Telgate, Grumello del Monte, Castelli Calepio, Palazzolo sull'Oglio, Capriolo, Adro, Erbusco, Rovato, Cazzago San Martino, Passirano, Ospitaletto
Macroint. 61	A04 (IT_a_rd0002002)	Passirano, Ospitaletto, Castegnato, Roncadelle, **Brescia (IT_a_ag00016)**
Macroint. 91	A01 (IT_a_rd0002001)	**Milano, San Donato Milanese (Milano-Monza IT_a_ag00045)**, San Giuliano

		Milanese
Macroint. 93	A01 (IT_a_rd0002001)	Pieve Fissiraga, Villanova del Sillaro, Massalengo, Borghetto Lodigiano, Ossago Lodigiano, Livraga
Macroint. 96	A01 (IT_a_rd0002001)	**Piacenza (IT_a_ag00030)**
Macroint. 113-114 "Crespellano"	A01 (IT_a_rd0002001)	Crespellano
Macroint. 114	A01+A14 (IT_a_rd0002001 + IT_a_rd0002012)	Zola Predosa
Macroint. 115	A01+R14 (IT_a_rd0002001 + IT_a_rd0002014)	Zola Predosa, Casalecchio di Reno **(Bologna IT_a_ag00002)**
Macroint. 116-117	A01 (IT_a_rd0002001)	Monzuno, Grizzana Morandi, San Benedetto Val di Sambro, Firenzuola, Castiglione dei Pepoli
Macroint. 118	A01 (IT_a_rd0002001)	Barberino di Mugello
Macroint. 134	A01 (IT_a_rd0002001)	Orvieto, Baschi
Macroint. 148 Svincolo Ferentino	A01 (IT_a_rd0002001)	Ferentino
Macroint. da 149 a 153	A01 (IT_a_rd0002001)	Frosinone, Ceccano, Arnara, Pofi, Ceprano
Macroint. 156	A01 (IT_a_rd0002001)	Aquino, Castrocielo
Macroint. 162	A01 (IT_a_rd0002001)	Conca della Campania, Tora e Piccilli, Marzano Appio, Caianello, Teano, Calvi Risorta, Pignataro Maggiore, Pastorano, Vitulazio, Capua, Bellona,
Macroint. 163	A01 (IT_a_rd0002001)	Capua, Santa Maria Capua Vetere, San Prisco, Casapulla, Casagiove
Macroint. 164	A01 (IT_a_rd0002001)	Casagiove, Recale, Caserta, San Nicola la Strada, Capodrise
Macroint. da 165 a 167	A01+A16+A30 (IT_a_rd0002001 + IT_a_rd0002015 + IT_a_rd0002019)	Capodrise, Marcianise, San Marco Evangelista, Caivano, Afragola, Casoria, **Napoli (IT_a_ag00007)**
Macroint. 187	D02 (IT_a_rd0002001)	**Napoli (IT_a_ag00007)**
Mactoint. 202 anticipo per sentenza	A11 (IT_a_rd0002008)	Chiesina Uzzanese
Macroint. 270	A14 (IT_a_rd0002012)	**Forlì (IT_a_ag00019)**, Faenza
Macroint. 234	A14 (IT_a_rd0002012)	Fermo, Porto San Giorgio
Macroint. 229 e da 231 a 233	A14 (IT_a_rd0002012)	Fermo, Porto San Giorgio, Altidona, Pedaso, Massignano, San Benedetto del Tronto
Macroint. 229-230-231	A14 (IT_a_rd0002012)	Cupra Marittima, Grottammare
Macroint. 213	A14 (IT_a_rd0002012)	Torino di Sangro, Villalfonsina, Casalbordino, Pollutri, Vasto
Macroint. 210	A14 (IT_a_rd0002012)	Termoli, Petacciato
Macroint. 78	A13+D23 (IT_a_rd0002011)	**Ferrara (IT_a_ag00017)**
Macroint. 81	A13 (IT_a_rd0002011)	Monselice
Macroint. 83-86 Albignasego	A13+D13 (IT_a_rd0002011)	Albignasego

Macroint. 284	A27 (IT_a_rd0002018)	Mogliano Veneto, Marcon
Macroint. 294	A27 (IT_a_rd0002018)	Conegliano
Macroint. 294-295-296 Vittorio Veneto	A27 (IT_a_rd0002018)	Vittorio Veneto
Macroint. 274-275	A23 (IT_a_rd0002016)	**Udine (IT_a_ag00042)**, Pasian di Prato
Macroint. 275 Tavagnacco	A23 (IT_a_rd0002016)	Tavagnacco

5.4 - Convenzioni con enti

In pendenza di una normativa certa che prevedesse priorità di realizzazione secondo le definizioni vigenti, prima dell'anno 2007 Autostrade per l'Italia S.p.A. ha realizzato numerosi interventi di risanamento perseguendo obiettivi di bonifica facendosi carico delle istanze provenienti da Amministrazioni Locali e concertando con le medesime tempi e modalità di realizzazione sulla base di convenzioni.
Successivamente al dimensionamento ed alla consegna del Piano di Risanamento acustico ed alla sua trasmissione agli Enti interessati Autostrade per l'Italia ha operato esclusivamente secondo i criteri e gli indici di priorità di Legge, che hanno generato la graduatoria nazionale.
Con questa tipologia di approccio, nel periodo 2002/2007 sono stati realizzati interventi sui territori comunali di:

Intervento	**Autostrada (ID Asse)**	**Comuni coinvolti** (agglomerati in grassetto)
Forlì	A14 (IT_a_rd0002012)	**Forlì (IT_a_ag00019)**
San Giovanni in Marignano	A14 (IT_a_rd0002012)	San Giovanni in Marignano
Faenza	A14 (IT_a_rd0002012)	Faenza
Origgio	A09 (IT_a_rd0002006)	Origgio
Cormano	A04 (IT_a_rd0002002)	Cormano
Cavazzo Carnico	A23 (IT_a_rd0002016)	Cavazzo Carnico
Valmontone	A01 (IT_a_rd0002001)	Valmontone
Ospitaletto	A04 (IT_a_rd0002002)	Ospitaletto
Vigonza	A13 (IT_a_rd0002011)	Vigonza
Chiavari	A12 (IT_a_rd0002009)	Chiavari
Piedimonte San Germano	A01 (IT_a_rd0002001)	Piedimonte San Germano
San Giovanni Teatino	A14 (IT_a_rd0002012)	San Giovanni Teatino
Potenza Picena	A14 (IT_a_rd0002012)	Potenza Picena
Lavagna	A12 (IT_a_rd0002009)	Lavagna
Castegnato	A04 (IT_a_rd0002002)	Castegnato
Arenzano	A10 (IT_a_rd0002007)	Arenzano
Vergiate	D08 (IT_a_rd0002005)	Vergiate
Celle Ligure	A10 (IT_a_rd0002007)	Celle Ligure
San Mauro Pascoli	A14 (IT_a_rd0002012)	San Mauro Pascoli
Cesena	A14 (IT_a_rd0002012)	Cesena
Albignasego	A13+D13 (IT_a_rd0002011)	Albignasego
Santa Marinella	A12RM (IT_a_rd0002010)	Santa Marinella
Zoagli	A12 (IT_a_rd0002009)	Zoagli
Vasto	A14 (IT_a_rd0002012)	Vasto

Intervento	**Autostrada (ID Asse)**	**Comuni coinvolti** (agglomerati in grassetto)
Roccasecca	A01 (IT_a_rd0002001)	Roccasecca
Besnate	D08 (IT_a_rd0002005)	Besnate
Gazzada Schianno	A08 (IT_a_rd0002004)	Gazzada Schianno
Jerago con Orago	A08 (IT_a_rd0002004)	Jerago con Orago
Monzuno	A01 (IT_a_rd0002001)	Monzuno
Terrazzano di Rho	A08 (IT_a_rd0002004)	**Rho (Milano-Monza IT_a_ag00045)**
Pesaro	A14 (IT_a_rd0002012)	Pesaro
Como	A09 (IT_a_rd0002006)	Como
Bertinoro	A14 (IT_a_rd0002012)	Bertinoro
Pieve a Nievole	A11 (IT_a_rd0002008)	Pieve a Nievole
Bogliasco	A12 (IT_a_rd0002009)	Bogliasco
Albissola Marina	A10 (IT_a_rd0002007)	Albissola Marina
Due Carrare	A13 (IT_a_rd0002011)	Due Carrare
Reggio Emilia	A01 (IT_a_rd0002001)	**Reggio Emilia (IT_a_ag00034)**
Pasian di Prato	A23 (IT_a_rd0002016)	Pasian di Prato
Prato	A11 (IT_a_rd0002008)	**Prato (IT_a_ag00031)**
Carbonera	A27 (IT_a_rd0002018)	Carbonera
Spresiano	A27 (IT_a_rd0002018)	Spresiano
Tarvisio	A23 (IT_a_rd0002016)	Tarvisio

6. METODI DI CALCOLO E MODELLI APPLICATI

Nel caso di rumore da traffico stradale il decreto legislativo n. 194 consiglia l'uso della procedura di calcolo "NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB), riportato in '"Arretè du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routieres, Journal Officiel du 10 mai 1995, article 6" e nella norma XPS 31-133. Per i dati di ingresso concernenti l'emissione, questi documenti fanno capo al documento "Guide du bruit des transports terrestres, fascicule prevision des niveaux sonores" edita dal CETUR nel 1980[(1)].

In considerazione che i dati di input cui la procedura fa riferimento risalgono ad oltre trenta anni fa, la stessa commissione in una successiva raccomandazione[(2)] consiglia una adeguata procedura per adeguare i valori di emissioni alle nuove caratteristiche di veicoli e di pavimentazioni.

Nei successivi paragrafi è dettagliatamente descritto il metodo consigliato dalla Commissione (ed impiegato da Autostrade per l'Italia S.p.a. per realizzare la mappatura acustica) nonché l'approccio adottato per effettuare l'aggiornamento delle banche dati di input.

Prima di entrare nel dettaglio degli argomenti, è importante puntualizzare le differenze sussistenti fra il concetto di "modello di calcolo" e "software di calcolo".

Per "*modello di calcolo*" si intende una procedura operativa in cui vengono definiti i criteri secondo cui schematizzare le sorgenti e l'ambiente di propagazione (terreno, vegetazione, edifici, barriere, etc.), calcolare i principali fenomeni fisici della propagazione (diffrazioni e riflessioni) ed individuare i ricettori.

Per "*software di calcolo*" si intende la trasposizione delle suddette procedure in pacchetti di programmi commerciali: a titolo esemplificativo il "modello di calcolo" NMPB-96 è implementato in molteplici "software di calcolo", come ad esempio Soundplan, Cadna, Predictor, Immi, Lima, Mythra, Sintef, etc.

È anche opportuno evidenziare che, alla data di emissione della mappatura acustica, non è vigente a livello comunitario o nazionale una procedura legislativa armonizzata utilizzabile per convalidare un "software di calcolo" né quantomeno un "modello di calcolo": le norma tecnica di riferimento per il confronto dei software è la norma DIN 45687, mentre altre indicazioni tecniche metodologiche si possono trovare nelle norme NF 31-130/131/132 e nella norma UNI 11143-1.
Si ricorda inoltre che, nel 2008 la Commissione ha avviato lo sviluppo del quadro metodologico comune per la determinazione del rumore nell'ambito del progetto «Metodi comuni per la valutazione del rumore nell'UE» («CNOSSOS-EU») sotto la guida del Centro comune di ricerca (JRC). Il progetto è stato realizzato in stretta consultazione con il comitato istituito a norma dell'articolo 18 della direttiva 2000/14/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, e in collaborazione con altri esperti provenienti dagli Stati membri.
In seguito alla emanazione della Direttiva (UE) 2015/996 della commissione del 19 maggio 2015 [(10)] sono stati stabiliti metodi comuni per la determinazione del rumore a norma della direttiva 2002/49/CE; gli stati membri sono tenuti a utilizzare il metodo CNOSSOS-EU a partire dal 31 dicembre 2018. Di conseguenza, Autostrade per l'Italia adotterà tale metodo a partire dal quarto round della Mappatura Acustica e del Piano di Azione.

6.1. Caratteristiche generali

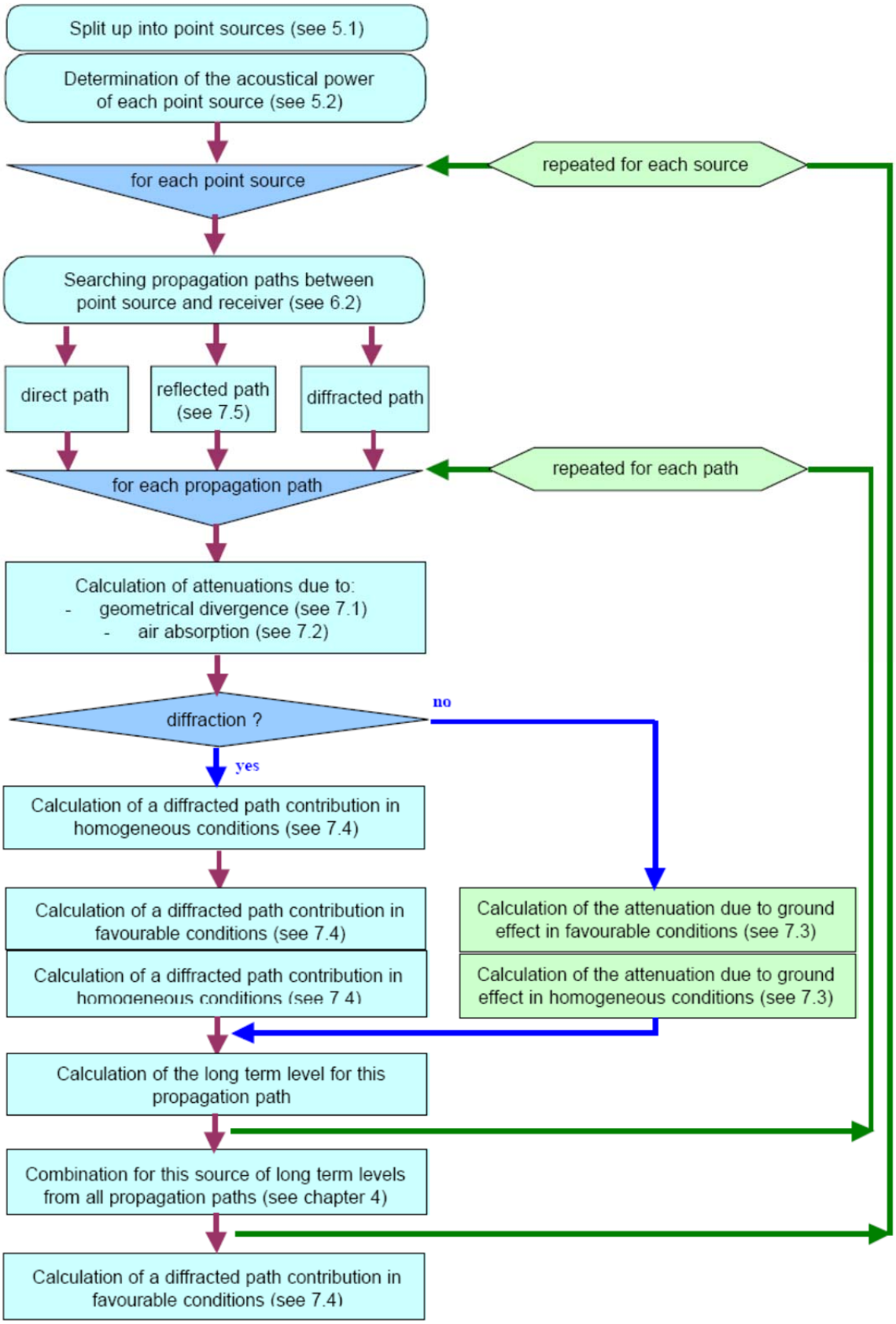
Il metodo di calcolo NMPB-96 costituisce un metodo per la previsione dei livelli acustici a distanze fino a 800 metri dall'infrastruttura stradale, tenendo in considerazione gli effetti meteorologici. NMPB consente il calcolo dei parametri $L_{Aeq(10pm-6am)}$ and $L_{Aeq(6am-10pm)}$, ma può, con opportuni accorgimenti, essere adattato anche per il calcolo del parametro L_{DEN} richiesto dalla direttiva 2002-49-CE.
I calcoli sono effettuati in bande di ottava da 125 Hz a 4 kHz, ed il metodo è basato sulla suddivisione delle linee di traffico in single sorgenti puntiformi.; la procedura prende in considerazione principalmente la propagazione e non fa riferimento a valori di emissione che pertanto devono essere ottenuti da altre fonti (in particolare la direttiva 2002-49-CE fa riferimento alla "Guide du bruit" del 1980). I valori di emissione da prendere in considerazione sono i valori di livelli di potenza sonora in bande di ottava, possibilmente completi di fattori di direttività orizzontale e verticale.
NMPB-96 prende in considerazioni due condizioni meteorologiche, e precisamente l'una omogenea e l'altra favorevole alla propagazione: il risultato del calcolo, ovvero il livello equivalente di lungo termine può essere ottenuto dalla combinazione dei due calcoli, definendo la percentuale di tempo in cui si verificano le condizioni di propagazione di tipo "favorevole". La procedura di calcolo tiene conto dei seguenti effetti:

- divergenza geometrica;
- assorbimento atmosferico;
- effetto terreno, tenendo conto dell'altezza delle sorgenti e dei ricettori;
- calcolo in condizioni meteorologiche omogenee ed in condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione;
- diffrazioni semplice e multiple, mediante calcolo delle differenze fra traiettoria diretta e traiettoria difratta e successiva definizione dell'attenuazione A_{dif};
- riflessione su ostacoli verticali.

Per sorgenti di altezza elevata rispetto al terreno, il modello può essere impiegato per ricettori disposti perpendicolarmente all'infrastruttura stradale ad una distanza massima di 800 m ed ad un'altezza da terra di

almeno 2 m; il dominio di validità decresce però nel caso in cui sia la sorgente che il ricettore siano ad altezze inferiori.

La seguente figura mostra il diagramma di flusso funzionale del modello NMPB-96.



6.2. Modello di propagazione

6.2.1. Effetti meteorologici

Data anche la configurazione del territorio ed il grado di urbanizzazione della Francia, la procedura NMPB-96 tiene in particolare considerazione gli effetti meteorologi, soprattutto per ricettori posti a distanza maggiore di 250 m dall'infrastruttura stradale.

La "sorgente strada" viene rappresentata come una sorgente lineare, successivamente ricondotta ad una serie di sorgenti puntiformi distribuite con criteri predefiniti lungo una serie di linee emettitrici; l'attenuazione durante la propagazione fra sorgenti puntiformi ed i ricevitori è stimata attraverso la somma di termini rappresentativi della divergenza sferica, dell'assorbimento dell'aria, dell'effetto terreno, della diffrazione su ostacoli e della riflessione su elementi verticali. Tutte questi termini sono calcolati per due condizioni meteorologiche, e precisamente la condizione favorevole alla propagazione, a cui corrisponde il livello L_F e la condizione omogenea, a cui corrisponde il livello L_H

Il livello di lungo termine ponderato A, L_{LT} , è quindi stimato dalla relazione:

$$L_{LT} = 10 \log[p \times 10^{LF/10} + (1 - p) \times 10^{LH/10}] \qquad [1]$$

dove:

p è la percentuale di tempo (espressa con valori fra 0 e 1) in cui si verificano condizioni favorevoli alla propagazione. In altri termini, per determinare le condizioni di "livelli di lungo termine", il metodo NMPB non prende in esame le condizioni meteorologiche statistiche peculiari del sito, ma sostituisce le "condizioni sfavorevoli alla propagazione" con le "condizioni omogenee", e pertanto perviene ad una "sovrastima" dei reali livelli di inquinamento acustico.

La percentuale di tempo in cui occorrono le condizioni favorevoli (espressa nel metodo come percentuale **p**), può essere valutata qualitativamente con il metodo di Zouboff, il quale si basa sulla seguente matrice a doppia griglia che richiede semplici informazioni meteorologiche relative ad $\mathbf{U_i}$ ovvero scelta di una delle 5 classi di vento) e$\mathbf{T_i}$, ovvero scelta di 5 classi termiche, di cui 3 diurne e due notturne).

I valori di probabile occorrenza **p** sono stati calcolati in Francia (e quindi sono strettamente validi in quel territorio), in 40 diverse stazioni meteorologiche, sia nel periodo diurno (06.00-22.00) che in quello notturno (22.00-06.00), con direzioni fra sorgente e ricettore variabili a step di 20°; i risultati corrispondono all'integrazione di almeno 10 anni di dati meteorologici.

La norma prevede la possibilità di eseguire nei singoli siti d'interesse rilevazioni e successive analisi statistiche delle condizioni meteorologiche. La stessa norma consente, nel caso che un territorio non disponga di dati, di adottare valori di default, ad esempio **p = 0.5** nel periodo notturno (100% di occorrenza di condizioni favorevoli) e **p = 0.25** nel periodo diurno (50% di occorrenza di condizioni favorevoli), secondo quanto consigliato dal Ministero per l'Ambiente e dal WGAEN[(3)].

A titolo di completezza, si riporta comunque la tabella di Zouboff, rimandando i dettagli a quanto riportato nella norma NS 31-133. (le zone grigie nel diagramma corrispondono a situazioni meteorologiche "impossibili" o "estremamente poco probabili").

	U1	U2	U3	U4	U5
T1		- -	-	-	
T2	- -	-	-	Z	+
T3	-	-	Z	+	+
T4	-	Z	+	+	+ +
T5		+	+	+ +	

Legenda	
-	attenuazione normale (raggi curvi in l'alto)
- -	attenuazione forte(raggi verso l'alto)
Z	effetti meteorologici nulli (raggi rettilinei)
+	moderata amplificazione (raggi curvi in basso)
+ +	forte amplificazione (raggi curvi in basso)

U_1: vento forte (da 3 a 5 m/s) opposto alla direzione di propagazione
U_2: vento debole o moderato (da 1 a 3 m/s)opposto o forte vento in direzione non opposta
U_3: vento nullo o vento trasversale
U_4: vento moderato nella direzione della propagazione o vento forte a 45°
U_5: vento forte
T_1: periodo diurno con forte radiazione solare e superfici asciutte e non troppo vento
T_2: stese condizioni di T_1 , ma con una delle condizioni di T_1 non realizzata
T_3: alba o tramonto o (tempo nuvoloso con vento e superfici non troppo umide)
T_4: periodo notturno con nuvole o vento
T_5: periodo notturno con cielo sereno e vento debole.

È importante sottolineare, come evidenziato nel diagramma funzionale sopra riportato, che il calcolo degli effetti meteorologici và effettuato per bande di ottava e per tutte le direzioni congiungenti sorgente e ricettore.
Viene qui di seguito descritto in dettaglio come deve essere effettuato il calcolo relativamente all''intervallo di tempo preso in esame (un anno, secondo la Direttiva 2000-49-CE):

1. Decomposizione delle sorgenti di rumore in sorgenti elementari puntuali;
2. Determinazione del livello di potenza sonora per ciascuna sorgente, in bande di ottava;
3. Ricerca delle traiettorie di propagazione da ciascuna sorgente a ciascun ricettore (diretta, difratta e riflessa);
4. Su ciascuna traiettoria di propagazione, calcolare per ogni banda di ottava:
   - l'attenuazione in condizioni favorevoli;
   - l'attenuazione in condizioni omogenee;
5. Il livello di lungo termine, tenendo conto dell'occorrenza di condizioni favorevoli ed omogenee;

6. Somma dei diversi contributi di lungo termine di tutte le traiettorie per calcolare il livello globale di lungo termine per bande di ottava;
7. Calcolo del livello sonoro globale di lungo termine ponderato A.
   Per una sorgente sonora puntuale Si di potenza L_{Awi}, e per ciascuna banda di ottava considerata,il livello globale di lungo termine presso un ricettore R per determinate condizioni atmosferiche è dato da

1. Calcolo livello sonoro in condizioni favorevoli per la traiettoria (Si, R)

$$L_{Ai,\,F} = L_{Awi} - A_{i,F} \qquad [2]$$

Il termine Ai,F rappresenta l'insieme delle attenuazioni lungo il percorso di propagazione e si compone dei seguenti termini in condizioni di propagazione favorevole:

$$A_{i,F} = A_{div} + A_{atm} + A_{sol,F} + A_{dif,F} \qquad [3]$$

Dove

A_{div} è l'attenuazione per divergenza geometrica
A_{atm} è l'attenuazione per assorbimento atmosferico
$A_{sol,F}$ è l'attenuazione per effetto del terreno
$A_{dif,F}$ è l'attenuazione dovuta la diffrazione

2. Calcolo livello sonoro in condizioni omogenee per la traiettoria (Si, R)

$$L_{Ai,H} = L_{Awi} + D_{hi} + D_{vi} - A_i \qquad [4]$$

dove i termini hanno il medesimo significato del punto precedente, ma iferiti alle condizioni omogenee.

3. calcolo livello sonoro di lungo termine per la traiettoria (Si, R)

Il livello sonoro dovuto alla singola sorgente puntuale è dato dalla somma energetica dei livelli in due condizioni omogenea e favorevole, ponderata con il fattore p di occorrenza relativo alla traiettoria (Si, R)

4. Calcolo livello sonoro di lungo termine al punto R per tutte le traiettorie di propagazione

Il livello sonoro al ricettore per la banda di ottava j è ottenuto per somma dei contributi sonori dell'insieme delle sorgente sonore puntuali e delle loro eventuali sorgenti immagine

$$L_{Aeq.LT}(j) = 10\,\lg\left[\sum_{i} 10^{0.1 L_{Ai,LT}(j)} + \sum_{i'} 10^{0.1 L_{Ai',LT}(j)}\right] \qquad [5]$$

dove **i** rappresenta l'insieme delle sorgenti puntuali e **i'** l'insieme delle sorgenti immagine corrispondenti a delle riflessioni su ostacoli verticali.

6.2.2. Decomposizione in sorgenti elementari e definizione dei parametri funzionali

Il primo step è la divisione geometrica dell'infrastruttura in "archi elementari" su cui l'emissione sonora del traffico non varia ed ha caratteristiche omogenee riguardo alla tipologia costruttiva e funzionale (pendenza, numero corsie, larghezza della piattaforma). Ciascun arco elementare è modellizzato con un numero variabile di "linee emettitrici" , posizionando in genere una linea su ciascuna corsia.

Successivamente ciascun arco è decomposto in un insieme di sorgenti puntuali elementari, rispettando il criterio base che la distanza fra due punti non può essere superiore alla metà della distanza ortogonale fra ricettore e sorgente puntuale ad esso più vicina. A ciascuna sorgente puntuale identificata viene assegnato un livello di potenza sonora in dB(A) per ciascuna banda di ottava i dato dalla formula:

$$L_{Awi} = L_{Aw/m} + 10 \log (li) \qquad [6]$$

dove:

$L_{Aw/m}$ è il livello di potenza sonora/metro della linea di sorgenti di rumore in dB(A),per banda di ottava

li è la lunghezza (in metri) della porzione di arco relativa alla sorgente puntiforme **i** .

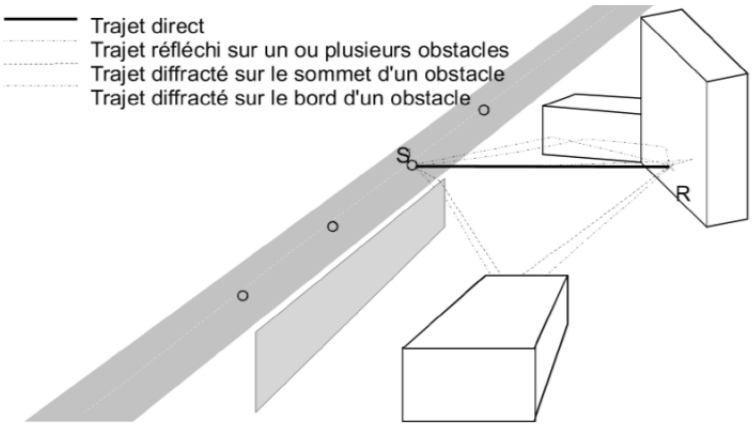
I valori di $L_{Aw/m}$ sono determinati secondo la norma NS 31-130, che sostanzialmente richiama la "Guide du Bruit des Transports Terrestres - Fascicule «Prévision desniveaux sonores» (1980)".

L'altezza delle singole sorgenti è fissata a 0.5 m dal suolo, e le sorgenti sono considerate omnidirezionali; i ricettori devono essere posti ad un'altezza dal suolo di almeno 2 m e a 2 metri di distanza dalla facciata.

Il metodo si basa sulla determinazione delle traiettorie di propagazione rettilinee fra sorgente e ricettore, e può essere applicato sia rigorosamente in 3 dimensioni o, preferibilmente, in "pseudo 3D" ovvero in 2D½, in modo da semplificare il problema della propagazione, riducendo le 3 dimensioni ad un insieme di problematiche elementari a 2 dimensioni; in pratica l'infrastruttura è scomposta in archi elementari e le propagazioni (dirette, riflesse e difratte) fra ciascuna sorgente ed il punto di ricezione sono ricercate solo sulla proiezione sul piano orizzontale. Per ciascuna traiettoria, il calcolo dell'attenuazione dovuta alla propagazione si esegue successivamente sul piano verticale contenete la traiettoria di propagazione.

Se per una coppia sorgente/ricettore esistono numerosi percorsi di propagazione (vedi figura seguente), si prendono in esame esclusivamente gli ostacoli verticali.

Non si considerano riflessioni sul suolo,in quanto questo fenomeno è trattato separatamente.



6.2.3. Divergenza geometrica

L'attenuazione causata dalla divergenza geometrica prende in considerazione la riduzione del livello sonoro dovuto alla distanza di propagazione. Per una sorgente puntuale in campo libero, l'attenuazione in decibel per ciascuna banda di ottava è data da:

$$A_{div} = 10 \log(4\pi d^2) = 20 \log(d) + 11 \qquad [7]$$

dove:

d è la distanza diretta fra sorgente e ricettore (in assenza di ostacoli) , espressa in metri.

6.2.4. Assorbimento atmosferico

L'attenuazione dovuta all'assorbimento atmosferico, A_{atm}, (in decibel), lungo una percorso di propagazione di lunghezza d è fornito dalla formula:

$$A_{atm} = \alpha d/1\,000 \qquad [8]$$

dove:

d è la distanza tra sorgente e ricettore ed α è il coefficiente di attenuazione atmosferica (dB/km), ricavabile per banda di ottava dalla seguente tabella, valida per T=15 °C ed umidità relativa del 70 %.

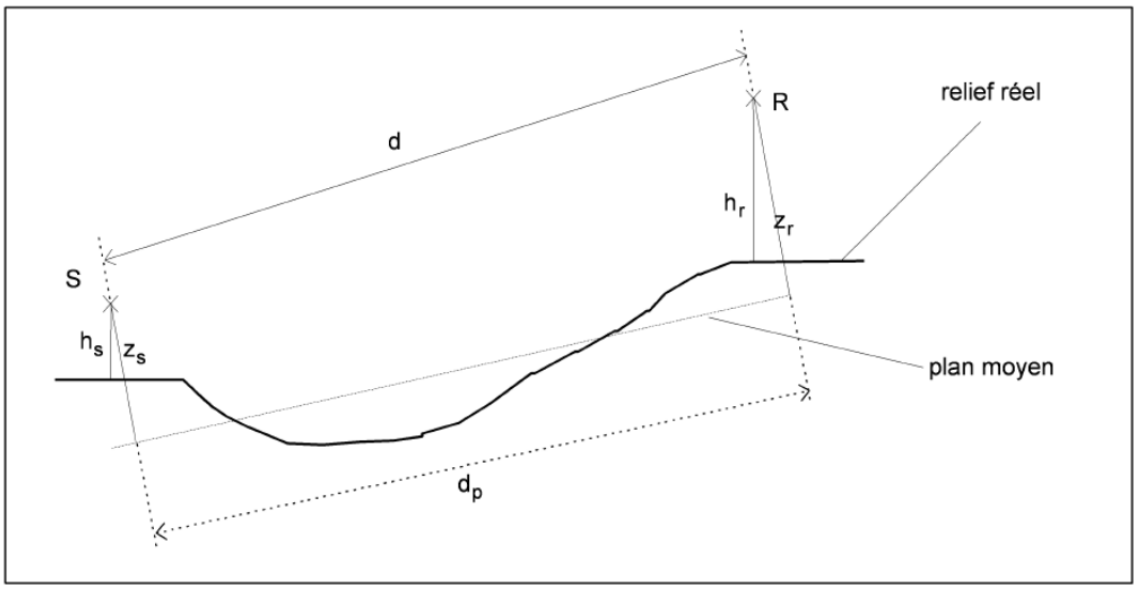
Frequenza centrale (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
α (in dB/km)	0.38	1.13	2.36	4.08	8.75	26.4

6.2.5. Effetto del suolo

L'attenuazione dovuta all'effetto del suolo è principalmente il risultato dell'interferenza fra il suono riflesso dalla superficie del suolo ed il suono che si propaga direttamente dalla sorgente verso il ricettore. Tale fenomeno è funzione sia delle caratteristiche del terreno sia delle condizioni meteorologiche che modificano la curvatura dei raggi sonori (verso l'alto o il basso): pertanto anche per l'effetto suolo, vengono distinte due tipologie di calcolo, l'una per le condizioni omogenee e l'altra per le condizioni favorevoli di propagazione.
Ai fini del calcolo, l'assorbimento del suolo è rappresentato da un coefficiente G, adimensionale, compreso fra 1 e 0, attribuendo il valore 0 ad un terreno riflettente ed il valore 1 ad un terreno assorbente, mentre può assumere valori intermedi in caso di propagazione lungo suoli di diversa natura.

Tipo di suolo	G (adimensionale)
Suolo assorbente (erba, prato, ballast, etc.)	**1**
Suolo riflettente (rivestimento stradale, asfalto, ecc.)	**0**

Per prendere in opportuna considerazione la realtà del profilo del terreno lungo la di propagazione, le formule di calcolo dell'effetto suolo utilizzano,in luogo delle altezze reali della sorgente e del ricettore (indicate con **h**) la loro altezza equivalente al di sopra del "piano medio del suolo" (indicata con **z**).
In altri termini le altezze equivalenti si ottengono a partire dal profilo reale del terreno e sostituendolo con un piano fittizio rappresentante il profilo medio del terreno, come esemplificato in figura.

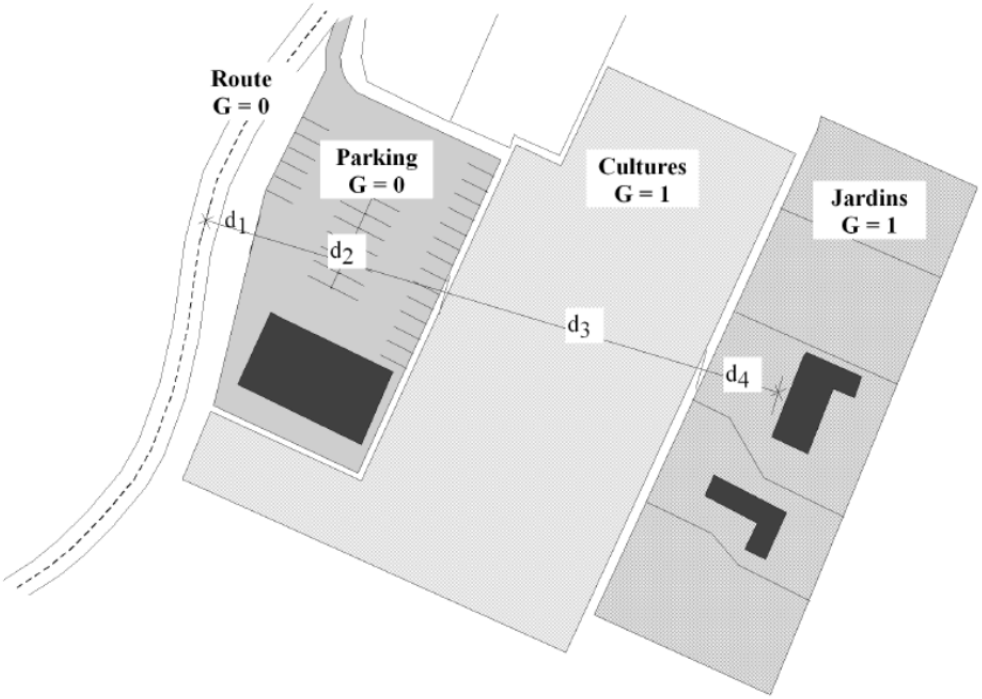


L'altezza equivalente, **z** , di un punto è quindi la sua altezza ortogonale a tale piano medio.
Se l'altezza equivalente di un punto assume valori negativi (ovvero se il punto è situato al di sotto del piano medio), la sua altezza equivalente viene posta pari a zero, ed in tal caso il punto coincide con il suo eventuale punto immagine.
Nel caso di condizioni di propagazione favorevole, il calcolo è effettuato in modo separato per le porzioni di suolo nei pressi della sorgente, nel percorso fra sorgente e ricettore e nella zona presso il ricettore, definite rispettivamente zona della sorgente, zona intermedia e zona del ricettore.
Nel caso di condizioni favorevoli, i raggi sonori sono incurvati verso il suolo, e i conseguenza l'effetto suolo è essenzialmente condizionato dalla natura del terreno posta nelle vicinanze della sorgente e del ricettore.; solo per grandi distanze le traiettorie di propagazione possono avere dei "rimbalzi" sul terreno situato fra sorgente e ricettore: in tal caso occorre tener conto anche di questi fenomeni.
Pertanto nel caso di condizioni favorevoli il calcolo và effettuato separatamente sulla zona in vicinanza della sorgente, sulla zona intermedia e sulla zona in vicinanza del ricettore.
Ciascuna di tali zone può essere caratterizzata da un coefficiente del suolo G diverso, definiti rispettivamente G_s, G_m et G_r. Normalmente si possono considerare anche due soli fattori di terreno, ovvero un coefficiente Gs nella regione della sorgente ed un coefficiente Gtraiettoria corrispondente alle caratteristiche medie del suolo sull'insieme del percorso di propagazione, ovvero applicato alla zona intermedia ed alla zona del ricettore ($G_m = G_r = G_{traiettoria}$).

Per quanto riguarda le strutture stradali di tipo riflettente G può essere posto = 0 tenendo conto del rivestimento della piattaforma stradale e della piccola altezza della sorgente rispetto al suolo.
Per il calcolo dell'effetto suolo nelle zone intermedie e del ricettore, si assume il coefficiente $G_{traiettoria}$ pari alla frazione del suolo assorbente situato sull'insieme del percorso di propagazione.

Tuttavia, quando la sorgente ed il ricettore sono vicini, ovvero quando indicativamente ≤ $30(z_s + z_r)$, la distinzione fra le tipologie di terreno preso la sorgente ed il ricettore perdono di significato. Sinteticamente si possono adottare le seguenti regole:

Il fattore di suolo $G_{traiettoria}$ si può calcolare (vedi figura seguente) dalle seguenti formule:
Se $d_p > 30(z_s + z_r)$: $G'_{traiettoria} = G_{traiettoria}$
Se $d_p \leq 30(z_s + z_r)$: $G'_{traietoria} = [G_{traiettoria}\, d_p/30(z_s + z_r)] + [G_s\,(1- d_p/30(z_s+z_r)]$



$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 = d$ (distance directe de propagation)

$\mathbf{G_{trajet}} = (0.d_1 + 0.d_2 + 1.d_3 + 1.d_4)/d = \mathbf{(d_3+d_4)/d}$

L'attenuazione dovuta all'effetto del suolo in condizioni favorevoli sull'insieme del percorso di propagazione è quindi dato da :

$$\mathbf{A_{sol,F} = A_{s,F} + A_{m,F} + A_{r,F}} \qquad [9]$$

dove :

$A_{s,F}$, $A_{m,F}$, $A_{r,F}$ sono rispettivamente le attenuazioni dovute all'effetto suolo presso la sorgente, in zona intermedia e press il ricettore, calcolati secondo le formule riportate nella seguente tabella:

Fréquence centrale nominale (en Hz)	$A_{s,F}$ ou $A_{r,F}$ (en dB)	$A_{m,F}$ (en dB)
125	– 1,5 + G a'(z)	– 3 q (1 – G)
250	– 1,5 + G b'(z)	
500	– 1,5 + G c'(z)	
1 000	– 1,5 + G d'(z)	
2 000	– 1,5 (1 – G)	
4 000	– 1,5 (1 – G)	

où :

$$a'(z) = 1{,}5 + 3{,}0e^{-0{,}12(z-5)^2}\left(1 - e^{-d_p/50}\right) + 5{,}7e^{-0{,}09\,z^2}\left(1 - e^{-2{,}8\times 10^{-6} d_p^2}\right)$$

$$b'(z) = 1{,}5 + 8{,}6e^{-0{,}09\,z^2}\left(1 - e^{-d_p/50}\right)$$

$$c'(z) = 1{,}5 + 14{,}0e^{-0{,}46\,z^2}\left(1 - e^{-d_p/50}\right)$$

$$d'(z) = 1{,}5 + 5{,}0e^{-0{,}9\,z^2}\left(1 - e^{-d_p/50}\right)$$

$q = 0$ si $d_p \le 30\,(z_s + z_r)$

$q = 1 - 30\,(z_s + z_r)/d_p$ si $d_p > 30\,(z_s + z_r)$

(Per $A_{s,F}$ porre $z = z_s$ e $G = G_s$; per $A_{r,F}$ porre $z = z_r$ e $G = G'_{traiettoria}$; per $A_{m,F}$ porre $G = G'_{traiettoria}$)

Per il calcolo in condizioni omogenee, ovvero quando le traiettorie di propagazione sono rettilinee, non è necessario distinguere le zone sorgente, intermedia e ricettore: si considera pertanto un unico coefficiente di suolo $G_{traiettoria}$ jet per l'insieme dei percorsi di propagazione, di valore identico a quello utilizzato per il calcolo in condizioni favorevoli.

L'attenuazione per effetto suolo in condizioni omogenee si calcola quindi con le seguenti formule:

$$A_{sol,H} = -10\,\lg\left[4\frac{k^2}{d_p^2}\left(z_s^2 - \sqrt{\frac{2C_f}{k}}z_s + \frac{C_f}{k}\right)\left(z_r^2 - \sqrt{\frac{2C_f}{k}}z_r + \frac{C_f}{k}\right)\right] \ge -3\left(1 - G'_{trajet}\right) \qquad [10]$$

dove:

$k = 2\pi f_c/c$, con f_c frequenza centrale di banda di ottava e c è la velocità del suono nell'aria

$Cf = d_p\,1 + \dfrac{3wd_pe^{-(wdp)0,5}}{1 + wd_p}$ dove w è dato in funzione della frequenza f_c e di $G_{traiettoria}$ dalla formula:

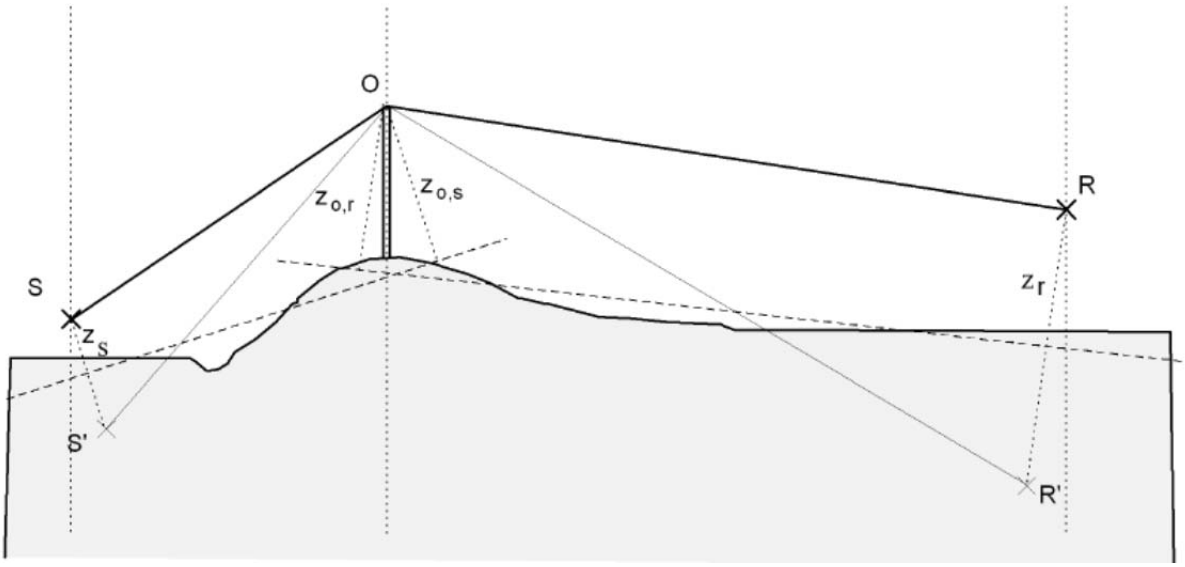
$$W = 0{,}0185\ (f_c^{2,5}\,G^{2.6}_{traiettoria})/\ f_c^{1,5}\,G^{2.6}_{traiettoria} + 1.3 \times 10^3 f_c^{0.75} G^{1.3}_{traiettoria} + 1.16 \times 10^6$$

6.2.6. Diffrazione

Possono essere presi in considerazione effetti di diffrazione semplice o multipla, $\mathbf{A_{diff}}$, su schermi sottili e spessi, su edifici, su rilevati sia naturali che artificiali ed anche sui bordi di trincee e viadotti (vale comunque la regola che si considerano solo ostacoli di altezza minima pari a 2metri).

Il primo passo è la verifica, fatta per ogni banda di ottava, se realmente un ostacolo determina un effetto di diffrazione, fatta calcolando la differenza di percorso Δ sulla traiettoria sorgente-ricettore: se la traiettoria passa "sufficientemente in alto" al di sopra del bordo di diffrazione, non occorre calcolare l'attenuazione per diffrazione e la sorgente ed il ricettore vengono considerati in "vista diretta" (non schermati), ponendo il termine A_{diff} uguale a 0 db(A).

Nel caso contrario, viene calcolato il termine $\mathbf{A_{diff}}$ secondo quanto qui seguito definito ed esemplificato dalla seguente figura.



Legenda

S = Sorgente

R = Ricettore

S' = Sorgente immagine in relazione al piano medio del suolo, "lato sorgente"

R' = Ricettore immagine in relazione al piano medio del suolo, "lato ricettore"

O = punto di diffrazione

$\mathbf{z_s}$ = Altezza equivalente della sorgente in rapporto al piano medio del suolo, "lato sorgente"

$\mathbf{z_{o,s}}$ = Altezza equivalente del punto di diffrazione O in rapporto al piano medio del suolo, "lato sorgente

$\mathbf{z_r}$ = Altezza equivalente del ricettore R in relazione al piano medio del suolo, "lato ricettore"

$\mathbf{z_{o,r}}$ = altezza equivalente del punto di diffrazione O in rapporto al piano del suolo, "lato ricettore"

Il metodo si basa sulla decomposizione del percorso di propagazione in due parti, e precisamente il "lato sorgente", situato fra la sorgente ed il punto di diffrazione, ed il "lato ricettore" situato tra bordo di diffrazione e ricettore.

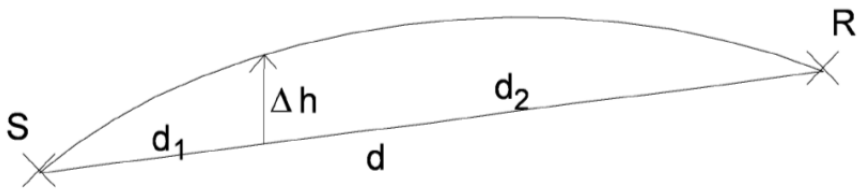
La procedura seguita è la seguente:

- Determinazione del piano del suolo medio fra sorgente ed ostacolo e successivamente fra ostacolo e ricettore;
- Creazione della sorgente immagine S' in rapporto al piano medio del "lato sorgente";
- Creazione del ricettore immagine R' in rapporto al piano medio del "lato ricettore";
- Calcolo della differenza di percorso δ per ciascuna traiettoria SR, S'R e SR';
- Calcolo dell'attenuazione per diffrazione Δ_{diff} per ciascuna delle traiettorie SR, S'R e SR';
- Calcolo dell'attenuazione dovuta dall'effetto suolo dal lato sorgente $\Delta_{sol(S,O)}$ e lato ricettore $\Delta_{sol(O,R)}$
- Calcolo dell'attenuazione A_{diff} dovuta alla diffrazione, prendendo in conto l'effetto suolo sia dal lato sorgente che dal lato ricettore.

La differenza di percorso δ è calcolata sul piano verticale (anche se ciò rappresenta un'approssimazione) contenente la sorgente ed il ricettore.

Nel caso di propagazione in condizioni omogenee il calcolo di δ viene effettuato in modo tradizionale, considerando una propagazione rettilinea; viceversa nel caso di condizioni favorevoli, l'effetto della curvatura dei raggi sonori, viene simulato spostando verso l'alto il punto della traiettoria diretta situata a destra dl bordo di diffrazione , di una quantità Δ_h data dalla seguente formula (vedi figura seguente):

$$\boldsymbol{\Delta_h = d1d2/2\gamma} \qquad [9]$$



dove:

y è il raggio di curvatura in metri.

γ è assunto pari a 8d, dove d è la distanza diretta di propagazione, ed in ogni caso **γ** non può essere inferiore a 1.000 m (se **γ** < 1000 m si pone **γ** = 1000m).

Per determinare se esiste un apprezzabile effetto di attenuazione per diffrazione, la differenza di percorso **δ** sulla traiettoria SR è paragonata per ciascuna banda d'ottava alla quantità **λ**/20 dove **λ** è la frequenza centrale i centro banda: se la differenza di percorso δ è inferiore a λ/20 si tralascia di calcolare l'effetto di diffrazione e la sorgente ed il ricettore sono considerati in "vista diretta".

Il calcolo della diffrazione si effettua secondo le seguenti formule:

se $(40/\lambda)C''\delta \geq -2$ $\quad$ $\Delta_{diff} = 10\log[3+(40/\lambda)C''\delta]$

se $(40/\lambda)C''\delta \leq -2$ $\quad$ $\Delta_{diff} = 0$

dove:

C' è un coefficiente che tiene conto delle diffrazioni semplici e multiple, assumendo i seguenti valori

per le diffrazioni semplici $\quad$ $C'' = 1$

per le diffrazioni multiple $\quad$ $C'' = [1+(5\lambda/e)^2]/[1/3 + (5\lambda/e)^2]$

dove **e** rappresenta la distanza totale fra le diffrazioni estreme, come esemplificato nella seguente figura.

Valgono i seguenti criteri generali:

- se $\Delta_{diff} < 0$ si assume $\Delta_{diff} = 0$
- se $\Delta_{diff} > 25$ si assume $\Delta_{diff} = 25$
- sulle diffrazioni su bordi verticali non esistono limiti

Per quanto riguarda il calcolo $\Delta_{sol(S,O)}$ si usa la formula seguente:

$$\Delta_{sol(S,O)} = -20\log[1+(10^{-\Delta sol(S,O)/20} - 1)10^{-(\Delta diff(S,R') - \Delta diff(s,r)/20}] \qquad [11]$$

dove:

$A_{sol(O,R)}$ è l'attenuazione dovuta all'effetto del suolo fra il bordo di diffrazione O ed il ricettore R, calcolato secondo le condizioni favorevoli o nelle condizioni omogenee, con le seguenti ipotesi:

$$z_s = z_{o,r}$$
$$d = OR$$

in condizioni favorevoli :$G_s = G_m = G_r = G_{traiettoria}$ calcolato fra O ed R

in condizioni omogenee : $G = G_{traiettoria}$ calcolato fra O ed R

$\Delta_{dif(S,R')}$ è l'attenuazione dovuta alla diffrazione fra S ed il ricettore immagine R'

$\Delta_{dif(S,R)}$ e l'attenuazione dovuta alla diffrazione fra S e R,

L'attenuazione dovuta alla diffrazione , prendendo in esame tutti gli effetti relativi al lato sorgente ed al lato ricettore, sono infine calcolati con la formula:

$$A_{diff} = \Delta_{dif(S,R)} + \Delta_{sol\,(S,O)} + \Delta_{sol\,(O,R)} \qquad [12]$$

dove :

$\Delta_{dif\,(S,R)}$ è l'attenuazione per diffrazione fra la sorgente S ed il ricettore R;

$\Delta_{sol\,(S,O)}$ è l'attenuazione per effetto suolo, calcolata relativamente alla diffrazione lato sorgente;

$\Delta_{sol\,(O,R)}$ è l'attenuazione per effetto suolo, calcolata relativamente alla diffrazione lato ricettore.

d = SO

6.2.7. Riflessioni sugli ostacoli verticali

Le riflessioni sugli ostacoli verticali (barriere antirumore, facciate degli edifici, trincee, muri, etc.) sono trattate con la teoria delle sorgenti immagine. Vengono assimilati ad ostacoli artificiali anche tutte le superfici con un'inclinazione fino a 15°.

Per tener conto di ostacoli inclinati o di forme complesse, occorre sviluppare un metodo di maggior dettaglio, in tridimensionale.

Nel calcolo delle riflessioni si possono trascurare tutti gli ostacoli le cui dimensioni sono piccole rispetto alla lunghezza d'onda della banda d'ottava considerata.

Le riflessioni sul suolo non vengono prese in considerazione, in quanto il loro effetto è integrato direttamente nel calcolo dell'effetto del terreno (vedi paragrafo 2.2.5.)

Se L_w è il livello di potenza sonora della sorgente S e α_r il coefficiente di assorbimento della superficie su cui avviene la riflessione, il livello di potenza sonora della sorgente immagine S' è dato dalla formula:

$$L_{w'} = L_w + 10 \lg(1 - \alpha_r) \qquad \text{con } 0<\alpha_r<1$$

Alle traiettorie riflesse si applicano tutti I criteri validi per le traiettorie dirette o difratte.

6.3. Modello di emissione

Quanto finora trattato, si riferisce alla sola schematizzazione dei fenomeni inerenti la propagazione del rumore dalla sorgente al ricettore.

È comunque da tener presente che alcune linee guida sviluppate su finanziamento della DG Ambiente, sconsigliano l'uso delle correzioni meteorologiche in ambienti densamente edificati (come ad esempio gli agglomerati) o collinari/montuosi, presenti in gran parte dell'Italia.

Per quanto riguarda il calcolo di livelli di potenza sonora delle singole sorgenti, come già precedentemente riportato, il modello NMPB-96 e la norma NS 13-133, in mancanza di dati più attendibili, rimandano a quanto riportato nella"Guide du bruit des transports terrestres, fascicule prevision des niveaux sonores" edita dal CETUR nel 1980.

Qui di seguito si riportano i punti salienti d tale documento CETUR.

6.3.1. Categorie veicoli

Vengono distinte due tipologie di veicoli, e precisamente:

- Veicoli leggeri = ovvero veicoli con un peso totale a terra (P.T.T.) inferiore a 2.5 ton;
- Veicoli pesanti = ovvero veicoli con un peso totale a terra (P.T.T.) superiore a 3.5 ton.

6.3.2. Categorie pavimentazioni e tipologia di infrastruttura stradale

La "Guide du bruit" non fa riferimento ad un particolare tipo di pavimentazione: in considerazione del periodo in cui sono stati ricavati i dati, è presumibile che tutti i dati siano relativi ad un mix di pavimentazioni (in bitume e cemento), ma non su pavimentazioni fonoassorbenti o a bassa emissione di rumore (nel 1977 in Francia non erano ancora in uso pavimentazioni drenanti/fonoassorbenti, pavimentazioni ecodrenanti o ecotecniche, etc.).

Per quanto riguarda la tipologia di infrastruttura stradale, la "Guide du bruit" si riferisce a tre profili longitudinali, e precisamente:

- carreggiata orizzontale o carreggiata il cui gradiente nel senso del flusso del traffico è inferiore al 2%;
- carreggiata in salita, dove il gradiente in direzione del flusso del traffico è superiore al 2%;
- carreggiata in discesa, dove il gradiente in direzione del traffico è superiore a -2%.

Nel caso di infrastrutture a doppia carreggiata, si applicano i suddetti criteri a ciascuna carreggiata.

6.3.3. Condizioni di traffico

Vengono distinte quattro diverse tipologie di flussi di traffico, e precisamente:

- *Flusso continuo fluido*

Questa situazione si realizza quando i veicoli si muovono sulla tratta in esame a velocità quasi costante, senza accelerazioni o decelerazioni; si considera "fluido" se il flusso è stabile nello spazio e per un tempo di almeno dieci minuti. Questa tipologia di traffico è quella tipica di un'autostrada, una strada a scorrimento veloce, strade interurbane di collegamento, strade urbane principali (al di fuori delle ore di punta).

- *Flusso continuo pulsante*

Tale condizione è caratterizzata da una "turbolenza di tipo fluidodinamico" : un flusso turbolento consiste in una sensibile percentuale di veicoli in condizioni di accelerazione o decelerazione, e non è stabile nel tempo (ovvero avvengono improvvise variazioni di flusso in brevi intervalli di tempo) come anche nello spazio (in ogni momento si possono verificare concentrazioni irregolari di veicoli nel tratto stradale in esame). Comunque è possibile definire una velocità media globale, come un valore stabile e ripetitivo per un periodo di tempo sufficientemente lungo.

Questo tipo di flusso è caratteristico delle strade del centro città, sulle principali arterie in condizioni di "quasi saturazione", in strade con numerosi accessi od incroci, in parcheggi ed in prossimità di attraversamenti pedonali.

- *Flusso pulsante accelerato*

In tali condizioni una significativa percentuale di veicoli si muove in accelerazione, e pertanto il concetto di velocità ha significato solo su brevi tratti di strada e non è mai stabile. Questa situazione è tipica di una strada di scorrimento veloce dopo un incrocio o in ingresso ad un'autostrada.

- *Flusso pulsante decelerato*

Questa condizione, esattamente opposta alla precedente, si concretizza in genere in avvicinamento ad un incrocio principale o in uscita da un'autostrada, quando gran parte dei Veicoli sono in decelerazione.

6.3.4. Calcolo dell'emissione

La Guide du bruit des Transports Terrestres "Prevision des niveaux sonorres" del CETUR non fornisce i valori di potenza dei diversi veicoli nelle varie condizioni di impiego e sulle diverse tipologie di pavimentazioni/infrastruttura, ma ricorre al concetto di "isofona di riferimento".

Relativamente a tale isofona, viene calcolata l'emissione sonora **E**, ovvero il livello equivalente sul periodo di un'ora, dovuto al transito di un singolo veicolo su un punto situato a 30 metri dal bordo della sede stradale e a 10 metri di altezza, in assenza di ostacoli ed in presenza di un suolo riflettente, nelle ipotesi di strada rettilinea. Il valore dell'emissione E è fornito dalla formula:

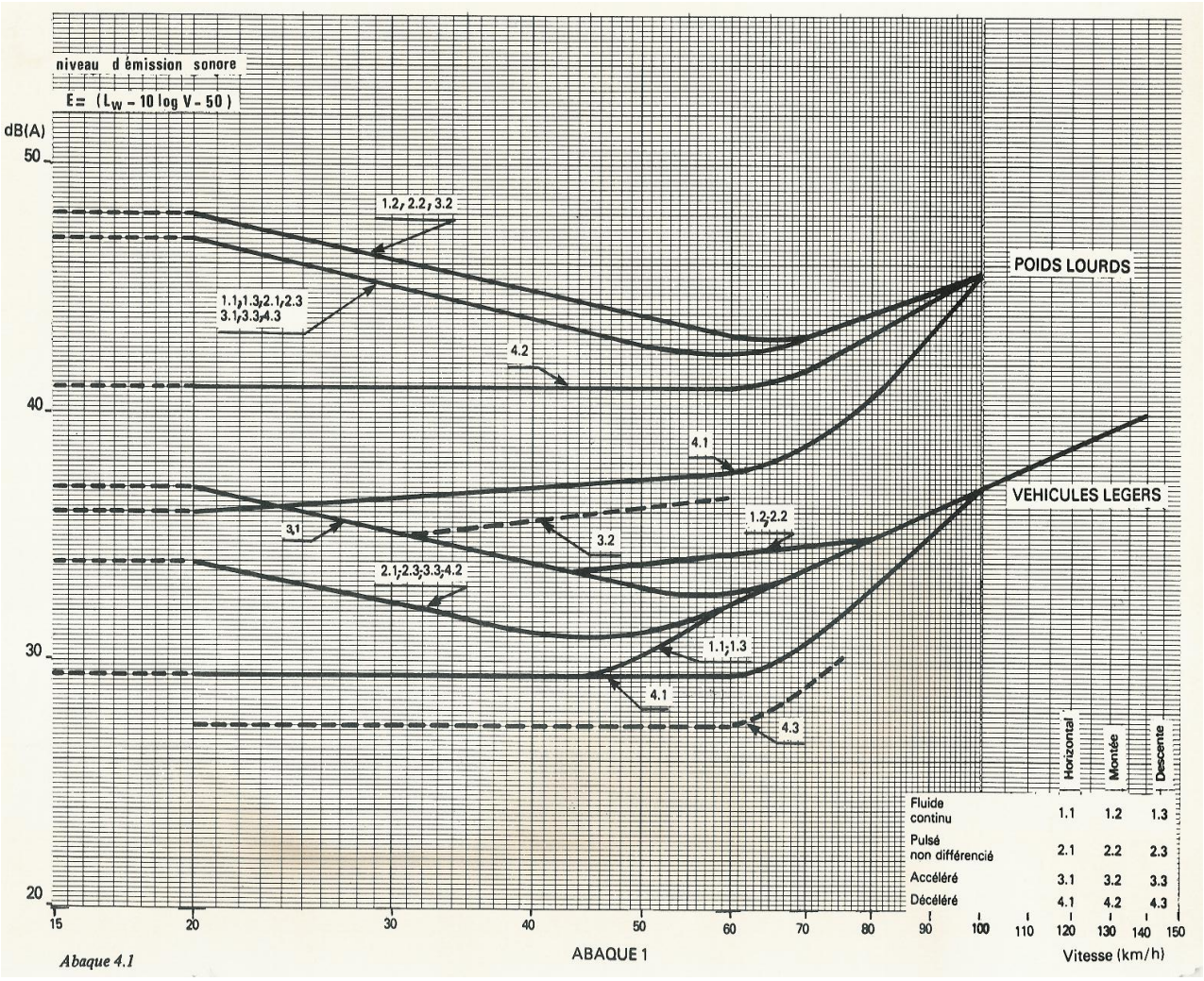
$$\mathbf{E = (L_w - 10 \log V - 50)} \qquad [13]$$

dove:

V è la velocità media del flusso dei Veicoli, definite come la velocità che viene raggiunta o superata da almeno il 50% dei veicoli, o la velocità media maggiorata di ½ della deviazione standard.

$\mathbf{L_W}$ è la potenza sonora del singolo veicolo.

La seguente figura riporta i valori di E differenziati fra veicoli leggeri e pesanti.



6.3.5. Modello di sorgente

Il metodo XP-S 31-133 richiede come dati di input i valori di potenza sonora ponderata A per metro di infrastruttura stradale, ovvero la grandezza $\mathbf{L_{Aw/m}}$, come riportato dalla formula [6].

Il livello di potenza sonora $\mathbf{L_{Awi}}$, in dB(A), di una sorgente puntuale composita **i** in una determinata banda di ottava **j** è calcolato a partire dal valore di emissione sonora E fornito dal precedente nomogramma, per veicoli leggere e pesanti, utilizzando la seguente relazione:

$$L_{Awi} = L_{Aw/m} + 10\lg(li) + R(j) \qquad [14]$$

dove:

$\mathbf{L_{Aw/m}}$ è la potenza sonora per metro di strada della specifica sorgente per banda di ottava, data da :

$$L_{Aw/m} = [(E_{lv} + 10\lg(Q_{lv}) \oplus (E_{hv} + 10\lg(Q_{hv})] + 20$$

dove:

$\mathbf{E_{lv}}$ è il valore di emissione sonora per veicoli leggeri, ricavabile dal precedente nomogramma

$\mathbf{E_{hv}}$ è il valore di emissione sonora per Veicoli pesanti, ricavabile dal precedente nomogramma

$\mathbf{Q_{lv}}$ è il volume di traffico di veicoli leggeri, nel periodo di riferimento

$\mathbf{Q_{hv}}$ è il flusso di veicoli pesanti , nel periodo di riferimento

$\oplus$ e la somma energetica di livelli data da : $L1 \oplus L2 = 10 \log[10^{(L1/10)} + 10^{(L2/10)}]$

li è la lunghezza della porzione di sorgente rettilinea rappresentata dalla singola sorgente puntiforme **i**

R(j) è il valore spettrale in dB(A), per ciascuna banda **j** dato dalla seguente tabella

N° banda	Frequenza [hz]	Valore di Rj
1	125	- 14.5
2	250	-10.2
3	500	-7.2
4	1000	-3.9
5	2000	-6.4
6	4000	-11.4

6.4. Adattamento del codice di calcolo NMPB

Come riportato nei paragrafi precedenti, per il rumore da traffico stradale e per la mappatura degli assi stradali principali, la direttiva END consiglia l'uso del metodo di calcolo ufficiale francese «NMPB-Routes-96 (SETRACERTU-LCPC-CSTB)», citato nell'«Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal Officiel du 10 mai 1995, article 6» e nella norma francese «XPS 31-133».

La stessa direttiva, nell'allegato B comma 2.2. evidenzia che i dati di ingresso di ingresso concernenti l'emissione fanno capo al documento «Guide du bruit des transports terrestres, fascicule prévision des niveaux sonores, CETUR 1980».

Nel comma 3.1.1. della Raccomandazione della Commissione del 6 agosto 2003 concernente le linee guida relative ai metodi di calcolo aggiornati per il rumore del traffico stradale, si evidenzia che " *nel 2002 le*

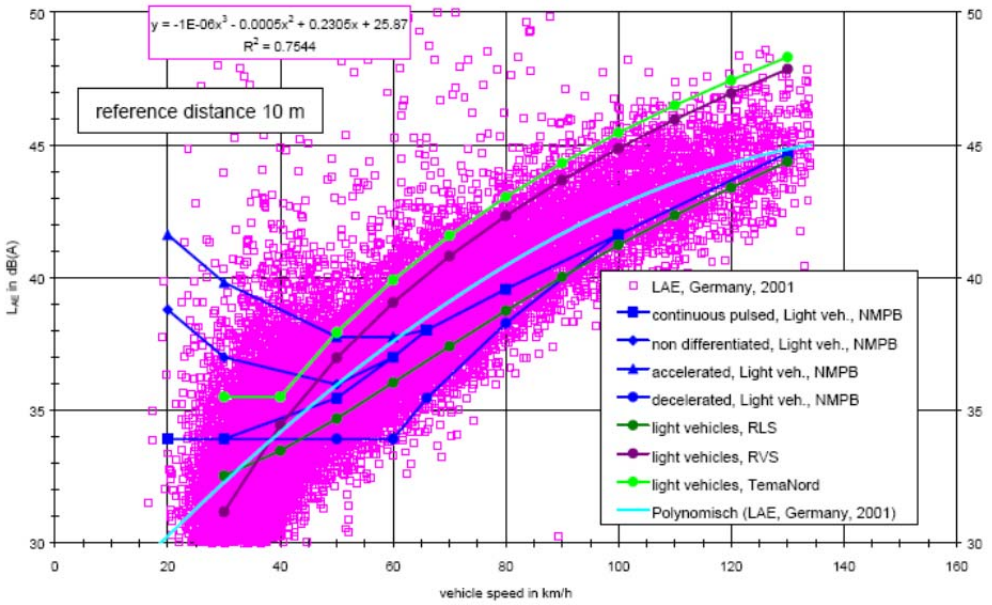
autorità francesi hanno avviato un progetto destinato a rivedere i valori di emissione" e successivamente si riporta il concetto che se "*lo Stato membro che adotti questo metodo provvisorio di calcolo desidera aggiornare i fattori di emissione, si raccomanda il procedimento di misurazione di seguito descritto: il livello di emissione acustica di un veicolo è caratterizzato dal massimo livello sonoro di passaggio* L_{Amax} *in dB misurato a 7,5 m dall'asse di spostamento del veicolo; tale livello sonoro è determinato separatamente per diversi tipi di veicolo, velocità e flussi di traffico; l''inclinazione stradale è individuata, ma la superficie stradale non è presa in considerazione in modo esplicito".*

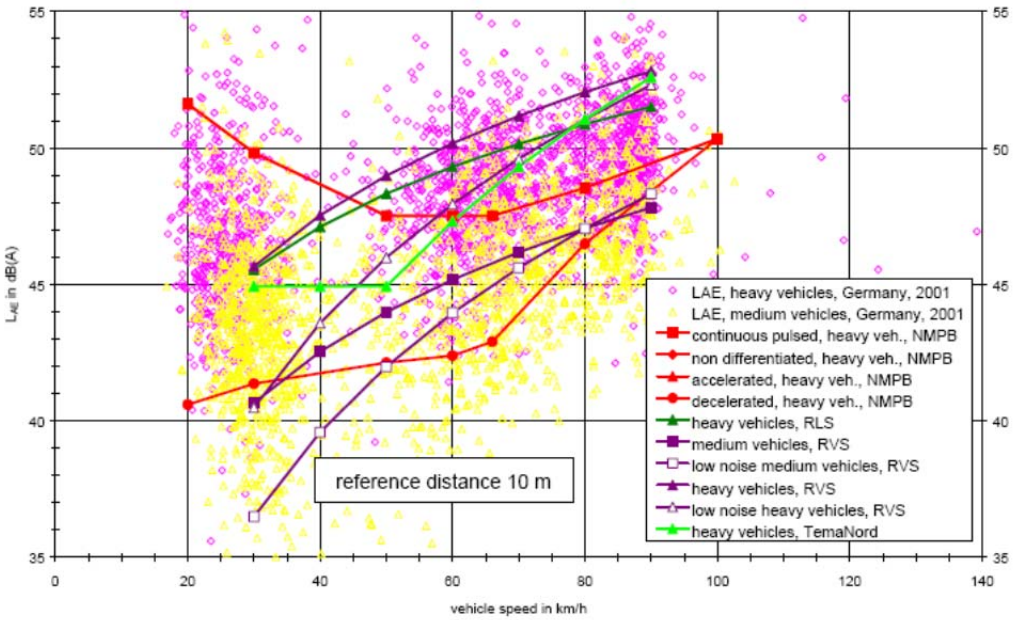
La metodologia di misura sommariamente descritta nella raccomandazione del 6 agosto 2003, è più dettagliatamente specificata nella norma UNI-ISO 11819-1 "Statistical pass-by": al fine di rendere più accurate le simulazioni effettuate allo scopo di mappare acusticamente la propria rete, Autostrade per l'Italia S.p.a. ha portato a termine specifiche campagne seguendo tale procedura.

6.5. Aggiornamento banca dati di emissione

6.5.1. Stato dell'arte

La necessità di procedere all'aggiornamento della banca dati è evidenziata dalle seguenti figure, che evidenziano le notevoli differenze riscontrate nei dati di emissione relativi al parco veicoli/tipologia di pavimentazioni di nazioni europee (risultati della ricerca "**Adaptation and revision of the interim noise computation methods for the purpose of strategic noise mapping**" commissionata dalla DG Environment nel 2002 alla socie Wölfel Meßsysteme Software GmbH & Co.



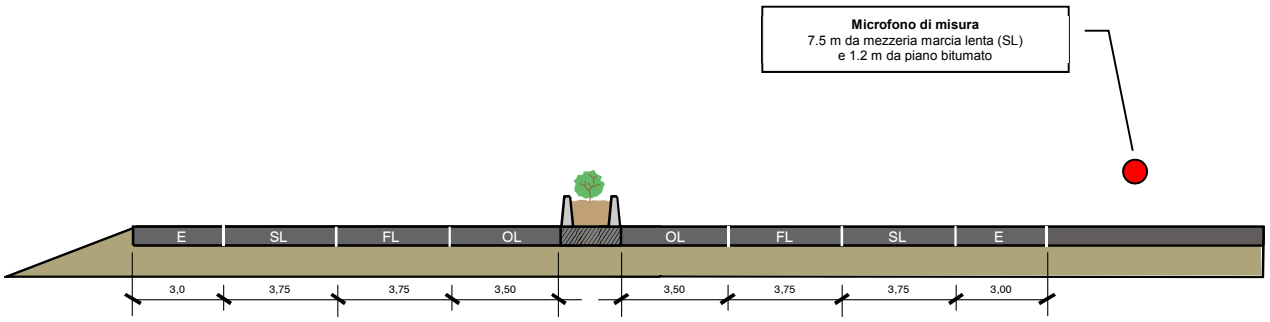


Secondo quanto definito dalla norma XPS 31-133 e a norma delle specifiche della «Guide du Bruit 1980», il livello di potenza sonora L_w e l'emissione acustica E sono stati calcolati dal livello di pressione sonora misurata L_p e dalla velocità del veicolo V mediante:

$$L_w = L_p + 25{,}5 \qquad \text{ed} \qquad E = (L_w - 10 \log V - 50)$$

Tali formule sono state utilizzate per calcolare i livelli di potenza a partire dai risultati delle misure di seguito descritte.

6.5.2. Misure di Statistical Pass-by



Le modalità di misura sono schematicamente riportate nella figura seguente, da cui si evidenzia come la posizione standard del microfono sia a 7.5 m di distanza dall'asse di marcia. Nel caso della campagna di rilevamenti finalizzata all'aggiornamento della banca dati per ottimizzare in termini qualitativi e quantitativi i singoli transiti sono stati utilizzati due microfoni rispettivamente a 7.5 m dalla mezzeria della corsia di marcia veloce/sorpasso e a 7.5 m dalla mezzeria della corsia di marcia normale.

Per la misura delle velocità di transito è stato utilizzato un rilevatore KVLaser con precisione di ± 3%, mentre il rispetto delle condizioni meteorologiche previste dalla norma è stato effettuato con un monitoraggio continuativo di temperatura, umidità, intensità e direzione vento.

6.6. Categorie veicoli e condizioni di flusso

Si sono valutate le pavimentazioni drenanti tradizionali di più comune impiego sulla rete di Autostrade per l'Italia S.p.a., ovvero le pavimentazioni di tipo chiuso su più tratti di competenza.
Le misure sono state eseguite per le diverse categorie di veicoli definiti dalla procedura UNI-ISO, ovvero:

1a. Autovetture:

- Autovetture passeggeri;

1b. Altri veicoli leggeri:

- Autovetture con rimorchio;
- Autovetture con roulotte;
- Furgoncini leggeri e veicoli per trasporto di merci con un massimo di 4 ruote;
- Minibus o furgoncini per trasporto persone con un massimo di 4 ruote;
- Camper;

2a. Veicoli pesanti a doppio assale:

- Autocarri commerciali con 2 assali e più di 4 ruote;
- Autobus e pullman con 2 assali e più di 4 ruote;

2b. Veicoli pesanti multiassale:

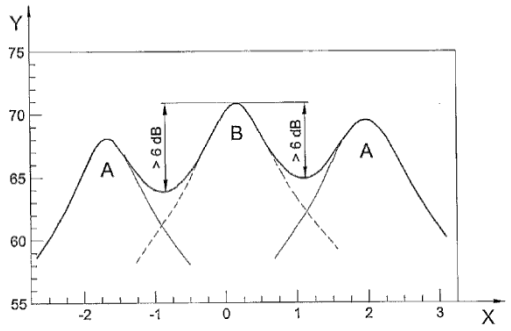
- Autocarri, autobus e pullman con più di 2 assali;

Al fine di rendere compatibili i dati rilevati con quanto richiesto dal modello NMPB 96, le diverse categorie sono state successivamente raggruppate nelle categorie principali:

- **Veicoli leggeri** = categorie 1a + 1b
- **Veicoli pesanti** = categorie 2a + 2b

Il procedimento di misurazione ha previsto il posizionamento del microfono ad una distanza di circa 1.2 m (± 0.1) sul piano stradale, ed ad una distanza orizzontale dalla postazione del microfono all'asse della corsia lungo la quale viaggiano i veicoli da rilevare di 7.5 m (± 0.1).

Le misurazioni sono state effettuate esclusivamente su dei veicoli che rientrano chiaramente in una delle categorie precedentemente descritte, su passaggi di singoli veicoli che possono essere distinti chiaramente dal resto del traffico stradale (appena prima e subito dopo il passaggio di un veicolo per cui è prevista la misurazione, il livello di pressione sonora ponderato A è stato di almeno 6 dB minore del massimo livello di pressione sonora ponderato A durante il passaggio).



I dati ottenuti dalle elaborazioni dei singoli passaggi sono stati quindi riportati in tabelle e suddivisi in base alle categorie di appartenenza dei veicoli misurati:

E' stata in seguito effettuata una normalizzazione dei dati, mediante un'analisi di regressione lineare dei livelli di pressione sonora sulla velocità, usando coppie di dati consistenti del livello massimo sonoro ponderato A, a confronto con il logaritmo (base 10) della velocità di ogni veicolo transitato. Tale regressione lineare è stata adattata ai punti dati per ciascuna categoria di veicoli separata, usando il metodo dei minimi quadrati.

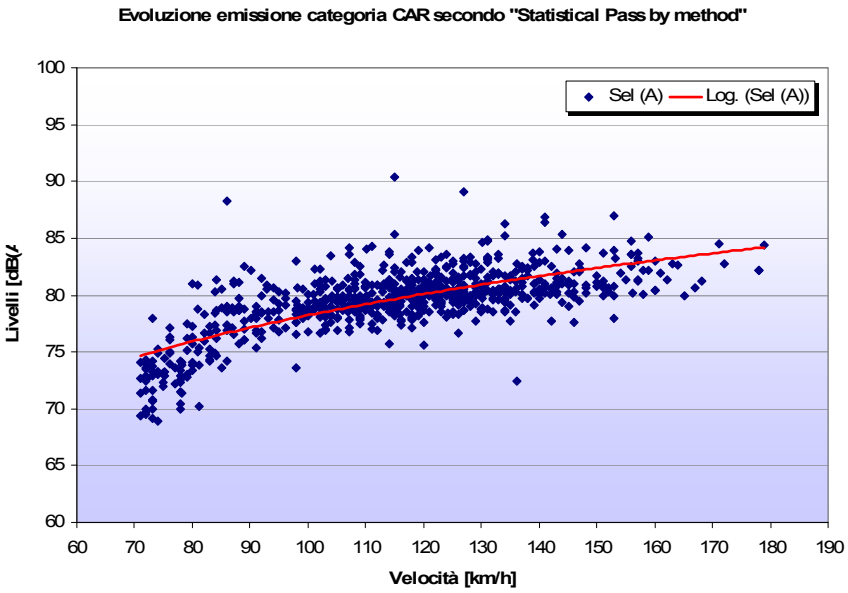
I risultati sono in seguito stati interpolati in modo da ottenere curve SEL/velocità tramite cui implementare le banche dati input.

Al fine di aggiornate il data base di emissione considerando l'invecchiamento delle pavimentazioni ed il rinnovamento del parco veicoli transitante sulla rete, Autostrade per l'Italia ha effettuato delle campagne estese di misura dei livelli di emissione dei veicoli. I risultati sono stati elaborati ed implementati nelle banche dati di emissione del codice di calcolo utilizzato.

Di seguito è un esempio dei risultati presso un sito di misura al km 83+500 sull'asse stradale IT_a_0002017 A26 (direzione nord).

Sistema di misura

Pavimentazione



Le elaborazioni di tutte le classi di veicoli sulle diverse tipologie di pavimentazione hanno prodotto l'aggiornamento e l'attualizzazione delle banche dati di emissione che sono state utilizzate per la calibrazione del modello come descritto nel capitolo seguente.

Analoghe misure sono state effettuate lungo la rete per aggiornare le banche dati in funzione di pendenza della sede stradale, tipologia di pavimentazione ed anzianità della stesa. In particolare i siti oggetto di tale indagine sono stati i seguenti:

Misure eseguite nell'anno 2012:

- asse stradale IT_a_rd0002017 Autostrada A26 – km 83+500 in direzione nord
- asse stradale IT_a_rd0002017 Autostrada A26 – km 3+200 in direzione sud
- asse stradale IT_a_rd0002017 Autostrada A26 – km 5+900 in direzione nord
- asse stradale IT_a_rd0002001 Autostrada A1 – km 658+400 in direzione nord
- asse stradale IT_a_rd0002001 Autostrada A1 – km 666+200 in direzione nord

Misure eseguite nell'anno 2017:

- asse stradale IT_a_rd0002017 Autostrada A26 – km 83+500 in direzione nord
- asse stradale IT_a_rd0002001 Autostrada A1 – km 658+400 in direzione nord

6.7. Confronto dell'algoritmo di calcolo NMPB con diverse banche dati

L'implementazione della banca dati della reale emissione sonora del traffico autostradale Italiano all'interno del codice di calcolo NMPB 96 aveva condotto nella prima edizione delle mappature finalizzate all'attuazione della Direttiva 2002/49/CE allo studio di un caso pilota nella località di Ferentino [attraversato dall'autostrada A1 Milano – Napoli – asse stradale IT_a_0002001 tra le progressive km 612+652 ed il km 620+138].

Lo scopo era stato quello di verificare, su una morfologia ricomprendente le principali sezioni di attraversamento stradale, la miglior rispondenza alla realtà di quanto modellizzato utilizzando il data base ricavato dai valori di emissione della "Guide du Bruit des Transports Terrestres" del CETUR e la banca dati Italiana ricavata con la metodologia della norma UNI-ISO 11819-1.

I risultati di tale studio avevano condotto alle seguenti conclusioni:

- La procedura di calcolo raccomandata dalla Direttiva END come metodo ad interim fornisce in genere valori sovrastimati rispetto ai risultati di monitoraggi acustici;
- Utilizzando la procedura NMPB 96 e la banca dati di Autostrade per l'Italia SpA, il valore medio della sovrastima è pari a 0.6 dB(A) nel periodo diurno e 0.2 dB(A) nel periodo notturno;
- Utilizzando la procedura NMPB 96 e la banca dati di Autostrade per l'Italia SpA, tutti i valori calcolati nei diversi punti di misura rientrano nell'intervallo di ± 2 dB(A) rispetto ai risultati delle misurazioni effettuate negli stessi punti;
- Utilizzando la procedura NMPB 96 e la banca dati "Guide du Bruit des Transports Terrestres", il valore medio della sovrastima è pari a 2.7 dB(A) nel periodo diurno e 2.2 dB(A) nel periodo notturno;
- Utilizzando la procedura NMPB 96 e la banca dati "Guide du Bruit des Transports Terrestres", il 70% dei dati di calcolo differisce per più di ± 2 dB(A) rispetto ai risultati delle misurazioni effettuate negli stessi punti;

Alla luce di tali risultati ed al fine di rendere la mappatura acustica più rispondente ai dati reali si è pertanto adottata la banca dati dedotta dagli specifici rilievi di pass by effettuati lungo la rete di Autostrade per l'Italia ed aggiornata per le finalità del presente espletamento di Legge.

6.7.1. Calibrazione del modello

Al fine di validare il modello sull'aggiornamento della banca dati sono stati effettuati dei monitoraggi acustici specifici lungo la autostrada A1 tra il km 87+660 ed il km 107+300, nelle province di Parma e Piacenza. Il posizionamento di tali punti è riportato nella figure seguenti:

Autostrada A1 [Comune di Fidenza]

Autostrada A1 [Comune di Fontanellato]

Autostrada A1 [Comune di Parma]

Ogni monitoraggio acustico ha avuto la durata minima di una settimana ed è stato accompagnato da rilievi meteo e di traffico finalizzati ad una puntuale e precisa descrizione del fenomeno.
I risultati emersi sono i seguenti:

Comune	Nome Punto	Livello simulato [dB(A)]		Livello misurato [dB(A)]		Differenza Simulato - Misurato [dB]	
		day	night	day	night	day	night
Fidenza	PS05FI	59.5	55.4	57.3	55.3	2.2	0.1
Fidenza	PS06FI	67.9	63.9	67.5	63.1	0.4	0.8
Fidenza	PS07FI	68.3	62.1	67.3	60.8	1.0	1.3
Fidenza	PS08FI	66.0	62.1	65.8	61.8	0.2	0.3
Fidenza	PS09FI	67.9	64.0	68.4	64.6	-0.5	-0.6
Fidenza	PS11FI	60.4	56.1	58.1	56.0	2.3	0.1
Fontanellato	PS01FO	64.0	60.0	62.5	58.9	1.5	1.1
Fontanellato	PS02FO	61.6	57.2	59.1	56.0	2.5	1.2
Fontanellato	PS03FO	73.7	69.6	72.8	68.9	0.9	0.7
Fontanellato	PS04FO	66.8	62.5	65.2	61.7	1.6	0.8
Fontanellato	PS05FO	63.2	59.2	62.4	59.3	0.8	-0.1
Fontanellato	PS06FO	69.6	65.6	69.7	66.2	-0.1	-0.6
Fontanellato	PS07FO	71.4	67.3	70.7	67.1	0.7	0.2
Fontanellato	PS08FO	70.2	65.9	69.7	65.7	0.5	0.2
Fontanellato	PS09FO	62.7	58.5	62.0	56.2	0.7	2.3
Fontanellato	PS10FO	58.4	54.4	57.4	52.0	1.0	2.4
Parma	PS01PR	62.3	58.3	62.5	58.0	-0.2	0.3
Parma	PS02PR	62.7	58.4	61.8	56.2	0.9	2.2
Parma	PS03PR	67.0	63.2	67.1	62.5	-0.1	0.7
Parma	PS04PR	62.2	57.7	62.3	55.1	-0.1	2.6
Parma	PS05PR	63.6	57.4	62.5	55.4	1.1	2.0

Viene confermata la tendenza media del modello a sovrastimare i livelli il che è spiegabile dal momento che non possono essere tenuti in considerazione effetti della vegetazione ed altri fenomeni di minore importanza.
Mediamente il modello risulta sovrastimare di 0.8 dB nel periodo diurno e 0.9 dB nel periodo notturno, quindi abbondantemente entro i ± 2 dB ritenuti normativamente accettabili come approssimazione.

7. STIME DEI RESIDENTI, DEGLI EDIFICI ESPOSTI A LIVELLI SONORI IN FASCE STABILITE E RICETTORI SENSIBILI

Lo studio effettuato sull'area di indagine, che come ricordato in precedenza, ha interessato un corridoio di 250 m per parte dai cigli bitumati dell'infrastruttura e sue pertinenze.

La stima di numero di persone esposte è stata ottenuta attraverso analisi di tipo statistico e calcolando il volume di ogni piano di tutti gli edifici abitativi e sensibili da risanare, e successivamente ipotizzando, in base ai più diffusi criteri di igiene e sanità, una densità abitativa di un abitante ogni 100 m^3 di unità immobiliare (per i sensibili vengono stimati i posti letto per ospedali e case di cura, oppure i banchi per le scuole)

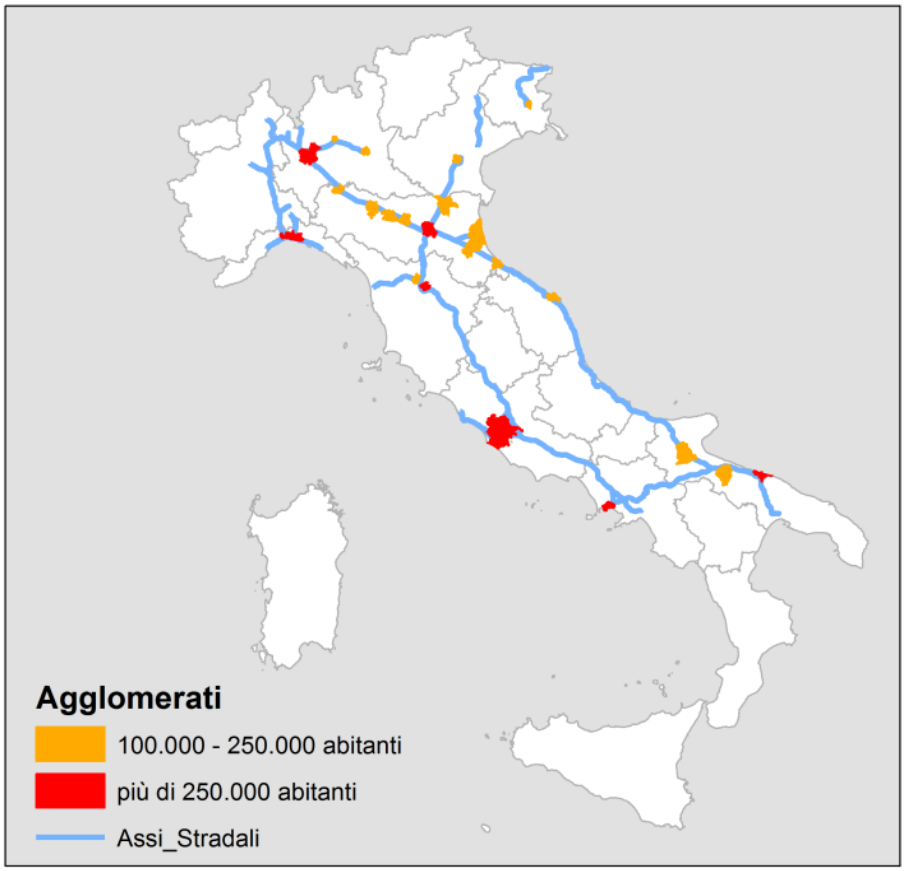
La stima è stata ottenuta attraverso i dati sugli edifici raccolti durante i sorvoli della rete, rilievi specifici a terra, pubblicazioni degli enti territoriali, informazioni raccolte durante la redazione degli interventi di attuazione del Piano di Risanamento Acustico; il censimento è stato inoltre aggiornato analizzando le immagini aeree con Google Earth.

In sintesi lo studio ha coinvolto, compresi gli agglomerati, circa 118.000 edifici residenziali, 576 edifici scolastici e 312 edifici ospedalieri. Nella tabella seguente è riportato il dettaglio degli edifici sensibili esaminati nell'ambito dello studio.

Asse Stradale	Edifici scolastici	Alunni	Edifici ospedalieri	Posti letto
A01, rd0002001	88	9754	30	2532
A04, rd0002002	91	26388	60	3616
A07, rd0002003	52	15145	19	1485
A08, rd0002004	24	2790	6	4729
A08, Dir A26 rd0002005	0	0	0	0
A09, rd0002006	12	1440	2	1668
A10, rd0002007	154	27723	139	3028
A11, rd0002008	9	1949	6	317
A12, rd0002009	29	8990	15	1474
A12, rd0002010	0	0	0	0
A13, rd0002011	0	0	2	41
A14, Dir Ravenna, rd0002013	0	0	0	0
A14, Ramo Casalecchio, rd0002014	27	2941	7	388
A14, rd0002012	39	5349	8	700
A16, rd0002015	17	5070	0	0
A23, rd0002016	7	851	0	0
A26, rd0002017	6	1250	5	129
A27, rd0002018	19	1274	12	400
A30, rd0002019	2	958	1	67

La piattaforma GIS utilizzata per l'associazione alle entità di tipo geometrico alla destinazione d'uso degli edifici, stime di abitanti, comuni di appartenenza, dati di traffico e risultati delle proiezioni acustiche degli impatti ha consentito di disporre di una notevole quantità di informazioni classificate ed in grado di produrre dei quadri di sintesi dei risultati. In particolare, all'interno del territorio di indagine sono presenti 7 agglomerati urbani la cui popolazione residente supera i 250.000 abitanti (Bari, Bologna, Firenze, Genova, Milano-

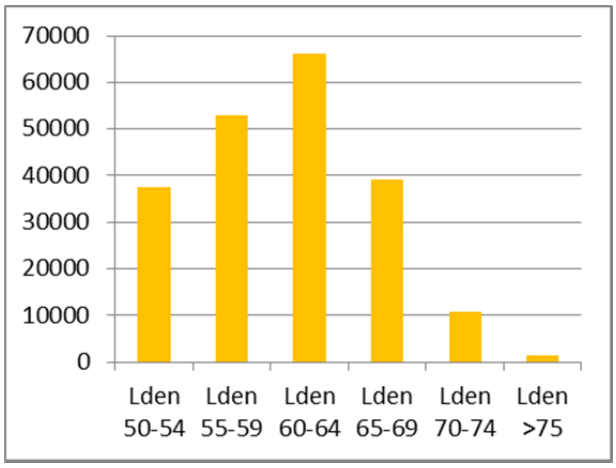
Monza, Napoli e Roma) e 16 agglomerati urbani la cui popolazione residente è tra 100.000 e 250.000 abitanti (Ancona, Andria, Bergamo, Brescia, Ferrara, Foggia, Forlì, Modena, Padova, Parma, Piacenza, Prato, Ravenna, Reggio Emilia, Rimini e Udine). La figura riporta l'ubicazione degli agglomerati interessati dalla rete viaria in gestione ad Autostrade per l'Italia suddivisi per fascia di popolazione residente.



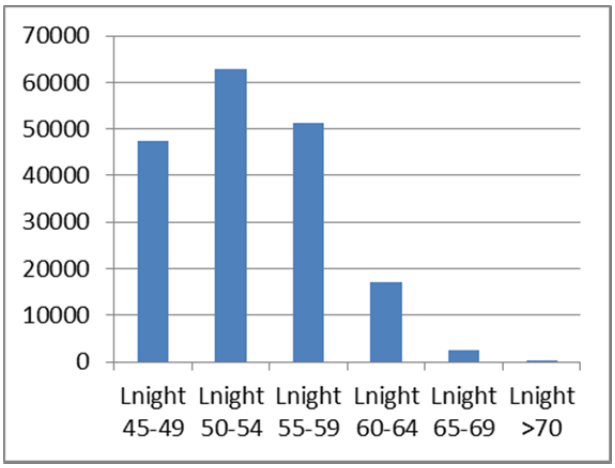
Nella prima fase della mappatura acustica sono stati trasmesse alle autorità competenti per il reporting tutti i dati relativi al contributo acustico della rete di Autostrade per l'Italia all'interno degli Agglomerati.

Nei grafici seguenti è riportata, per ciascun asse stradale, la ripartizione dei ricettori esposti per classi di 5 dB, rispettivamente secondo gli indicatori Lden e Lnight al di fuori degli Agglomerati.

Autostrada A1 Milano-Napoli, diramazione Roma Nord e diramazione Roma Sud, IT_a_rd0002001

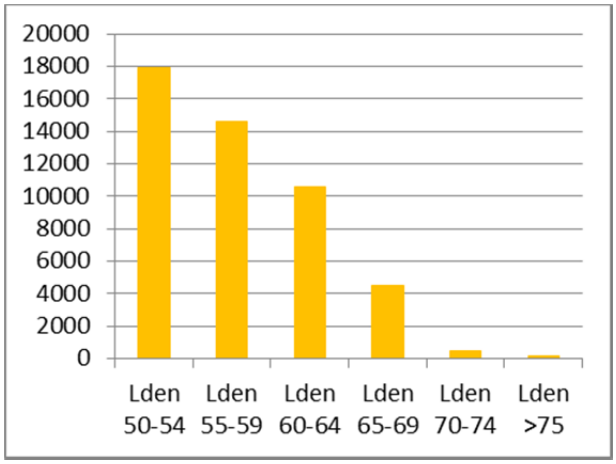


Popolazione esposta per classi Lden

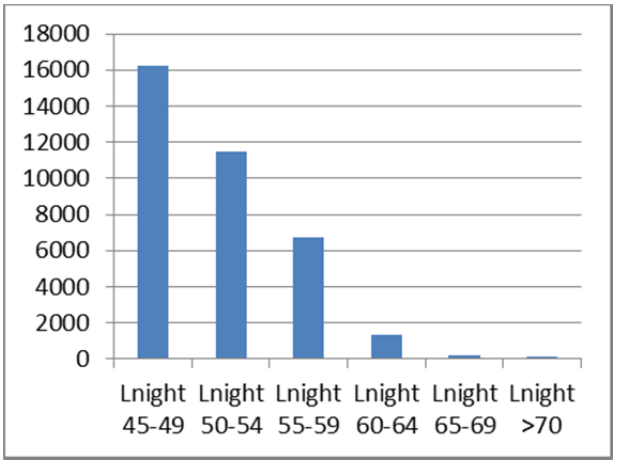


Popolazione esposta per classi Lnight

Autostrada A4 Milano-Brescia, IT_a_rd0002002

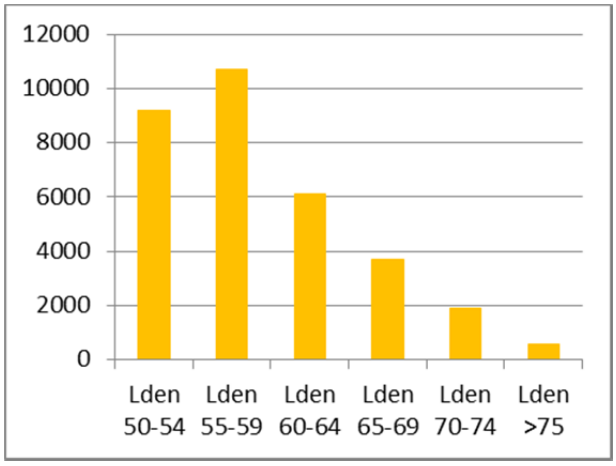


Popolazione esposta per classi Lden

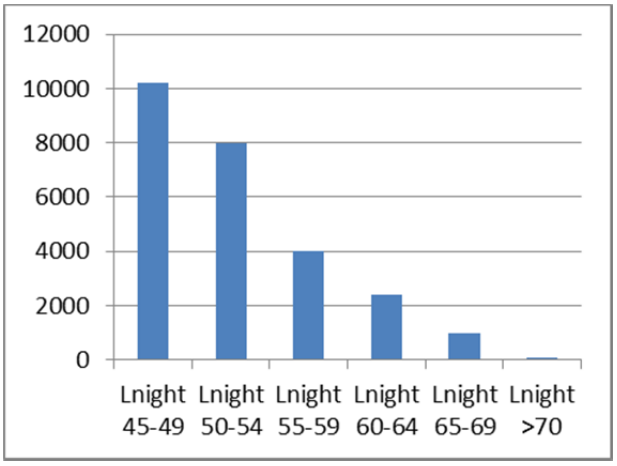


Popolazione esposta per classi Lnight

Autostrada A7 Genova-Serravalle, IT_a_rd0002003

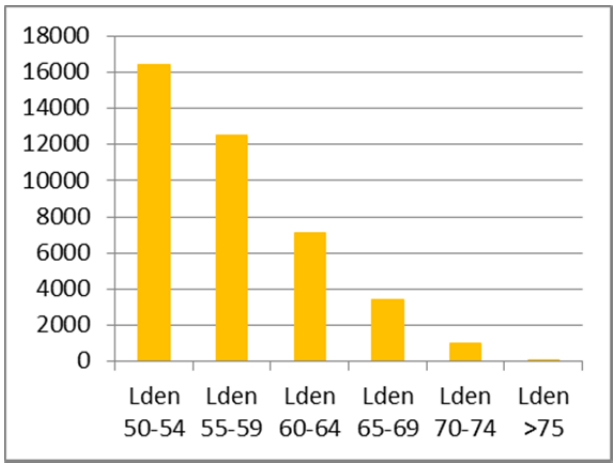


Popolazione esposta per classi Lden

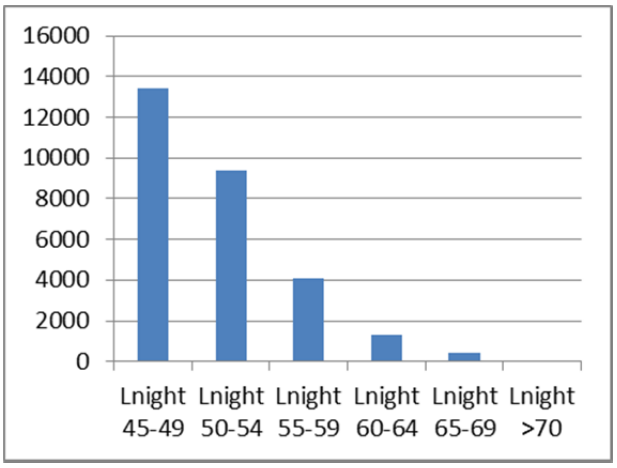


Popolazione esposta per classi Lnight

Autostrada A8 Milano-Varese, IT_a_rd0002004

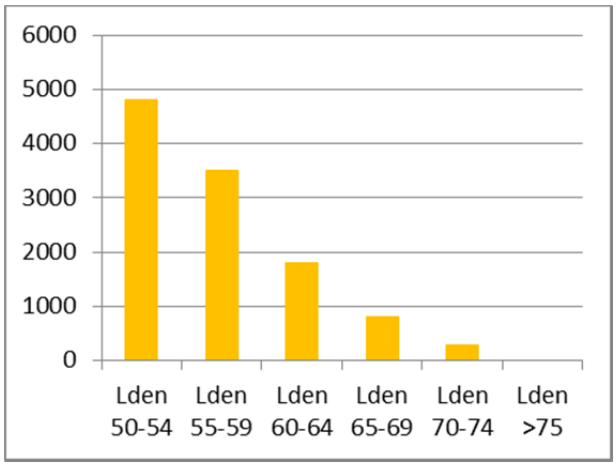


Popolazione esposta per classi Lden

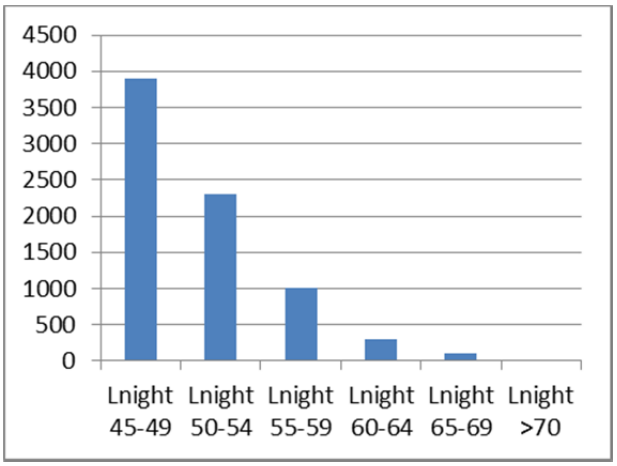


Popolazione esposta per classi Lnight

Autostrada A8 diramazione Gallarate-Gattico, IT_a_rd0002005

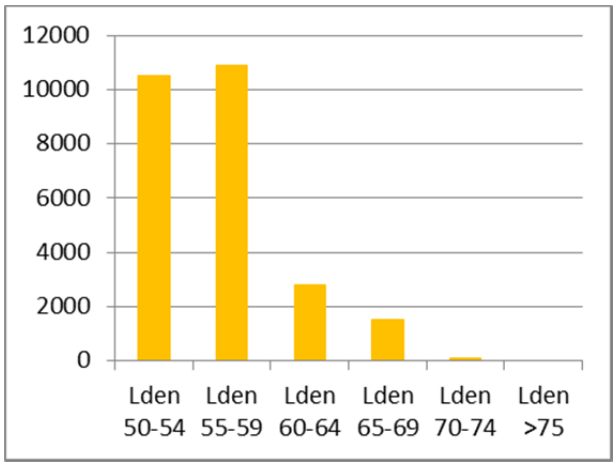


Popolazione esposta per classi Lden

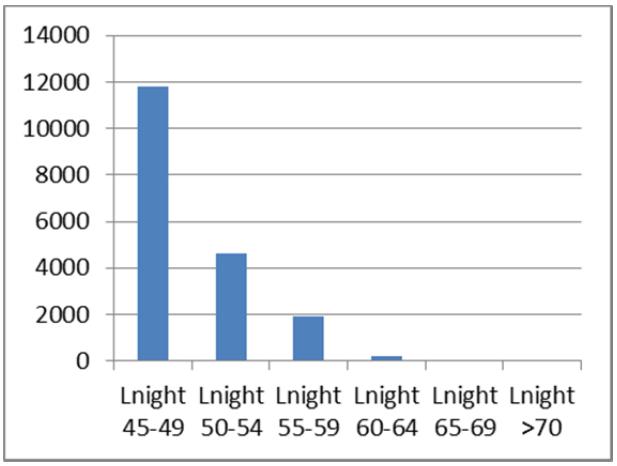


Popolazione esposta per classi Lnight

Autostrada A9 Lainate-Chiasso, IT_a_rd0002006

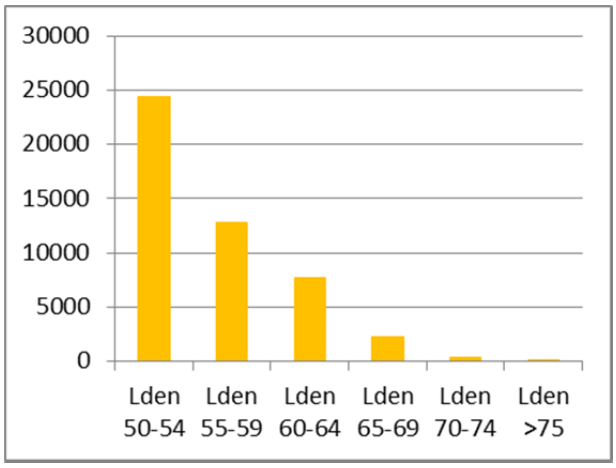


Popolazione esposta per classi Lden

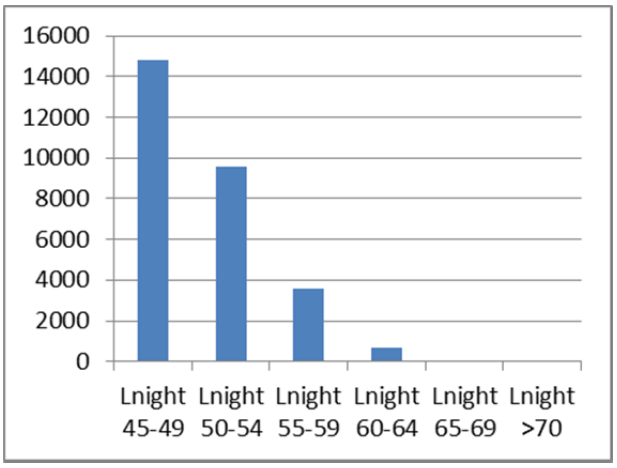


Popolazione esposta per classi Lnight

Autostrada A10 Genova-Savona, IT_a_rd0002007

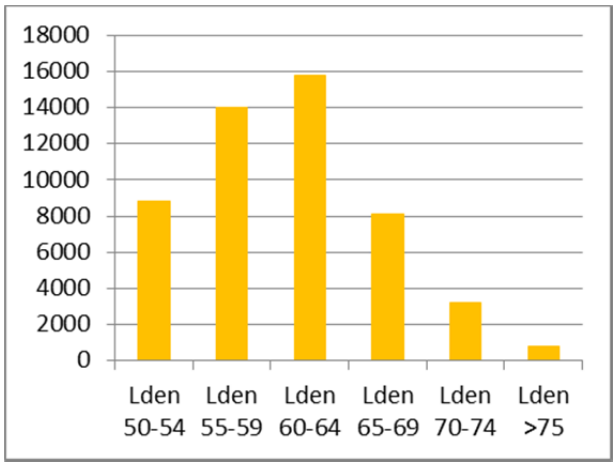


Popolazione esposta per classi Lden

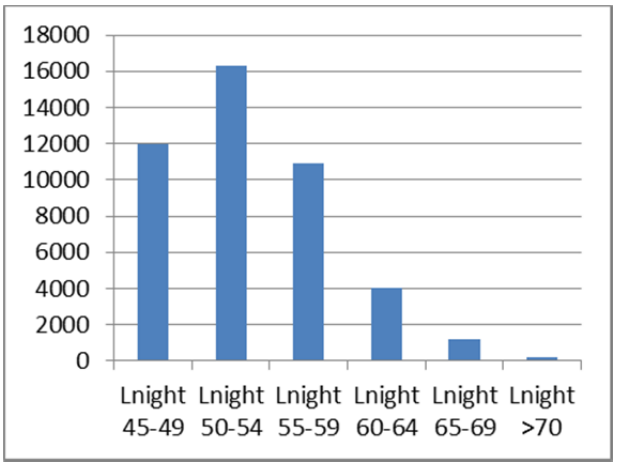


Popolazione esposta per classi Lnight

Autostrada A11 Firenze – Pisa, IT_a_rd0002008

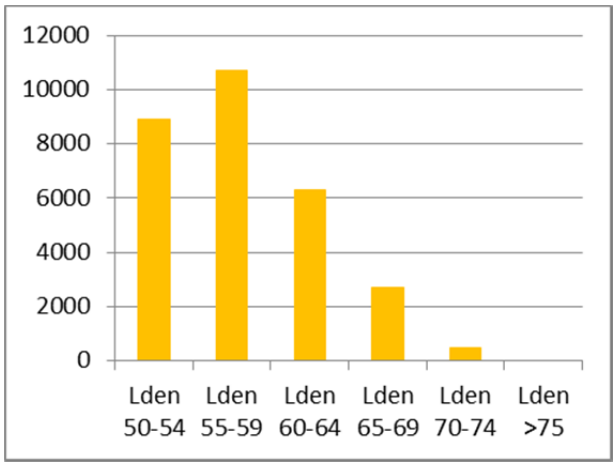


Popolazione esposta per classi Lden

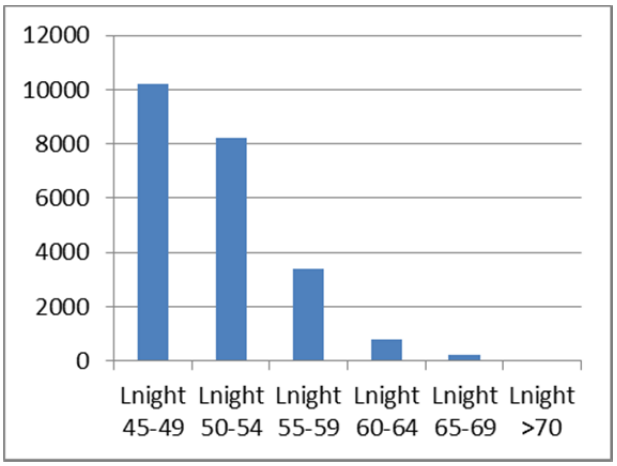


Popolazione esposta per classi Lnight

Autostrada A12 Genova-Sestri, IT_a_rd0002009

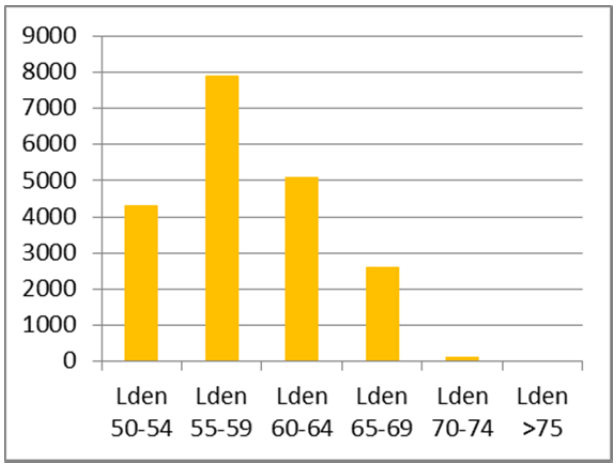


Popolazione esposta per classi Lden

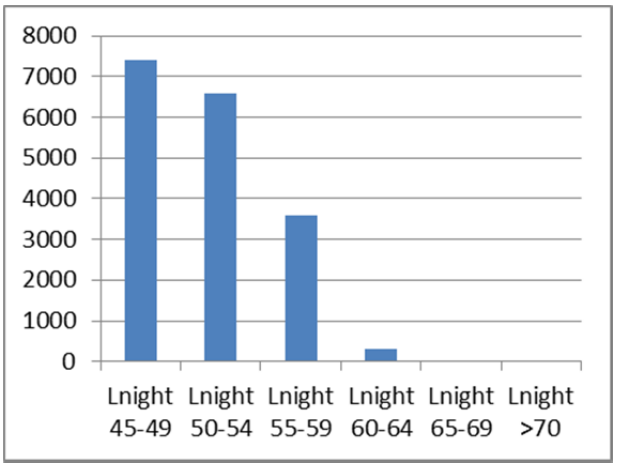


Popolazione esposta per classi Lnight

Autostrada A12 Roma-Civitavecchia, IT_a_rd0002010

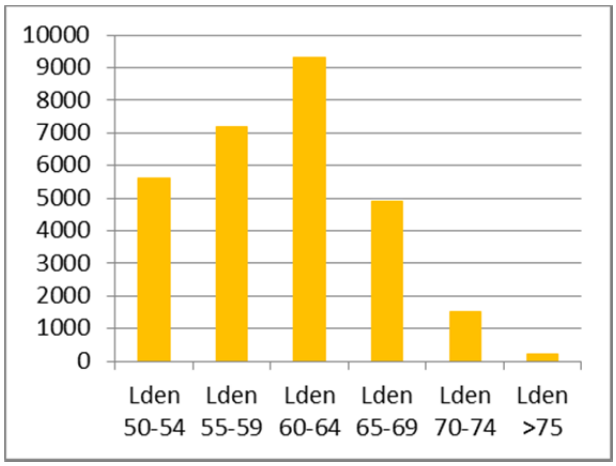


Popolazione esposta per classi Lden

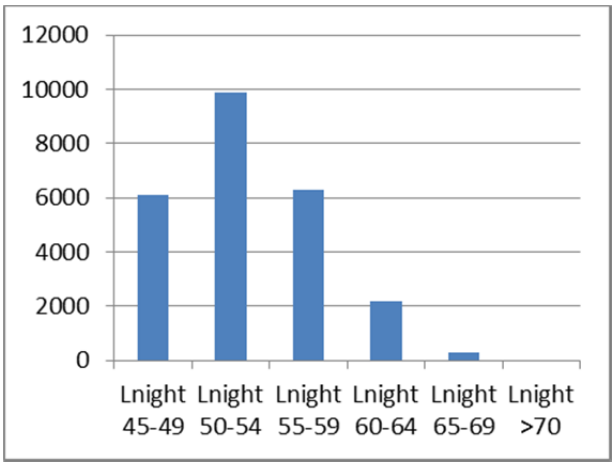


Popolazione esposta per classi Lnight

Autostrada A13 Bologna-Padova, IT_a_rd0002011

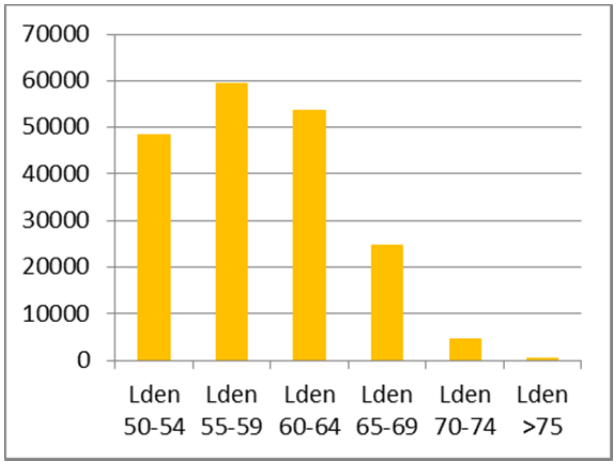


Popolazione esposta per classi Lden

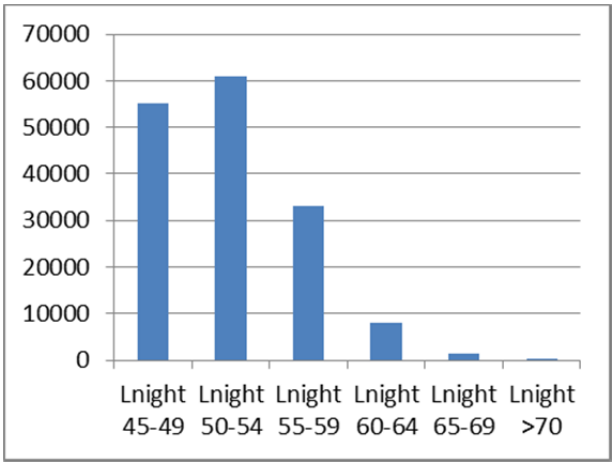


Popolazione esposta per classi Lnight

Autostrada A14 Bologna-Taranto, IT_a_rd0002012

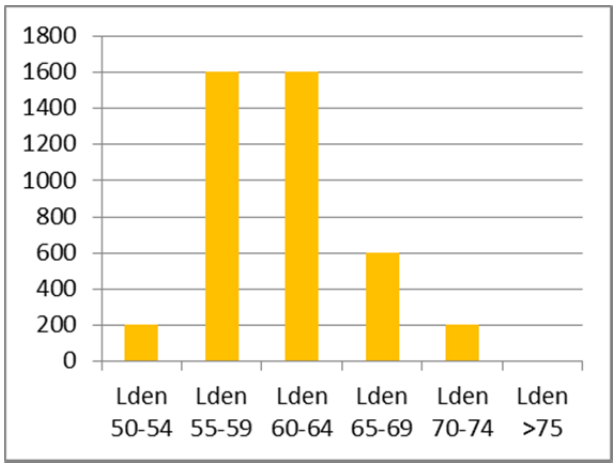


Popolazione esposta per classi Lden

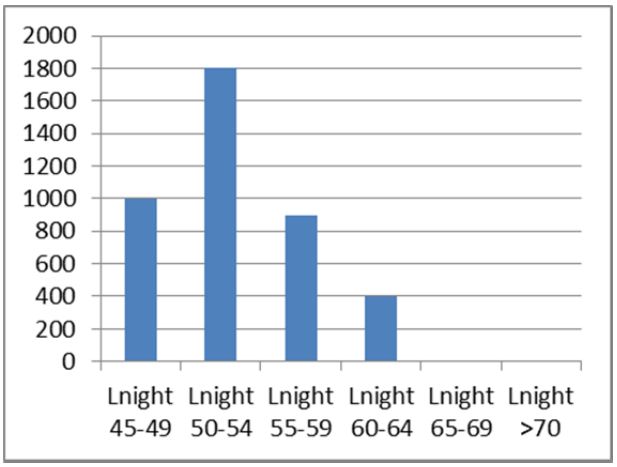


Popolazione esposta per classi Lnight

Autostrada A14 Diramazione Ravenna, IT_a_rd0002013

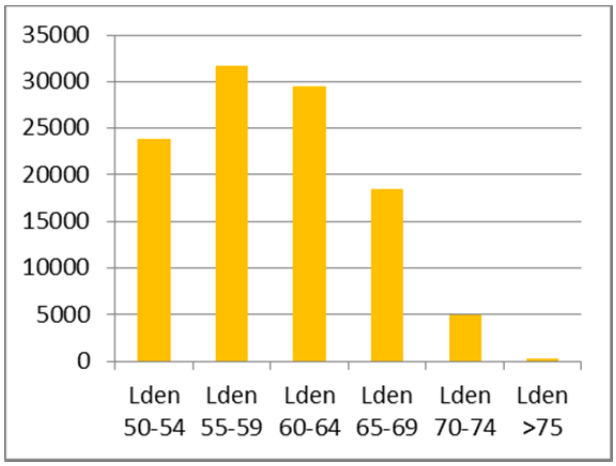


Popolazione esposta per classi Lden

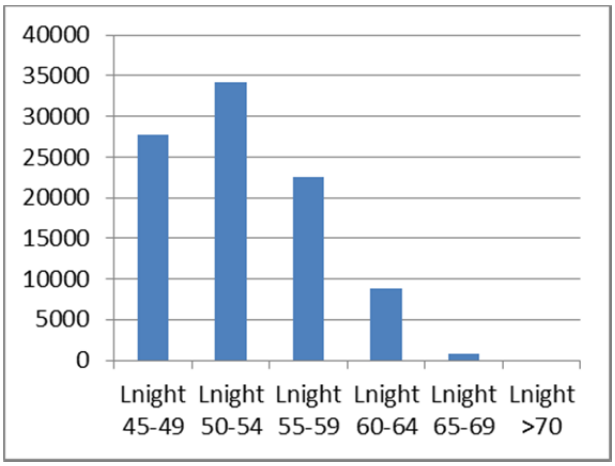


Popolazione esposta per classi Lnight

Autostrada A16 Napoli-Canosa, IT_a_rd0002015

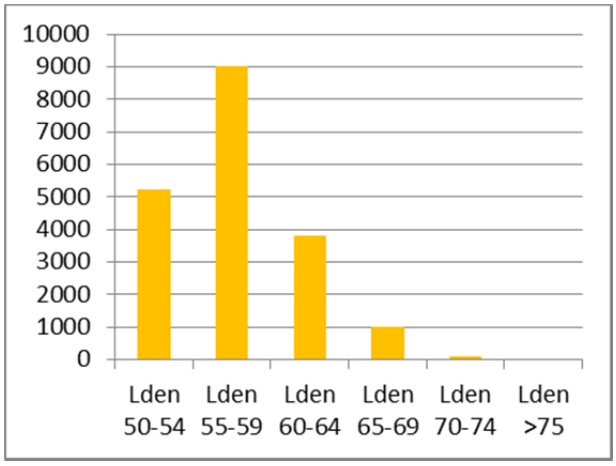


Popolazione esposta per classi Lden

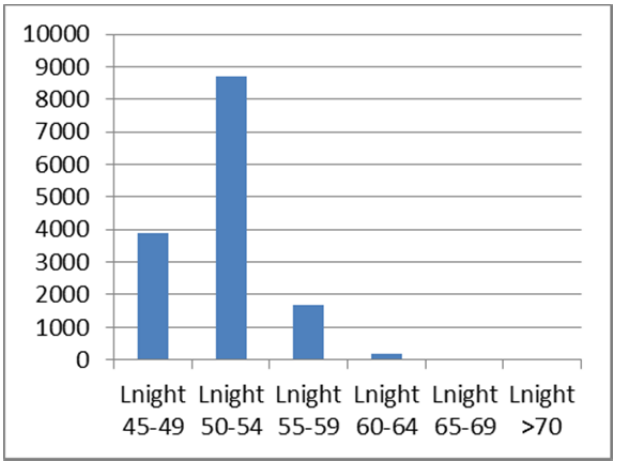


Popolazione esposta per classi Lnight

Autostrada A23 Udine-Tarvisio, IT_a_rd0002016

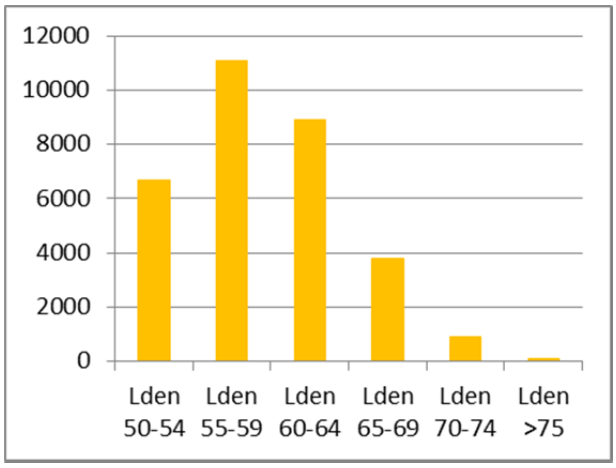


Popolazione esposta per classi Lden

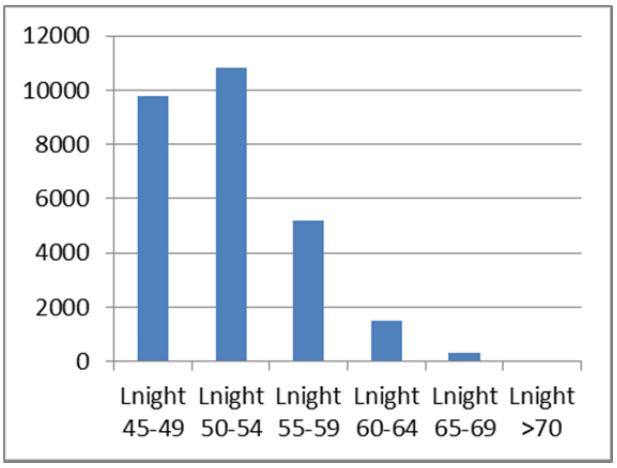


Popolazione esposta per classi Lnight

Autostrada A26 Genova-Gravellona T., diramaz. Gallarate-Gattico e Stroppiana-Santhià, IT_a_rd0002017

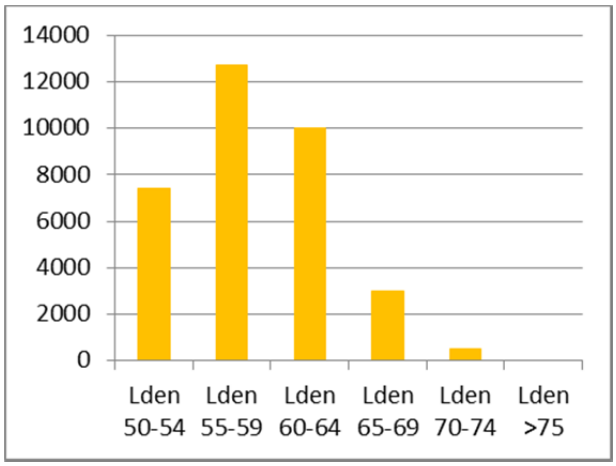


Popolazione esposta per classi Lden

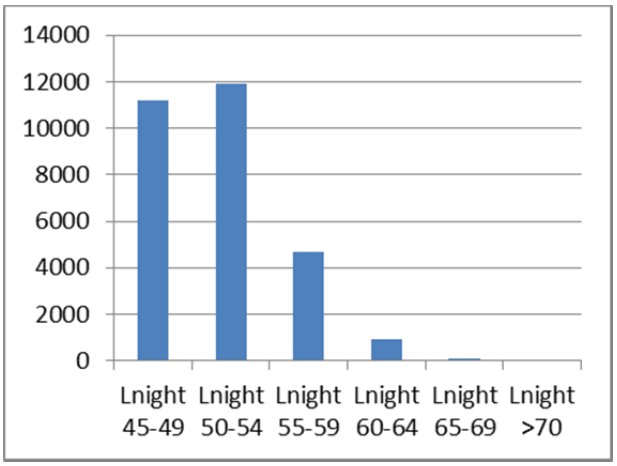


Popolazione esposta per classi Lnight

Autostrada A27 Venezia-Belluno, IT_a_rd0002018

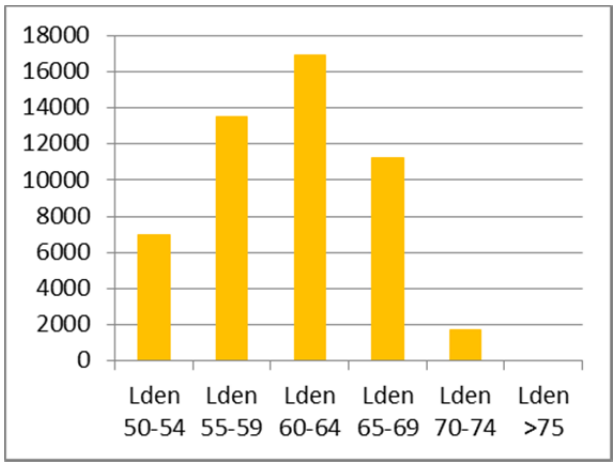


Popolazione esposta per classi Lden

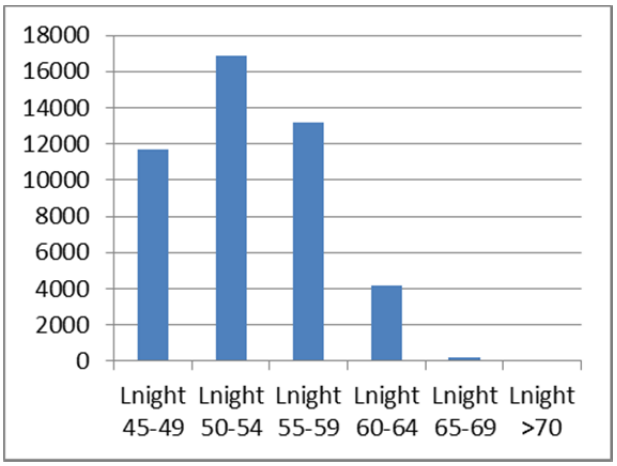


Popolazione esposta per classi Lnight

Autostrada A30 Napoli-Salerno, IT_a_rd0002019



Popolazione esposta per classi Lden



Popolazione esposta per classi Lnight

La A14 – Diramazione per Casalecchio, IT_a_rd0002014, non presenta persone esposte al di fuori degli agglomerati in quanto ricade interamente nell'agglomerato di Bologna.

8. SINTESI DEI RISULTATI

Seguendo quelli che sono gli scopi principali della direttiva 2002/49/CE, la mappatura acustica elaborata da Autostrade per l'Italia è stata valutata su basi statistiche, calcolando l'esposizione della popolazione nelle varie classi di L_{den} e L_{night} previste nell'allegato 5 del D.Lgs. n.194/05.

Complessivamente, sull'intera rete stradale in concessione, la popolazione esposta a livelli Lden superiori a 50 dB(A) è stata stimata in 1.282.400 persone, mentre la popolazione esposta a livelli Lnight superiori a 45 dB(A) è stata stimata in 1.054.800 persone; circa il 30% della popolazione esposta ricade all'interno degli agglomerati.

Nei grafici seguenti si riporta la suddivisione in classi di livello Lden e Lnight.

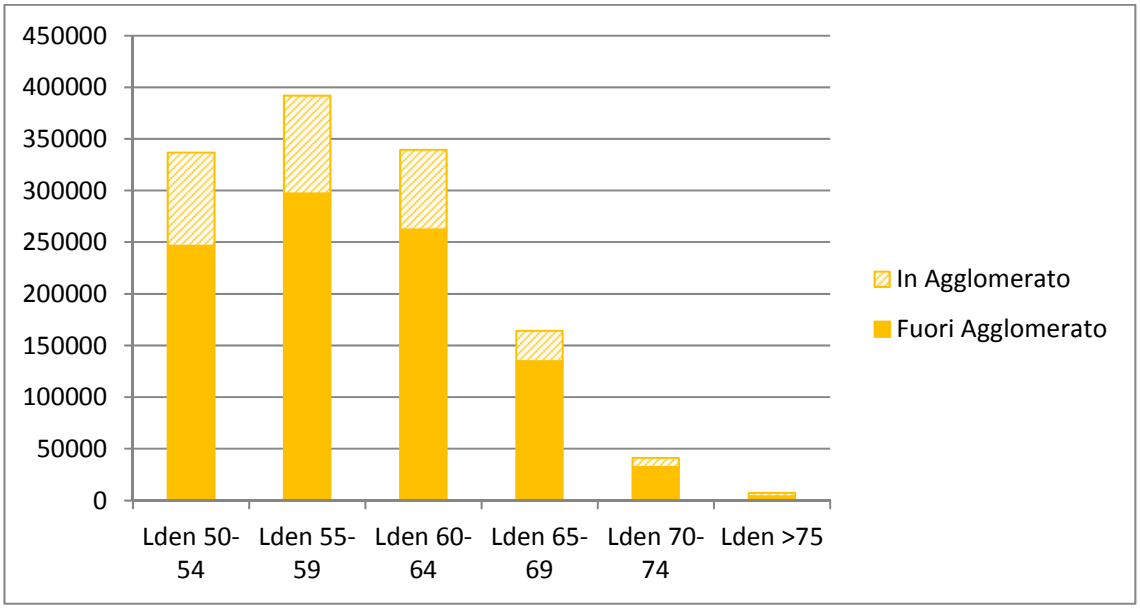


Tabella 1 – Sintesi della Mappatura Acustica sui livelli L_{den}

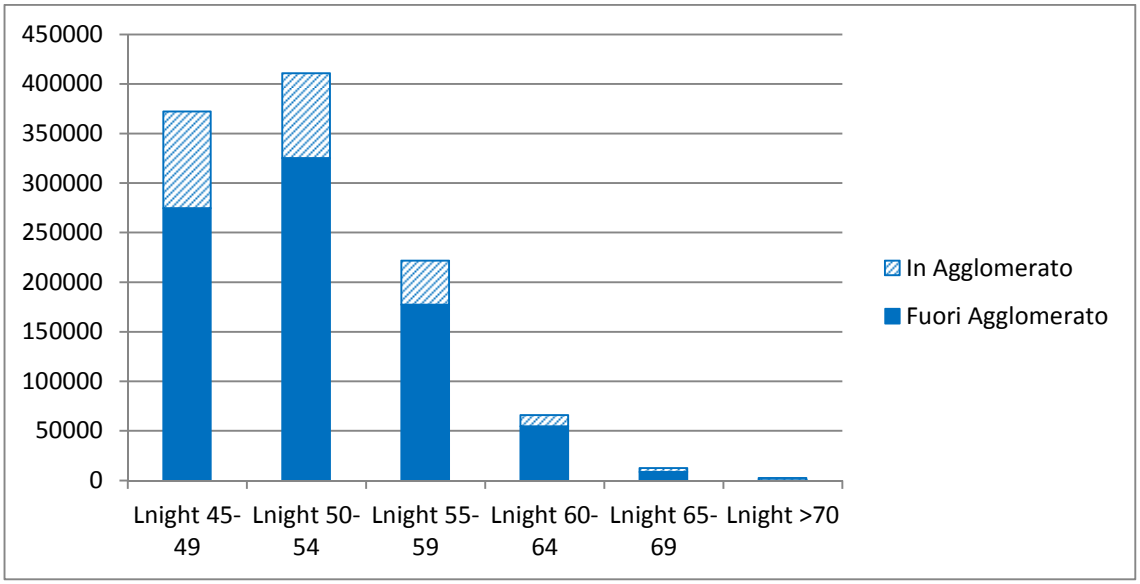


Tabella 2 – Sintesi della Mappatura Acustica sui livelli L_{night}

9. MATERIALE TRASMESSO

In accordo con gli standard Ministeriali di restituzione[8], i dati calcolati sono stati elaborati per la produzione di dati statistici relativi alla compilazione degli strati informativi (shapefile) Data Flows e dei Reporting Mechanism (*.xls da sito Eionet) previsti dalla Direttiva 2002/49/CE.

Già a partire dal secondo round di mappatura sono state eliminate le differenze tra assi con traffico annuo compreso tra 3 e 6 milioni di veicoli ed assi con traffico superiore a 6 milioni di veicoli, per cui i data flow DF1 e DF5 sono confluiti nel data flow DF1_5 ed i data flow DF4 e DF8 sono confluiti nel data flow DF4_8.

In particolare Autostrade per l'Italia gestisce infrastrutture di interesse nazionale che prevalentemente interessano più regioni italiane. I dati relativi ad ogni infrastruttura viaria (identificata secondo lo schema Ministeriale) sono restituiti secondo i criteri di nomenclatura che prevedono che ogni asse abbia una sua codifica specifica che nel caso del DF1_5 relativamente alle infrastrutture stradali deve comprendere:

- Country Code (IT)
- Reporting Entity Unique Code (a)
- Data Flow (DF1_5)
- Anno di riferimento (2015)
- Categoria oggetto della comunicazione (Roads)
- Codice univoco di identificazione della categoria (CG)
- Location

IT_a_DF1_5_2015_Roads_CG_Location	Polilinea	Strade	Asse stradale principale	Assi dell'infrastruttura stradale su cui transitano un numero di veicoli annuo ≥ 3.000.000 (compresi quelli su cui transitano un numero di veicoli annui ≥ a 6.000.000 di veicoli)

Per quanto concerne Autostrade per l'Italia, tenuto conto delle codifiche Ministeriali dell'allegato II, vale la seguente codifica:

IT_a_DF1_5_2015_Roads_IT_a_rd0002_Location

Gli attributi da associare al dato geometrico nello shapefile DF1_5, per le infrastrutture stradali, sono elencati nella tabella seguente:

Strade	Reporting Entity Unique Code	RpEnt_CD	Codice Reporting Entity (valore fisso lettera *a*)	Stringa
	Unique Road ID	UnRoadID	Identificativo univoco dell'infrastruttura stradale secondo quanto riportato nell'Allegato II	Stringa
	Road Name	RdName	Nome della strada	Stringa
	Road Company Name	RdCompName	Nome del Gestore	Stringa
	Road Lenght (m)	RoadLeng	Lunghezza asse stradale (m)	Numerico
	Number of vehicles/year	NuVehY	Numero di veicoli/anno	Numerico

Nel caso del DF4_8 la nomenclatura è cosi formulata:

- Country Code (IT)
- Reporting Entity Unique Code (a)
- Data Flow (DF4_8)
- Anno di riferimento (2017)
- Roads
- Codice univoco di identificazione del gestore (CG)
- NoiseContourMap (isofoniche) o NoiseAreaMap (aree intercluse tra le isofoniche)
- Noise Indicator (Lden o Lnight)

Si ottengono cosi 4 diversi shapefile:

Nome shapefile	Geometria	Argomento	Descrizione
IT_a_DF4_8_2017_Roads_CG_NoiseContourMap_Lden	Polilinea	Isolivello Lden	Rappresentazione delle curve Lden 55, 60, 65, 70, 75 dB
IT_a_DF4_8_2017_Roads_CG_NoiseAreaMap_Lden	Poligono	Fascia Lden	Rappresentazione delle fasce di isolivello Lden corrispondenti agli intervalli 55-59 dB, 60-64 dB, 65-69 dB, 70-74 dB, ≥75 dB
IT_a_DF4_8_2017_Roads_CG_NoiseContourMap_Lnight	Polilinea	Isolivello Lnight	Rappresentazione delle curve Lnight 50,55, 60, 65, 70 dB
IT_a_DF4_8_2017_Roads_CG_NoiseAreaMap_Lnight	Poligono	Fascia Lnight	Rappresentazione delle fasce di isolivello Lnight corrispondenti agli intervalli 50-54 dB, 55-59 dB, 60-64 dB, 65-69 dB, ≥70 dB

Per quanto concerne Autostrade per l'Italia, tenuto conto delle codifiche Ministeriali dell'allegato II, vale la seguente codifica:

IT_a_DF4_8_2017_Roads_IT_a_rd0002_NoiseContourMap_Lden

IT_a_DF4_8_2017_Roads_IT_a_rd0002_NoiseAreaMap_Lden

IT_a_DF4_8_2017_Roads_IT_a_rd0002_NoiseContourMap_Lnight

IT_a_DF4_8_2017_Roads_IT_a_rd0002_NoiseAreaMap_Lden

Nelle tabelle seguenti sono riportati gli attributi da associare ad ognuno dei 4 shapefile:

IT_a_DF4_8_2017_Roads_CG_NoiseContourMap_Lden			
Nome Attributo	**Descrizione**	**Tipo Campo**	**Descrizione**
CTRY_CD	CountryCode	Stringa	Identificativo univoco Stato membro (Valore fisso IT)
RpEnt_CD	ReportingEntityUniqueCode	Stringa	Codice Reporting Entity (valore fisso lettera *a*)
UnRoadID	UniqueRoadId	Stringa	Identificativo univoco
DB_Low	Noise Value Low	Intero	Valore relativo alla curva di isolivello considerata (Lden 50, 55, 60, 65, 70, 75 dB)

IT_a_DF4_8_2017_Roads_CG_NoiseContourMap_Lnight			
Nome Attributo	**Descrizione**	**Tipo Campo**	**Descrizione**
CTRY_CD	CountryCode	Stringa	Identificativo univoco Stato membro (Valore fisso IT)
RpEnt_CD	ReportingEntityUniqueCode	Stringa	Codice Reporting Entity (valore fisso lettera *a*)
UnRoadID	UniqueRoadId	Stringa	Identificativo univoco
DB_Low	Noise Value Low	Intero	Valore relativo alla curva di isolivello considerata (Lnight 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70 dB)

IT_a_DF4_8_2017_Roads_CG_NoiseAreaMap_Lden			
Nome Attributo	**Descrizione**	**Tipo Campo**	**Descrizione**
CTRY_CD	CountryCode	Stringa	Identificativo univoco Stato membro (Valore fisso IT)
RpEnt_CD	ReportingEntityUniqueCode	Stringa	Codice Reporting Entity (valore fisso lettera *a*)
UnRoadID	UniqueRoadId	Stringa	Identificativo univoco
DB_Low	Noise Value Low	Intero	Valore inferiore della coppia di curve isolivello che delimitano la fascia considerata (Lden 50, 55, 60, 65, 70, 75 dB) Es: Lden 50 (per intervallo 50-55)
DB_High	Noise Value High	Intero	Valore più alto della coppia di curve isolivello che delimitano la fascia considerata (Lden 55, 60, 65, 70, 75 dB) Es: Lden 55 (per intervallo 50-55)
ALden	Area (Km^2) exposed to each Lden range	Numerico	Superficie totale in Km^2 di ciascuna fascia Lden
DLden	Dwellings exposed to each Lden range	Intero	Numero totale di abitazioni, arrotondato al centinaio ed espresso in unità, esposte in ciascuna fascia Lden
PLden	Numbers people exposed to each Lden range	Intero	Numero totale di persone, arrotondato al centinaio ed espresso in unità, esposte in ciascuna fascia Lden

IT_a_DF4_8_2017_Roads_CG_NoiseAreaMap_Lnight			
Nome Attributo	**Descrizione**	**Tipo Campo**	**Descrizione**
CTRY_CD	CountryCode	Stringa	Identificativo univoco Stato membro (Valore fisso IT)
RpEnt_CD	ReportingEntityUniqueCode	Stringa	Codice Reporting Entity (valore fisso lettera a)
UnRoadID	UniqueRoadId	Stringa	Identificativo univoco
DB_Low	Noise Value Low	Intero	Valore inferiore della coppia di curve isolivello che delimitano la fascia considerata (Lnight 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70 dB)
DB_High	Noise Value High	Intero	Valore più alto della coppia di curve isolivello che delimitano la fascia considerata (Valori Lnight 45, 50, 55, 60, 65, 70 dB) Es: Lden 50 (per intervallo 50-55)
PLnight	Numbers people exposed to each Lnight range	Intero	Numero totale di persone, arrotondato al centinaio ed espresso in unità, esposte in ciascuna fascia Lnight

I Datasheet del Reporting Mechanism riguardano il DF1_5, il DF4_8, il DF2. Mentre i primi due riportano le informazioni contenute nei corrispondenti shapefile, il DF2 individua, per ogni asse stradale, la autorità competente per la redazione della mappatura acustica e per la attuazione del piano di azione.

Nel caso del DF2 la nomenclatura è cosi formulata:

- Country Code (IT)
- Reporting Entity Unique Code (a)
- Data Flow (DF2)
- Anno di riferimento (2017)
- Roads
- Codice univoco di identificazione del gestore (CG)
- DF2_Mroad_AP oppure DF2_Mroad_Map, a seconda che si indichi la autorità competente per la mappatura o per il piano di azione

Per quanto concerne Autostrade per l'Italia, tenuto conto delle codifiche Ministeriali dell'allegato II, vale la seguente codifica:

IT_a_DF2_2017_Roads_IT_a_rd0002_DF2_MRoad_AP

IT_a_DF2_2017_Roads_IT_a_rd0002_DF2_MRoad_Map

e le codifiche della autorità competente per la redazione della mappatura acustica e per la attuazione del piano di azione sono rispettivamente IT_a_camrd0002 e IT_a_caaprd0002.

Le Relazioni e le immagini della mappatura acustica consistono in :

- Relazione tecnica in formato pdf
- Tavole grafiche in formato pdf

La struttura di tali documenti elettronici ha seguito fedelmente quella dei Noise Directive Data Flow di Eionet riportando le codifiche attribuite dai documenti emanati dal MATTM.

Nelle tavole grafiche, per ottenere una migliore leggibilità e comprensione del dato non sono riportate le NoiseAreaMap_Lden, bensì le NoiseContourMap_Lden per intervalli di 5 dB, che consentono di visualizzare più chiaramente le ortofoto e gli edifici. Naturalmente, le NoiseAreaMap_Lden sono incluse in formato shapefile, unitamente a tutti gli attributi richiesti per il reporting alla commissione.

Il materiale trasmesso è riassunto nella tabella sottostante in cui sono stati indicati unitamente tutti i dati editabili ed i non editabili (relazione tecnica):

Cartella	File	Descrizione	Tipologia	Informazioni sul formato
\	Elenco Elaborati.xls	Elenco dei file contenuti sul supporto	Foglio di calcolo	n.a.
\	Leggimi disco.rtf	Lettera di accompagnamento	Documento rtf	n.a.
\Mappatura Acustica\IT_a_rd0002\ REPORTING_MECHANISM\DF1_DF5	NoiseDirectiveDF1_5DF1_5_MRoad.xls	l'elenco degli assi stradali principali gestiti da ASPI	Foglio di calcolo	Data Flow
\Mappatura Acustica\IT_a_rd0002\ REPORTING_MECHANISM\DF2	NoiseDirectiveDF2_DF2_Mroad_AP.xls	Assi stradali e autorità competente per i Piani di Azione	Foglio di calcolo	Data Flow
\Mappatura Acustica\IT_a_rd0002\ REPORTING_MECHANISM\DF2	NoiseDirectiveDF2_DF2_Mroad_AP_Code.xls	Dati dell'autorità competente per i Piani di Azione	Foglio di calcolo	Data Flow
\Mappatura Acustica\IT_a_rd0002\ REPORTING_MECHANISM\DF2	NoiseDirectiveDF2_DF2_Mroad_AP_Collect.xls	Dati dell'autorità ricevente i Piani di Azione	Foglio di calcolo	Data Flow
\Mappatura Acustica\IT_a_rd0002\ REPORTING_MECHANISM\DF2	NoiseDirectiveDF2_DF2_Mroad_Map.xls	Assi stradali e autorità competente per la Mappatura Acustica	Foglio di calcolo	Data Flow
\Mappatura Acustica\IT_a_rd0002\ REPORTING_MECHANISM\DF2	NoiseDirectiveDF2_DF2_Mroad_Map_Code.xls	Dati dell'autorità competente per la Mappatura Acustica	Foglio di calcolo	Data Flow
\Mappatura Acustica\IT_a_rd0002\ REPORTING_MECHANISM\DF2	NoiseDirectiveDF2_DF2_Mroad_Map_Collect.xls	Dati dell'autorità ricevente la Mappatura Acustica	Foglio di calcolo	Data Flow
\Mappatura Acustica\IT_a_rd0002\ REPORTING_MECHANISM\DF4_DF8	NoiseDirectiveDF4_8DF4_8Mroad.xls	Descrittori acustici dell'area di studio suddivisi per asse stradale	Foglio di calcolo	Data Flow
\Mappatura Acustica\IT_a_rd0002\ SHAPEFILE_METADATA\DF1_DF5	IT_a_DF1_5_2015_Roads_IT_a_rd0002_Location.shp	Linee relative agli assi stradali	ESRI Shapefile	dati geometrici (in metri)
\Mappatura Acustica\IT_a_rd0002\ SHAPEFILE_METADATA\DF1_DF5	IT_a_DF1_5_2015_Roads_IT_a_rd0002_Location.prj	Linee relative agli assi stradali	ESRI Shapefile	Dati attributo
\Mappatura Acustica\IT_a_rd0002\ SHAPEFILE_METADATA\DF1_DF5	IT_a_DF1_5_2015_Roads_IT_a_rd0002_Location.dbf	Linee relative agli assi stradali	ESRI Shapefile	Indice spaziale
\Mappatura Acustica\IT_a_rd0002\ SHAPEFILE_METADATA\DF1_DF5	IT_a_DF1_5_2015_Roads_IT_a_rd0002_Location.shx	Linee relative agli assi stradali	ESRI Shapefile	Sistema di riferimento
\Mappatura Acustica\IT_a_rd0002\ SHAPEFILE_METADATA\DF1_DF5	IT_a_DF1_5_2015_Roads_IT_a_rd0002_Location.xls	Metadato descrittivo degli assi stradali	Foglio di calcolo	Metadati associati
\Mappatura Acustica\IT_a_rd0002\ SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8	IT_a_DF4_8_2017_Roads_IT_a_rd0002_NoiseAreaMap_Lden.shp	Linee relative agli assi stradali	ESRI Shapefile	dati geometrici (in metri)
\Mappatura Acustica\IT_a_rd0002\ SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8	IT_a_DF4_8_2017_Roads_IT_a_rd0002_NoiseAreaMap_Lden.dbf	Linee relative agli assi stradali	ESRI Shapefile	Dati attributo
\Mappatura Acustica\IT_a_rd0002\ SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8	IT_a_DF4_8_2017_Roads_IT_a_rd0002_NoiseAreaMap_Lden.shx	Linee relative agli assi stradali	ESRI Shapefile	Indice spaziale
\Mappatura Acustica\IT_a_rd0002\ SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8	IT_a_DF4_8_2017_Roads_IT_a_rd0002_NoiseAreaMap_Lden.prj	Linee relative agli assi stradali	ESRI Shapefile	Sistema di riferimento
\Mappatura Acustica\IT_a_rd0002\ SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8	IT_a_DF4_8_2017_Roads_IT_a_rd0002_NoiseAreaMap_Lden.xls	Metadato descrittivo degli assi stradali	Foglio di calcolo	Metadati associati
\Mappatura Acustica\IT_a_rd0002\ SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8	IT_a_DF4_8_2017_Roads_IT_a_rd0002_NoiseAreaMap_Lnight.shp	Linee relative agli assi stradali	ESRI Shapefile	dati geometrici (in metri)
\Mappatura Acustica\IT_a_rd0002\ SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8	IT_a_DF4_8_2017_Roads_IT_a_rd0002_NoiseAreaMap_Lnight.dbf	Linee relative agli assi stradali	ESRI Shapefile	Dati attributo
\Mappatura Acustica\IT_a_rd0002\ SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8	IT_a_DF4_8_2017_Roads_IT_a_rd0002_NoiseAreaMap_Lnight.shx	Linee relative agli assi stradali	ESRI Shapefile	Indice spaziale
\Mappatura Acustica\IT_a_rd0002\ SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8	IT_a_DF4_8_2017_Roads_IT_a_rd0002_NoiseAreaMap_Lnight.prj	Linee relative agli assi stradali	ESRI Shapefile	Sistema di riferimento
\Mappatura Acustica\IT_a_rd0002\ SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8	IT_a_DF4_8_2017_Roads_IT_a_rd0002_NoiseAreaMap_Lnight.xls	Metadato descrittivo degli assi stradali	Foglio di calcolo	Metadati associati
\Mappatura Acustica\IT_a_rd0002\ SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8	IT_a_DF4_8_2017_Roads_IT_a_rd0002_NoiseCountourMap_Lden.shp	Linee relative agli assi stradali	ESRI Shapefile	dati geometrici (in metri)
\Mappatura Acustica\IT_a_rd0002\ SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8	IT_a_DF4_8_2017_Roads_IT_a_rd0002_NoiseCountourMap_Lden.dbf	Linee relative agli assi stradali	ESRI Shapefile	Dati attributo
\Mappatura Acustica\IT_a_rd0002\ SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8	IT_a_DF4_8_2017_Roads_IT_a_rd0002_NoiseCountourMap_Lden.shx	Linee relative agli assi stradali	ESRI Shapefile	Indice spaziale
\Mappatura Acustica\IT_a_rd0002\ SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8	IT_a_DF4_8_2017_Roads_IT_a_rd0002_NoiseCountourMap_Lden.prj	Linee relative agli assi stradali	ESRI Shapefile	Sistema di riferimento
\Mappatura Acustica\IT_a_rd0002\ SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8	IT_a_DF4_8_2017_Roads_IT_a_rd0002_NoiseCountourMap_Lden.xls	Metadato descrittivo degli assi stradali	Foglio di calcolo	Metadati associati
\Mappatura Acustica\IT_a_rd0002\ SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8	IT_a_DF4_8_2017_Roads_IT_a_rd0002_NoiseCountourMap_Lnight.shp	Linee relative agli assi stradali	ESRI Shapefile	dati geometrici (in metri)
\Mappatura Acustica\IT_a_rd0002\ SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8	IT_a_DF4_8_2017_Roads_IT_a_rd0002_NoiseCountourMap_Lnight.dbf	Linee relative agli assi stradali	ESRI Shapefile	Dati attributo
\Mappatura Acustica\IT_a_rd0002\ SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8	IT_a_DF4_8_2017_Roads_IT_a_rd0002_NoiseCountourMap_Lnight.shx	Linee relative agli assi stradali	ESRI Shapefile	Indice spaziale
\Mappatura Acustica\IT_a_rd0002\ SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8	IT_a_DF4_8_2017_Roads_IT_a_rd0002_NoiseCountourMap_Lnight.prj	Linee relative agli assi stradali	ESRI Shapefile	Sistema di riferimento
\Mappatura Acustica\IT_a_rd0002\ SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8	IT_a_DF4_8_2017_Roads_IT_a_rd0002_NoiseCountourMap_Lnight.xls	Metadato descrittivo degli assi stradali	Foglio di calcolo	Metadati associati
\Mappatura Acustica\IT_a_rd0002\ REPORT_IMAGES	IT_a_DF4_8_2017_Roads_IT_a_rd0002_Report.pdf	Relazione Tecnica della Mappatura Acustica di ASPI	Documento PDF	n.a.
\Mappatura Acustica\IT_a_rd0002\ REPORT_IMAGES\(nome_asse)	IT_a_DF4_8_2017_Roads_IT_a_rd0002_NoiseContourMap_Lden_A(NN)_***.pdf	Mappatura Acustica livelli Lden	Documento PDF	scala 1:3300
\Mappatura Acustica\IT_a_rd0002\ REPORT_IMAGES\(nome_asse)	IT_a_DF4_8_2017_Roads_IT_a_rd0002_NoiseContourMap_Lnight_A(NN)_***.pdf	Mappatura Acustica livelli Lnight	Documento PDF	scala 1:3300

Si osserva che, durante la redazione del Piano di Azione, in seguito ad approfondimenti eseguiti nella fase di progettazione degli interventi, sono state apportate alcune modifiche puntuali alla Mappatura Acustica; conseguentemente, alcune tavole sono presentate in versione Rev1 con aggiornamento a Luglio 2018.

Si fa presente inoltre che, durante la redazione del piano di Azione, tutti i risultati della mappatura acustica sono stati messi a disposizione per la consultazione pubblica sul sito www.autostrade.it, sotto forma di file.kmz visualizzabili tramite Google Earth, in cui sono rappresentati i livelli Lden e Lnight per fasce di 5 dB. Questi file sono stati inclusi nell'Allegato 1 del Piano di Azione 2018, unitamente agli esiti delle consultazioni pubbliche.

10. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

1) Direttiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 giugno 2002 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.
2) Raccomandazione della Commissione del 6 agosto 2003 (2003/613/CE) , concernente le "Linee guida relative ai metodi di calcolo aggiornati per il rumore dell'attività industriale, degli aeromobili, del traffico veicolare e ferroviario e i relativi dati di rumorosità".
3) European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise -(WG-AEN), Position Paper Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure, August 2007.
4) D.Lgs 19 agosto 2005, n. 194. Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.
5) Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare - Predisposizione e consegna della documentazione digitale relativa alle mappature acustiche e mappe acustiche strategiche (D.Lgs. 194/05) - Specifiche tecniche – Maggio 2012
6) Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare - Definizione del contenuto minimo delle relazioni inerenti alla metodologia di determinazione delle mappe acustiche e valori descrittivi delle zone soggette ai livelli di rumore – Ottobre 2012
7) Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare - Definizione del contenuto minimo delle relazioni inerenti alla metodologia di determinazione delle mappe acustiche e valori descrittivi delle zone soggette ai livelli di rumore – Linee Guida – 10 Marzo 2017
8) Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare - Predisposizione e consegna della documentazione digitale relativa alle mappature acustiche e mappe acustiche strategiche (D.Lgs. 194/05) – Specifiche Tecniche – 2 ottobre 2017
9) Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare - Specifiche tecniche per la predisposizione e consegna della documentazione digitale relativa alle mappature acustiche mappe acustiche strategiche (D. Lgs. 194/05) - Reporting Mechanism, strati informativi georeferenziati - 14/16 marzo 2017
10) Direttiva (UE) 2015/996 della commissione del 19 maggio 2015 che stabilisce metodi comuni per la determinazione del rumore a norma della direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio
11) D.Lgs 17 febbraio 2017 , n. 42. Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a) , b) , c) , d) , e) , f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161.