



COMUNE DI BRESCIA

AREA TUTELA AMBIENTALE, SOSTENIBILITÀ, VERDE, E PROTEZIONE CIVILE

**MAPPATURA ACUSTICA STRATEGICA
AI SENSI DEL
DECRETO LEGISLATIVO 19 AGOSTO 2005, N. 194 “ATTUAZIONE DELLA
DIRETTIVA 2002/49/CE RELATIVA ALLA DETERMINAZIONE E ALLA
GESTIONE DEL RUMORE AMBIENTALE”**

Sommario

1	Premessa	4
2	Quadro di riferimento normativo a livello nazionale	5
3	Descrizione dell'agglomerato	8
3.1	La rete stradale	9
	3.1.1 Flussi di traffico	11
4	Caratterizzazione dell'area di indagine e relativi ricettori	13
5	Programmi di contenimento del rumore	14
6	Metodi di calcolo e modelli applicati.....	14
6.1	Caratteristiche generali	14
6.2	Modello di propagazione.....	17
	6.2.1 Effetti meteorologici	17
	6.2.2 Decomposizione in sorgenti elementari e definizione dei parametri funzionali ...	20
	6.2.3 Divergenza geometrica	21
	6.2.4 Assorbimento atmosferico	21
	6.2.5 Effetto del suolo	21
	6.2.6 Diffrazione	25
	6.2.7 Riflessioni sugli ostacoli verticali	28
6.3	Modello di emissione	28
	6.3.1 Categorie veicoli	29
	6.3.2 Categorie pavimentazioni e tipologia di infrastruttura stradale	29
	6.3.3 Condizioni di traffico	29
	6.3.4 Calcolo dell'emissione	30
	6.3.5 Modello di sorgente	31
6.4	Adattamento del codice di calcolo NMPB	32
6.5	Aggiornamento banca dati di emissione	33
	6.5.1 Stato dell'arte	33
	6.5.2 Misure di Statistical Pass-by	34
6.6	Categorie veicoli e condizioni di flusso	35
	6.6.1 Calibrazione del modello	36
7	Stime dei residenti, degli edifici esposti a livelli sonori in fasce stabilite e ricettori sensibili ..	47
8	Sintesi dei risultati.....	49
9	Materiale trasmesso.....	52

1 Premessa

Con la pubblicazione del Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 194 “Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale” sulla GU n. 222 del 23-9-2005 e ripubblicato su GU n. 239 del 13-10-2005 lo stato recepisce le direttive europee relative alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.

Il decreto ha lo scopo di definire le competenze e le procedure per l'elaborazione della mappatura acustica e delle mappe acustiche strategiche, l'elaborazione e l'adozione dei piani di azione nonché l'informazione e la partecipazione del pubblico in merito al rumore ambientale ed ai relativi effetti.

Nell'articolo 3 del decreto sono riportate le tempistiche degli adempimenti previsti.

In particolare entro il 30 giugno 2012 e successivamente ogni 5 anni 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.

L'articolo 2 definisce “agglomerati” le aree urbane, individuate dalla regione o provincia autonoma competente, costituite da uno o più centri abitati ai sensi dell'articolo 3 del decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285, e successive modificazioni, contigui fra loro e la cui popolazione complessiva è superiore a 100.000 abitanti.

Con Delibera di Giunta regionale del 29 ottobre 2008 N° VIII/008299 la Regione Lombardia ha stabilito:

1. di individuare l'agglomerato di Brescia area urbana con popolazione compresa tra 100.000 e 250.000 abitanti;
2. di dare atto che il comune è l'autorità competente cui sono demandati gli adempimenti previsti per ciascun agglomerato dal decreto legislativo 194/05.
3. di demandare alla Direzione generale Qualità dell'ambiente le attività finalizzate alla formulazione di indicazioni operative di carattere tecnico per l'applicazione del decreto legislativo 194/05 e della legge regionale 13/01 relativamente ai dati raccolti per la predisposizione delle mappe acustiche strategiche e dei piani d'azione;
4. di demandare alla Direzione generale Qualità dell'ambiente le attività finalizzate alla eventuale individuazione di ulteriori agglomerati con popolazione superiore a 100.000 abitanti, con il coinvolgimento degli Enti locali interessati

A fronte della succitata delibera di giunta regionale il Comune di Brescia si è attivato per la redazione della mappatura acustica strategica sia per la scadenza del 2012 che per quella del 2017.

Il Comune di Brescia si occupa direttamente delle problematiche legate all'inquinamento acustico da oltre 10 anni. In questo lasso di tempo il Settore Ambiente ed Ecologia ha maturato una conoscenza puntuale ed estremamente completa del territorio comunale dal punto di vista acustico.

2 Quadro di riferimento normativo a livello nazionale

A livello nazionale la materia riguardante la difesa dall'inquinamento da rumore è disciplinata fondamentalmente dalle seguenti leggi e decreti:

- D.P.C.M. 1/3/1991 (G.U. N. 57 DELL'8/3/91) - Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno;
- LEGGE N. 447 DEL 26/10/1995 (G.U. 30/10/95) - Legge quadro sull'inquinamento acustico;
- DECRETO 11 DICEMBRE 1996 Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo
- DECRETO 31 OTTOBRE 1997 (in Gazzetta Ufficiale - Serie generale n. 267 del 15 novembre 1997) Metodologia di misura del rumore aeroportuale.
- D.P.C.M. 14/11/1997 (G.U. N. 280 DEL 1/12/97) – Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore;
- D.P.C.M. 5/12/1997 (G.U. N. 297 DEL 22/12/97) – Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici;
- D. MIN. AMBIENTE 16/3/98 (G.U. N. 76 DEL 1/4/98) – Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico;
- DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 18 NOVEMBRE 1998, N. 459 Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario.
- DECRETO DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 16 APRILE 1999, N. 215. Regolamento recante norme per la determinazione dei requisiti acustici delle sorgenti sonore nei luoghi di intrattenimento danzante e di pubblico spettacolo e nei pubblici esercizi.
- DECRETO MINISTERO DELL'AMBIENTE 20 MAGGIO 1999 Criteri per la progettazione dei sistemi di monitoraggio per il controllo dei livelli di inquinamento acustico in prossimità degli aeroporti nonché criteri per la classificazione degli aeroporti in relazione al livello di inquinamento acustico
- DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 9 NOVEMBRE 1999 N. 476 "Regolamento recante modificazioni al decreto del Presidente della Repubblica 11 dicembre 1997, n. 496, concernente il divieto di voli notturni".
- DECRETO DEL MINISTRO DELL'AMBIENTE 3 DICEMBRE 1999 "Procedure antirumore e zone di rispetto negli aeroporti".
- DECRETO MINISTERO DELL'AMBIENTE 29 NOVEMBRE 2000 Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore.
- DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 3 APRILE 2001, N. 304 Regolamento recante disciplina delle emissioni sonore prodotte nello svolgimento delle attività motoristiche, a norma dell'articolo 11 della legge 26 novembre 1995, n. 447.
- DPR 30 MARZO 2004, N. 142 (Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare)
- CIRCOLARE 6 SETTEMBRE 2004 MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO. Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali.

- DECRETO LEGISLATIVO 19 AGOSTO 2005, N. 194 “ATTUAZIONE DELLA DIRETTIVA 2002/49/CE RELATIVA ALLA DETERMINAZIONE E ALLA GESTIONE DEL RUMORE AMBIENTALE”
- DECRETO LEGISLATIVO 17 FEBBRAIO 2017, N. 42 “DISPOSIZIONI IN MATERIA DI INQUINAMENTO ACUSTICO, A NORMA DELL’ART. 19, COMMA 2, LETTERE a), b), c), d), e), f) E h) DELLA LEGGE 30 OTTOBRE 2014, N. 161.

Il quadro normativo di riferimento in materia di inquinamento acustico ambientale è costituito dalla Legge Quadro n.447 del 26/10/95, corredata dai relativi disposti attuativi e dalle leggi regionali di recepimento, e dal D.Lgs n.194 del 19/08/2005, il quale recepisce la Direttiva Europea 2002/49/CE del 25/06/2002 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.

L’impianto di legge così strutturato definisce un processo attraverso cui i comuni devono attuare un sistema per la gestione dell’inquinamento acustico, articolato fondamentalmente in quattro fasi: pianificazione e regolamentazione, prevenzione, conoscenza, risanamento.

La fase di conoscenza si attua attraverso il monitoraggio, il controllo e la mappatura del rumore prodotto dalle differenti sorgenti presenti sul territorio. In particolare i comuni devono realizzare una mappatura acustica delle infrastrutture di trasporto in gestione al fine di individuare le criticità e di predisporre le necessarie azioni di risanamento. Negli agglomerati urbani con popolazione superiore a 100.000 abitanti, inoltre, le autorità competenti individuate a livello locale (comuni, province, ecc.) devono raccogliere ed integrare i dati di tutti i gestori delle infrastrutture di trasporto, predisponendo la cosiddetta mappatura acustica strategica, ossia “una mappa finalizzata alla determinazione dell’esposizione globale al rumore in una certa zona a causa di varie sorgenti di rumore ovvero alla definizione di previsioni generali per tale zona”.

A partire dalle mappe acustiche e dalle mappe acustiche strategiche, le autorità competenti per gli agglomerati urbani devono predisporre i piani di azione, ossia “i piani destinati a gestire i problemi di inquinamento acustico ed i relativi effetti, compresa, se necessario, la sua riduzione”.

La finalità è di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi dell’esposizione al rumore ambientale, compreso il fastidio, assicurando l’informazione e la partecipazione del pubblico.

Inquadrata in tale contesto normativo, la questione dell’inquinamento acustico è strettamente connessa con gli altri temi fondamentali di governo del territorio, quali l’urbanistica, la mobilità ed i trasporti, l’edilizia, il commercio, etc.

Il processo di mappatura acustica strategica costituisce una grande opportunità di conoscenza ambientale, necessaria per una programmazione e gestione del territorio sostenibili, nonché per una valutazione degli effetti sanitari del rumore sulla popolazione e per la pianificazione delle azioni di risanamento.

Al fine di meglio comprendere gli adempimenti che Il Comune di Brescia, in qualità di autorità competente, deve mettere in atto, di seguito si analizza il decreto fornendo una risposta puntuale a ogni aspetto di interesse.

I contenuti e le prescrizioni del D.Lgs. 194 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 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.

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 Lden e Lnight 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.

Il Decreto Legislativo n. 42 del 17 febbraio 2017 ha recepito alcune “Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico a norma dell’art. 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge n. 161 del 30 ottobre 2014” A tale armonizzazione il presente lavoro ed i documenti collegati sono stati adeguati.

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”.

I documenti predisposti sono conformi alle seguenti linee guida del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – Direzione Valutazioni Ambientali – Divisione III:

- “Predisposizione e consegna della documentazione digitale relativa alle mappature acustiche e mappe acustiche strategiche (D.lgs 194/2005) – Specifiche tecniche” versione marzo 2017
- “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 versione marzo 2017

3 Descrizione dell'agglomerato

Il Comune di Brescia al 1 gennaio 2017 conta 197.956 abitanti di cui 93.463 maschi e 104.493 femmine ed è il secondo comune più grande per numero di abitanti nella Regione Lombardia. Ha una Densità per Km² di 2.138,1 e una superficie di 90,68 Km²

La città di Brescia è situata a 149 m s.l.m. al margine settentrionale della pianura padana. Il suo territorio è collocato alle falde dei rilievi prealpini (costituiti dalle ultime propaggini del monte Maddalena e dei Ronchi) ed allo sbocco della Valtrompia posizionandosi, infine, sull'asse ferroviario e stradale Milano-Venezia.

Il nucleo antico, sviluppatosi ai piedi della parte meridionale del Colle Cidneo, e racchiuso da una cinta di mura romane, ha avuto un primo sviluppo urbano soprattutto verso ovest nel IX e X secolo d.c. seguito poi da un primo ampliamento murario tra il 1174 ed il 1186.

Un secondo ampliamento avvenne tra il 1236 ed il 1249, spostando sia ad ovest che a sud il perimetro murario; il tracciato delle successive mura venete ricalcò, con poche varianti, quello del secolo XIII circoscrivendo in pratica lo sviluppo cittadino fino a che le nuove esigenze della civiltà industriale indirizzarono l'espansione della città oltre l'antico tracciato urbano.

I primi insediamenti industriali furono prevalentemente dislocati a nord e a sud della città lungo le principali direttrici di approvvigionamento e commercio.

In anni più recenti si è assistito a fenomeni di espansione edilizia residenziale e commerciale.

L'espansione edilizia residenziale ha interessato più direzioni ed ha visto il sorgere di numerosi centri satellite a ovest, oltre il fiume Mella (Villaggio Badia e Villaggio Violino), a nord (Villaggio Prealpino) e a sud (Villaggio Lamarmora e Villaggio Sereno).

L'espansione più evidente della città si è però concretizzata nelle grandi "addizioni" di S. Polo a sud e sud-est e della zona industriale Girelli a sud-ovest. Altrettanto evidenti, come fanno notare Bernardo Secchi e Paola Viganò⁸, sono «la tendenza degli insediamenti produttivi a collocarsi lungo le maggiori infrastrutture viabilistiche, la forza di attrazione dei caselli autostradali e delle due tangenziali per gli insediamenti commerciali e l'addensamento delle espansioni residenziali attorno ai centri esterni ora inglobati in un'unica grande area urbana in via di progressiva densificazione.

Il nuovo Comparto Milano rappresenta, invece, il più significativo intervento di riqualificazione urbana che vedrà una radicale trasformazione urbanistica interessante tutta l'aria sud- ovest della città, posta a ridosso delle vecchie mura venete, area originariamente fortemente caratterizzata da insediamenti industriali presenti fin dall'inizio del secolo scorso (Bisider S.r.L, ATB S.p.A., Tempini S.p.A., IMI S.p.A.).

Ciò che negli ultimi vent'anni è avvenuto nell'area bresciana, come in diverse altre regioni italiane ed europee, non è solo l'allargamento progressivo di una città centrale, ma l'aggiunta di sempre nuove e più distanti periferie, l'accrescersi della città ed il suo trasformarsi in una vasta area metropolitana».

Località che oggi fanno parte del territorio cittadino: Badia, Bettole, Buffalora, Chiesanuova, Costalunga, Fiumicello, Folzano, Fornaci, Mandolossa, Mompiano, Violino, Noce, Pendolina, S. Bartolomeo, S. Gottardo, S. Polo, S. Eufemia, Stocchetta, Verziano, Villaggio Prealpino, Villaggio Sereno

Comuni confinanti con la città: Gussago, Cellatica, Collebeato, Concesio, Bovezzo, Nave, Botticino, Rezzato, Castenedolo, Borgosatollo, S. Zeno Naviglio, Flero, Castelmella, Roncadelle

Gli assi stradali il cui traffico supera i 3.000.000 di veicoli anno interessano circa 137 km della rete in gestione al Comune di Brescia. Il profilo longitudinale di tali infrastrutture è prevalentemente a raso o con pendenze comprese entro il 3 %

Alla rete viaria in gestione al Comune di Brescia si sommano gli effetti dell'impatto delle infrastrutture stradali e ferroviarie oltre che industrie con impatto acustico di rilievo sul territorio circostante.

Per quanto riguarda invece il territorio circostante la rete, si riscontrano molteplici e differenziati contesti naturali, morfologici ed antropici, il che rende impossibile una descrizione sia pur generale delle varie situazioni presenti. Si rimanda pertanto alla rappresentazione georeferenziata della rete (riportata negli shape-file allegati) che, in abbinamento ai file *.kmz, consentono con la piattaforma Google EarthTM una corretta caratterizzazione del territorio.

3.1 La rete stradale

Brescia, per la sua posizione geografica a est del territorio lombardo (ultima provincia prima della Regione Veneto), è crocevia e transito di primaria importanza a livello nazionale ed internazionale (vedasi il collegamento con l'autostrada del Brennero per il nord Europa).

Inoltre, le molteplici e diversificate attività produttive che la collocano fra le aree maggiormente industrializzate del Paese e la vastità territoriale della sua provincia, che oltre all'aspetto fortemente industrializzato offre opportunità turistiche rilevanti, la pongono fra le città maggiormente urbanizzate e conseguentemente con maggiori problematiche afferenti la mobilità viabilistica.

La città è attraversata dalla rete di tangenziali ad alta intensità di traffico di seguito descritta:

- **TANGENZIALE OVEST:** strada a due corsie per ogni senso di marcia, divise da spartitraffico, che attraversa il territorio comunale da nord a sud. Sul suo percorso sono presenti due punti critici per la viabilità:
 - a sud per l'intersezione con le bretelle di collegamento con la tangenziale sud;
 - a nord per l'intersezione con strada ad altissima densità di traffico che collega la città alla Valtrompia e a parte della Valsabbia.
- **TANGENZIALE SUD:** strada provinciale (già ex SS n.11) a due corsie per ogni senso di marcia, divise da spartitraffico, che attraversa il territorio da ovest a est senza intersezioni così dette "a raso".
- **VIA SERENISSIMA:** strada comunale di scorrimento che collega la tangenziale sud con la zona est della città.

In tale contesto si evidenzia che, a causa della presenza del Monte Maddalena, manca il collegamento diretto tra la parte nord e la parte est del territorio comunale.

All'interno dell'area individuata dalle tangenziali la rete stradale è suddivisa in residenziale, di transito e di collegamento. In particolare può essere così descritta:

- il centro storico cittadino è costituito da strade strette e tortuose con andamento prevalentemente circolare.
- La viabilità in questa area è regolamentata con Zona a Traffico Limitato e da aree pedonali urbane;
- due strade di circonvallazione denominate “ring” e “contro-ring” delimitano il centro storico con andamento circolare in senso opposto una all'altra; tali strade consentono il collegamento fra le diverse zone della città ed intersecano e raccolgono il traffico delle strade cosiddette “di penetrazione”;
- le strade di penetrazione o collegamento, caratterizzate da grande afflusso di traffico, provengono dalla provincia e penetrano nella città dall'estrema periferia o dalle tangenziali.

Fra le altre si segnalano:

- a ovest: Via Valcamonica - via Milano di collegamento alle strade provinciali (ex SS510 e ex SS 11);
- a nord: Via Triumplina, che raccoglie tutta la rete viaria dei comuni della Valtrompia e anche parzialmente della Valsabbia (Strada Provinciale ex SS 345 e SS 237);
- a est: Viale S. Eufemia - Bornata di collegamento con la Strada Provinciale ex SS 11;
- a sud-est: Via Bettole (Strada Provinciale ex SS 236 per Mantova);
- a sud: Via Volta (Strada Provinciale ex SS 45bis per Cremona) e la Via Flero (SP22);
- a sud-ovest: Via Labirinto di collegamento con la Strada Provinciale Quinzanese;
- a ovest: Via Orzinuovi di collegamento con la Strada Provinciale ex SS 235 Orceana.

Sono di seguito elencate le principali arterie di grande traffico che insistono sul territorio comunale:

- Autostrada Serenissima A4 (Milano - Venezia): ad elevatissima intensità di traffico. Con andamento est - ovest attraversa tutta la parte sud del territorio. Lungo il suo tragitto insistono sul territorio comunale 2 caselli autostradali (Brescia Ovest - Brescia Centro) raccordati con la rete viaria cittadina;
- Autostrada A21 (Brescia – Piacenza - Torino): ad elevata intensità di traffico. È raccordata all'autostrada A4 all'altezza del casello autostradale Brescia Centro. Insiste sul territorio comunale a sud per circa 2-3 km;
- Strada Provinciale ex SS n. 11 (Via Alcide de Gasperi), denominata anche Tangenziale Sud. Arteria a due corsie per ogni senso di marcia ad elevatissima intensità di traffico attraversa tutto il territorio comunale da est a ovest parallelamente all'autostrada A4 e a nord della stessa.

La Tangenziale sud, da tempo dimostratasi insufficiente a sostenere il flusso di traffico quotidiano che la interessa, è in fase di ampliamento per la creazione della terza corsia per ogni senso di marcia che, una volta completata, permetterà una maggiore scorrevolezza all'asse viabilistico est – ovest, consentendo altresì, una maggiore fluidità e sicurezza al traffico che si interseca con la Tangenziale Ovest.

- Strada Provinciale ex SS n. 236 Brescia – Mantova: penetra nel territorio comunale con denominazione Via delle Bettole, nella parte sud-est della città, per poi raccordarsi alla Tangenziale Sud;
- Strada Provinciale ex SS n. 45 bis Brescia – Cremona: interessa il territorio comunale con la denominazione di Via della Volta, nel comparto sud della città, intersecando e raccordandosi alla Tangenziale Sud;

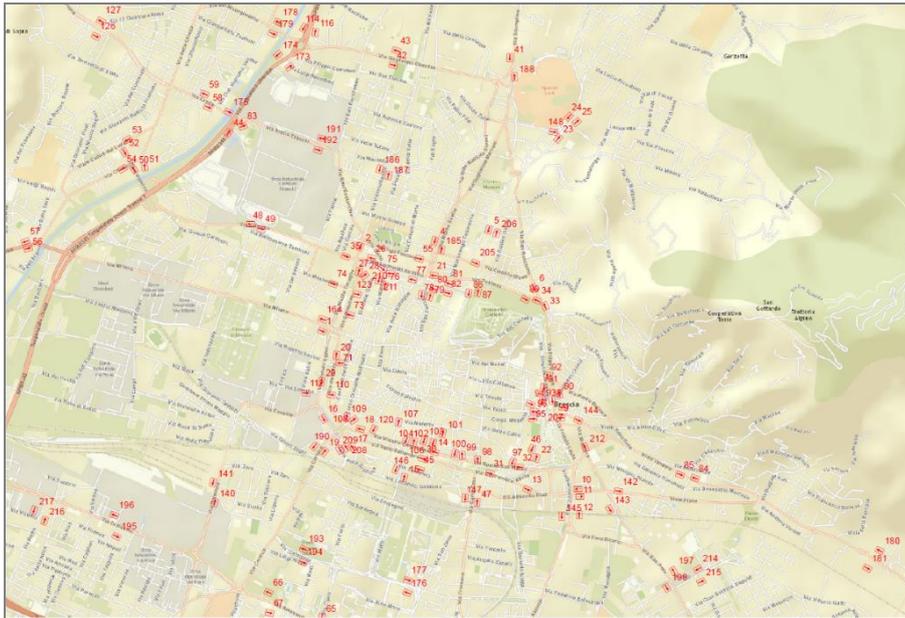
- Strada Provinciale ex SS n. 235 (Orceana): interessa il territorio comunale nel comparto ovest con la denominazione di Via Orzinuovi. Si interseca con la Tangenziale Ovest e si raccorda con la stessa e la Tangenziale Sud; - Strada Provinciale ex SS n. 345 (della Valtrompia): interessa il territorio comunale nel comparto nord con la denominazione di Via Triumplina e si raccorda alla Tangenziale Ovest. Trattasi di unica arteria, ad elevatissima intensità di traffico leggero e pesante, di collegamento della Valtrompia (bassa-media e alta) con la città;
- Strada Provinciale ex SS n. 237 (del Caffaro): interessa il territorio comunale nel comparto nord-est con la denominazione di Via Conicchio. Si raccorda con la Tangenziale Ovest collegandosi con Via Triumplina. L'arteria, che collega la città con la Valsabbia (sede di numerosissime industrie metallurgiche e siderurgiche), è interessata notevolmente anche dal traffico pesante;
- Strada Provinciale n. 10: interessa il territorio comunale nel comparto nord-ovest con la denominazione di Via Torricella di Sopra. Strada di penetrazione alla città per il collegamento con i comuni siti a nord-ovest della Provincia;
- Strada Provinciale IX (Quinzanese). Interessa il territorio comunale nel comparto sudovest con la denominazione di Tangenziale Ovest – tronco sud.

3.1.1 Flussi di traffico

Nei primi anni '80, l'Amministrazione Comunale di Brescia ha realizzato il progetto "Onda Verde" per la gestione del traffico cittadino lungo il ring e il contro-ring, attorno al centro storico. Per consentire l'adeguamento dell'"Onda Verde" alle varie situazioni di traffico, sono state installate, sotto la pavimentazione stradale cittadina, le prime spire elettromagnetiche.

Negli anni successivi è maturata l'esigenza di conoscere, con maggior dettaglio, le dinamiche del traffico, strategiche per elaborare politiche di gestione della mobilità. Quindi, lo strumento delle spire, progettato solo per la regolazione semaforica, è stato adeguato alla raccolta e alla registrazione di flussi veicolari.

Attualmente, sono presenti circa 200 punti di monitoraggio (vedi figura seguente) su tutto il territorio comunale. I dati monitorati sono trasmessi, mediante un collegamento di tipo telefonico, alla centrale di telecontrollo degli impianti semaforici. L'elaboratore di centrale provvede a memorizzare i dati ricevuti e li restituisce aggregati con il dettaglio del quarto d'ora. Questo contribuisce ad alimentare un archivio storico delle informazioni e rende possibile elaborazioni di lungo periodo sui dati di traffico.



I dati di traffico sono stati analizzati dall'anno 2004 al 2016, comunque, prima dell'avvio dei lavori nei cantieri TAV, che hanno influenzato i flussi nella zona sud-ovest del Comune di Brescia.

Per ogni annualità, compresa fra il 2004 e il 2016, e per ogni spira, è stato estratto, dal database del sistema di monitoraggio, il dato giornaliero medio, relativo al periodo invernale feriale, e si è calcolata la differenza in percentuale fra il dato al 2016 e quello al 2004. Le differenze percentuali o "variazioni in percentuale" sono state rappresentate su una mappa con l'ausilio della tecnologia GIS.

A partire dai dati a disposizione secondo quanto descritto fin ora è stato quindi ricostruito 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".

I flussi di traffico considerati, ai fini degli adempimenti di cui al presente documento, sono quelli suddivisi per tratte elementari così come indicato nelle linee guida Ministeriali suddivisi per TGM giornalieri e relativi all'anno 2016.

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 Lden 55dB(A) e in ogni caso, in continuità con i dati forniti nella prima fase, il calcolo ha interessato un corridoio di studio di ampiezza pari alle fasce di rispetto dei singoli rami stradali così come definiti dal Codice della Strada, del PUT e dal DPR 142 del 30 marzo 2004. 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 quella vettoriale messa a disposizione dal Comune di Brescia georiferita nel sistema UTM-WGS 84 32N.

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 già citati in precedenza.

5 Programmi di contenimento del rumore

Il Piano di contenimento del è quello meglio descritto nella relazione rumore sarà meglio descritto nella relazione “IT_a_DF7_10_2013_Agglomerations_IT_a_ag00016_Relazione_Tecnica_BRESCIA.pdf” che meglio specifica il Piano di Azione il quale sarà revisionato alla luce dei dati emersi nel presente aggiornamento della Mappatura Strategica nel rispetto della tempistica prevista dalla norma, al soggetto competente.

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 Agglomerato del Comune di Brescia 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 non esiste attualmente a livello comunitario o nazionale una procedura legislativa armonizzata utilizzabile per convalidare un “software di calcolo” né quantomeno un “modello di calcolo”: la 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.

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 LAeq(10pm-6am) and LAeq(6am-10pm), ma può, con opportuni accorgimenti, essere adattato anche per il calcolo del parametro LDEN 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 considerazione 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 Adif;
- 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.

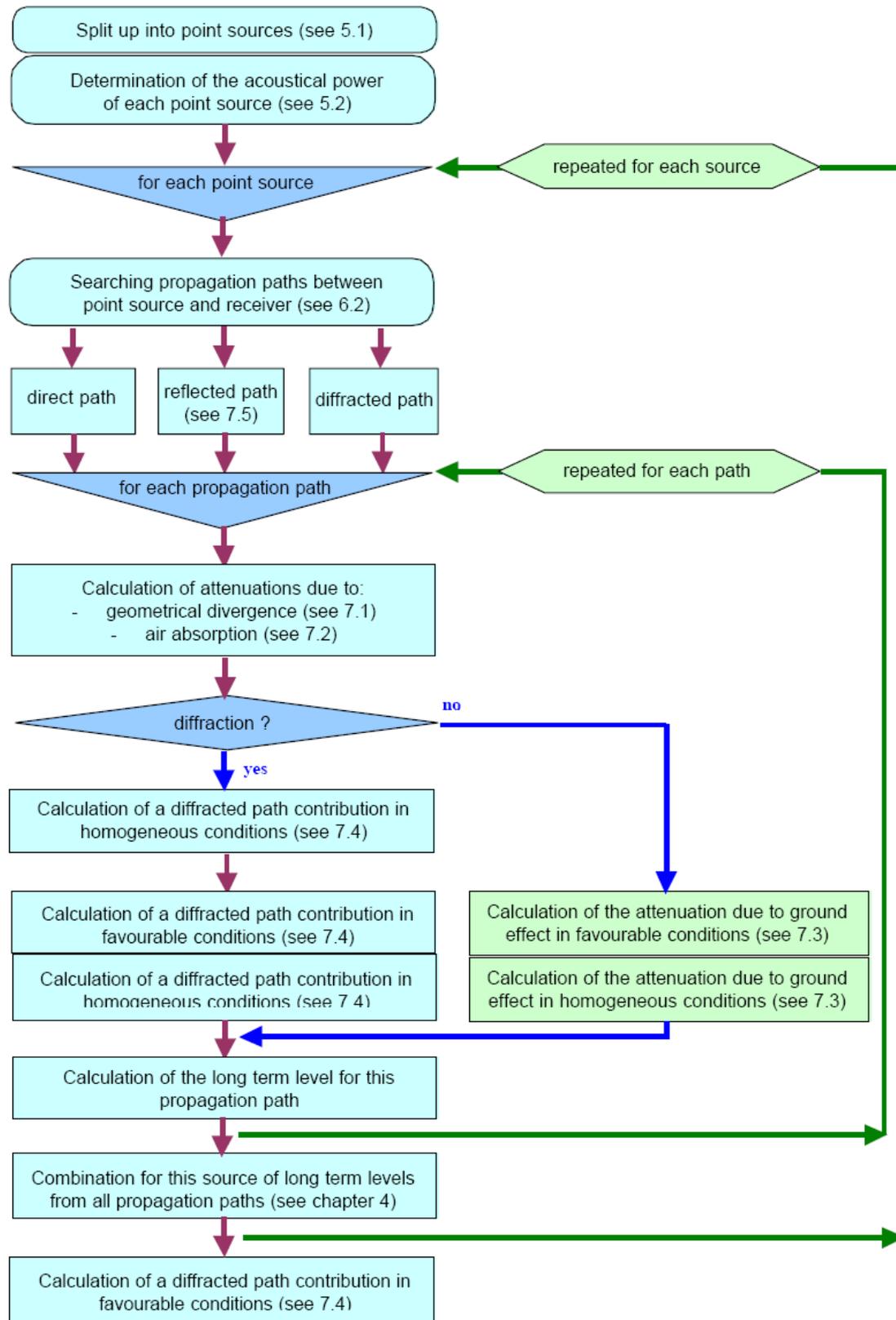


Figura 1 - diagramma di flusso funzionale del modello NMPB-96

6.2 Modello di propagazione

Nei capitoli successivi si descrive nel dettaglio il 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 meteorologici, 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 emittitrici; 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:

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

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 U_i ovvero scelta di una delle 5 classi di vento) e 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	Legenda	
T1		--	-	-		-	attenuazione normale (raggi curvi in l'alto)
T2	--	-	-	Z	+	--	attenuazione forte (raggi verso l'alto)
T3	-	-	Z	+	+	Z	effetti meteorologici nulli (raggi rettilinei)
T4	-	Z	+	+	++	+	moderata amplificazione (raggi curvi in basso)
T5		+	+	++		++	forte amplificazione (raggi curvi in basso)

- U1: vento forte (da 3 a 5 m/s) opposto alla direzione di propagazione
 U2: vento debole o moderato (da 1 a 3 m/s) opposto o forte vento in direzione non opposta
 U3: vento nullo o vento trasversale
 U4: vento moderato nella direzione della propagazione o vento forte a 45°
 U5: vento forte
 T1: periodo diurno con forte radiazione solare e superfici asciutte e non troppo vento
 T2: stesse condizioni di T1, ma con una delle condizioni di T1 non realizzata
 T3: alba o tramonto o (tempo nuvoloso con vento e superfici non troppo umide)
 T4: periodo notturno con nuvole o vento
 T5: periodo notturno con cielo sereno e vento debole.

È importante sottolineare, come evidenziato nel diagramma funzionale sopra riportato, che il calcolo degli effetti meteorologici va effettuato per bande di ottava e per tutte le direzioni congiungenti sorgente e ricevitore. 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 ricevitore (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 S_i di potenza L_{Awi} , e per ciascuna banda di ottava considerata, il livello globale di lungo termine presso un ricevitore R per determinate condizioni atmosferiche è dato da

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

$$L_{Ai, F} = L_{Awi} - A_{i, F}$$

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

$$A_{i, F} = A_{div} + A_{atm} + A_{sol, F} + A_{dif, F}$$

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 (S_i, R)

$$L_{Ai, H} = L_{Awi} + D_{hi} + D_{vi} - A_i$$

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

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

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

Il livello sonoro al ricevitore 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

$$L_{Aeq, LT}(j) = 10 \lg \left[\sum_i 10^{0,1 L_{Ai, LT}(j)} + \sum_{i'} 10^{0,1 L_{Ai', LT}(j)} \right]$$

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 ricevitore 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:

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

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 .

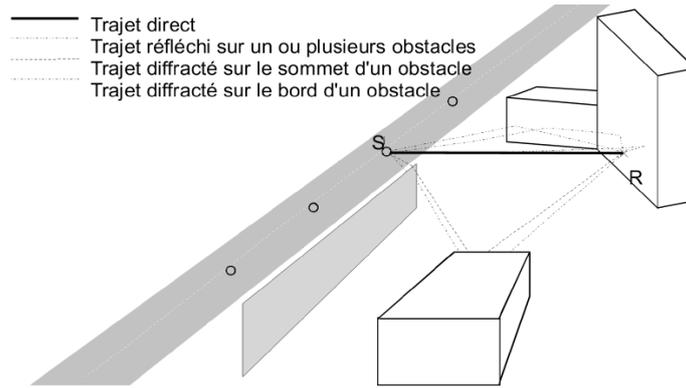
I valori di $L_{Aw/m}$ sono determinati secondo la norma NS 31-130, che sostanzialmente richiama la "Guide du Bruit des Transports Terrestres - Fascicule «Prévision desniveaux sonores» (1980)".

L'altezza delle singole sorgenti è fissata a 0.5 m dal suolo, e le sorgenti sono considerate omnidirezionali; i ricevitori 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 ricevitore, e può essere applicato sia rigorosamente in 3 dimensioni o, preferibilmente, in "pseudo 3D" ovvero in $2D\frac{1}{2}$, 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 contenente la traiettoria di propagazione.

Se per una coppia sorgente/ricevitore 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:

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

dove:

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

6.2.4 Assorbimento atmosferico

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

$$A_{atm} = \alpha d / 1000$$

dove:

d è la distanza tra sorgente e ricevitore 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

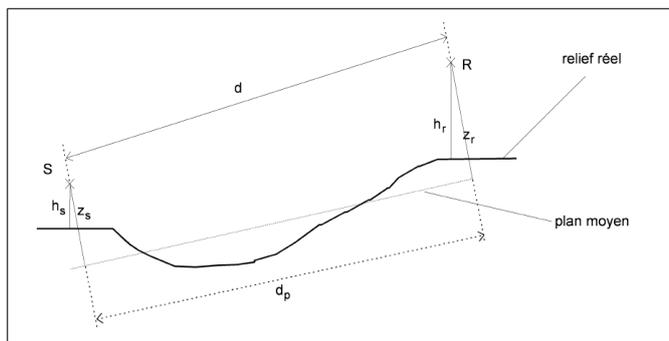
L'attenuazione dovuta all'effetto del suolo è principalmente il risultato dell'interferenza fra il suono riflesso dalla superficie del suolo ed il suono che si propaga direttamente dalla sorgente verso il ricettore. Tale fenomeno è funzione sia delle caratteristiche del terreno sia delle condizioni meteorologiche 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 in 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 va 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 G_s nella regione della sorgente ed un coefficiente G_{traiettorie} 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_{traiettorie}).

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.

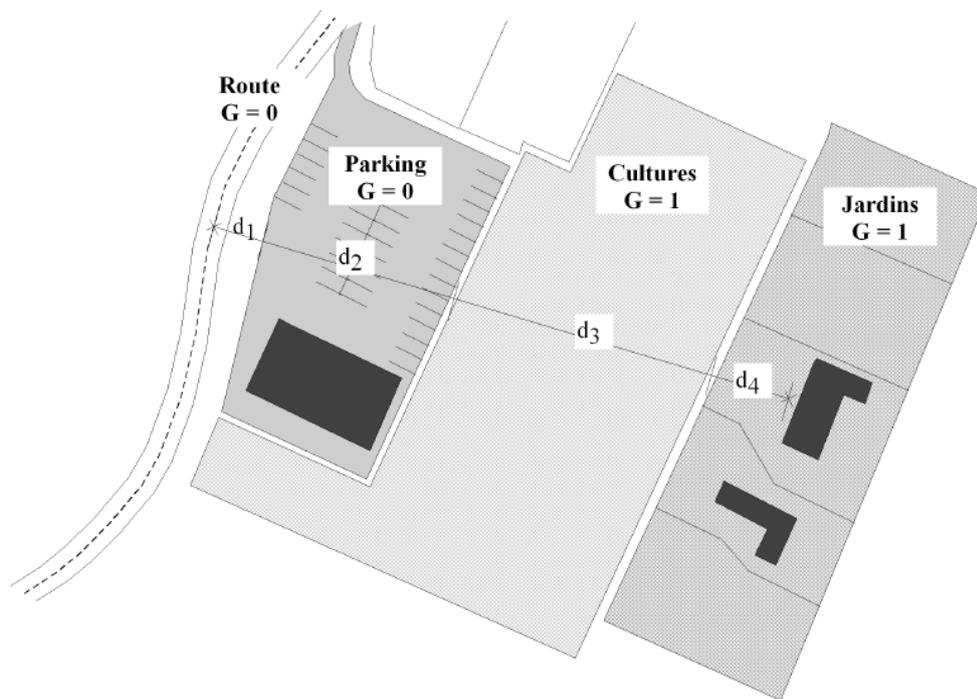
Per il calcolo dell'effetto suolo nelle zone intermedie e del ricettore, si assume il coefficiente G_{traiettorie} pari alla frazione del suolo assorbente situato sull'insieme del percorso di propagazione.

Tuttavia, quando la sorgente ed il ricettore sono vicini, ovvero quando indicativamente $\leq 30(z_s + z_r)$, 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_{traiettorie} si può calcolare (vedi figura seguente) dalle seguenti formule:

Se $d_p > 30(z_s + z_r)$: G_{traiettorie} = G_{traiettorie}

Se $d_p \leq 30(z_s + z_r)$: G_{traiettorie} = [G_{traiettorie} $d_p/30(z_s + z_r)$] + [G_s (1 - $d_p/30(z_s + z_r)$)]



$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 = d \text{ (distance directe de propagation)}$$

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

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

$$A_{\text{sol},F} = A_{\text{s},F} + A_{\text{m},F} + A_{\text{r},F}$$

dove :

As,F, Am,F, Ar,F sono rispettivamente le attenuazioni dovute all'effetto suolo presso la sorgente, in zona intermedia e presso 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 :		
$a'(z) = 1,5 + 3,0e^{-0,12(z-5)^2} \left(1 - e^{-d_p/50}\right) + 5,7e^{-0,09 z^2} \left(1 - e^{-2,8 \times 10^{-6} d_p^2}\right)$		
$b'(z) = 1,5 + 8,6e^{-0,09 z^2} \left(1 - e^{-d_p/50}\right)$		
$c'(z) = 1,5 + 14,0e^{-0,46 z^2} \left(1 - e^{-d_p/50}\right)$		
$d'(z) = 1,5 + 5,0e^{-0,9 z^2} \left(1 - e^{-d_p/50}\right)$		
$q = 0 \quad \text{si } d_p \leq 30 (z_s + z_r)$		
$q = 1 - 30 (z_s + z_r)/d_p \quad \text{si } d_p > 30 (z_s + z_r)$		

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

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'_{traiettorie} 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:

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

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

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

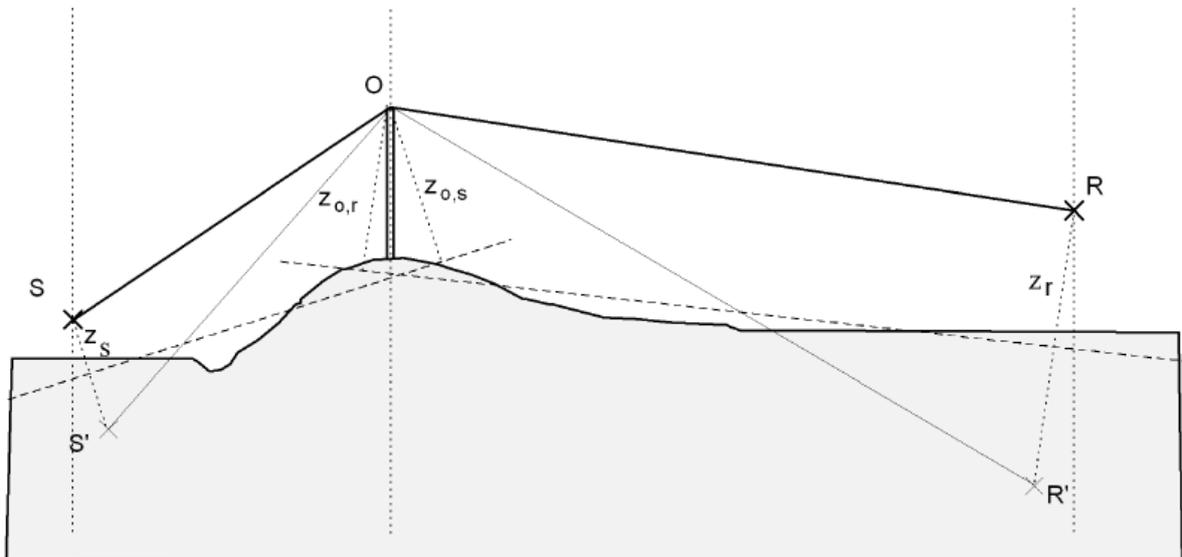
$$W = 0,0185 (f_c^{2,5} G^{2,6}_{\text{traiettoria}}) / f_c^{1,5} G^{2,6}_{\text{traiettoria}} + 1,3 \times 10^3 f_c^{0,75} G^{1,3}_{\text{traiettoria}} + 1,16 \times 10^6$$

6.2.6 Diffrazione

Possono essere presi in considerazione effetti di diffrazione semplice o multipla, 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 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

- z_s = Altezza equivalente della sorgente in rapporto al piano medio del suolo, "lato sorgente"
 $z_{o,s}$ = Altezza equivalente del punto di diffrazione O in rapporto al piano medio del suolo, "lato sorgente"
 z_r = Altezza equivalente del ricettore R in relazione al piano medio del suolo, "lato ricettore"
 $z_{o,r}$ = 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.

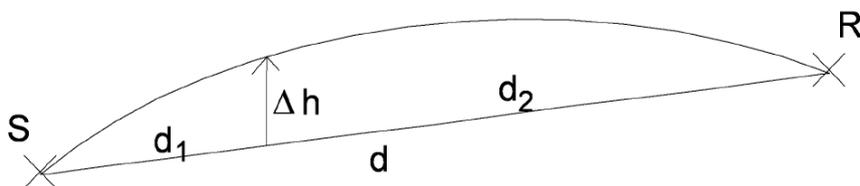
La procedura seguita è la seguente:

- 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 Δh data dalla seguente formula (vedi figura seguente):

$$\Delta h = d_1 d_2 / 2\gamma \quad [9]$$



dove:

γ 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 $\gamma < 1000$ m si pone $\gamma = 1000$ m).

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 $\lambda/20$ dove λ è la frequenza centrale i centro banda: se la differenza di percorso δ è inferiore a $\lambda/20$ si tralascia di calcolare l'effetto di diffrazione e la sorgente ed il ricevitore sono considerati in "vista diretta".

Il calcolo della diffrazione si effettua secondo le seguenti formule:

$$\begin{aligned} \text{se } (40/\lambda)C'' \delta \geq -2 & \quad \Delta_{\text{diff}} = 10\log[3+(40/\lambda)C'' \delta] \\ \text{se } (40/\lambda)C'' \delta \leq -2 & \quad \Delta_{\text{diff}} = 0 \end{aligned}$$

dove:

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

$$\begin{aligned} \text{per le diffrazioni semplici} & \quad C'' = 1 \\ \text{per le diffrazioni multiple} & \quad C'' = [1+(5\lambda/e)^2]/[1/3 + (5\lambda/e)^2] \end{aligned}$$

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

Valgono i seguenti criteri generali:

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

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

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

dove:

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

$$\begin{aligned} z_s &= z_{o,r} \\ d &= OR \end{aligned}$$

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

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

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

$\Delta_{\text{dif}(S,R)}$ 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:

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

dove :

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

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

$\Delta_{\text{sol}(O,R)}$ 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:

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

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) e soltanto in terreni piatti e non collinari/montuosi come ad esempio l'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 sonores” 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:

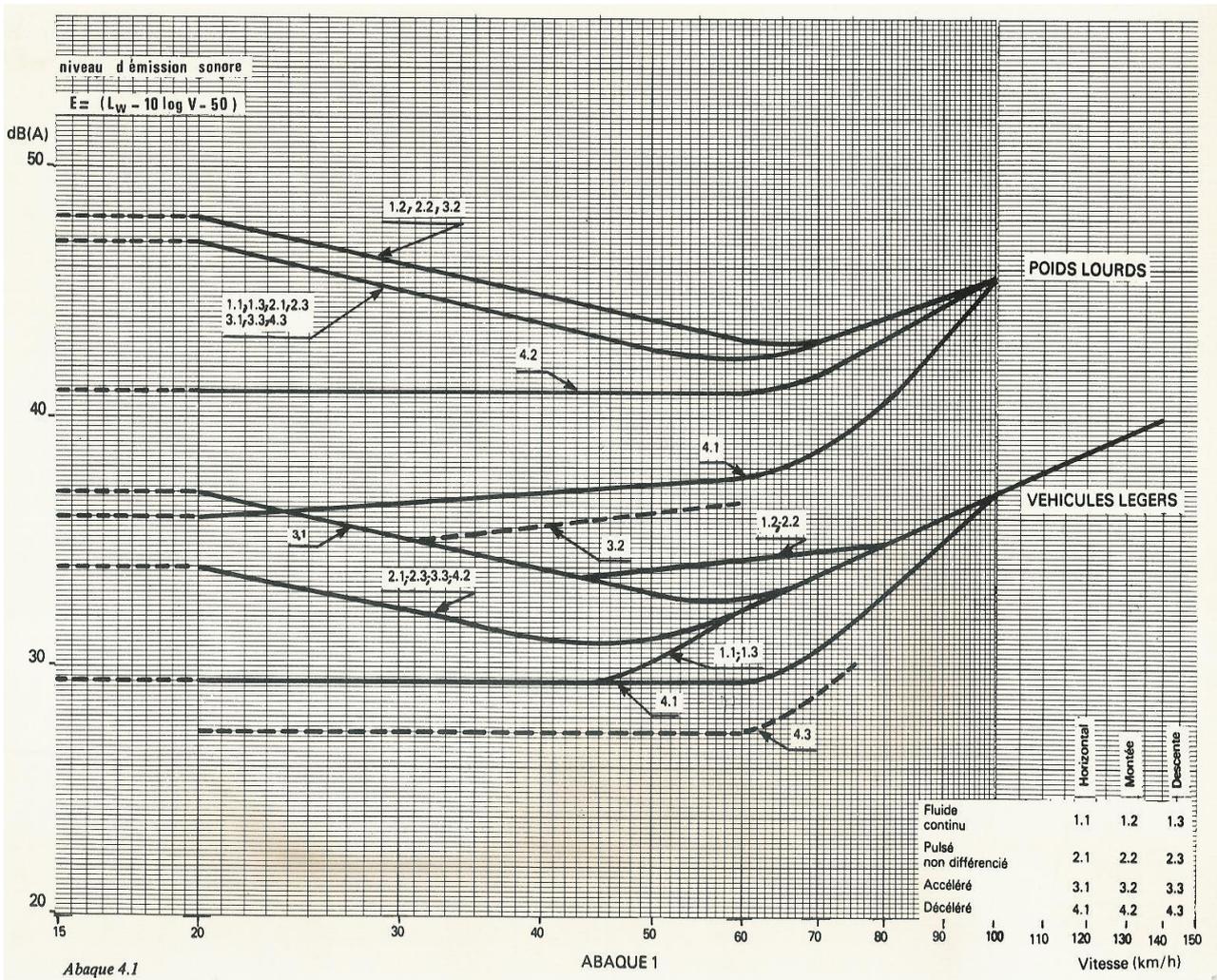
$$E = (L_w - 10 \log V - 50)$$

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.

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 $L_{AW/m}$, come riportato dalla formula [6].

Il livello di potenza sonora L_{Awi} , in dB(A), di una sorgente puntuale composta 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:

$$L_{Awi} = L_{AW/m} + 10 \lg(I_i) + R(j) \quad [14]$$

dove:

$L_{AW/m}$ 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:

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

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

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

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 R_j
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».

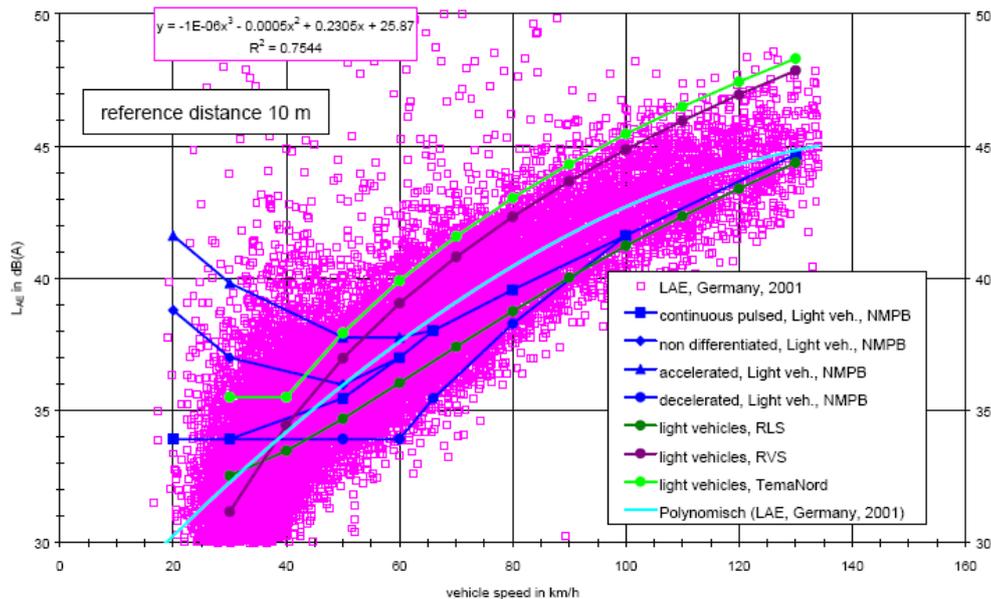
Nel comma 3.1.1. della Raccomandazione della Commissione del 6 agosto 2003 concernente le linee guida relative ai metodi di calcolo aggiornati per il rumore del traffico stradale, si evidenzia che “ nel 2002 le autorità francesi hanno avviato un progetto destinato a rivedere i valori di emissione” e 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 LAmax 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”.

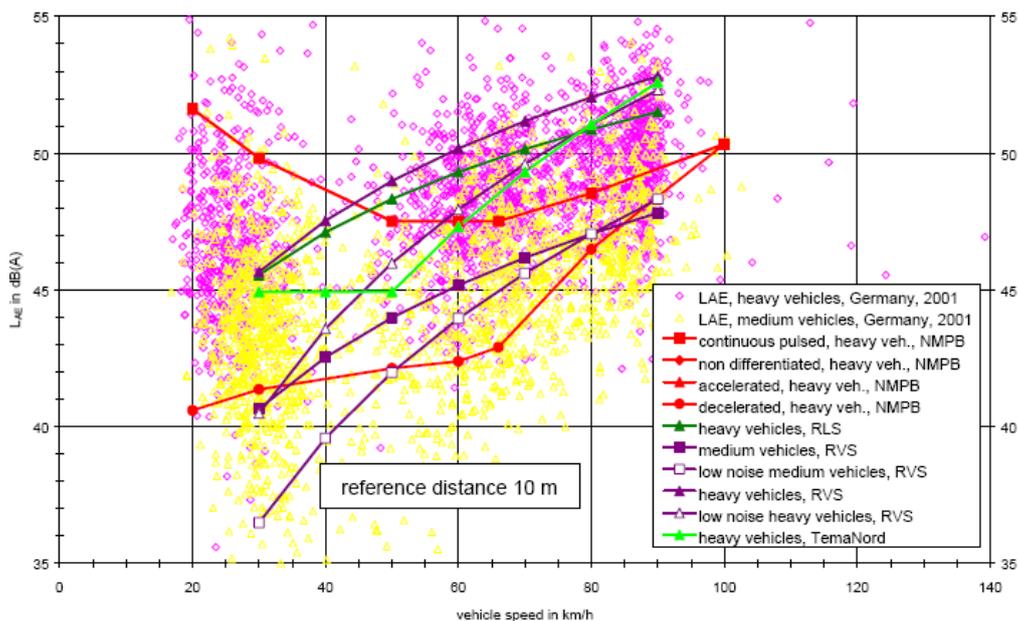
La metodologia di misura sommariamente descritta nella raccomandazione del 6 agosto 2003, è più dettagliatamente specificata nella norma UNI-ISO 11819-1 “Statistical pass-by”: Le banche dati relative sono state aggiornate con tale metodo in funzione di misure specifiche su infrastrutture equivalenti in termini di velocità di transito ed ampiezza delle carreggiate.

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.



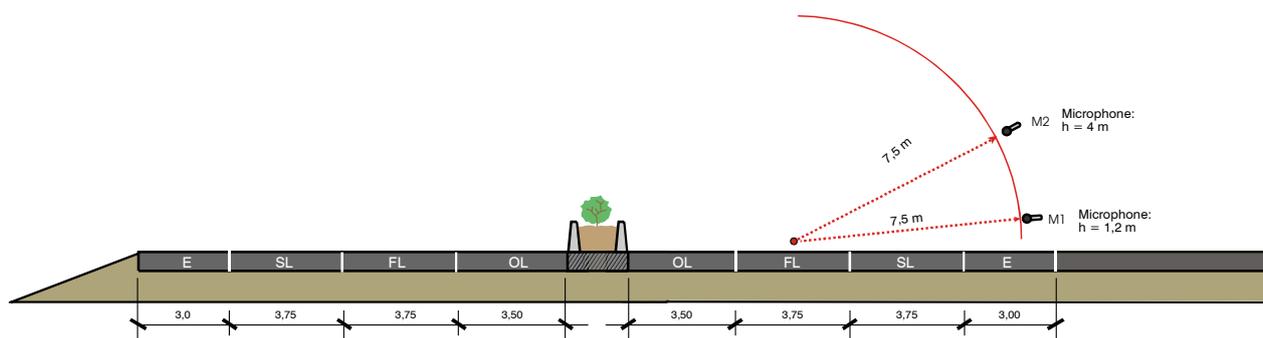


Secondo quanto definito dalla norma XPS 31-133 e a norma delle specifiche della «Guide du Bruit 1980», il livello di potenza sonora L_w e l'emissione acustica E sono stati calcolati dal livello di pressione sonora misurata L_p e dalla velocità del veicolo V mediante:

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

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. La figura è puramente indicativa del metodo e della geometria di misura e si applica a carreggiate di diversa ampiezza.

Per la misura delle velocità di transito è stato utilizzato un telelaser con precisione di $\pm 3\%$, 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 di più comune impiego sulla rete di Agglomerato del Comune di Brescia oltre che altre in contesti antropici simili. 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:

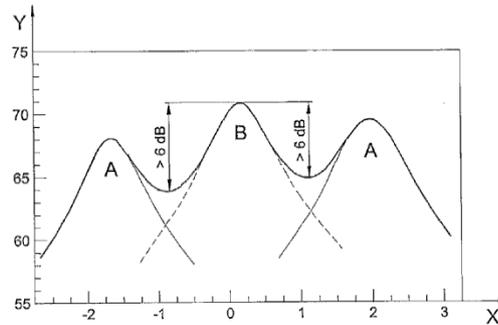
- Autocarri, autobus e pullman con più di 2 assali;

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.

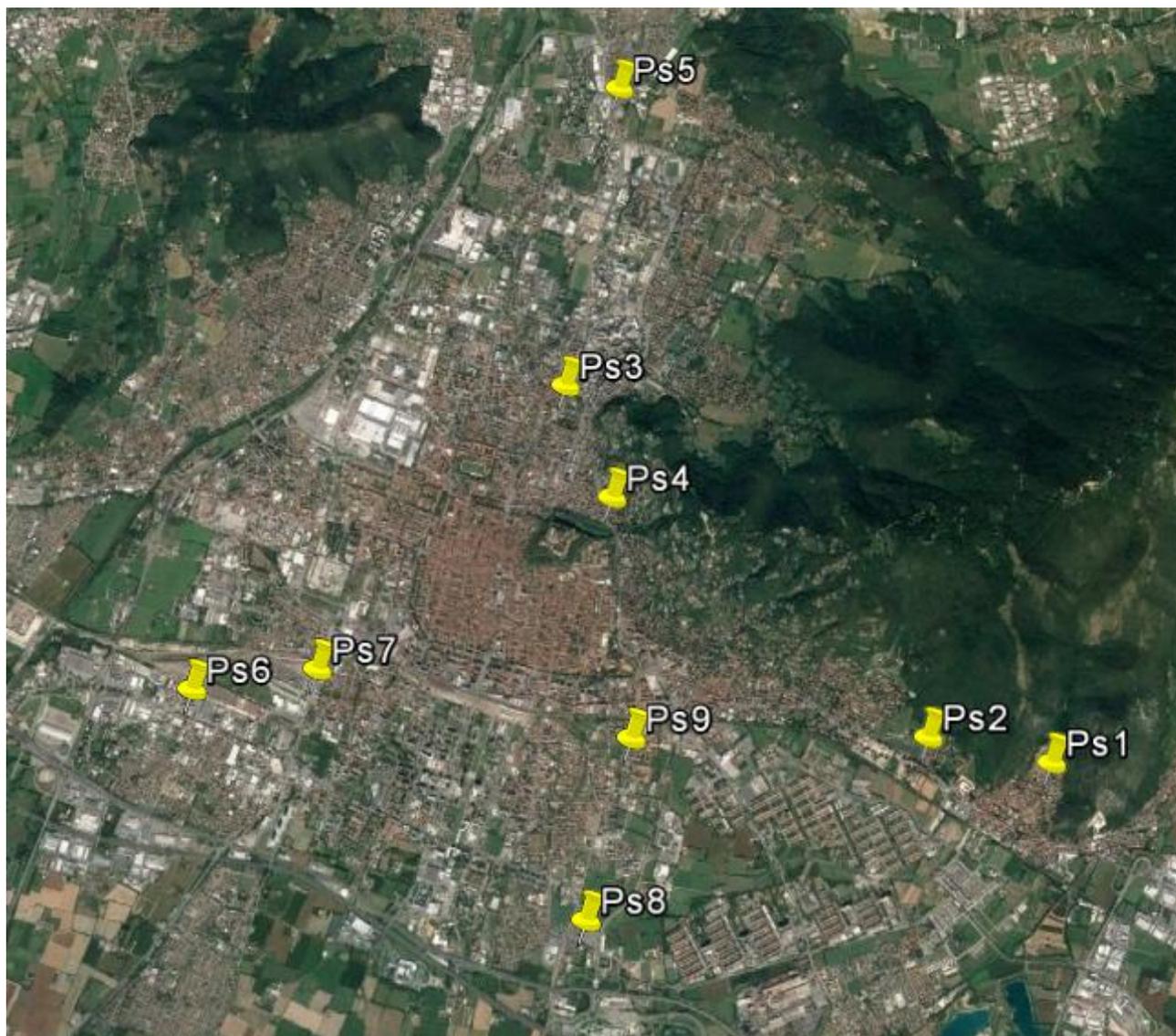
6.6.1 Calibrazione del modello

Al fine di validare il modello sull'aggiornamento della banca dati sono stati effettuati dei monitoraggi acustici specifici lungo la tratta in alcune sezioni di attraversamento rappresentative. Al fine di chiarire i livelli di esposizione ai quali sono soggetti i cittadini residenti nelle varie zone del comune, il Settore Ambiente ed Ecologia ha deciso di effettuare nel corso dei mesi di aprile e maggio 2017 dei monitoraggi continui del livello di rumore mettendo in correlazione con i dati di traffico presenti durante il periodo di misura.

Lo scopo di queste misure è stato quello di verificare quali sono i livelli massimi di esposizione e inoltre di poter confrontare l'andamento nel tempo del livello di rumore.

Essendo in possesso di una notevole mole di dati si è valutato di partire da questi per determinare i livelli Lden e Lnight necessari alla predisposizione della mappatura acustica strategica dell'Agglomerato di Brescia.

Le otto postazioni sono state scelte per mostrare la variabilità dei livelli di rumore a seconda della tipologia di sito analizzato ed anche per avere una fotografia dei livelli di rumore in modo più o meno distribuito sull'intero territorio dell'agglomerato di Brescia, così come evidenziato nella mappa seguente.



Di seguito è in vece un dettaglio dei risultati emersi dalle campagne di misura

Rapporto di misura

Ps1

Il punto di misura Ps1 è stato collocato in via Tebaldini, 7 in prossimità della facciata al primo piano dell'immobile a destinazione d'uso residenziale ad un'altezza dal piano campagna pari a circa 2.5 m e ad una distanza dalla parete di circa 1.5 m



Identificazione punto di misura



VALORI RILEVATI

n° punto di rilievo	Ps1	
Data del rilievo	30 aprile 2017	
Condizioni di rilievo	Rumore Ambientale	
Risultato del monitoraggio	L _{Aeq} [dB(A)]	Periodo di riferimento
	56.2	diurno
	48.4	notturno

Il punto di misura Ps2 è stato collocato in via S.A. Morcelli, 2 in prossimità della facciata al primo piano dell'immobile a destinazione d'uso residenziale non numero 3 ad un'altezza dal piano campagna pari a circa 2.6 m e ad una distanza dalla parete di circa 1 m



Identificazione punto di misura



VALORI RILEVATI

n° punto di rilievo	Ps2	
Data del rilievo	11 maggio 2017	
Condizioni di rilievo	Rumore Ambientale	
Risultato del monitoraggio	LAeq [dB(A)]	Periodo di riferimento
	70.4	diurno
	64.3	notturno

Rapporto di misura

Ps3

Il punto di misura Ps3 è stato collocato in via Marconi, 12 in prossimità della facciata al primo piano dell'immobile a destinazione d'uso uffici con numero 2 ad un'altezza dal piano campagna pari a circa 3.2 m e ad una distanza dalla parete di circa 0.5 m



Identificazione punto di misura



VALORI RILEVATI

n° punto di rilievo	Ps3	
Data del rilievo	29 maggio 2017	
Condizioni di rilievo	Rumore Ambientale	
Risultato del monitoraggio	LAeq [dB(A)]	Periodo di riferimento
	65.0	diurno
	58.9	notturno

Rapporto di misura

Ps4

Il punto di misura Ps4 è stato collocato in via Pusterla angolo con via San Rocchino in prossimità della infrastruttura stradale ad un'altezza dal piano campagna pari a circa 1.8 m e ad una distanza dalla parete maggiore di 10 m



Identificazione punto di misura



VALORI RILEVATI

n° punto di rilievo	Ps4	
Data del rilievo	31 maggio 2017	
Condizioni di rilievo	Rumore Ambientale	
Risultato del monitoraggio	LAeq [dB(A)]	Periodo di riferimento
	67.1	diurno
	-	notturno

Rapporto di misura

Ps5

Il punto di misura Ps5 è stato collocato in via Triumplina, 171 in prossimità della infrastruttura stradale ad un'altezza dal piano campagna pari a circa 1.8 m e ad una distanza dalla parete maggiore di 10 m



Identificazione punto di misura



VALORI RILEVATI

n° punto di rilievo	Ps5	
Data del rilievo	1 giugno 20217	
Condizioni di rilievo	Rumore Ambientale	
Risultato del monitoraggio	LAeq [dB(A)]	Periodo di riferimento
	68.8	diurno
	-	notturno

Il punto di misura Ps6 è stato collocato in via Orzinuovi, 161 in prossimità della infrastruttura stradale ad un'altezza dal piano campagna pari a circa 1.8 m e ad una distanza dalla parete maggiore di 10 m



Identificazione punto di misura



VALORI RILEVATI

n° punto di rilievo	Ps6	
Data del rilievo	6 giugno 2017	
Condizioni di rilievo	Rumore Ambientale	
Risultato del monitoraggio	LAeq [dB(A)]	Periodo di riferimento
	69.3	diurno
	-	notturno

Rapporto di misura

Ps7

Il punto di misura Ps7 è stato collocato in via Dalmazia in prossimità della infrastruttura stradale ad un'altezza dal piano campagna pari a circa 1.8 m e ad una distanza dalla parete maggiore di 10 m



Identificazione punto di misura



VALORI RILEVATI

n° punto di rilievo	Ps7	
Data del rilievo	7 giugno 2017	
Condizioni di rilievo	Rumore Ambientale	
Risultato del monitoraggio	L _{Aeq} [dB(A)]	Periodo di riferimento
	69.2	diurno
	-	notturno

Rapporto di misura

Ps8

Il punto di misura Ps8 è stato collocato in via Borgosatollo in prossimità della infrastruttura stradale ad un'altezza dal piano campagna pari a circa 1.8 m e ad una distanza dalla parete maggiore di 10 m



Identificazione punto di misura



VALORI RILEVATI

n° punto di rilievo	Ps8	
Data del rilievo	8 giugno 2017	
Condizioni di rilievo	Rumore Ambientale	
Risultato del monitoraggio	L _{Aeq} [dB(A)]	Periodo di riferimento
	65.2	diurno
	-	notturno

Rapporto di misura

Ps9

Il punto di misura Ps9 è stato collocato in via Duca degli Abruzzi in prossimità della infrastruttura stradale ad un'altezza dal piano campagna pari a circa 1.8 m e ad una distanza dalla parete maggiore di 10 m



Identificazione punto di misura



VALORI RILEVATI

n° punto di rilievo	Ps9	
Data del rilievo	12 giugno 2017	
Condizioni di rilievo	Rumore Ambientale	
Risultato del monitoraggio	LAeq [dB(A)]	Periodo di riferimento
	70.0	diurno
	-	notturno

Comune	Punto	Misura [dB(A)]		Modello [dB(A)]		Differenza [dB(A)]	
		day	night	day	night	day	night
Brescia	Ps1	56.2	48.4	57.3	49.3	1.1	0.9
Brescia	Ps2	70.4	64.3	69.9	64	-0.5	-0.3
Brescia	Ps3	65	58.9	64.2	58.7	-0.8	-0.2
Brescia	Ps4	67.1	-	68.2	-	1.1	-
Brescia	Ps5	68.8	-	69.7	-	0.9	-
Brescia	Ps6	69.3	-	70.9	-	1.6	-
Brescia	Ps7	69.2	-	68.5	-	-0.7	-
Brescia	Ps8	65.2	-	65.6	-	0.4	-
Brescia	Ps9	70	-	71.3	-	1.3	-

Le postazioni di misura di cui alla tabella sopra sono state inserite nel modello contestualmente ai dati di traffico con la finalità di verificare l'accuratezza della tridimensionalizzazione del territorio oltre che alla previsione dei valori. Mediamente il modello risulta sovrastimare di 0.5 dB(A) nel periodo diurno e 0.1 dB(A) nel periodo notturno, quindi abbondantemente entro i ± 2 dB(A) ritenuti normativamente accettabili come approssimazione, dalle normative vigenti su metodi e modelli di calcolo. 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.

7 Stime dei residenti, degli edifici esposti a livelli sonori in fasce stabilite e ricettori sensibili

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 m³ di unità immobiliare (per i sensibili vengono stimati i posti letto per ospedali e case di cura, oppure i banchi per le scuole). Gli edifici interessati da questa indagine sono stati 12.651, lo studio ha coinvolto circa 149.300 abitanti.

Di seguito il grafo della rete ricompresa nell'Agglomerato con più di 1000 veicoli/gg (in rosso).

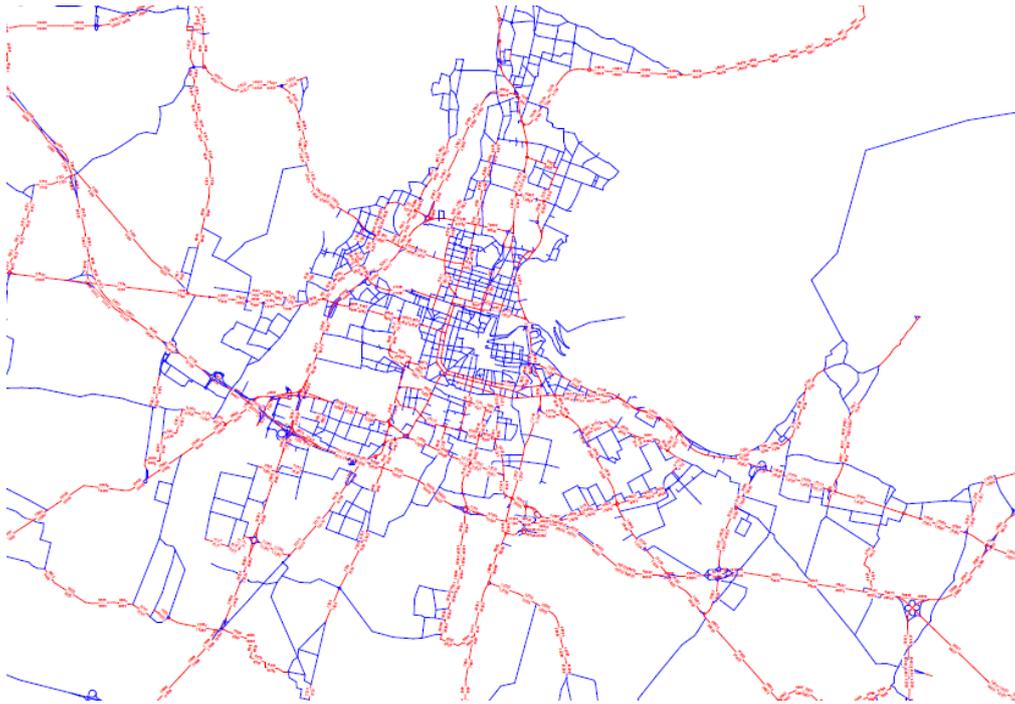


Figura 2 - grafo della rete ricompresa nell'Agglomerato con più di 1000 veicoli/gg

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.

8 Sintesi dei risultati

Seguendo quelli che sono gli scopi principali della direttiva 2002/49/CE, la Mappatura Acustica elaborata da Agglomerato del Comune di Brescia 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. I dati di sintesi delle mappature redatte conducono ai seguenti risultati.

Di seguito è la sintesi dei dati della Mappatura Acustica relativa **all'asse stradale in gestione al Comune di Brescia** con più di 3.000.000 di veicoli/anno transitanti

UnAgglID	Numero persone esposte a L_{DEN} in dB(A)					
	50-54	55-59	60-54	65-69	70-74	>75
IT_a_ag00016	16800	55900	44300	26700	5400	200

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

UnAgglID	Numero persone esposte a L_{night} in dB(A)					
	45-49	50-54	55-59	60-54	65-69	> 70
IT_a_ag00016	33200	54100	36800	15300	1700	100

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

Di seguito è la sintesi dei dati della Mappatura Acustica relativa alle **strade principali in gestione ad altri gestori** le cui infrastrutture transitano nel Comune di Brescia.

UnAgglID	Numero persone esposte a L_{DEN} in dB(A)					
	50-54	55-59	60-54	65-69	70-74	>75
IT_a_ag00016	1300	500	300	300	200	0

Tabella 3 – Sintesi della Mappatura Acustica sui livelli L_{den}

UnAgglID	Numero persone esposte a L_{night} in dB(A)					
	45-49	50-54	55-59	60-54	65-69	> 70
IT_a_ag00016	700	400	300	400	0	0

Tabella 4 – Sintesi della Mappatura Acustica sui livelli L_{night}

Di seguito è la sintesi dei dati della Mappatura Acustica relativa alle **ferrovie in gestione ad altri gestori** le cui infrastrutture transitano nel Comune di Brescia.

UnAgglID	Numero persone esposte a L_{DEN} in dB(A)					
	50-54	55-59	60-54	65-69	70-74	>75
IT_a_ag00016	0	4100	3900	3700	1300	0

Tabella 5 – Sintesi della Mappatura Acustica sui livelli L_{den}

UnAgglID	Numero persone esposte a L_{night} in dB(A)					
	45-49	50-54	55-59	60-54	65-69	> 70
IT_a_ag00016	0	5400	4200	3900	3200	600

Tabella 6 – Sintesi della Mappatura Acustica sui livelli L_{night}

Di seguito è la sintesi dei dati della Mappatura Acustica relativa alle **infrastrutture ferroviarie in gestione a società controllate dal Comune di Brescia**.

UnAgglID	Numero persone esposte a L_{DEN} in dB(A)					
	50-54	55-59	60-54	65-69	70-74	>75
IT_a_ag00016	2600	2700	2300	400	0	0

Tabella 7 – Sintesi della Mappatura Acustica sui livelli L_{den}

UnAgglID	Numero persone esposte a L_{night} in dB(A)					
	45-49	50-54	55-59	60-54	65-69	> 70
IT_a_ag00016	3600	2200	1100	0	0	0

Tabella 8 – Sintesi della Mappatura Acustica sui livelli L_{night}

Di seguito è la sintesi dei dati della Mappatura Acustica relativa alle **industrie presenti sul territorio dell'Agglomerato di Brescia** che sono in regime AIA e di qualche importanza sotto il profilo delle emissioni acustiche.

UnAgglID	Numero persone esposte a L_{DEN} in dB(A)					
	50-54	55-59	60-54	65-69	70-74	>75
IT_a_ag00016	2400	2200	700	0	0	0

Tabella 9 – Sintesi della Mappatura Acustica sui livelli L_{den}

UnAgglID	Numero persone esposte a L_{night} in dB(A)					
	45-49	50-54	55-59	60-54	65-69	> 70
IT_a_ag00016	2200	2000	400	0	0	0

Tabella 10 – Sintesi della Mappatura Acustica sui livelli L_{night}

Non sono presenti infrastrutture aeroportuali all'interno dell'agglomerato e non vi sono aeroporti nelle vicinanze che possano impattare in modo acusticamente rilevante il territorio dell'agglomerato stesso, pertanto la sommatoria degli impatti di **tutte le infrastrutture** risulta essere la seguente:

UnAgglID	Numero persone esposte a L_{DEN} in dB(A)					
	50-54	55-59	60-54	65-69	70-74	>75
IT_a_ag00016	23100	65400	51500	31100	6900	200

Tabella 11 – Sintesi della Mappatura Acustica sui livelli L_{den}

UnAgglID	Numero persone esposte a L_{night} in dB(A)					
	45-49	50-54	55-59	60-54	65-69	> 70
IT_a_ag00016	39700	64100	42800	19600	4900	700

Tabella 12 – Sintesi della Mappatura Acustica sui livelli L_{night}

9 Materiale trasmesso

In accordo con gli standard Ministeriali di restituzione, i dati calcolati sono stati elaborati per la produzione di dati statistici relativi alla compilazione dei Data Flows e dei Reporting Mechanism previsti Direttiva 2002/49/CE. In particolare i dati (identificati 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 DF5 relativamente agli agglomerati con popolazione maggiore di 100.000 abitanti deve comprendere:

- Country Code (IT)
- Reporting Entity Unique Code (a)
- Data Flow (DF5)
- Anno di riferimento
- Categoria oggetto della comunicazione (Agglomerations)
- Codice univoco di identificazione della categoria (CA)
- Location

Per quanto concerne Agglomerato del Comune di Brescia, tenuto conto delle codifiche Ministeriali dell'allegato II, vale la seguente codifica:

Nome shapefile	Geometria	Categoria	Argomento	Descrizione
IT_a_DF1_5_2015_Agg_CA_Location	Poligono	Agglomerati	Area agglomerato	Area urbana costituita da uno o più centri abitati contigui tra loro e la cui popolazione complessiva è \geq 100.000 abitanti (compresi quelli con popolazione complessiva \geq 250.000 abitanti)

Per quanto concerne l'agglomerato di Brescia, tenuto conto delle codifiche Ministeriali, vale la seguente codifica:

IT_a_DF1_5_2015_Agg_IT_a_ag00016_Location

In particolare per quanto riguarda i metadati associati al DF5, sono previsti per gli agglomerati le seguenti informazioni:

Categoria	Attributo	Nome del Campo	Descrizione	Tipo dato
Agglomerati	Reporting Entity Unique Code	RpEnt_CD	Codice Reporting Entity (valore fisso lettera a)	Stringa
	Unique Agglomeration ID	UnAgglID	ID Agglomerato secondo quanto riportato nell'Allegato II	Stringa
	Agglomeration Name	AgglName	Nome dell'agglomerato	Stringa
	Number of inhabitants	Population	Numero abitanti	Numerico
	Agglomeration Area (Km ²)	AgglArea	Area dell'agglomerato in Km ²	Numerico
	LAU2 code	LAU2_Code	Codice LAU di secondo livello ⁵	Stringa

Nel caso del DF8 (gestori di infrastrutture con traffico maggiore o uguale a 3 milioni di veicoli anno) i dati richiesti sono invece:

- Country Code (IT)
- Reporting Entity Unique Code (a)
- Data Flow (DF8)
- Anno di riferimento (2017)
- Agglomerations
- Codice univoco di identificazione dell'agglomerato (CA)
- NoiseContourMap (isofoniche) o NoiseAreaMap (aree intercluse tra le isofoniche)

Per quanto concerne Agglomerato del Comune di Brescia, tenuto conto delle codifiche Ministeriali dell'allegato II, vale la seguente codifica:

Tipologia	Nome shapefile	Geometria	Argomento	Descrizione
Strade	IT_a_DF4_8_2017_Agg_CA_Roads_NoiseContourMap_Lden	Polilinea	Isolivello Lden	Rappresentazione delle curve Lden 55, 60, 65, 70, 75 dB
	IT_a_DF4_8_2017_Agg_CA_Roads_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_Agg_CA_Roads_NoiseContourMap_Lnight	Polilinea	Isolivello Lnight	Rappresentazione delle curve Lnight 50,55, 60, 65, 70 dB
	IT_a_DF4_8_2017_Agg_CA_Roads_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
Ferrovie	IT_a_DF4_8_2017_Agg_CA_Rails_NoiseContourMap_Lden	Polilinea	Isolivello Lden	Rappresentazione delle curve Lden 55, 60, 65, 70, 75 dB
	IT_a_DF4_8_2017_Agg_CA_Rails_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_Agg_CA_Rails_NoiseContourMap_Lnight	Polilinea	Isolivello Lnight	Rappresentazione delle curve Lnight 50,55, 60, 65, 70 dB
	IT_a_DF4_8_2017_Agg_CA_Rails_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
Aeroporti	IT_a_DF4_8_2017_Agg_CA_Air_NoiseContourMap_Lden	Polilinea	Isolivello Lden	Rappresentazione delle curve Lden 55, 60, 65, 70, 75 dB
	IT_a_DF4_8_2017_Agg_CA_Air_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_Agg_CA_Air_NoiseContourMap_Lnight	Polilinea	Isolivello Lnight	Rappresentazione delle curve Lnight 50,55, 60, 65, 70 dB
	IT_a_DF4_8_2017_Agg_CA_Air_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

Tipologia	Nome shapefile	Geometria	Argomento	Descrizione
Industrie	IT_a_DF4_8_2017_Agg_CA_Ind_NoiseContourMap_Lden	Polilinea	Isolivello Lden	Rappresentazione delle curve Lden 55, 60, 65, 70, 75 dB
	IT_a_DF4_8_2017_Agg_CA_Ind_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_Agg_CA_Ind_NoiseContourMap_Lnight	Polilinea	Isolivello Lnight	Rappresentazione delle curve Lnight 50,55, 60, 65, 70 dB
	IT_a_DF4_8_2017_Agg_CA_Ind_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
Tutte le sorgenti	IT_a_DF4_8_2017_Agg_CA_OverallSources_NoiseContourMap_Lden	Polilinea	Isolivello Lden	Rappresentazione delle curve Lden 55, 60, 65, 70, 75 dB
	IT_a_DF4_8_2017_Agg_CA_OverallSources_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_Agg_CA_OverallSources_NoiseContourMap_Lnight	Polilinea	Isolivello Lnight	Rappresentazione delle curve Lnight 50,55, 60, 65, 70 dB
	IT_a_DF4_8_2017_Agg_CA_OverallSources_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 l'agglomerato di Brescia, tenuto conto delle codifiche Ministeriali, vale la seguente codifica:

IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_00016_OverallSources_Lden
 IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_00016_OverallSources_Lden
 IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_00016_OverallSources_Lnight
 IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_00016_OverallSources_Lden

In particolare per quanto riguarda i metadati associati al DF8, sono previsti per gli agglomerati le seguenti informazioni:

IT_a_DF4_8_2017_Agg_CA_OverallSources_NoiseContourMap_Lden (polilinea)			
Nome Attributo	Attributo	Tipo Campo	Descrizione
CTRY_CD	Country Code	Stringa	Identificativo univoco Stato membro (Valore fisso IT)
RpEnt_CD	ReportingEntityUniqueCode	Stringa	Codice Reporting Entity (valore fisso lettera a)
UnAgglID	Unique Agglomeration Id	Stringa	Identificativo univoco agglomerato
DB_Low	Noise Value Low	Stringa	Valore relativo alla curva di isolivello considerata (Lden 50, 55, 60, 65, 70, 75 dB)
IT_a_DF4_8_2017_Agg_CA_OverallSources_NoiseContourMap_Lnight (polilinea)			
Nome Attributo	Attributo	Tipo Campo	Descrizione
CTRY_CD	Country Code	Stringa	Identificativo univoco Stato membro (Valore fisso IT)
RpEnt_CD	ReportingEntityUniqueCode	Stringa	Codice Reporting Entity (valore fisso uguale alla lettera a)
UnAgglID	Unique Agglomeration Id	Stringa	Identificativo univoco agglomerato
DB_Low	Noise Value Low	Stringa	Valore relativo alla curva di isolivello considerata (Lden 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70 dB)
IT_a_DF4_8_2017_Agg_CA_OverallSources_NoiseAreaMap_Lden (area)			
Nome Attributo	Attributo	Tipo Campo	Descrizione
CTRY_CD	Country Code	Stringa	Identificativo univoco Stato membro (Valore fisso IT)
RpEnt_CD	ReportingEntityUniqueCode	Stringa	Codice Reporting Entity (valore fisso lettera a)
UnAgglID	Unique Agglomeration Id	Stringa	Identificativo univoco agglomerato
DB_Low	Noise Value Low	Stringa	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	Stringa	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)
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_Agg_CA_OverallSources_NoiseAreaMap_Lnight (area)			
Nome Attributo	Attributo	Tipo Campo	Descrizione
CTRY_CD	Country Code	Stringa	Identificativo univoco Stato membro (Valore fisso IT)
RpEnt_CD	ReportingEntityUniqueCode	Stringa	Codice Reporting Entity (valore fisso lettera a)
UnAgglID	Unique Agglomeration Id	Stringa	Identificativo univoco agglomerato
DB_Low	Noise Value Low	Stringa	Valore inferiore della coppia di curve isolivello che delimitano la fascia considerata (Lden 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70 dB) Es.: Lden 50 (per intervallo 50-55)
DB_High	Noise Value High	Stringa	Valore più alto della coppia di curve isolivello che delimitano la fascia considerata (Valori Lden 45, 50, 55, 60, 65, 70 dB) Es: Lden 55 (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

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

Leggimi Disco.rtf	File Leggimi	
Elenco Elaborati.xls	Elenco file contenuti sul CD	
DATI MAPPATURA STRATEGICA 2017		
IT_A_DF4_8_2017_Agglomerations_IT_a_ag00016_Relazione_Tecnica_BRESCIA.pdf		Relazione Accompagnatoria
IT_A_DF4_8_2017_Agglomerations_IT_a_ag00016_Relazione_Tecnica_BRESCIA.xml		Metadato associato
IT_a_DF1_5_2015_Agg_IT_a_ag00016_Location.xls		DF1 Reporting Mechanism
IT_a_DF1_5_2015_Agg_IT_a_ag00016_Location.xml		Metadato associato
IT_a_DF1_5_2015_Agg_IT_a_ag00016_Location.shp/dbf/shx		shape file Assi Stradali
NoiseDirectiveDF2_DF2_Agglomerations_Map.xls		DF2 Reporting Mechanism
NoiseDirectiveDF2_DF2_Agglomerations_Map.xml		Metadato associato
NoiseDirectiveDF2_DF2_Agglomerations_Map_Code.xls		DF2 Reporting Mechanism
NoiseDirectiveDF2_DF2_Agglomerations_Map_Code.xml		Metadato associato
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00016_OverallSources.xls		DF4 Reporting Mechanism su riga unica
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00016_OverallSources.xml		Metadato associato
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_00016_Ind_NoiseContourMap_Lnight.shp/dbf/shx		shape file Isofoniche Lden
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_00016_Ind_NoiseContourMap_Lnight.xml		Metadato associato
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_00016_Ind_NoiseContourMap_Lden.shp/dbf/shx		shape file Isofoniche Lnight
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_00016_Ind_NoiseContourMap_Lden.xml		Metadato associato
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_00016_Ind_NoiseAreaMap_Lnight.shp/dbf/shx		shape file Aree Lden
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_00016_Ind_NoiseAreaMap_Lnight.xml		Metadato associato
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_00016_Ind_NoiseAreaMap_Lden.shp/dbf/shx		shape file Aree Lnight
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_00016_Ind_NoiseAreaMap_Lden.xml		Metadato associato
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_00016_Rails_NoiseContourMap_Lnight.shp/dbf/shx		shape file Isofoniche Lden
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_00016_Rails_NoiseContourMap_Lnight.xml		Metadato associato
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_00016_Rails_NoiseContourMap_Lden.shp/dbf/shx		shape file Isofoniche Lnight
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_00016_Rails_NoiseContourMap_Lden.xml		Metadato associato
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_00016_Rails_NoiseAreaMap_Lnight.shp/dbf/shx		shape file Aree Lden
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_00016_Rails_NoiseAreaMap_Lnight.xml		Metadato associato
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_00016_Rails_NoiseAreaMap_Lden.shp/dbf/shx		shape file Aree Lnight
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_00016_Rails_NoiseAreaMap_Lden.xml		Metadato associato
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_00016_Roads_NoiseContourMap_Lnight.shp/dbf/shx		shape file Isofoniche Lden
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_00016_Roads_NoiseContourMap_Lnight.xml		Metadato associato
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_00016_Roads_NoiseContourMap_Lden.shp/dbf/shx		shape file Isofoniche Lnight
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_00016_Roads_NoiseContourMap_Lden.xml		Metadato associato
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_00016_Roads_NoiseAreaMap_Lnight.shp/dbf/shx		shape file Aree Lden
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_00016_Roads_NoiseAreaMap_Lnight.xml		Metadato associato
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_00016_Roads_NoiseAreaMap_Lden.shp/dbf/shx		shape file Aree Lnight
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_00016_Roads_NoiseAreaMap_Lden.xml		Metadato associato
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_00016_OverallSources_NoiseContourMap_Lnight.shp/dbf/shx		shape file Isofoniche Lden
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_00016_OverallSources_NoiseContourMap_Lnight.xml		Metadato associato
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_00016_OverallSources_NoiseContourMap_Lden.shp/dbf/shx		shape file Isofoniche Lnight
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_00016_OverallSources_NoiseContourMap_Lden.xml		Metadato associato
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_00016_OverallSources_NoiseAreaMap_Lnight.shp/dbf/shx		shape file Aree Lden
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_00016_OverallSources_NoiseAreaMap_Lnight.xml		Metadato associato
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_00016_OverallSources_NoiseAreaMap_Lden.shp/dbf/shx		shape file Aree Lnight
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_00016_OverallSources_NoiseAreaMap_Lden.xml		Metadato associato

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 194/2005 - Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.
- 5) Direttiva UE 2015/996 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
- 6) D.Lgs n. 42 del 17 febbraio 2017 - “Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico a norma dell’art. 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge n. 161 del 30 ottobre 2014”
- 7) “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 versione marzo 2017
- 8) “Predisposizione e consegna della documentazione digitale relativa alle mappature acustiche e mappe acustiche strategiche (D.lgs 194/2005) – Specifiche tecniche” versione giugno 2017