

Tronco

INTERA RETE IN CONCESSIONE

Oggetto

ATTIVITA' D. LGS. N. 194/05
MACRO AGGLOMERATO DI LIVELLO REGIONALE

CUP: -

Fase progettuale

RIESAME MAPPATURE ACUSTICHE

LA CONCEDENTE



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE
STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI

LA CONCESSIONARIA



Progettista / Progettazioni specialistiche / Validazione



Descrizione Elaborato

PARTE GENERALE

RELAZIONE TECNICA

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	20/12/2016	EMISSIONE	VDP SRL	VDP SRL	VDP SRL
B	-	-	-	-	-
C	-	-	-	-	-
D	-	-	-	-	-
E	-	-	-	-	-

Scala

Codifica Elaborato

4	1	0	0	P	G	E	N	0	0	1	R	X	X	X	X	X	X	X	A
Codice				Fase	Ambito		Progressivo		Tipo		Lotto	Zona	Opera			Tratto	Rev.		

INDICE

1	PREMESSA	2
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	3
2.1	DECRETO LEGISLATIVO 19 AGOSTO 2005, N.194.....	3
2.2	EUROPEAN COMMISSION WORKING GROUP ASSESSMENT OF EXPOSURE TO NOISE (WG – AEN) “GOOD PRACTICE GUIDE FOR STRATEGIC NOISE MAPPING AND THE PRODUCTION OF ASSOCIATED DATA ON NOISE EXPOSURE – VERSION 2, 13TH JANUARY 2006”	7
2.3	DMA 29/11/2000: “CRITERI PER LA PREDISPOSIZIONE DEI PIANI DEGLI INTERVENTI DI CONTENIMENTO E ABBATTIMENTO DEL RUMORE”	8
3	IMPOSTAZIONE METODOLOGICA	9
3.1	DEFINIZIONE DELL’AREA DI MAPPATURA ACUSTICA	9
3.2	DESCRITTORI ACUSTICI E SPETTRI DI EMISSIONE DELLA SORGENTE	10
3.3	CARATTERIZZAZIONE OROGRAFICA DELLE AREE DI STUDIO	11
3.4	CALCOLO DEI DESCRITTORI ACUSTICI MEDIANTE MODELLO DI SIMULAZIONE	11
3.4.1	<i>Il modello di simulazione acustica utilizzato.....</i>	<i>11</i>
3.4.2	<i>Aspetti specifici inerenti il lavoro.....</i>	<i>15</i>
3.5	CALCOLO DATI STATISTICI	16
4	VERIFICA DI CONFORMITÀ CON IL D.LGS 194/05 E CON LE LINEE GUIDA DEL WG-AEN	18
4.1	LA MAPPATURA ACUSTICA (ART. 3 E ALLEGATI 4 E 6 DEL D.LGS. 194/05)	18
4.2	CONDIZIONI SPECIFICHE DI ANALISI DEL RUMORE (LINEE GUIDA DEL WG – AEN).....	19
5	AMBITO DI LAVORO	25
5.1	LE INFRASTRUTTURE.....	25
5.2	I DATI DI TRAFFICO	26
5.3	IL TERRITORIO	31
6	RISULTATI DELLA MAPPATURA ACUSTICA	34

1 PREMESSA

Il presente lavoro riguarda l'elaborazione e il calcolo della mappatura acustica secondo il D. Lgs. 194 del 19/08/2005 "Attuazione della direttiva 2002/49 CE", relativamente alle infrastrutture stradali principali di competenza della Società Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.A., e su cui transitano più di 6.000.000 di veicoli l'anno, riguardanti in particolare le tratte che ricadono nell'Agglomerato di Milano.

Quest'ultimo è rappresentato da un insieme di territori comunali definiti puntualmente mediante un apposito decreto regionale: D.g.r. 17/12/2015 – n.X/4597 *"Individuazione del macroagglomerato di livello regionale e della autorità competente ai fini degli adempimenti previsti dalla direttiva 2002/49/CE e dal d.lgs. 19/08/2005, n.194 in materia di determinazione e gestione del rumore ambientale"*. Sulla base di tale decreto, quindi, è stato individuato quale macroagglomerato l'area complessiva costituita da 31 comuni, di cui 22 appartenenti alla provincia di Milano e 9 alla provincia di Monza e Brianza.

Il lavoro è stato redatto sulla base dei riferimenti normativi disponibili, sia nazionali, sia internazionali. In particolare, oltre al citato D.Lgs. 194/05, si è tenuto espressamente conto dell'European commission working group assessment of exposure to noise (WG – AEN) *"Good practice guide for strategic noise mapping and the production of associated data on noise exposure – version 2, 13 th january 2006"* e di Guidance referring to Commission Decision version 5.0 - Laying down a questionnaire to be used for reporting on environmental noise under the Directive 2002/49/EC.

Si è tenuto conto infine delle linee guida del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Direzione Generale per i Rifiuti e l'Inquinamento, in particolare delle più recenti indicazioni del 11 aprile 2016.

In linea generale, comunque, tenendo conto dei suddetti riferimenti normativi, lo studio è stato impostato in 5 macrofasi operative:

1. Definizione dell'area in cui definire la mappatura acustica: l'ampiezza della fascia di indagine, infatti, non è definita a priori.
2. Descrittori acustici e spettri di emissione della sorgente: si considera la pesatura da associare ai livelli equivalenti in funzione del periodo della giornata (L_{DEN}).
3. Caratterizzazione orografica delle aree di studio: definizione della mesh tridimensionale del terreno e degli edifici.
4. Calcolo dei descrittori acustici mediante modello di simulazione: utilizzo del codice di calcolo in accordo alle indicazioni delle linee guida comunitarie.
5. Calcolo dei dati statistici conformemente all'allegato 4 e 6 del DLGS 194/05.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

2.1 DECRETO LEGISLATIVO 19 AGOSTO 2005, N.194

La direttiva 2002/49/CE (END), recepita in Italia con il Decreto Legislativo 194/05, ha come obiettivi (Articolo 1):

- > la determinazione dell'esposizione al rumore ambientale, attraverso l'utilizzo di mappe strategiche definite a livello comunitario;
- > assicurare l'informazione e la partecipazione del pubblico in merito al rumore ambientale e ai relativi effetti;
- > l'elaborazione e l'adozione di piani di azione, definiti sulla base dei risultati della mappatura acustica, volti ad evitare, prevenire o ridurre l'esposizione al rumore ambientale.

Oggetto del D.lgs n. 194/05 è il rumore generato dalle infrastrutture stradali, ferroviarie, dagli aeroporti e dalle attività industriali.

L'Articolo 3 del Decreto, prevede che, l'autorità individuata da ogni Regione o Provincia autonoma debba elaborare una mappatura acustica degli agglomerati urbani con più di 250 mila abitanti, mentre le società e gli enti gestori di servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture debbano provvedere alla realizzazione della mappatura acustica degli assi stradali su cui transitano più di 6 milioni di veicoli l'anno, quella delle linee ferroviarie su cui passano più di 60 mila convogli l'anno e degli aeroporti principali.

In particolare, inoltre, al comma 3 dello stesso articolo 3, si prevede:

"a) l'autorità individuata dalla regione o dalla provincia autonoma elabora e trasmette alla regione o alla provincia autonoma competente le mappe acustiche strategiche degli agglomerati, nonché i dati di cui all'allegato 6, riferiti al precedente anno solare".

"b) le società e gli enti gestori di servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture elaborano e trasmettono alla regione o alla provincia autonoma competente la mappatura acustica, nonché i dati di cui all'allegato 6, riferiti al precedente anno solare, degli assi stradali e ferroviari principali. Nel caso di infrastrutture principali che interessano più regioni gli stessi enti trasmettono la mappatura acustica ed i dati di cui all'allegato 6 relativi a dette infrastrutture al Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio ed alle regioni o province autonome competenti."

Le mappe devono essere aggiornate ogni cinque anni e servono a predisporre particolari e mirate misure di riduzione del rumore definiti come *Piani d'Azione* (Art.4).

Negli Articoli 5 e 6 e Allegati 1 e 2, vengono definiti i descrittori acustici da utilizzare e vengono fornite indicazioni in merito alla loro determinazione nel caso di calcolo/rilevamento/misurazione ai fini della mappatura acustica; agli Allegati 4 e 5, vengono invece sintetizzati i requisiti minimi per

la mappatura acustica e per i piani d'azione; in particolare, nell'allegato 4 (di seguito riportato) oltre a fornire indicazioni sul campo di impiego dei dati da trasmettere alla Commissione, viene indicato, nel punto 5, il riferimento ai dati da trasmettere alla stessa Commissione contenuti nei punti 2.5, 2.6 e 2.7 dell'Allegato 6, anch'esso riportato di seguito.

Allegato 4 (art. 3, comma 5)

Requisiti minimi per la mappatura acustica e per le mappe acustiche strategiche

1. La mappatura acustica e le mappe acustiche strategiche costituiscono una rappresentazione di dati relativi ad uno dei seguenti aspetti:

- a) la situazione di rumore esistente o prevista in funzione di un descrittore acustico;*
- b) il numero stimato di edifici abitativi, scuole e ospedali di una determinata zona che risultano esposti a specifici valori di un descrittore acustico;*
- c) il numero stimato delle persone che si trovano in una zona esposta al rumore;*
- d) il superamento di un valore limite, utilizzando i descrittori acustici di cui all'art. 5.*

2. La mappatura acustica e le mappe acustiche strategiche possono essere presentate al pubblico in forma di:

- a) grafici;*
- b) dati numerici in tabulati;*
- c) dati numerici in formato elettronico.*

3. Le mappe acustiche strategiche relative agli agglomerati riguardano in particolar modo il rumore emesso:

- a) dal traffico veicolare;*
- b) dal traffico ferroviario;*
- c) dal traffico aeroportuale;*
- d) dai siti di attività industriale, inclusi i porti.*

4. Le mappe acustiche strategiche e la mappatura acustica fungono da base per:

- a) i dati da trasmettere alla Commissione ai sensi dell'art. 7;*
- b) l'informazione da fornire ai cittadini ai sensi dell'art. 8;*
- c) i piani d'azione ai sensi dell'art. 4.*

5. I requisiti minimi per le mappe acustiche strategiche e per la mappatura acustica, in relazione ai dati da trasmettere alla Commissione, figurano nell'allegato 6, punti 1.5, 1.6, 2.5, 2.6 e 2.7.

6. Per l'informazione ai cittadini ai sensi dell'art. 8 e per l'elaborazione di piani d'azione ai sensi dell'art. 4 sono necessarie informazioni supplementari e più particolareggiate, come:

- a) una rappresentazione grafica;*

- b) mappe che visualizzano i superamenti dei valori limite;*
 - c) mappe di confronto, in cui la situazione esistente e' confrontata a svariate possibili situazioni future;*
 - d) mappe che visualizzano il valore di un descrittore acustico a un'altezza diversa da 4 m, ove opportuno;*
 - e) la descrizione delle strumentazioni e delle tecniche di misurazione impiegate per la sua redazione, nonché la descrizione dei modelli di calcolo impiegati e della relativa accuratezza.*
- 7. La mappatura acustica e le mappe acustiche strategiche ad uso locale o nazionale devono essere tracciate utilizzando un'altezza di misurazione di 4 m e intervalli di livelli di Lden e Lnight di 5 dB come definito nell'allegato 6.*
- 8. Per gli agglomerati devono essere tracciate mappature acustiche distinte per il rumore del traffico veicolare, ferroviario, aereo e dell'attività industriale. Possono essere aggiunte mappature relative ad altre sorgenti di rumore.*

Allegato 6 (art. 7, comma 1)

Dati da trasmettere alla Commissione.

I dati da trasmettere alla Commissione sono i seguenti:

1) Per gli agglomerati:

1.1) una descrizione concisa dell'agglomerato: ubicazione, dimensioni, numero di abitanti;

1.2) l'autorità competente;

1.3) i programmi di contenimento del rumore già attuati e le misure antirumore in atto;

1.4) i metodi di calcolo o di misurazione applicati;

1.5) il numero totale stimato, arrotondato al centinaio, di persone che vivono nelle abitazioni esposte a ciascuno dei seguenti intervalli di livelli di Lden in dB a 4 m di altezza sulla facciata più esposta: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75, con distinzione fra rumore del traffico veicolare, ferroviario e aereo o dell'attività industriale. Le cifre vanno arrotondate al centinaio per eccesso o per difetto: (ad esempio: 5.200 = tra 5.150 e 5.249; 100 = tra 50 e 149; 0 = meno di 50). Si dovrebbe, inoltre, precisare, ove possibile, e opportuno, quante persone negli intervalli di cui sopra occupano abitazioni dotate di:

a) insonorizzazione speciale dal particolare rumore in questione, ossia insonorizzazione speciale degli edifici da uno o più tipi di rumore ambientale, in combinazione con gli impianti di ventilazione o condizionamento di aria del tipo che consente di mantenere elevati valori di insonorizzazione dal rumore ambientale;

b) una facciata silenziosa, ossia la facciata delle abitazioni in cui il valore di Lden a 4 m di altezza dal suolo e a 2 m di distanza dalla facciata, per i rumori emessi da una specifica sorgente, sia inferiore di oltre 20 dB a quello registrato sulla facciata avente il valore più alto di Lden. Si dovrebbe, inoltre, precisare in che misura gli assi stradali e ferroviari principali e gli aeroporti principali, come definiti all'art. 2, contribuiscono ai fenomeni summenzionati;

1.6) il numero totale stimato, arrotondato al centinaio, di persone che occupano abitazioni esposte a ciascuno dei seguenti intervalli di livelli di L_{night} in dB a 4 m di altezza sulla facciata più esposta: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70, con distinzione fra rumore del traffico veicolare, ferroviario e aereo o dell'attività industriale.

Questi dati potranno altresì essere valutati per la fascia 45-49 anteriormente al 18 luglio 2009. Si dovrebbe inoltre precisare, ove possibile e opportuno, quante persone negli intervalli di cui sopra occupano abitazioni dotate di:

a) insonorizzazione speciale dal particolare rumore in questione, secondo la definizione di cui al punto 1.5, lettera a);

b) una facciata silenziosa, secondo la definizione di cui al punto 1.5 lettera b). Si dovrebbe precisare, inoltre, in che misura gli assi stradali e ferroviari principali e gli aeroporti principali contribuiscono ai fenomeni summenzionati;

1.7) le mappe strategiche in forma di grafico devono presentare almeno le curve di livello 60, 65, 70 e 75 dB;

1.8) una sintesi del piano d'azione che contempli tutti gli aspetti pertinenti di cui all'allegato 5 e che non superi le dieci cartelle;

2) Per gli assi stradali e ferroviari principali e gli aeroporti principali:

2.1) una descrizione generale della strada, della ferrovia o dell'aeroporto: ubicazione, dimensioni e flussi di traffico;

2.2) una caratterizzazione dell'area circostante:

agglomerati, paesi, campagna o altro, informazioni su assetto territoriale, altre principali sorgenti di rumore;

2.3) i programmi di contenimento del rumore già attuati e le misure antirumore in atto;

2.4) i metodi di calcolo o di misurazione applicati;

2.5) il numero totale stimato, arrotondato al centinaio, di persone che occupano abitazioni situate al di fuori degli agglomerati esposte a ciascuno dei seguenti intervalli di livelli di L_{den} in dB a 4 m di altezza e sulla facciata più esposta: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75. Si dovrebbe inoltre precisare, ove possibile e opportuno, quante persone negli intervalli di cui sopra occupano abitazioni dotate di:

a) insonorizzazione speciale dal particolare rumore in questione, secondo la definizione di cui al punto 1.5, lettera a);

b) una facciata silenziosa, secondo la definizione di cui al punto 1.5, lett. b);

2.6) il numero totale stimato, arrotondato al centinaio, di persone che occupano abitazioni situate al di fuori degli agglomerati urbani esposte a ciascuno dei seguenti intervalli di livelli di L_{night} in dB a 4 m di altezza sulla facciata più esposta: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70. Questi dati potranno altresì essere valutati per la fascia 45-49 anteriormente al 18 luglio 2009. Si dovrebbe, inoltre, precisare, ove possibile e opportuno, quante persone negli intervalli di cui sopra occupano abitazioni dotate di:

a) insonorizzazione speciale dal particolare rumore in questione, secondo la definizione di cui al punto 1.5, lettera a);

c) una facciata silenziosa, secondo la definizione di cui al punto 1.5, lett. b);

2.7) la superficie totale, in km², esposta a livelli di Lden rispettivamente superiori a 55, 65 e 75 dB. Occorre inoltre fornire il numero totale stimato, arrotondato al centinaio, di abitazioni e il numero totale stimato di persone, arrotondato al centinaio, presenti in ciascuna zona. Le cifre includono gli agglomerati. Occorre rappresentare anche le curve di livello 55 e 65 dB su una o più mappe, che devono comprendere informazioni sull'ubicazione di paesi, città e agglomerati all'interno delle curve di livello;

2.8) una sintesi del piano d'azione che contempli tutti gli aspetti pertinenti di cui all'allegato 5 e che non superi le dieci cartelle.

2.2 EUROPEAN COMMISSION WORKING GROUP ASSESSMENT OF EXPOSURE TO NOISE (WG – AEN) “GOOD PRACTICE GUIDE FOR STRATEGIC NOISE MAPPING AND THE PRODUCTION OF ASSOCIATED DATA ON NOISE EXPOSURE – VERSION 2, 13TH JANUARY 2006”

Le linee guida prodotte dal Gruppo di lavoro della Commissione Europea “*Assessment of Exposure to Noise*” nella Versione 2 (in sostituzione della Versione 1, pubblicata il 5 dicembre 2003), nascono con l'obiettivo di indirizzare gli Stati Membri e le Autorità competenti nel fornire le mappe acustiche e i dati richiesti dalla Direttiva 2002/49/CE, analizzando le problematiche che emergono dalla Direttiva stessa, e fornendo esempi e suggerimenti pratici volti alla loro risoluzione.

Nel capitolo 2 vengono fornite indicazioni inerenti le questioni dell'analisi e modellizzazione delle sorgenti sonore (stradali, ferroviarie, aeroportuali, industriali) della propagazione del rumore e della caratterizzazione e del calcolo sui ricettori. Il capitolo 3 introduce, invece, le problematiche inerenti le implicazioni sull' “*accuratezza*” delle mappe acustiche e dei dati che gli Stati Membri devono fornire alla Commissione, mediante l'utilizzo degli esempi pratici e strumenti operativi (Toolkits) illustrati al capitolo 4 delle stesse Linee Guida. Tali problematiche si basano su uno studio condotto dal medesimo Gruppo di lavoro (WG – AEN), volto ad una stima quantitativa (espressa in dB) dell'incertezza/*accuratezza* dei dati prodotti, sulla base della quantità e dell'*accuratezza* dei dati di input disponibili.

A completamento dei sopracitati capitoli, le Linee Guida presentano una serie di allegati nei quali vengono discussi temi quali ad esempio l'introduzione all'uso di sistemi GIS nella mappatura, la determinazione delle fonti di incertezza dei dati nella modellizzazione acustica e l'*accuratezza* nella presentazione dei risultati delle mappe strategiche, questi ultimi basati sui risultati ottenuti dallo studio condotto dal WG – AEN, di cui sopra.

2.3 DMA 29/11/2000: “CRITERI PER LA PREDISPOSIZIONE DEI PIANI DEGLI INTERVENTI DI CONTENIMENTO E ABBATTIMENTO DEL RUMORE”

Il decreto emanato dal Ministero dell'Ambiente, previsto dall'articolo 10, comma 5 della Legge Quadro, stabilisce che gli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture stradali hanno l'obbligo di:

- > individuare le aree in cui per effetto delle infrastrutture stesse si abbia superamento dei limiti di emissione;
- > determinare il contributo specifico delle infrastrutture al superamento dei limiti suddetti;
- > presentare al Comune, alla Regione o all'autorità competente da essa indicata il piano di contenimento e abbattimento del rumore prodotto dall'esercizio delle infrastrutture.

I contenuti essenziali del piano di risanamento consistono nella:

- > individuazione degli interventi e relative modalità di esecuzione;
- > indicazione delle eventuali altre infrastrutture di trasporto concorrenti all'immissione nelle aree in cui si abbia il superamento dei limiti;
- > indicazione dei tempi di esecuzione e dei costi previsti per ciascun intervento;
- > motivazioni per eventuali interventi sui ricettori.

Le attività di risanamento devono conseguire il rispetto dei valori limite di rumore prodotto dalle infrastrutture di trasporto stabiliti dai regolamenti di esecuzione di cui all'art.11 della Legge Quadro.

Gli interventi strutturali finalizzati all'attività di risanamento devono essere effettuati secondo la seguente scala di priorità:

- > direttamente sulla sorgente rumorosa,
- > lungo la via di propagazione del rumore dalla sorgente al ricettore;
- > direttamente sul ricettore.

La novità di questo decreto, infine, sta nel fatto che si evincono la caratterizzazione e l'indice dei costi degli interventi di bonifica acustica mediante tipo intervento, campo di impiego, efficacia, costi unitari.

3 IMPOSTAZIONE METODOLOGICA

3.1 DEFINIZIONE DELL'AREA DI MAPPATURA ACUSTICA

La definizione delle aree in cui effettuare il lavoro oggetto di incarico, tenendo conto della sorgente lineare che caratterizza l'infrastruttura stradale, ha riguardato necessariamente una fascia con andamento circa parallelo alla strada.

L'ampiezza di tale fascia, però, non è definibile a priori, giacché l'obiettivo del D.Lgs. 194/05 è proprio quello di definire il numero di popolazione interessata da livelli di rumore superiori a valori predeterminati (55 decibel come L_{DEN} e 50 decibel come L_{NIGHT}) e non all'interno di fasce predefinite, così come, ad esempio, fa riferimento il DM 29-11-2000 "Criteri per la predisposizione dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore", o il DPR 142/04 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447".

Quindi, l'ampiezza di indagine è stata definita di volta in volta in funzione di diversi parametri, quali:

- > Il traffico veicolare effettivamente transitante sull'infrastruttura;
- > La tipologia della stessa infrastruttura (rilevato, trincea, ecc.);
- > La morfologia del territorio;
- > Il numero e tipologia di ricettori presenti.

Proprio in merito a quest'ultimo punto, si ricorda che il D.Lgs. 194/05 richiede una valutazione della popolazione esposta e degli eventuali utenti di ricettori sensibili, mentre, non fa riferimento alle aree caratterizzate da edificato industriale – produttivo e da edificato terziario.

Ciò, però, non toglie che queste ultime tipologie di ricettori vadano ugualmente censite ed individuate, se costituiscono un ostacolo alla propagazione del rumore rispetto all'edificato residenziale che eventualmente potrebbe trovarsi alle loro spalle.

In altre parole, nel caso le aree a ridosso delle infrastrutture in oggetto siano di tipo misto, è stato necessario effettuare comunque un censimento di tutti gli edifici presenti. A tal proposito, il censimento dei ricettori è stato effettuato con l'obiettivo di caratterizzare l'edificio in termini di destinazione d'uso e numero di piani.

3.2 DESCRITTORI ACUSTICI E SPETTRI DI EMISSIONE DELLA SORGENTE

I descrittori acustici adottati sono quelli definiti all'Allegato 1 del Decreto punti 1.1 *a*, e 1.1 *d* : L_{den}^1 (livello giorno – sera – notte) e L_{night} (livello notturno), che rappresentano il livello continuo equivalente ponderato “A”, determinato sull'insieme dei periodi, rispettivamente, giornalieri (dalle 6:00 alle 6:00 del giorno successivo) e notturni (dalle 22:00 alle 6:00) di un anno solare.

La lettera b punto 1.1 dell'Allegato 1 stabilisce che “l'anno è l'anno di osservazione per l'emissione acustica e l'anno medio sotto il profilo meteorologico”. Inoltre, all'Art.3 è richiesto che le mappe acustiche mostrino lo stato di fatto relativamente al precedente anno solare.

Quindi, al fine di definire le caratteristiche emissive della sorgente stradale, nel lavoro in oggetto si fa riferimento a:

- > Campagne di indagine fonometrica effettuate in sede di redazione del Piano di Risanamento Acustico sulle tratte A7 Milano – Serravalle e A52 Tangenziale Nord. Su queste tratte sono state svolte delle misurazioni in continuo che hanno permesso di ricavare direttamente il dato di potenza acustica delle sorgenti stradali interessate, cioè, quelle comprese tra due svincoli contigui, tenendo conto del flusso veicolare, delle velocità e delle caratteristiche geometriche dell'infrastruttura. Per le modalità di tali operazioni e le metodologie utilizzate si rimanda pertanto agli elaborati del citato Piano di Risanamento Acustico in base al DMA 29/11/2000.
- > Flussi di traffico rilevati dalla società Milano – Serravalle, in sezioni di monitoraggio in continuo e organizzati in base ai seguenti criteri:
 - Individuazione di un “mese tipo” attraverso l'analisi storica statistica dei dati consolidati di bilancio mensili negli anni compresi il 2009 e il 2015. Come dettagliato nel seguito, il mese tipo individuato è quello di aprile.
 - Estrazione oraria dei flussi e delle velocità del mese di aprile 2016 (o 2015/2014, a seconda delle disponibilità dei dati), organizzati in classi di veicoli.
 - Accorpamento dei dati relativamente ai tre periodi della giornata, *day* (06:00-20:00), *evening* (20:00-22:00) e *night* (22:00-06:00), considerati separatamente.

Nel seguito della presente relazione si riportano gli elementi di dettaglio relativamente ai dati di traffico utilizzati.

Infine, per quel che riguarda la rappresentazione dei superamenti di valori limite, prescritti all'Allegato 4, punto 1, lettera d e punto 6, lettera b, si fa riferimento alle attività di cui al DMA 29/11/2000, non essendo ancora stati definiti i criteri e gli algoritmi per la conversione dei valori limite previsti all'Art. 2.

¹ $L_{den} = 10 \lg \left[\left(14 \cdot 10^{L_{day}/10} + 2 \cdot 10^{(L_{evening}+5)/10} + 8 \cdot (L_{night}+10)/10 \right) / 24 \right]$

3.3 CARATTERIZZAZIONE OROGRAFICA DELLE AREE DI STUDIO

I geofile (in formato DXF 3D) relativi alle tratte infrastrutturali di studio, inseriti nel modello di calcolo riproducono le caratteristiche planoaltimetriche della strada, le curve di livello del terreno circostante e la quota degli edifici rispetto al piano di campagna, consentendo così uno studio del clima acustico fedele alla realtà orografica dell'area.

Nel modello è stato, altresì, inserito il numero dei piani degli edifici risultanti dal censimento, assegnando un'altezza pari a 3,0 m a ciascun piano (così come suggerito alla sezione 2.34 e Toolkit 15 delle Linee guida del Working Group – Assessment of Exposure to Noise della Commissione Europea) ed impostando la superficie degli edifici come "riflettente". Successivamente si è proceduto alla modellizzazione degli eventuali ostacoli presenti (es. barriere acustiche). Per il dettaglio del caso si rimanda al seguente capitolo 4 della presente relazione.

3.4 CALCOLO DEI DESCRITTORI ACUSTICI MEDIANTE MODELLO DI SIMULAZIONE

3.4.1 Il modello di simulazione acustica utilizzato

Aspetti generali

Il modello di simulazione utilizzato per l'elaborazione acustica del presente lavoro, è il software CadnaA (Computer Aided Noise Abatement): questo è un software all'avanguardia per effettuare simulazioni acustiche in grado di rappresentare al meglio le reali condizioni ambientali che caratterizzano il territorio studiato.

Questo modello di simulazione è uno tra strumenti più completi oggi presenti sul mercato per la valutazione della propagazione del rumore prodotto da sorgenti di ogni tipo: da sorgenti infrastrutturali, quali ad esempio strade, ferrovie o aeroporti, a sorgenti fisse, quali ad esempio strutture industriali, impianti eolici o impianti sportivi.

Attraverso la propagazione dei raggi sonori contenenti lo spettro di energia acustica provenienti dalla sorgente, il software tiene conto dei complessi fenomeni di riflessione multipla sul terreno e sulle facciate degli edifici, nonché della diffrazione di primo e secondo ordine prodotta da ostacoli schermanti (edifici, barriere antirumore, terrapieni, etc.).

A partire dalla cartografia si perfeziona la costruzione del 3D dell'area operando attraverso una banca dati dei materiali che è inserita all'interno del modello, comunque implementabile.

La generazione del 3D è completata attraverso l'estrusione degli edifici, il posizionamento di tutti i ricettori in facciata, la creazione delle sorgenti e di tutta la geometria del territorio.

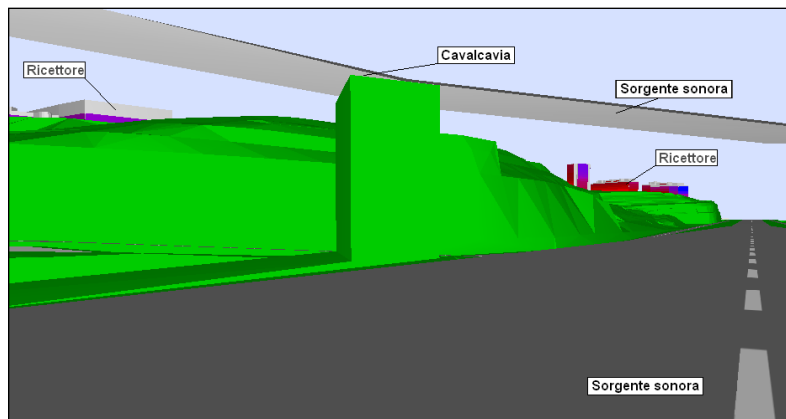
Dopo aver ultimato la digitalizzazione degli elementi base, si sono attribuiti i primi parametri acustici per l'elaborazione cartografica dei ricettori, ossia il corridoio di indagine, la fascia di

rispetto ed eventuali sotto divisioni della fascia rimanente: in tal modo si è assegnato ai singoli ricettori il pertinente limite di legge.

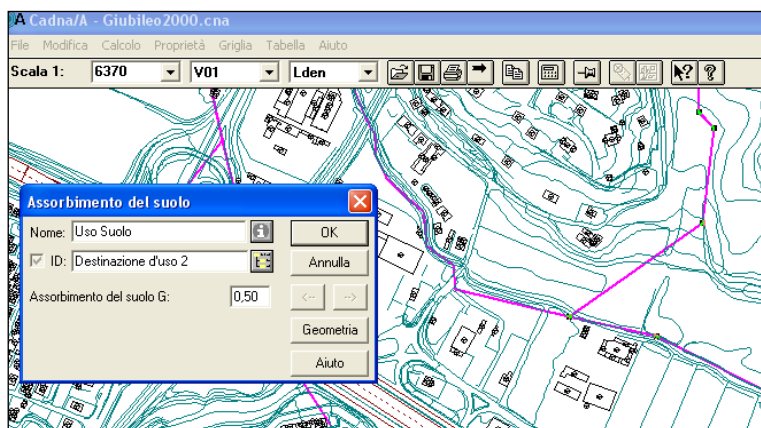
In questa fase dell'implementazione del modello viene attribuita una cromaticità correlata alla destinazione d'uso degli edifici, in particolare gli edifici sensibili acquisiranno una colorazione verde, gli edifici civili una colorazione blu e quelli industriali/commerciali una colorazione grigia.

Descrizione del codice di calcolo

CadnaA è uno strumento previsionale progettato per modellizzare la propagazione acustica in ambiente esterno prendendo in considerazione tutti i fattori interessati al fenomeno, come la disposizione e forma degli edifici, la topografia del sito, le barriere antirumore, il tipo di terreno e gli effetti meteorologici. Una delle principali innovazioni di questo software si riscontra proprio nella precisione di dettaglio con cui viene rappresentata la reale orografia del territorio; per fare un esempio si può citare la schematizzazione di ponti e viadotti, i quali possono essere schematizzati come sorgenti sonore posizionate alla quota voluta, mantenendo però libera la via di propagazione del rumore al di sotto del viadotto stesso, come si può osservare nella figura.



Dal punto di vista della propagazione del rumore, CadnaA consente di determinare la propagazione acustica in campo esterno prendendo in considerazione numerosi parametri legati alla localizzazione ed alla forma ed all'altezza degli edifici; alla topografia dell'area di indagine; alle caratteristiche

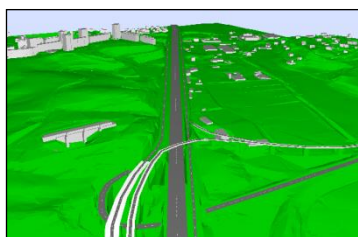


fonoassorbenti e/o fonoriflettenti del terreno; alla tipologia costruttiva del tracciato dell'infrastruttura; alle caratteristiche acustiche della sorgente; alla presenza di eventuali ostacoli schermanti o semi-schermanti; alla dimensione, ubicazione e tipologia delle barriere antirumore.

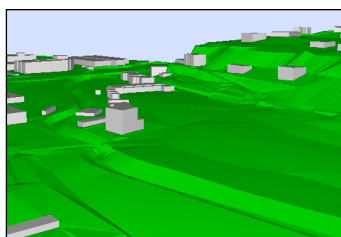
Circa le caratteristiche fono assorbenti e/o fono riflettenti del terreno, CadnaA è in grado di suddividere il sito studiato in differenti poligoni areali, ognuno dei quali può essere caratterizzato da un diverso coefficiente di assorbimento del suolo, a differenza dei precedenti strumenti di calcolo in cui era possibile definire un solo valore identico per tutto il territorio simulato. Nella

figura si osserva un esempio di poligonatura (colore magenta) con diversi fattori di assorbimento e la finestra di interfaccia grafica mediante la quale è possibile definire il coefficiente per il poligono selezionato.

La realizzazione di un file di input può essere coadiuvata dall'innovativa capacità del software di generare delle visualizzazioni tridimensionali del sito, mediante un vero e proprio simulatore di volo in cui è possibile impostare il percorso e la quota del volo, variabili anche in itinere del sorvolo secondo necessità; tale strumento permette di osservare graficamente la totalità dei dati di input immessi, verificandone la correttezza direttamente muovendosi all'interno di scenari virtuali tridimensionali (cfr. figure seguenti di esempio).



Esempio 1



Esempio 2



Esempio 3

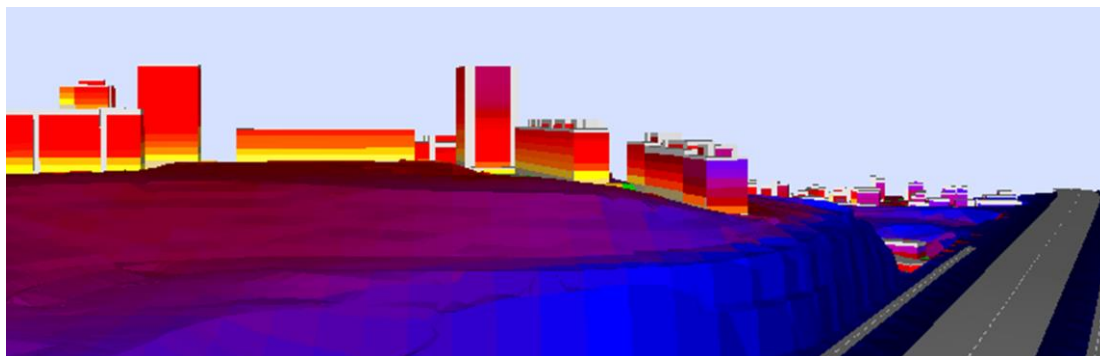
Per quanto riguarda la definizione della sorgente di rumore, CadnaA consente di inserire i parametri di caratterizzazione della sorgente sonora mediante diverse procedure:

Censimento TGM: inserimento del numero di veicoli giornalieri totali, della percentuale di veicoli pesanti e della velocità media dell'intero flusso.

- Esatto Censimento: inserimento dei precedenti parametri suddivisi nelle tre fasce orarie standard: fasce diurna (06:00-20:00), serale (20:00-22:00) e notturna (22:00-06:00).
- Emissioni: per ognuna delle tre fasce orarie suddette, è possibile inserire direttamente il livello della potenza sonora prodotta dalla sorgente stessa.

Inserite le caratteristiche acustiche della sorgente, risulta necessario inserire le proprietà fisiche dell'infrastruttura, indicando il numero e le dimensioni delle corsie e delle carreggiate di cui è composta, impostando le dimensioni manualmente o scegliendo tra più di 30 tipologie di infrastrutture, indicando il tipo della superficie stradale e la tipologia del flusso veicolare che la caratterizza (fluido continuo, continuo disuniforme, accelerato, decelerato) ed indicando, infine, il tipo di superficie stradale di cui è composta.

Bisogna evidenziare, inoltre, come il software CadnaA nasca dall'esigenza di implementare degli strumenti già esistenti al fine di ottenere uno strumento di maggiore precisione ed in grado di applicare correttamente le nuove normative Europee, come ad esempio gli indicatori L_{den} ed L_{night} . I livelli così stimati vengono segnalati sulla griglia in facciata, e rappresentati anche sulle facciate degli edifici con colori diversi secondo i livelli di pressione acustica (vedi fig. seguente).



Durante lo svolgimento delle operazioni matematiche, questo software permette di effettuare calcoli complessi e di archiviare tutti i livelli parziali collegati con le diverse sorgenti, per qualsiasi numero di punti di ricezione al fine di individuare i singoli contributi acustici. Inoltre i livelli acustici stimati sui punti della griglia (mappe acustiche) possono essere sommati, sottratti ed elaborati, con qualsiasi funzione definita dall'utente.

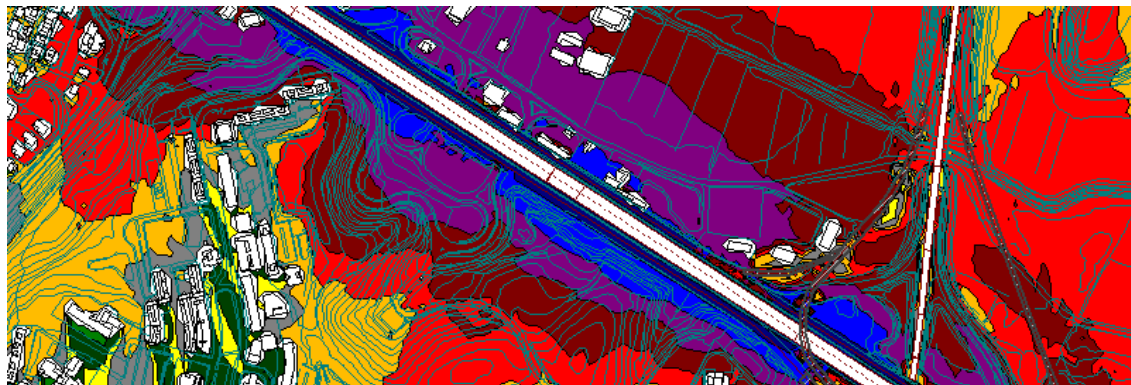
Tra i diversi algoritmi di calcolo presenti nel software, CadnaA è in grado di utilizzare per le simulazioni di sorgenti stradali il metodo di calcolo ufficiale francese NMPB-Routes-96, metodo raccomandato dalla Direttiva Europea 2002/49/CE.

CadnaA permette, infine, di ottenere in formato tabellare qualunque valore acustico si voglia conoscere di un ricevitore, per ognuna delle sua facciate, per ogni piano, restituendo anche l'orientamento delle facciate rispetto alla sorgente sonora, la distanza relativa dall'asse dell'infrastruttura, la differenza di quota sorgente-ricevitore ed altre informazioni presenti nel modello: è, ad esempio, in grado di effettuare calcoli statistici relativi all'impatto sonoro a cui è soggetta la popolazione presente nell'area di studio, seguendo i dettati delle ultime normative europee. CadnaA è inoltre in grado di realizzare mappe tematiche utili al confronto dei dati demografici ed urbanistici con i dati di impatto acustico stimato, utilizzando anche funzioni matematiche personalizzabili in funzione degli obiettivi di rappresentazione richiesti.

Per quanto riguarda la progettazione di interventi di mitigazione acustica, il modello di simulazione CadnaA consente di inserire schermi antirumore con caratteristiche variabili a scelta dell'utente sia dal punto di vista dell'assorbimento acustico sia relativamente ai requisiti fisici. In particolare possono essere inseriti schermi acustici direttamente a bordo infrastruttura, nel caso che l'infrastruttura si trovi in rilevato-raso, ad una distanza maggiore nel caso che l'autostrada si trovi in trincea o in condizioni particolari da risolvere, o a bordo ponte nel caso si tratti di un'infrastruttura in viadotto. In ogni caso, CadnaA presenta un'ampia flessibilità di gestione, permettendo di risolvere i differenti casi che di volta in volta è possibile incontrare.

In particolare, si osserva la possibilità di definire il materiale della struttura acustica in modo che presenti completo assorbimento acustico senza riflessione, definendo un coefficiente di riflessione per ognuna delle facce della barriera, o introducendo un coefficiente di assorbimento acustico differente in funzione della frequenza dell'onda sonora prodotta dalla sorgente (coeff. alfa). Si nota, inoltre, la possibilità, anch'essa peculiare del software CadnaA, di definire le caratteristiche geometriche della struttura indicando anche l'eventuale presenza e forma di un diffrattore acustico posto sulla barriera.

I dati di output, come già detto, possono essere restituiti dal modello in diversi formati, sia grafici che numerici; tra gli altri, il modello è in grado di realizzare mappe tridimensionali dotate di curve isofoniche capaci di mettere in evidenza l'andamento del rumore sia sul territorio analizzato sia sui diversi piani di ogni singolo ricettore, colorando quindi ogni porzione di territorio, sia orizzontale che verticale, con un colore diverso a seconda dell'intensità di rumore a cui è soggetto.



Il modello possiede, infine, sia nell'esportazione che nelle importazioni dei dati, la totale compatibilità con i maggiori programmi attualmente di comune utilizzo, quali ad esempio Excel, AutoCad, ArchView, MapInfo, Atlas.

3.4.2 Aspetti specifici inerenti il lavoro

Poiché le informazioni in merito al numero di unità abitative per ogni edificio residenziale non sono disponibili, il calcolo dei descrittori acustici richiesti dal Decreto viene condotto a livello di *edificio* e non di *unità abitativa*, così come suggerito dalle Linee Guida del WG – AEN, punto 2.44, in tale circostanza.

A tal proposito, ai fini del calcolo mediante modello di simulazione dei valori di L_{den} ed L_{night} , i punti di calcolo sono stati posizionati ad un'altezza dal suolo di 4,0 m, ad una distanza di 1,0 m dalla facciata più esposta, nel punto più vicino alla sorgente, così come richiesto all'Allegato 1, punto 1.2 – lettera a. Per edifici dotati del solo piano terra, il punto di calcolo è posto ad un'altezza di 1,5 m dal suolo e alla medesima distanza dalla facciata più esposta, così come richiesto all'Allegato 1, punto 1.2 – lettera c.

Il livello immesso sul punto di calcolo, è stato pertanto assunto come il livello cui è esposto l'intero edificio considerato. Con il software di simulazione, i valori immessi nei singoli punti di calcolo sono stati stimati considerando il solo suono incidente e tralasciando quello riflesso dalla facciata dell'abitazione considerata.

Poiché il software di simulazione utilizzato non consente il posizionamento del punto di calcolo a una distanza nulla dalla superficie, e poiché, per quanto piccola risulti tale distanza il punto di calcolo risente comunque delle riflessioni della facciata medesima, i valori immessi sui singoli punti

di calcolo sono stati decurtati di una quantità pari a 3 dB(A), così come suggerito dalle Linee guida del WG – AEN (Working Group – Assessment of Exposure to Noise) al punto 2.43. I parametri di calcolo utilizzati nel software di simulazione sono i seguenti:

- > Assorbimento acustico del terreno: σ variabile da 150 (terreno molto assorbente) a 600 (terreno mediamente assorbente) in funzione del tipo di terreno presente e sulla base dei dati ricavati dalla calibrazione del modello mediante le misurazioni dirette.
- > Numero di riflessioni: 5 (riflessioni fino al quinto ordine, in accordo con le Linee guida del WG – AEN che raccomandano di considerare almeno le riflessioni del primo ordine – punto 2.43);
- > Temperatura: 15°C (valore di temperatura definito dallo Standard XPS 31-133);
- > Umidità: 70% (valore di umidità definito dallo Standard XPS 31-133);
- > Metodo di calcolo: NMPB-Routes-96 (come richiesto dal Decreto all'Allegato 2, punto 2, lett. c).

Al fine di rispondere ai requisiti dell'Allegato 6, punto 2.5, lettera b e punto 2.6, lettera b, è stata effettuata la verifica di effettiva "silenziosità" della/e facciata/e meno esposta/e, per ciascun edificio; è stato pertanto necessario calcolare i valori di L_{den} ed L_{night} sulle facciate stesse.

In questo caso, i punti di calcolo sono stati posizionati ad un'altezza di 4,0 m dal suolo e ad una distanza di 2,0 m dalla facciata, così come prescritto all'Allegato 6. Il Decreto non specifica se il calcolo sull'eventuale facciata silenziosa debba o meno considerare le eventuali riflessioni (così come esplicitamente dichiarato anche nelle Linee Guida del WG – AEN al punto 2.43); in questo caso si è scelto di operare in ipotesi conservative e di non decurtare L_{den} della quantità di 3 dB(A) (per tener conto del solo suono incidente e non di quello riflesso) in quanto, in questa particolare situazione in cui la facciata non è esposta frontalmente alla sorgente, la componente del suono riflesso dalla facciata medesima, ed incidente sul punto di calcolo, è generalmente trascurabile rispetto a quello globale incidente sul punto.

Si sottolinea infatti che, secondo il Decreto, la quantità di energia da decurtare è quella proveniente dalla riflessione della facciata in esame, nel solo caso in questa sia l'ultima prima di pervenire al punto di calcolo.

Alla luce di quanto sopra esposto si sottolinea tuttavia che, affinché una facciata risulti silenziosa, oltre a rispettare le condizioni di cui all'Allegato 6, questa non deve comunque essere esposta a valori di L_{den} superiori a 55 dB(A), così come raccomandato dalle Linee Guida del WG – AEN, punto 2.42.

3.5 CALCOLO DATI STATISTICI

Analogamente a quanto già detto, poiché le informazioni in merito alle persone che occupano le singole unità abitative dell'edificio non sono disponibili, la stima della popolazione esposta viene condotta a livello di *edificio* e non di *unità abitativa*.

Per il calcolo del numero totale di persone che occupano abitazioni (*edifici*) esposti agli intervalli di L_{den} ed L_{night} , così come prescritto all'Allegato 6, punti 2.5 e 2.6, si è proceduto come segue:

- > calcolo (tramite il geofile di AutoCAD formato DXF 3D) dell'area della superficie di ciascun edificio in corrispondenza del quale è stato ubicato il punto i-mo di calcolo (A_i);
- > calcolo della superficie totale associata a ciascun edificio (S_i) ottenuto moltiplicando A_i per il numero di piani dell'edificio;
- > calcolo della popolazione esposta al livello L_i (livello immesso sull'i-mo punto di calcolo), pari al numero di abitanti dell'i-mo edificio considerato:
 - Per gli edifici residenziali, è ottenuto dividendo la superficie S_i per l'indice demografico ricavato dai dati ISTAT più recenti e, in particolare, del censimento della popolazione del 2011, ove si riporta il dato dei mq occupati nelle abitazioni: nel nostro caso si è considerato il dato a scala provinciale in quanto le variazioni rispetto al dettaglio comunale sono minime e comunque tali da essere considerate trascurabili se confrontate con l'approssimazione a 100 abitanti, indicata nell'Allegato 6, punto 2.5 e 2.6. In sintesi, dagli standard del censimento si sono considerati i valori di 37,0 mq/ab per la provincia di Milano e 37,8 mq/ab per la provincia di Monza e Brianza;
 - Per gli altri edifici, (scuole, strutture sanitarie, ecc.) è pari al numero di persone (es. alunni, degenti ecc.) che effettivamente usufruisce del servizio, qualora noto, altrimenti stimato in 50 mq/utente (media ricavata da situazioni note analoghe).

Per il calcolo delle persone che vivono in *edifici* esposti alle fasce di L_{den} e L_{night} , di cui sopra, dotate di una facciata silenziosa (secondo la definizione data all'Allegato 6 punto 1.5 lettera b e punto 1.6 lettera b), qualora, a seguito della verifica richiesta, la facciata di un edificio risulti silenziosa, il numero di persone che occupano *unità abitative* che dispongono di tale facciata viene stimato pari al 50% degli abitanti occupanti l'intero edificio, non essendo noti il numero e la disposizione delle unità abitative all'interno dell'edificio né il numero di persone che occupano ciascuna unità abitativa.

Inoltre, in riferimento all'Allegato 6, punto 2.7, nel presente lavoro sono stati forniti i dati inerenti la superficie totale, in km², e il numero di edifici esposti a livelli di L_{den} rispettivamente superiori a 55, 65 e 75 dB. Occorre inoltre fornire il numero totale stimato, arrotondato al centinaio, di abitazioni e il numero totale stimato di persone, arrotondato al centinaio, presenti in ciascuna zona. Le cifre includono gli agglomerati.

4 VERIFICA DI CONFORMITÀ CON IL D.LGS 194/05 E CON LE LINEE GUIDA DEL WG-AEN

4.1 LA MAPPATURA ACUSTICA (ART. 3 E ALLEGATI 4 E 6 DEL D.LGS. 194/05)

La mappatura acustica fa riferimento alla situazione di rumore esistente in funzione dei due descrittori acustici L_{den} ed L_{night} , così come richiesto all'Allegato 4, punto 1, lettera a.

Le mappe acustiche, in relazione ai dati da trasmettere alla Commissione, sono state redatte nel rispetto dei requisiti minimi richiesti all'Allegato 4, punto 5 e che figurano all'Allegato 6 punti 2.5, 2.6 e 2.7, compilando il format che la Comunità Europea ha fornito al Ministero dell'Ambiente (questionario della Direttiva 2002/49/CE). I dati riportati comprendono:

- > il metodo di calcolo utilizzato (All.6 punto 2.4);
- > il numero stimato, arrotondato al centinaio, di persone che vivono in abitazioni esposte a ciascuno dei seguenti intervalli di livelli L_{den} in dB a 4 m di altezza sulla facciata più esposta: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75 (All.6 punto 2.5), precisando quante persone, negli intervalli di cui sopra, occupano abitazioni dotate di una facciata silenziosa (secondo la definizione data all'All. 6, punto 1.5, lettera b);
- > il numero stimato, arrotondato al centinaio, di persone che vivono in abitazioni esposte a ciascuno dei seguenti intervalli di livelli L_{night} in dB a 4 m di altezza sulla facciata più esposta: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70 (All.6 punto 2.6), precisando quante persone, negli intervalli di cui sopra, occupano abitazioni dotate di una facciata silenziosa (secondo la definizione data all'All. 6, punto 1.5, lettera b).
- > la superficie totale, in km², esposta a livelli di L_{den} rispettivamente superiori a 55, 65 e 75 dB. Viene fornito il numero totale stimato, arrotondato al centinaio, di abitazioni e il numero totale stimato di persone, arrotondato al centinaio, presenti in ciascuna zona. Le cifre includono gli agglomerati (All.6 punto 2.7).

La rappresentazione dei dati relativi al superamento di un valore utilizzando i descrittori acustici di cui all'Art.5 (Allegato 4, punto 1, lettera d e punto 6, lettera b), nonché la mappe di confronto della situazione esistente con svariate possibili situazioni future (punto 6, lettera c), non è stata redatta, non essendo ancora stato emanato il Decreto di conversione dei valori limite previsti all'Art.2.

A tal proposito, invece, si fa riferimento ai descrittori acustici ed ai relativi valori limite determinati ai sensi dell'Art.3 della legge 447 del 1995. Pertanto, per ciò che concerne le tratte in studio, si rimanda agli elaborati di dettaglio sviluppati nell'ambito del "Piano di risanamento ed abbattimento aree critiche – DMA 29/11/2000" in cui si evidenziano le mappe di superamenti di detti valori limite, per la situazione esistente (ante operam) e il confronto con la situazione futura, a seguito di risanamento (post mitigazione), nello scenario diurno e notturno.

4.2 CONDIZIONI SPECIFICHE DI ANALISI DEL RUMORE (LINEE GUIDA DEL WG – AEN)

Il lavoro, come detto, è stato redatto sulla base dei riferimenti normativi disponibili, sia nazionali, sia internazionali. In particolare, oltre al citato D.Lgs. 194/05, si è tenuto espressamente conto dell' European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG – AEN) “Good practice guide for strategic noise mapping and the production of associated data on noise exposure – version 2”. Di seguito, si riporta l'elenco delle procedure WG – AEN utilizzate nel presente lavoro e, successivamente, si evidenzia il dettaglio applicato in riferimento ai diversi toolkit.

Toolkit	Descrizione	Toolkit specifico	Procedura
1	Area da mappare	Agglomerati	1,1
		Strade principali	1,2
		Ferrovie principali	1,2
		Aeroporti principali	1,3
2	Flussi di traffico	Dati separati per giorno, sera e notte	- -
		Dati per ogni ora della giornata	2,1
		Dati separati per il giorno e per la notte	2,2
		Dati per giorno settimanale	2,3
		Dati complessivi di 24 ore	2,2
		Dati complessivi di 7 giorni o più	2,4
		Mancanza dati	2,5
3	Velocità media del flusso	Dati separati per giorno, sera e notte	- -
		Dati per ogni ora della giornata	3,1
		Dati separati per il giorno e per la notte	3,2
		Dati complessivi di 24 ore	3,3
		Dati per giorno settimanale	3,4
		Mancanza dati	3,5
4	Composizione del flusso	% di pesanti separati per giorno, sera e notte	- -
		% di pesanti per ogni ora della giornata	4,1
		% di pesanti separati per il giorno e per la notte	4,2
		% di pesanti complessivi di 24 ore	4,3

Toolkit	Descrizione	Toolkit specifico	Procedura
		% di pesanti per giorno settimanale	4,4
		Mancanza dati	4,5
5	Tipologia di superficie stradale	Parametri già conosciuti	- -
		Caratterizzazione con indagini fonometriche	5,1
		Analisi fisica delle superfici	5,2
		Analisi visiva delle superfici	5,3
		Analisi basata sulla tipologia di strada	5,4
		Mancanza dati	5,5
6	Fluttuazioni velocità ai bivi	Strade con traffico accelerato e decelerato	- -
		Tratti di bivi con traffico leggero conosciuto	6,1
		Mancanza dati	6,2
7	Pendenza stradale	Pendenza nota per ogni segmento stradale	- -
		Modello 3D del terreno	7,1
		Localizzazione di trincee, gallerie e viadotti	7,2
		Mancanza dati	7,3
11	Modellazione geometrica della sorgente	Modello 3D del terreno include trincee e rilevati	- -
		Altezza strada con GPS	11,1
		Sezioni trasversali	11,2
		Altezza standard del rilevato	11,3
		Mancanza dati	11,4
12	Trincee e rilevati	Informazioni vettoriali conosciute	12,1
		Conoscenza di altezze, ma senza modelli vettoriali	12,2
		Mancanza dati	12,3
13	Superficie terreno	Dettaglio geometrico di superfici riflettenti o assorbenti	- -
		Classificazione dell'uso del suolo	13,1
		Classificazione per aree urbane/suburbane e rurali	13,2
		Mancanza dati	13,3

Toolkit	Descrizione	Toolkit specifico	Procedura
14	Barriere e relative altezze	Altezza barriera rispetto alla strada	--
		Altezza barriera rispetto al terreno	14,1
		Stima visiva dell'altezza della barriera	14,2
15	Altezza degli edifici	Altezza in metri dell'edificio	--
		Numero di piani	15,1
		Mancanza dati	15,2
16	Coefficienti di assorbim. acustico edifici e barriere	Coefficienti conosciuti	
		Misura dei coefficienti	
		Valori standard di coefficienti	
		Mancanza dati	
17	Condizioni di propagazione acustica	Uso di dati meteorologici locali	
		Uso di valori standard regionali	
		Uso di valori standard nazionali	
18	Umidità e temperatura	Valori attuali di umidità e temperatura	
		Acquisizione di dati	
		Uso di standard nazionali	
19	Popolazione residenziale	N° residenti in ogni edificio	19,4
		N° residenti in un'area o sub area	19,1
		Mancanza dati	19,2
20	Individuazione di unità abitative per edificio e relativa popolazione	N° appartamenti per edificio	20,1
		Media popolazione per appartamento	20,2
21	Livelli di rumore a residenti in appartamenti di edifici pluri-familiari	Posizione conosciuta nell'edificio degli appartamenti residenziali	21,1
		Posizione non conosciuta nell'edificio degli appartamenti residenziali	21,2

Come detto nell'impostazione metodologica le procedure utilizzate sono state diverse a seconda delle condizioni di input del lavoro disponibili. In particolare, i passi operativi sono stati i seguenti:

- > Volumi di traffico, Velocità media e Composizione del flusso (Toolkit n. 2, 3 e 4). Sono stati utilizzati i dati di traffico elaborati dalla società di gestione sulla base della procedura indicata in metodologia. Il riferimento è ai Toolkit n. 2.1, 3.1 e 4.1 con il dettaglio del dato orario, suddiviso per classi di veicoli e successivamente mediato per i periodi diurno, serale e notturno.
- > Tipologia di superficie stradale (Toolkit n. 5). In base all'osservazione diretta (procedura di dettaglio 5.3), si è riscontrato un asfalto di tipo drenante su tutte le tratte analizzate. E' stata pertanto applicata tale opzione al modello di calcolo.
- > Fluttuazioni di velocità agli incroci (Toolkit n. 6). Considerando le condizioni di flusso medio in autostrada, non sono stati considerati parametri di accelerazione e/o decelerazione. Ciò anche in corrispondenza delle rampe di collegamento con la viabilità ordinaria, dove si è ipotizzato che esse siano state realizzate nell'obiettivo di permettere agevolmente i flussi di ingresso / uscita dall'autostrada.
- > Pendenza stradale (Toolkit n. 7). La pendenza è nota per ogni segmento stradale; non è stata necessaria pertanto nessuna procedura specifica, se non l'inserimento diretto nel modello di calcolo.
- > Modellazione geometrica della sorgente (Toolkit n. 11). Anche in questo caso, come il precedente, sono note per ogni segmento stradale le caratteristiche 3D della piattaforma stradale; non è stata necessaria pertanto nessuna procedura specifica, se non l'inserimento diretto nel modello di calcolo.
- > Trincee e rilevati (Toolkit n. 12). Le caratteristiche orografiche delle aree di studio sono state estratte dall'archivio cartografico regionale mediante shape file 3D. Non è stata necessaria pertanto nessuna procedura specifica, se non l'inserimento diretto nel modello di calcolo delle curve di livello e dei punti noti.
- > Tipologia di superficie di terreno (Toolkit n. 13). La conoscenza di questo parametro è relativa all'indicazione per area o gruppi di aree; in accordo quindi alle linee guida, toolkit 13.2, sono state utilizzate le opzioni di calcolo proprie del modello di simulazione acustica. Per le aree urbane la copertura del suolo è predefinita come acusticamente riflettente (opzione di calcolo 600); per le aree suburbane la copertura del suolo è predefinita come acusticamente riflettente

al 50% (opzione di calcolo 300); per le aree rurali la copertura del suolo è predefinita come assorbente (opzione di calcolo 150).

- > Barriere e relative altezze (Toolkit n. 14). La presenza di barriere e la loro altezza è stata individuata sulla base di dati di progetto disponibili.
- > Altezza degli edifici (Toolkit n. 15). Gli edifici sono stati quotati associando un'altezza media interpiano di 3 metri. Normalmente i ricettori sono stati estratti dalla mappatura acustica trasmessa nella sua ultima revisione. Laddove le informazioni erano carenti e/o dove sono stati realizzati complessi edilizi nuovi, è stato effettuato un censimento ad hoc riportando destinazione d'uso e numero di piani.
- > Coefficienti di assorbimento acustico per edifici e barriere (Toolkit n. 16). Per quanto riguarda gli edifici, sono stati considerati coefficienti riflettenti, mentre, per quanto riguarda le barriere è stata utilizzata una condizione più cautelativa e, cioè, parzialmente riflettente.
- > Condizioni meteorologiche di propagazione acustica (Toolkit n. 17). In considerazione che il dato acustico fornito ha valenza necessariamente di media nell'anno, e considerando le caratteristiche orografiche delle aree interessate che non rappresentano, in linea generale, condizioni favorevoli all'instaurarsi di fenomeni ventosi prevalenti, si è stimata assenza di vento e precipitazioni.
- > Umidità e temperatura (Toolkit n. 18). Nel presente studio sono stati utilizzati valori standard a scala nazionale dedotti dal modello francese XP S 31 – 133 (si è stimato che il valore medio francese a scala nazionale possa essere associato alle condizioni dell'area in studio) che consente di utilizzare valori predefiniti di temperatura (15° C) e umidità (70% di umidità relativa).
- > Popolazione residente (Toolkit n. 19, 20 e 21). Non essendo nota la disposizione delle unità abitative all'interno di ogni edificio, la stima della popolazione viene effettuata per *edificio*. Operativamente, come indicato nel toolkit 19.1, partendo dal dato statistico demografico a scala provinciale (rapporto superficie abitata / residenti), si è calcolata prima la superficie utile per ogni edificio mediante software di elaborazione cartografica e, successivamente, si è moltiplicato il risultato per il rapporto sopra richiamato, ottenendo così il dato di popolazione per singolo edificio. In particolare, sono stati considerati i seguenti valori dedotti dal censimento ISTAT 2011:
 - Provincia di Milano 37,0 mq/ab
 - Provincia di Monza e Brianza 37,8 mq/ab

In sintesi, quindi, per ogni ambito di studio, sono stati utilizzati i dati differenziati in funzione della provincia di appartenenza, i dati di traffico in funzione dell'ambito di competenza delle sezioni di flusso, il modello della sorgente, il modello del terreno, il modello degli edifici e la tipologia della superficie di terreno interposto tra sorgente e ricettori.

5 AMBITO DI LAVORO

5.1 LE INFRASTRUTTURE

Gli assi stradali oggetto dello studio riguardano le tratte di competenza della società Milano-Serravalle SpA ricadenti nell'agglomerato di Milano, cioè:

- | | | |
|-------|------------------------------|---------|
| - A50 | Tangenziale Ovest di Milano | 22,5 km |
| - A51 | Tangenziale Est di Milano | 21,0 km |
| - A52 | Tangenziale Nord di Milano | 11,0 km |
| - A7 | Autostrada Milano-Serravalle | 4,0 km |

L'A50 si snoda per una lunghezza di 31,5 km. Il km 0 è posto in corrispondenza della connessione con l'A8 - Autostrada dei Laghi, nel comune di Rho, zona in cui è posizionata la barriera autostradale di Terrazzano. Essa prosegue in direzione sud seguendo un percorso sinuoso, attraversando il comune di Pero, dove si trovano gli svincoli con l'A4 Torino-Trieste e il comune di Milano. Nel comune di Assago si collega con l'autostrada A7 Milano-Genova e, giunta nel comune di San Giuliano Milanese, termina immettendosi nell'A1 autostrada del Sole.

In totale è composta da 12 svincoli liberi, per mezzo dei quali si unisce a importanti strade ordinarie (come la SS 494, la SP ex SS 11 e la SP ex SS 35) ed è costituita da 3 corsie per carreggiata. Il tratto che ricade nel macroagglomerato di Milano ha un'estensione di circa 22,5 km.

L'A51 ha inizio con il km 0 all'altezza del quartiere di Rogoredo, come proseguimento senza soluzione di continuità dell'autostrada del Sole. Prosegue verso nord lambendo le ultime propaggini urbane. Degno di nota è il Viadotto dei Parchi, lungo circa 5 km, che partendo in corrispondenza dello svincolo di viale Forlanini prosegue verso Nord attraversando il parco Forlanini, la zona di via Rubattino e il Parco Lambro.

La tangenziale est prosegue intersecando la SP ex SS 11 presso Cascina Gobba, e poco oltre vi si dirama la tangenziale nord in direzione di Monza. La tangenziale est prosegue attraverso i comuni di Cologno Monzese, Brugherio e Carugate, mentre in corrispondenza del comune di Agrate Brianza interseca l'autostrada Torino-Trieste. Raggiunge il comune di Usmate Velate al km 29,300 dopo aver attraversato i comuni di Vimercate e Concorezzo per mezzo di numerosi tratti realizzati in trincea. La tangenziale è composta da tre corsie per senso di marcia più la corsia di emergenza, tranne per il tratto tra Agrate Brianza e Usmate Velate che è a due corsie per direzione di marcia.

Il tratto che ricade nel macroagglomerato di Milano ha un'estensione di circa 21 km.

L'A52 ha inizio con il km 0 dalla connessione nei pressi del comune di Sesto San Giovanni con la tangenziale est. Si collega con l'autostrada Serenissima nel territorio del comune di Monza, proseguendo poi nel comune di Cinisello Balsamo fino ad immettersi nella superstrada Milano-Meda SS35.

Ha una lunghezza di circa 13 km, costituita da due corsie per senso di marcia più la corsia di emergenza. Ha un andamento per la maggior parte curvilineo e dal km 4 al km 12 circa è stata costruita totalmente in trincea. Possiede 11 svincoli liberi e una barriera autostradale denominata barriera di Sesto San Giovanni al km 3.

L'A52 ricade quasi interamente nel macroagglomerato di Milano, fatta eccezione per l'attraversamento del comune di Paderno Dugnano.

L'A7 ha un'estensione complessiva di circa 135 chilometri, ma il tratto di competenza della società Milano-Serravalle SpA giunge fino al chilometro 85 circa in corrispondenza dello svincolo di Serravalle Scrivia.

Il tratto che rientra nel macroagglomerato di Milano ha un'estensione di circa 4 chilometri; inizia con il chilometro 0 dell'autostrada e termina circa alla barriera di Milano, posta nel comune di Assago appena dopo l'intersezione con la tangenziale ovest, dopo aver superato alcuni svincoli liberi che connettono con le strade ordinarie.

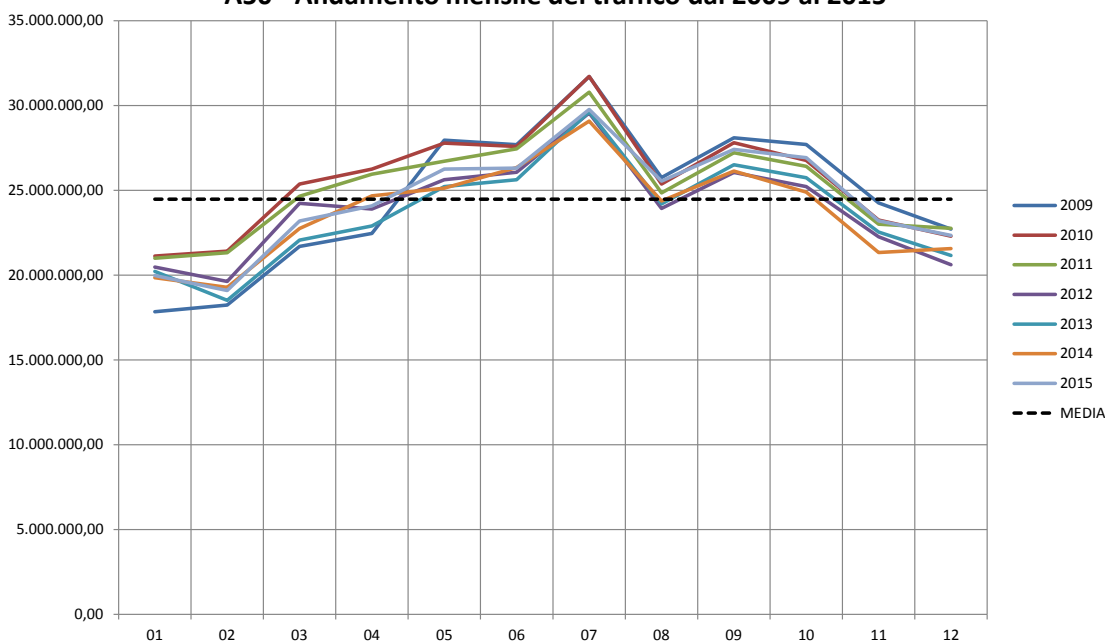
5.2 I DATI DI TRAFFICO

Le caratteristiche del flusso veicolare sui vari assi stradali è stato estratto dalle sezioni di monitoraggio del traffico in continuo lungo l'intera rete di competenza di Milano-Serravalle. Considerato il dettaglio del rilievo, il volume di dati è particolarmente grande; pertanto, l'elaborazione dell'input di calcolo è stata organizzata per accorpamenti successivi al fine di giungere alla sintesi utile al presente lavoro.

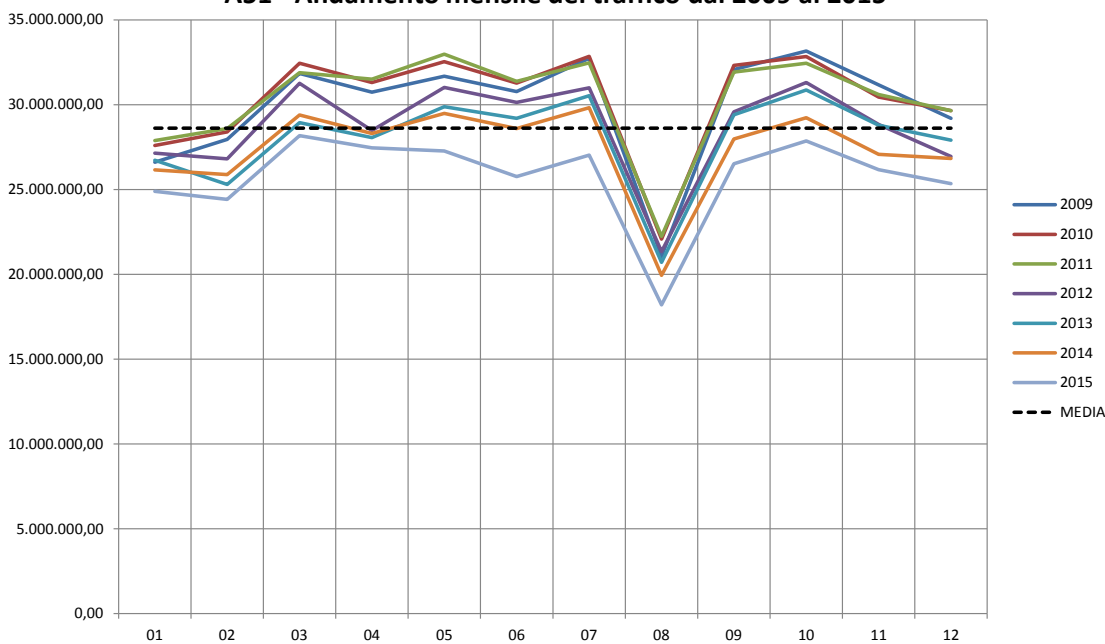
Preliminarmente, attraverso l'analisi storica statistica dei dati consolidati di bilancio mensili negli anni compresi il 2009 e il 2015, è stato individuato il "mese tipo" rappresentativo della media di traffico sulla rete. Come indicato nella tabella e nei grafici di seguito riportati, il mese che riscontra una rispondenza ottimale su tutti i quattro assi di studio è il mese di aprile.

Tratta	Media anni 2009-2015	Media anno 2015	Media Aprile 2015
A50	24.476.895	24.503.195	24.077.173
A51	28.619.763	25.757.726	27.460.251
A52	32.133.609	31.829.723	32.695.200
A7	126.631.354	128.086.854	130.346.058

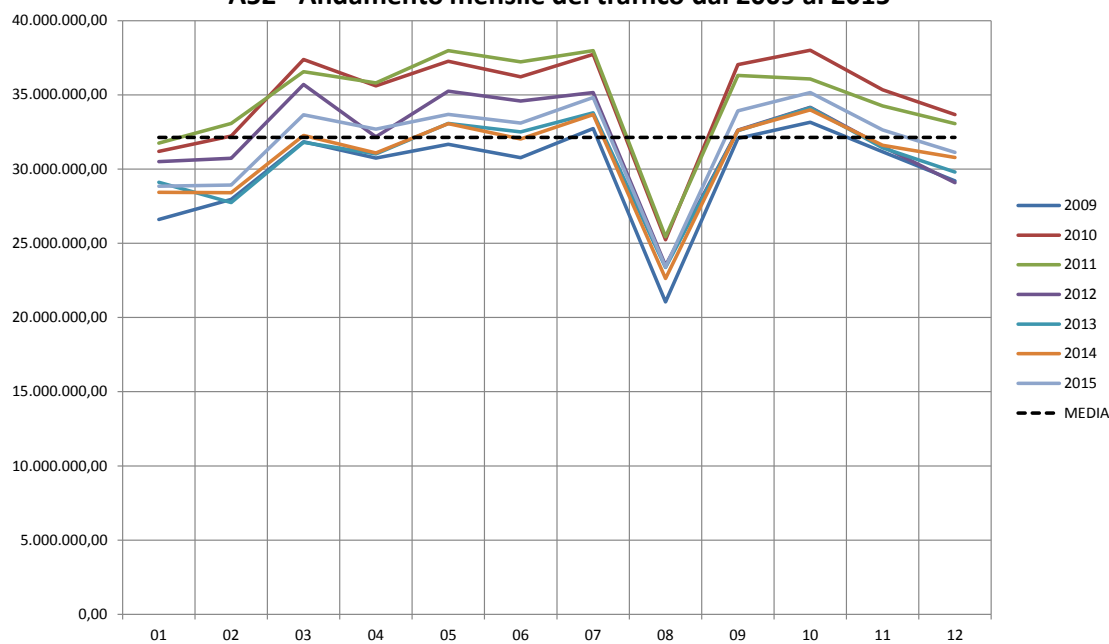
A50 - Andamento mensile del traffico dal 2009 al 2015



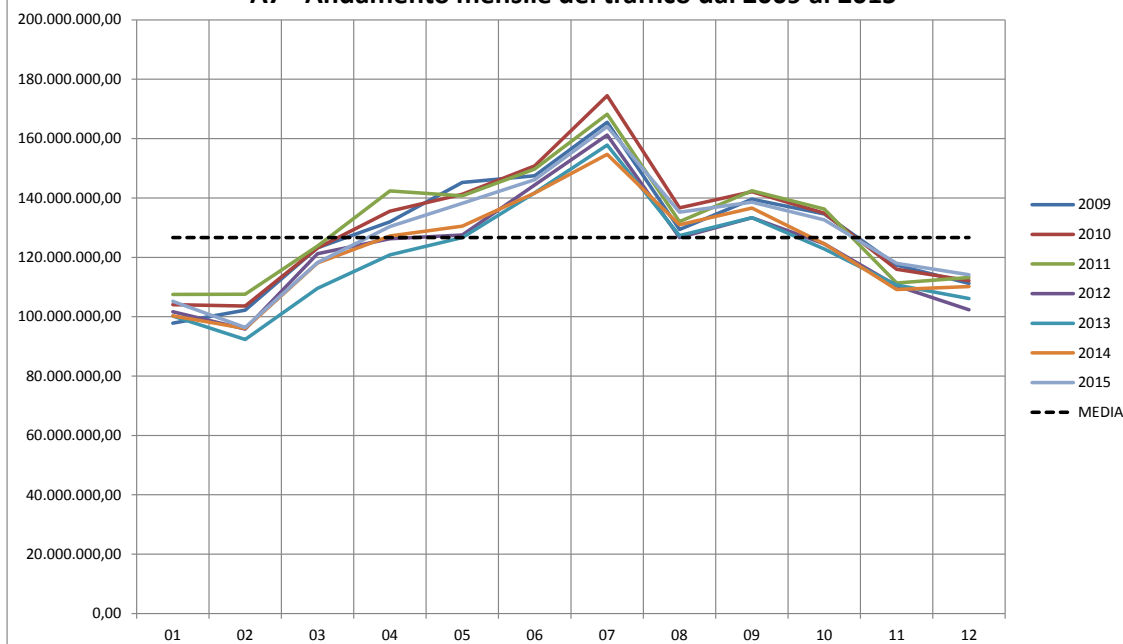
A51 - Andamento mensile del traffico dal 2009 al 2015



A52 - Andamento mensile del traffico dal 2009 al 2015



A7 - Andamento mensile del traffico dal 2009 al 2015



In riferimento, quindi, al mese di aprile, sono stati estratti i valori orari dei volumi di traffico e delle velocità relativi all'anno 2016 (o 2015, a seconda delle disponibilità dei dati), organizzati nelle seguenti classi di veicoli:

1. Autoveicoli
2. Autoveicoli con rimorchio
3. Camion
4. Autoarticolati
5. Autobus

Ai fini dell'input del modello, le suddette categorie sono state accorpate in:

- Veicoli leggeri: cat. 1 + cat. 2
- Veicoli pesanti: cat. 3 + cat. 4 + cat. 5

Successivamente, sono stati sintetizzati in riferimento ai tre periodi della giornata, *day* (06:00-20:00), *evening* (20:00-22:00) e *night* (22:00-06:00), considerati separatamente. Di seguito si riportano le relative tabelle di sintesi.

PK (da)	PK (a)	TRATTA	A50		V TOT			% PES			VEL. LEG.	VEL. PES.
					D	E	N	D	E	N		
26+000	31+500	7 - NORD	RC27- NORD	CORSIA 1	1.209	708	301	19,8%	12,0%	28,7%	81	69
				CORSIA 2	1.429	912	302	7,6%	2,8%	7,1%	95	75
				CORSIA 3	1.161	518	90	0,6%	0,2%	0,3%	108	76
26+000	31+500	7 - SUD	R12 - SUD	CORSIA 1	872	581	273	17,5%	14,4%	21,6%	41	51
				CORSIA 2	1.078	826	361	5,2%	3,7%	5,7%	46	31
				CORSIA 3	195	76	20	0,9%	0,7%	0,5%	186	70
20+000	26+000	6 - NORD	RC206 - NORD	CORSIA 1	1.165	707	300	23,5%	13,2%	32,3%	82	70
				CORSIA 2	1.469	991	322	5,8%	2,0%	3,9%	95	74
				CORSIA 3	1.122	459	57	0,4%	0,2%	0,1%	114	76
20+000	26+000	6 - SUD	RC04 - SUD	CORSIA 1	1.124	721	313	26,9%	16,1%	23,4%	83	72
				CORSIA 2	1.598	1.036	366	5,7%	2,6%	2,7%	100	78
				CORSIA 3	1.414	536	86	0,2%	0,1%	1,4%	121	72
14+000	20+000	5 - NORD	RC03bis - NORD	CORSIA 1	1.026	700	322	27,4%	13,7%	27,9%	78	70
				CORSIA 2	1.632	1.145	394	5,0%	1,7%	3,1%	96	77
				CORSIA 3	1.662	884	178	0,3%	0,1%	1,0%	97	70
14+000	20+000	5 - SUD	RC393 - SUD	CORSIA 1	1.581	908	341	17,3%	11,2%	20,3%	80	69
				CORSIA 2	1.445	852	307	7,2%	3,8%	3,0%	94	75
				CORSIA 3	1.312	488	88	0,2%	0,2%	0,1%	116	78
10+500	14+000	4 - NORD	RC11 - NORD	CORSIA 1	1.080	711	304	22,9%	11,7%	27,0%	74	67
				CORSIA 2	1.658	1.139	398	1,6%	0,7%	0,7%	94	75
				CORSIA 3	1.544	762	118	0,2%	0,1%	0,1%	111	92
10+500	14+000	4 - SUD	RC03 - SUD	CORSIA 1	1.118	627	273	25,1%	16,6%	23,2%	79	72
				CORSIA 2	1.600	981	338	5,7%	2,5%	2,8%	103	81
				CORSIA 3	1.506	616	105	0,3%	0,1%	0,2%	111	64
4+000	10+500	3 - NORD	Via R06 e RC02 - NORD	CORSIA 1	1.307	858	364	17,6%	8,6%	18,8%	75	65
				CORSIA 2	1.579	1.104	414	4,3%	1,7%	2,5%	89	69
				CORSIA 3	1.399	715	123	0,4%	0,3%	0,2%	102	76
4+000	10+500	3 - SUD	R05 - SUD	CORSIA 1	1.647	1.128	718	18,9%	8,1%	7,2%	79	63
				CORSIA 2	1.339	1.037	368	8,4%	2,5%	1,6%	101	76
				CORSIA 3	1.030	563	140	0,7%	1,5%	0,2%	110	82
2+500	4+000	2 - NORD	RMV01 - NORD	CORSIA 1	676	451	191	25,1%	11,1%	19,6%	99	74
				CORSIA 2	842	549	154	5,2%	1,6%	2,9%	110	79
				CORSIA 3	325	116	13	0,1%	0,1%	0,4%	130	94
2+500	4+000	2 - SUD	R03 - SUD	CORSIA 1	480	315	121	15,7%	9,0%	12,2%	73	55
				CORSIA 2	680	516	265	4,3%	2,8%	3,9%	79	45
				CORSIA 3	532	292	106	1,4%	1,5%	1,1%	94	70
0+000	2+500	1 - NORD	R02 - NORD	CORSIA 1	492	251	107	32,7%	18,7%	26,9%	87	72
				CORSIA 2	806	412	123	2,6%	1,1%	1,8%	97	75
				CORSIA 3	303	79	11	0,3%	0,1%	0,4%	101	73
0+000	2+500	1 - SUD	RC01 - SUD	CORSIA 1	501	239	93	35,8%	20,9%	39,0%	78	68
				CORSIA 2	852	547	185	2,1%	0,8%	1,4%	93	76
				CORSIA 3	377	165	25	0,1%	0,1%	0,2%	106	94

PK (da)	PK (a)	TRATTA	A51		V TOT			% PES			VEL. LEG.	VEL.PES.
					D	E	N	D	E	N		
0+000	3+000	1 - NORD	RC10 - NORD	CORSIA 1	1.467	1.129	463	16,5%	6,7%	16,2%	75	66
				CORSIA 2	1.425	1.113	358	3,3%	1,5%	3,4%	98	78
				CORSIA 3	922	511	83	0,5%	0,2%	0,2%	112	91
0+000	3+000	1 - SUD	R15 - SUD	CORSIA 1	1.237	424	172	0,9%	0,4%	0,4%	98	46
				CORSIA 2	1.563	886	434	1,9%	1,5%	5,0%	82	61
				CORSIA 3	1.187	681	402	18,2%	8,2%	23,3%	81	67
3+000	7+000	2 - NORD	R29 - NORD	CORSIA 4	1.299	920	370	20,4%	7,4%	17,2%	75	66
				CORSIA 5	1.672	1.273	413	1,8%	1,0%	2,3%	85	70
				CORSIA 6	1.578	991	284	0,4%	0,4%	3,9%	94	48
3+000	7+000	2 - SUD	R30 - SUD	CORSIA 1	1.066	709	390	21,4%	11,7%	20,5%	78	66
				CORSIA 2	1.725	1.192	488	1,5%	1,1%	2,4%	92	73
				CORSIA 3	1.399	597	109	0,3%	0,2%	0,4%	113	59
7+000	11+500	3 - NORD	RC06 - NORD	CORSIA 1	1.151	792	350	21,4%	7,4%	17,5%	77	68
				CORSIA 2	1.758	1.289	473	1,6%	1,0%	1,8%	90	75
				CORSIA 3	1.662	978	209	0,4%	0,2%	0,2%	99	53
7+000	11+500	3 - SUD	RC01 - SUD	CORSIA 1	1.159	738	352	20,1%	10,1%	19,1%	79	70
				CORSIA 2	1.817	1.227	489	1,4%	1,1%	2,4%	89	74
				CORSIA 3	1.693	799	162	0,2%	0,1%	0,1%	98	61
11+500	12+000	4 - NORD	R20 - NORD	CORSIA 4	725	292	37	0,7%	0,4%	0,1%	98	54
				CORSIA 5	1.150	691	202	1,8%	1,5%	2,4%	117	70
				CORSIA 6	1.125	809	391	14,0%	5,7%	13,0%	79	67
11+500	12+000	4 - SUD	R19 - SUD	CORSIA 1	720	431	174	18,6%	11,2%	24,9%	76	65
				CORSIA 2	1.101	722	260	2,2%	1,5%	8,0%	84	64
				CORSIA 3	710	373	116	1,1%	0,4%	0,5%	98	57
12+000	16+000	5 - NORD	RC08 - NORD	CORSIA 1	839	598	228	12,8%	5,2%	14,1%	81	70
				CORSIA 2	1.157	837	298	1,3%	1,2%	1,4%	96	79
				CORSIA 3	720	431	80	0,5%	0,0%	0,0%	113	87
12+000	16+000	5 - SUD	RC07 - SUD	CORSIA 1	1.032	646	246	11,0%	6,2%	17,4%	79	71
				CORSIA 2	1.190	760	226	1,3%	1,0%	2,0%	99	80
				CORSIA 3	748	310	40	0,2%	0,1%	0,1%	111	90
16+000	21+000	6 - NORD	R21 - NORD	CORSIA 4	713	409	155	18,2%	9,8%	25,0%	79	67
				CORSIA 5	858	564	177	2,8%	1,4%	2,3%	88	65
				CORSIA 6	500	283	38	0,5%	0,5%	0,3%	104	54
16+000	21+000	6 - SUD	RC02bis - SUD	CORSIA 1	778	429	174	17,7%	11,2%	27,4%	82	70
				CORSIA 2	924	511	157	2,1%	1,3%	3,2%	93	71
				CORSIA 3	540	191	34	0,5%	0,3%	0,3%	118	78
21+000	25+000	7 - NORD	R22 - NORD	CORSIA 3	987	745	245	7,8%	1,9%	3,5%	80	66
				CORSIA 4	653	381	54	0,4%	0,3%	0,4%	105	67
				CORSIA 1	1.026	564	223	6,9%	2,3%	7,7%	80	67
21+000	25+000	7 - SUD	RC09 - SUD	CORSIA 2	733	200	43	0,4%	0,3%	1,3%	96	63
				CORSIA 1	716	581	208	7,7%	1,8%	3,1%	83	63
				CORSIA 2	619	422	91	0,1%	0,1%	0,1%	103	75
25+000	29+000	8 - NORD	R24 - NORD	CORSIA 1	772	450	163	6,5%	2,1%	9,5%	86	63
				CORSIA 2	707	228	46	0,1%	0,1%	0,3%	107	75

PK (da)	PK (a)	TRATTA	A52		V TOT			% PES			VEL. LEG.	VEL.PES.
					D	E	N	D	E	N		
0+000	4+300	1 - SUD	RC07bis - SUD	CORSIA 1	1.312	943	417	12,1%	5,0%	9,2%	81	69
				CORSIA 2	1.271	613	127	0,8%	0,5%	1,4%	99	69
0+000	4+300	1 - NORD	R26 - NORD	CORSIA 1	1.490	1.254	501	11,8%	3,4%	7,8%	81	63
				CORSIA 2	1.049	559	92	0,6%	0,5%	1,1%	94	71
4+300	6+400	2 - SUD	R27 - SUD	CORSIA 1	1.633	1.120	557	12,8%	4,2%	6,3%	70	53
				CORSIA 2	1.329	713	218	1,2%	1,9%	1,3%	88	26
4+300	6+400	2 - NORD	R28 - NORD	CORSIA 1	364	115	70	19,8%	8,3%	24,2%	78	56
				CORSIA 2	742	216	71	1,8%	0,5%	4,8%	90	65
6+400	9+500	3 - SUD	RC12 - SUD	CORSIA 1	517	687	316	23,2%	1,5%	6,3%	69	66
				CORSIA 2	866	187	55	0,4%	0,2%	1,3%	114	67
6+400	9+500	3 - NORD	R41 - NORD	CORSIA 1	989	512	231	12,1%	2,0%	8,7%	82	66
				CORSIA 2	1.018	199	61	0,4%	0,3%	1,4%	115	75
9+500	13+000	4 - SUD	R43 - SUD	CORSIA 1	269	153	90	13,2%	3,9%	9,8%	79	75
				CORSIA 2	589	132	76	0,6%	0,2%	0,8%	94	69
9+500	13+000	4 - NORD	R42 - NORD	CORSIA 3	514	114	66	0,5%	0,3%	0,7%	95	69
				CORSIA 4	692	139	84	0,6%	0,3%	0,9%	95	68

PK (da)	PK (a)	TRATTA	A7		V TOT			% PES			VEL. LEG.	VEL. PES.
					D	E	N	D	E	N		
-1+900	0+000	1 - SUD	RCA01 - SUD	CORSIA 1	807	561	165	3,4%	1,4%	1,1%	78	66
				CORSIA 2	993	733	254	0,5%	0,4%	0,2%	89	70
				CORSIA 3	575	361	64	0,2%	0,2%	0,2%	107	53
0+000	2+000	2 - SUD	RCA02 - SUD	CORSIA 1	958	661	244	2,6%	1,1%	0,9%	87	74
				CORSIA 2	986	710	224	0,8%	0,3%	0,2%	103	83
				CORSIA 3	462	277	40	0,1%	0,0%	0,1%	119	83
2+000	3+000	3 - SUD	RCA03 - SUD	CORSIA 1	747	575	225	2,1%	0,7%	1,0%	85	69
				CORSIA 2	640	493	135	1,3%	0,5%	0,2%	99	71
				CORSIA 3	310	209	41	0,1%	0,1%	0,3%	113	42
3+000	10+000	4 - SUD	RCA05 - SUD	CORSIA 1	542	366	150	27,2%	11,1%	24,8%	96	76
				CORSIA 2	940	607	170	1,9%	0,4%	1,0%	109	77
				CORSIA 3	564	267	33	0,1%	0,0%	0,2%	138	90
3+000	10+000	4 - NORD	RCA0196 - NORD	CORSIA 1	579	329	115	29,7%	13,6%	30,2%	91	73
				CORSIA 2	963	536	146	1,4%	0,3%	0,5%	108	80
				CORSIA 3	578	213	30	0,1%	0,0%	0,1%	129	70
2+000	3+000	3 - NORD	RCA0197 - NORD	CORSIA 1	448	153	28	3,5%	1,0%	5,8%	81	61
				CORSIA 2	756	502	162	2,5%	0,9%	3,2%	82	67
				CORSIA 3	878	589	140	1,3%	0,5%	0,3%	97	76
0+000	2+000	2 - NORD	RCA198 - NORD	CORSIA 1	878	618	191	2,3%	0,7%	2,4%	86	74
				CORSIA 2	1.005	747	173	0,8%	0,3%	0,3%	104	81
				CORSIA 3	499	297	30	0,1%	0,1%	0,0%	118	95
-1+900	0+000	1 - NORD	RCA199 - NORD	CORSIA 1	748	493	151	3,3%	1,0%	3,1%	86	76
				CORSIA 2	995	775	199	0,5%	0,3%	0,4%	92	72
				CORSIA 3	494	348	41	0,2%	0,1%	0,1%	112	80

5.3 IL TERRITORIO

Il territorio interessato riguarda il macroagglomerato di Milano così come definito nell'apposito decreto regionale D.g.r. 17/12/2015 – n.X/4597 “*Individuazione del macroagglomerato di livello regionale e della autorità competente ai fini degli adempimenti previsti dalla direttiva 2002/49/CE e dal d.lgs. 19/08/2005, n.194 in materia di determinazione e gestione del rumore ambientale*”. Il macroagglomerato è costituito da 31 comuni, di cui 22 appartenenti alla provincia di Milano e 9 alla provincia di Monza e Brianza e di cui di seguito si riporta l'elenco.

- Agrate Brianza [MB]
- Arese [MI]
- Assago [MI]
- Baranzate [MI]
- Biassano [MB]
- Bollate [MI]
- Bresso [MI]
- Brugherio [MB]
- Buccinasco [MI]
- Cesano Boscone [MI]
- Cinisello Balsamo [MI]
- Cologno Monzese [MI]
- Concorezzo [MB]
- Corsico [MI]

- Lissone [MB]
- Milano [MI]
- Monza [MB]
- Muggiò [MB]
- Novate Milanese [MI]
- Opera [MI]
- Pero [MI]
- Peschiera Borromeo [MI]
- Rho [MI]
- San Donato Milanese [MI]
- Segrate [MI]
- Sesto San Giovanni [MI]
- Settimo Milanese [MI]
- Trezzano sul Naviglio [MI]
- Vedano al Lambro [MB]
- Villasanta [MB]
- Vimodrone [MI]

Il territorio che è stato preso in considerazione ai fini della mappatura acustica è costituito da una fascia di 2 km a cavallo delle infrastrutture in studio avendo ritenuto che, anche sulla base dei risultati della mappatura acustica nella sua ultima revisione, i valori di L_{DEN} ed L_{NIGHT} ricadano interamente in tale dimensione.

I territori che rientrano in questo ambito riguardano tutti i comuni sopra elencati fatta eccezione per i seguenti, il cui confine si trova oltre 1 chilometro dal ciglio autostradale:

- Baranzate [MI]
- Biassono [MB]
- Bollate [MI]
- Bresso [MI]
- Lissone [MB]
- Novate Milanese [MI]
- Vedano al Lambro [MB]
- Villasanta [MB]

6 RISULTATI DELLA MAPPATURA ACUSTICA

Il presente lavoro di elaborazione e calcolo della mappatura acustica secondo il D. Lgs. 194 del 19/08/2005 “Attuazione della direttiva 2002/49 CE”, relativamente alle infrastrutture stradali principali di competenza della Società Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.A. su cui transitano più di 6.000.000 di veicoli l’anno e ricadenti all’interno del macroagglomerato di Milano, è stato redatto secondo tutte le indicazioni normative specifiche di settore e le linee guida di elaborazione a carattere europeo.

Dai calcoli effettuati, sia di dettaglio per ogni edificio, sia complessivi per le singole tratte, è stato estrapolato il numero della popolazione e il numero degli edifici interessati, entrambi suddivisi per fasce di rumorosità. In sintesi, si riportano delle tabelle riepilogative per le tratte analizzate.

Macroagglomerato di Milano		N° di popolazione in riferimento a L_{DEN}				
Asse	Tratta	55-60	60-65	65-70	70-75	>75
A50	Tangenziale Ovest	10.900	4.300	1.500	500	0
A51	Tangenziale Est	20.400	8.200	2.100	800	600
A52	Tangenziale Nord	1.000	500	600	0	0
A7	Milano - Serravalle	1.200	1.800	500	0	0

Macroagglomerato di Milano		N° di popolazione in riferimento a L_{NIGHT}				
Asse	Tratta	50-55	55-60	60-65	65-70	>70
A50	Tangenziale Ovest	5.600	1.800	600	0	0
A51	Tangenziale Est	13.900	2.400	1.500	500	200
A52	Tangenziale Nord	700	600	0	0	0
A7	Milano - Serravalle	2.100	500	0	0	0

Per quanto riguarda invece i dati sintetici statistici previsti dal DLGS 194/05, allegato 6, punto 2.7, si riportano, nel seguito, tre tabelle riepilogative.

Macroagglomerato di Milano	Valori complessivi sottesi ai valori di 55 dB in riferimento al parametro L _{DEN}		
Tratta	Popolazione	N° Edifici (centinaia)	Superficie (Km ²)
A50	17.200	4	23,073
A51	32.100	4	15,630
A52	2.100	0	4,201
A7	3.500	0	4,218

Macroagglomerato di Milano	Valori complessivi sottesi ai valori di 65 dB in riferimento al parametro L _{DEN}		
Tratta	Popolazione	N° Edifici (centinaia)	Superficie (Km ²)
A50	2.000	0	7,741
A51	3.500	1	5,106
A52	600	0	1,539
A7	500	0	1,643

Macroagglomerato di Milano	Valori complessivi sottesi ai valori di 75 dB in riferimento al parametro L _{DEN}		
Tratta	Popolazione	N° Edifici (centinaia)	Superficie (Km ²)
A50	0	0	2,268
A51	600	0	1,766
A52	0	0	0,542
A7	0	0	0,488