

AUTOSTRADA REGIONALE CISPADANA

DAL CASELLO DI REGGIOLO-ROLO SULLA A22

AL CASELLO DI FERRARA SUD SULLA A13

CODICE C.U.P. E81B08000060009

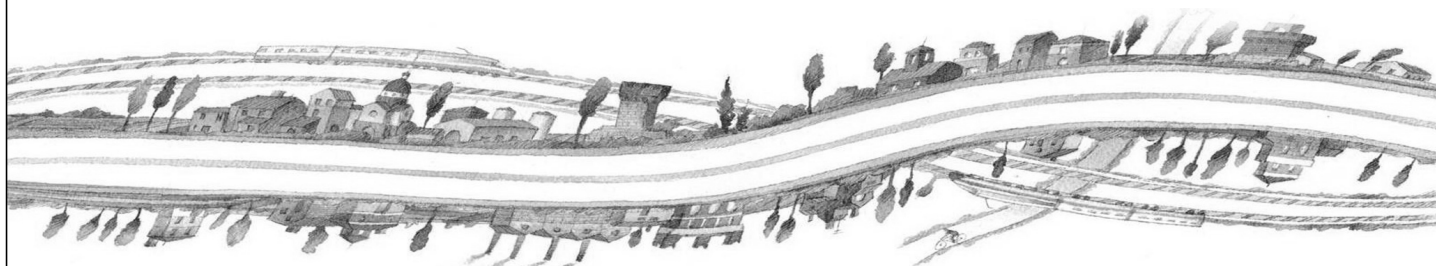
PROGETTO DEFINITIVO

VIABILITA' DI ADDUZIONE AL SISTEMA AUTOSTRADALE

D02 (EX 1RE) VARIANTE ALLA SP N° 41 IN CORRISPONDENZA DEL TRACCIATO CISPADANO - TRATTO TRA SP N° 60 E BRESCELLO
 MITIGAZIONI AMBIENTALI

STUDIO ACUSTICO

RELAZIONE DI IMPATTO ACUSTICO



IL PROGETTISTA

Arch. Sergio Beccarelli
 Ord. Arch. Prov. PR n° 377

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Emilio Salsi
 Albo Ing. Reggio Emilia n° 945

IL CONCESSIONARIO

Autostrada Regionale
 Cispadana S.p.A.
 IL PRESIDENTE
 Graziano Pattuzzi

TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA

Prof. Ing. Angelo Farina
 Tecnico Competente in Acustica Ambientale
 DD Regione Emilia Romagna
 n. 1394 del 9/11/1998



Graziano Pattuzzi

G					
F					
E					
D					
C					
B					
A	17.04.2012	EMISSIONE	GRIGOLINI	BECCARELLI	SALSI
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDAZIONE	CONTROLLO	APPROVAZIONE

IDENTIFICAZIONE ELABORATO										DATA: MAGGIO 2012	
NUM. PROGR.	FASE	LOTTO	GRUPPO	CODICE OPERA WBS	TRATTO OPERA	AMBITO	TIPO ELABORATO	PROGRESSIVO	REV.	SCALA: _	
4978	PD	0	D02	DMA00	0	AC	RG	01	A		

INDICE

1. INTRODUZIONE.....	4
1.1. PREMESSA.....	4
1.2. IMPOSTAZIONE E METODOLOGIA DI ANALISI.....	5
1.3. DEFINIZIONI	6
1.4. CARATTERISTICHE DEL FENOMENO FISICO	8
1.4.1. Generalità sugli indicatori di rumore	8
1.4.2. Effetti del rumore sulla popolazione.....	10
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	13
2.1. ELENCO DELLA NORMATIVA A LIVELLO EUROPEO, NAZIONALE E REGIONALE.....	13
2.1.1. Normativa Unione Europea	13
2.1.2. Normativa statale	13
2.1.3. Normativa Regione Emilia-Romagna	16
2.2. IL D.P.C.M. 1 MARZO 1991	17
2.3. IL D.P.C.M. N°377 DEL 10/8/1988 (V.I.A.).....	19
2.4. LA LEGGE QUADRO SULL'INQUINAMENTO ACUSTICO	19
2.5. IL D.P.C.M. 14 NOVEMBRE 1997	21
2.6. IL D.P.C.M. 5 DICEMBRE 1997	23
2.7. IL D.M. AMB. 16 MARZO 1998 TECNICHE DI RILEVAMENTO E DI MISURAZIONE DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO	25
2.8. IL D.P.R. 18 NOVEMBRE 1998, N. 459.....	26
2.9. IL D.M.AMB. 29 NOVEMBRE 2000.....	27
2.9.1. Il D.M. Amb. 29 novembre 2000 ed il criterio di concorsualità'	28
2.10. IL DPR 30 MARZO 2004, N. 142 "REGOLAMENTO RECANTE DISPOSIZIONI PER IL CONTENIMENTO E LA PREVENZIONE DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO DERIVANTE DAL TRAFFICO VEICOLARE"	30
2.11. IL DECRETO LEGISLATIVO 19 AGOSTO 2005, N. 194 "ATTUAZIONE DELLA DIRETTIVA 2002/49/CE RELATIVA ALLA DETERMINAZIONE E ALLA GESTIONE DEL RUMORE AMBIENTALE	32
2.12. NORMATIVA DI RIFERIMENTO DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA.....	34
2.12.1. La D.G.R n. 673 del 14/04/04.....	34

2.12.2.	La D.G.R. n. 45 del 21/01/02: Criteri per il rilascio delle autorizzazioni per particolari attività ai sensi dell'art. 11, comma 1 della legge regionale 09/05/01 n. 15 recante "Disposizioni in materia di inquinamento acustico".....	36
2.12.3.	La D.G.R. n. 2053 del 09/10/01: "Disposizioni in materia di inquinamento acustico: criteri per la classificazione acustica del territorio ai sensi del comma 3 dell'art. 2 della legge regionale 09/05/01 n°15 recante disposizioni in materia di inquinamento acustico".....	38
3.	METODICA DI SIMULAZIONE MATEMATICA DELL'EMISSIONE E PROPAGAZIONE DEL RUMORE DA TRAFFICO.....	40
3.1.	INTRODUZIONE E SCOPI DELL'ALGORITMO DI SIMULAZIONE.....	40
3.2.	RILIEVI SPERIMENTALI PER LA DETERMINAZIONE DELLE EMISSIONI SONORE.....	43
3.2.1.	Rumore da traffico stradale.....	43
3.2.2.	Rumore da traffico Ferroviario.....	47
3.3.	ALGORITMO DI CALCOLO DEL PROGRAMMA CITYMAP.....	49
3.4.	INTERFACCIA CON L'UTENTE E CON ALTRI PROGRAMMI.....	52
4.	STATO INIZIALE DELL'AMBIENTE.....	59
4.1.	CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO ATTUALE.....	59
4.2.	CENSIMENTO RICETTORI ACUSTICI.....	60
4.3.	SOPRALLUOGO IN CAMPO - RUMORE.....	60
4.4.	CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA DELLO STATO DI FATTO.....	62
4.4.1.	Caratterizzazione acustica della sorgente autostradale per la successiva taratura del modello di simulazione – specifiche tecniche.....	62
4.4.2.	Caratterizzazione acustica delle viabilità stradali principali interferite dal tracciato di progetto – specifiche tecniche.....	63
4.4.3.	Caratterizzazione acustica delle viabilità stradali secondarie interferite dal tracciato di progetto – specifiche tecniche.....	63
4.4.4.	Caratterizzazione acustica del territorio interessato dal tracciato di progetto – specifiche tecniche.....	63
4.4.5.	Caratterizzazione acustica delle infrastrutture ferroviarie interne alla fascia di pertinenza dell'autostrada di progetto – specifiche tecniche.....	64
4.5.	STRUMENTAZIONE DI MISURA.....	64
4.5.1.	Metodologia di misura rumore.....	64
4.5.2.	Analizzatore.....	65
4.5.3.	Calibratore.....	65
4.6.	RISULTATI MONITORAGGIO FONOMETRICO.....	66
4.6.1.	Misure settimanali.....	66
4.6.2.	Misure giornaliere.....	66
4.6.3.	Misure spot.....	68
5.	VALUTAZIONE DELLO STATO DI FATTO ACUSTICO MEDIANTE SIMULAZIONE	72

5.1. PREMESSA.....	72
5.2. METODOLOGIA DI STUDIO.....	72
5.3. I DATI DI TRAFFICO – STATO DI FATTO	72
5.4. RISULTATI DEL CALCOLO PER PUNTI – STATO DI FATTO	74
5.5. MAPPATURA DEL LIVELLO SONORO – STATO DI FATTO	77
6. ANALISI DEGLI IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO	78
6.1. PREMESSA.....	78
6.2. METODOLOGIA DI STUDIO.....	78
6.3. I DATI DI TRAFFICO	78
6.4. RISULTATI DEL CALCOLO PER PUNTI.....	80
6.5. MAPPATURA DEL LIVELLO SONORO.....	82
7. ANALISI DEGLI IMPATTI E MISURE DI MITIGAZIONE	85
7.1. PREMESSA.....	85
7.2. CARATTERISTICHE GENERALI DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE	85
7.2.1. Interventi alla fonte: pavimentazione	85
7.2.2. Interventi indiretti: barriere antirumore.....	86
7.2.2.1 Caratteristiche fisiche e geometriche	86
7.2.2.2 Caratteristiche acustiche, classificazione.....	88
7.2.3. Interventi diretti sull'edificio.....	88
7.3. ELENCO DEGLI INTERVENTI INDIRETTI DI MITIGAZIONE ADOTTATI.....	89
7.3.1. Mitigazione del ricettore SR007.....	89
7.3.2. Mitigazione del ricettore BR022.....	89
7.3.3. Riepilogo degli interventi di mitigazione antirumore	91
8. VERIFICA ACUSTICA NELLO SCENARIO DI PROGETTO CON INTERVENTI DI MITIGAZIONE E DEFINIZIONE DI INTERVENTI DIRETTI SUL RICETTORE	92
8.1. PREMESSA.....	92
8.2. RISULTATI DEL CALCOLO “PER PUNTI”	92
8.3. RISULTATI DEL CALCOLO DELLE MAPPATURE ISOLIVELLO SONORO	94

1. INTRODUZIONE

1.1. PREMESSA

Il presente studio di impatto acustico è stato redatto con la finalità di approfondire, in applicazione della Legge 26 ottobre 1995, n. 447, le varie tematiche inerenti l'impatto acustico generato dalla fase di esercizio della viabilità di adduzione denominata D02 (ex "1RE"), nonché di individuare e dimensionare le opere di protezione antifonica, al fine di garantire i limiti previsti dalla normativa vigente.

Per quanto concerne la valutazione degli impatti indotti dalla fase di costruzione dell'opera si rimanda allo specifico elaborato "Relazione di Cantierizzazione" del progetto definitivo, che contiene anche una parte relativa agli impatti acustici dei cantieri.

In particolare, nei successivi capitoli vengono presentati:

- Analisi della normativa vigente a livello comunitario, nazionale e regionale;
- Descrizione della metodica impiegata per la simulazione del rumore da traffico stradale e ferroviario e per la costruzione delle mappature isolivello sonoro;
- Valutazione della situazione acustica Ante-Operam, sulla base di rilievi fonometrici e simulazioni;
- Valutazione della situazione acustica che si avrebbe con la realizzazione del progetto, ma senza installare opere di mitigazione antirumore;
- Analisi dell'impatto acustico di progetto e conseguente definizione degli interventi di mitigazione antirumore;
- Valutazione della situazione acustica che si avrà con la realizzazione del progetto, in presenza delle opere di mitigazione del rumore;
- Definizione di interventi di mitigazione al ricettore, laddove nonostante le opere di mitigazione permangono lievi superamenti dei limiti di rumorosità per ricettori aventi limiti molto bassi.

1.2. IMPOSTAZIONE E METODOLOGIA DI ANALISI

Il Decreto sulle infrastrutture stradali (DPR 142/04) ha definito in maniera puntuale i limiti acustici di riferimento a cui rapportarsi nella progettazione di una nuova infrastruttura autostradale.

La scelta dell'area di indagine e dei conseguenti limiti di riferimento è stata effettuata secondo quanto previsto dal DPR 30 marzo 2004, n. 142 che reca "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447.

Il Decreto Presidenziale stabilisce infatti l'ampiezza delle fasce di pertinenza in cui applicare i limiti e fissa i limiti permessi in tutte le infrastrutture stradali, sia quelle di nuova costruzione che quelle già esistenti.

L'ottemperanza alla Legge 447/95, dal punto di vista dell'approccio metodologico e di tutela delle abitazioni interessate dal tracciato di progetto, è stata ottenuta sviluppando le seguenti fasi di lavoro:

- ⇒ analisi dell'inquadramento normativo, nazionale e regionale ed individuazione di limiti di riferimento;
- ⇒ aggiornamento cartografico e censimento puntuale di tutti i ricettori entro la fascia di pertinenza acustica, la cui estensione è stata raddoppiata per i ricettori sensibili (scuole, ospedali e case di cura). Il censimento è stato condotto attraverso sopralluoghi puntuali su ogni singolo edificio;
- ⇒ raccolta ed analisi delle zonizzazioni acustiche comunali, ricordando però che ai fini del dimensionamento degli interventi antirumore, all'interno delle fasce di pertinenza acustica delle infrastrutture di progetto valgono i limiti previsti dal DPR 142/04 sul rumore da traffico stradale;
- ⇒ censimento dei ricettori, costituiti da edifici residenziali o produttivi presenti nella fascia sopra descritta, mediante sopralluoghi sul campo, con documentazione fotografica, cartografica e fonometrica della situazione esistente.
- ⇒ svolgimento di specifiche attività di monitoraggio acustico in situ, finalizzate alla calibrazione del modello previsionale;
- ⇒ modellazione in 3D del sito oggetto di studio, delle opere antropiche, degli ostacoli naturali e dell'infrastruttura in progetto;
- ⇒ definizione dei parametri degli scenari di simulazione e stima di dettaglio su ogni edificio censito dei livelli acustici diurni e notturni;
- ⇒ mappatura delle isofoniche relativamente al periodo diurno e notturno senza interventi di mitigazione;
- ⇒ verifica dei superamenti e dimensionamento delle barriere acustiche;

- ⇒ mappatura delle isofoniche relativamente al periodo diurno e notturno con gli interventi di mitigazione attuati;
- ⇒ verifica di eventuali superamenti residui ed individuazione degli interventi diretti di isolamento dell'edificio.

1.3. DEFINIZIONI

Si riportano di seguito le definizioni di alcuni termini tecnici utilizzati nel documento, in base a quanto riportato all'art.2 della Legge n° 447 del 26.10.1995, nell'allegato A del DPCM 01.03.1991 ed all'art. 1 del DPR 142/04.

- ⇒ Inquinamento acustico: l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo ed alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali, dei monumenti, dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno o tale da interferire con le legittime fruizioni degli ambienti stessi.
- ⇒ Ambiente abitativo: ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza di persone o comunità ed utilizzato per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive per le quali resta ferma la disciplina specifica (D.Lgs.195/06), salvo per quanto concerne l'immissione di rumore da sorgenti sonore esterne a locali in cui si svolgono le attività produttive.
- ⇒ Sorgenti sonore fisse: gli impianti tecnici degli edifici e le altre installazioni unite agli immobili anche in via transitoria il cui uso produca emissioni sonore; le infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali, marittime, industriali, artigianali, commerciali ed agricole; i parcheggi; le aree adibite a stabilimenti di movimentazione merci; i depositi dei mezzi di trasporto di persone e merci; le aree adibite ad attività sportive e ricreative.
- ⇒ Sorgenti sonore mobili: tutte le sorgenti sonore non comprese al punto precedente.
- ⇒ Valori limite di emissione: il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa.
- ⇒ Tempo di riferimento diurno: intervallo compreso fra le 6.00 e le 22.00.
- ⇒ Tempo di riferimento notturno: intervallo compreso fra le 22.00 e le 6.00.
- ⇒ Valori limite di immissione: il valore massimo di rumore che può essere emesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori.
- ⇒ Valori di attenzione: il valore di rumore che segnala la presenza di un potenziale rischio per la salute umana o per l'ambiente.

- ⇒ Valori di qualità: i valori di rumore da conseguire nel breve, nel medio e nel lungo periodo con le tecnologie e le metodiche di risanamento disponibili, per realizzare gli obiettivi di tutela previsti dalla Legge n°447.
- ⇒ Livello di rumore residuo (Lr): è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato “A” che si rileva quando si escludono le specifiche sorgenti disturbanti. Esso deve essere misurato con le identiche modalità impiegate per la misura del rumore ambientale.
- ⇒ Livello di rumore ambientale (La): è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato “A” prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. Il rumore ambientale è costituito dall'insieme del rumore residuo e da quello prodotto dalle specifiche sorgenti disturbanti.
- ⇒ Livello differenziale di rumore: differenza tra il livello Leq(A) di rumore ambientale e quello del rumore residuo.
- ⇒ Infrastruttura stradale: l'insieme della superficie stradale, delle strutture e degli impianti di competenze dell'ente proprietario, concessionario o gestore necessari per garantire la funzionalità e la sicurezza della strada stessa.
- ⇒ Infrastruttura stradale esistente: quella effettivamente in esercizio o in corso di realizzazione o per la quale è stato approvato il progetto definitivo alla data di entrata in vigore del DPR 142/04.
- ⇒ Infrastruttura stradale di nuova realizzazione: quella in fase di progettazione alla data di entrata in vigore del DPR 142/04 e comunque non ricadente nel punto precedente.
- ⇒ Ampliamento in sede di infrastruttura stradale in esercizio: la costruzione di una o più corsie in affiancamento a quelle esistenti, ove destinate al traffico veicolare.
- ⇒ Affiancamento di infrastrutture stradali di nuova realizzazione a infrastrutture stradali esistenti: realizzazione di infrastrutture parallele a infrastrutture esistenti o confluenti, tra le quali non esistono aree intercluse non di pertinenza delle infrastrutture stradali stesse.
- ⇒ Confine stradale: limite della proprietà stradale quale risulta dagli atti di acquisizione o dalle fasce di esproprio del progetto approvato; in mancanza, il confine è costituito dal ciglio esterno del fosso di guardia o della cunetta, ove esistenti, o dal piede della scarpata se la strada è in rilevato o dal ciglio superiore della scarpata se la strada è in trincea, secondo quanto disposto dall'art.3 del decreto legislativo n°285 del 1992 e successive modificazioni.
- ⇒ Variante: costruzione di un nuovo tratto stradale in sostituzione di uno esistente, fuori sede, con uno sviluppo complessivo inferiore a 5 km per autostrada e strade extraurbane principali, 2 km per strade extraurbane secondarie e 1 km per le tratte autostradali di attraversamento urbano, le tangenziali e le strade urbane di scorrimento.

- ⇒ Ricettore: qualsiasi edificio adibito ad ambiente abitativo comprese le relative aree esterne di pertinenza, o ad attività lavorativa o ricreativa; aree naturalistiche vincolate, parchi pubblici ed aree esterne destinate ad attività ricreative ed allo svolgimento della vita sociale della collettività; aree territoriali edificabili già individuate dai piani regolatori generali e loro varianti generali vigenti al momento della presentazione dei progetti di massima relativi alla costruzione delle infrastrutture.
- ⇒ Centro abitato: insieme di edifici, delimitato lungo le vie d'accesso dagli appositi segnali di inizio e fine. Per insieme di edifici si intende un raggruppamento continuo, ancorché intervallato da strade, piazza, giardini o simili, costituito da non meno di venticinque fabbricati e da aree di uso pubblico con accessi veicolari o pedonali sulla strada.
- ⇒ Fascia di pertinenza: striscia di terreno misurata in proiezione orizzontale, per ciascun lato dell'infrastruttura a partire dal confine stradale, per la quale il DPR 142/04 stabilisce i limiti di immissione del rumore.

Il concetto di livello differenziale si applica solo ai valori di immissione e pertanto i valori limite di immissione sono distinti in:

- ⇒ valori limite assoluti, determinati con riferimento al livello equivalente di rumore ambientale;
- ⇒ valori limite differenziali, determinati con riferimento alla differenza tra il livello equivalente di rumore ambientale ed il rumore residuo.

1.4. CARATTERISTICHE DEL FENOMENO FISICO

1.4.1. Generalità sugli indicatori di rumore

Livello equivalente

L'indicatore di rumore utilizzato per caratterizzare l'impatto dell'infrastruttura autostradale in condizioni di esercizio allo scenario attuale e futuro e per dimensionare gli interventi di mitigazione necessari a garantire i livelli sonori previsti dagli obiettivi di mitigazione, è il livello sonoro equivalente continuo Leq, espresso in dBA, e riferito al periodo diurno 6÷22 e al periodo notturno 22÷6, come indicato dalle normative di riferimento.

Il livello sonoro equivalente di un dato suono o rumore variabile nel tempo è il livello, generalmente espresso in dB(A), di un ipotetico rumore costante che, se sostituito al rumore reale per lo stesso intervallo di tempo, comporterebbe la stessa quantità totale di energia sonora. Lo scopo dell'introduzione del livello equivalente è quello di poter caratterizzare con un solo dato di misura un rumore variabile, per un intervallo di tempo

prefissato. L'aggettivo equivalente sottolinea il fatto che l'energia trasportata dall'ipotetico rumore costante e quella trasportata dal rumore reale sono uguali.

L'espressione matematica che definisce il livello sonoro equivalente Leq è:

$$Leq = 10 \lg [1/T_0 \int (p(t)^2/p_{rif}^2) \cdot dt] \quad [1]$$

dove,

T_0 = tempo considerato

$p(t)$ = pressione sonora del rumore in esame

p_{rif} = pressione sonora di riferimento assunta uguale a 20 μ Pa, corrispondente al valore di pressione sonora minimo percepibile alla frequenza di 1000 Hz

La curva di ponderazione utilizzata per prevedere i possibili effetti sull'uomo è la curva "A" e il risultato ottenuto è espresso in dB(A). Se da un lato la scelta di tale indicatore di rumore è imposta dalla necessità di verificare il rispetto della normativa di settore attualmente vigente in Italia, dall'altro ha comunque ampi riscontri negli studi di socioacustica svolti a livello internazionale e nella contestuale applicazione del Leq nella maggior parte delle legislazioni internazionali attualmente in vigore.

Livelli statistici

Il livello equivalente di rumore utilizzato dalla normativa vigente come indicatore di riferimento è, per sua definizione, un dato cieco per quanto riguarda la natura delle sorgenti. I valori di livello equivalente che il sistema di rilevamento fornisce devono quindi poter essere interpretati con altri indicatori sensibili alle caratteristiche delle sorgenti di rumore. Questa esigenza è particolarmente sentita nei casi in cui il monitoraggio del rumore è affidato a stazioni fisse che, funzionando autonomamente senza l'ausilio costante di un tecnico, non sono accompagnate da un responso di "fonometria auricolare".

Gli indicatori che possono consentire la valutazione e l'interpretazione dei rilievi di rumore sono i livelli statistici L1, L10, L50, L90, L95, il livello massimo L_{max} e il livello minimo L_{min} .

L'indice percentile L1 connota gli eventi di rumore ad alto contenuto energetico (livelli di picco): valori di L1 nel periodo notturno maggiori di 70÷80 dBA rappresentano un indicatore di disturbo sul sonno da incrociare con la verifica dei L_{max} rilevati dalla time-history in dBA Fast.

L'indice percentile L10, in presenza di sorgenti quasi-gaussiane quali alti flussi di traffico, assume valori di qualche decibel (2.5 dBA) più alti dei relativi valori di Leq . Questa differenza diminuisce in presenza di eventi ad alto contenuto energetico verificabili dal decorso storico dei L_{max} e Leq può anche diventare più alto di L10. L'indice percentile L10 è utilizzato nella definizione dell'indicatore "clima acustico", espresso dalla differenza tra L10 e L90 e rappresenta la variabilità degli eventi di rumore rilevati.

L'indice percentile L50 è utilizzabile come indice di valutazione del flusso veicolare: se il flusso totale aumenta, l'indice L50 tende al valore di Leq rispetto al quale si mantiene di 2÷3 dBA più basso. Se il flusso veicolare ha caratteristiche di discontinuità ed è di natura "locale", tale differenza può raggiungere e superare i 20 dBA. Nel caso in cui la postazione di misura non "vede" la sorgente di rumore, tanto più prevale il rumore da traffico lontano dalla postazione tanto più L50 si avvicina al valore di Leq. Una differenza Leq, - L50 pari a 0.8÷1 dBA è indice dell'assenza di sorgenti in transito nella zona del microfono.

La differenza Leq-L50 è quindi un indice di presenza o assenza di sorgenti in transito nella zona di vista del microfono. L'efficacia di un intervento di bonifica acustica basato sulla limitazione del traffico può essere controllato dall'indicatore Leq-L50.

L'indice percentile L90, in presenza di sorgenti gaussiane, assume valori di qualche decibel più bassi dei relativi valori di Leq. L'indice percentile L90 è utilizzato nella definizione dell'indicatore "clima acustico", espresso dalla differenza tra L10 ed L90 e rappresentativo della variabilità degli eventi di rumore rilevati.

L'indice percentile L95 è rappresentativo del rumore di fondo dell'area in cui è localizzata la stazione di monitoraggio e consente di valutare il livello delle sorgenti fisse che emettono con modalità stazionarie. La differenza L95 - Lmin aumenta all'aumentare della fluttuazione della sorgente stazionaria. L95 coincide in pratica con Lmin solo se l'energia dello spettro della sorgente stazionaria è dominata da una componente tonale che dimostra valori indipendenti da fluttuazioni statistiche.

Il livello massimo Lmax connota gli eventi di rumore a massimo contenuto energetico quali il passaggio di moto, di autoambulanze e consente di individuare, se è disponibile la time-history in dBA fast, gli eventi statisticamente atipici da eliminare nella valutazione del rumore ambientale di breve o lungo periodo.

Lmax è il migliore descrittore del disturbo e delle alterazioni delle fasi del sonno, e di tutte le condizioni di esposizione dove conta di più il numero degli eventi ad alto contenuto energetico rispetto alla "dose" (fasi di apprendimento, disturbo alle attività didattiche, attività che richiedono concentrazione...).

La sequenza storica dei livelli minimi Lmin consente di verificare l'entità del rumore di fondo ambientale. Laddove il rumore di fondo è dovuto al traffico veicolare, Lmin diventa un indicatore del volume di traffico complessivo in transito nell'area: i picchi di Lmin indicano i momenti in cui si verificano i flussi massimi.

1.4.2. Effetti del rumore sulla popolazione

Numerose ricerche hanno evidenziato che il rumore prodotto dai mezzi di trasporto può avere effetti negativi non solo sugli operatori e sugli utenti, ma anche sulle popolazioni che vivono in prossimità di strade, ferrovie, aeroporti. Il confine che separa gli effetti sanitari (danno) dagli effetti di natura socio-psicologica (disturbo, annoyance) non è nettamente stabilito, anche se autorevoli studi (cfr. M. COSA, "Il rumore urbano e industriale", Istituto italiano di medicina sociale, 1980), definiscono una scala di lesività in cui sono caratterizzati i campi di intensità sonora indicati in Tabella 1.4-1.

L'uomo infatti può inoltre subire influenze psichiche meno appariscenti, anche quando il rumore si manifesta entro limiti, favorendo l'insorgere di stress e modificando in ogni caso lo stato di benessere con conseguente variazione di rendimento nello svolgimento di qualsiasi attività produttiva. Lo stress da rumore, sovrapponendosi a quello di altra origine, contribuisce a ridurre l'attenzione e ad aumentare l'affaticamento generale aumentando i rischi di incidenti. Il rumore prodotto dal traffico veicolare spesso esercita un ruolo di primaria importanza come causa di inquinamento acustico.

LIVELLO (dBA)	EFFETTI SULL'UOMO
0÷35	Rumore che non arreca fastidio né danno.
36÷65	Rumore fastidioso/molesto che può disturbare sonno e riposo.
66÷85	Rumore che disturba/affatica, capace di provocare danno psichico e neurovegetativo e in alcuni casi danno uditivo.
86÷115	Rumore che produce danno psichico e neurovegetativo e può indurre malattia psicosomatica.
116÷130	Rumore pericoloso: prevalgono gli effetti specifici su quelli psichici e neurovegetativi.
131÷150	Rumore molto pericoloso: impossibile da sopportare senza adeguate protezioni; insorgenza immediata del danno.

TABELLA 1.4-1 – SCALA DI LESIVITÀ DI COSA E NICOLI

Gli autori hanno inoltre codificato una gerarchia di effetti sull'uomo attribuibili al rumore:

- danno a carico dell'organo uditivo (specifico)
- danno a carico di altri organi e sistemi o della psiche (non specifico)
- disturbo del sonno e del riposo
- interferenza sulla comprensione delle parole o di altri segnali acustici
- interferenza sul rendimento, sull'efficienza, sull'attenzione, sull'apprendimento
- sensazione generica di fastidio (annoyance).

Mentre esiste una letteratura molto vasta sui rischi di danno uditivo ed extra-uditivo negli ambienti di lavoro, non altrettanto si può dire per quanto riguarda il rumore ambientale non confinato. In generale comunque la risposta di ogni individuo, in special modo per livelli al di sotto degli 80 dB(A), è influenzata da fattori legati alle caratteristiche soggettive e circostanziali, ovvero dalle occasioni di esposizione.

Le condizioni di fastidio che si possono avvertire anche a livelli di esposizione non molto elevati, provocano in ogni caso un peggioramento della qualità della vita. Questo si manifesta in particolare nel periodo notturno e in situazioni in cui il silenzio è condizione imprescindibile per la fruibilità di una particolare area (scuole, ospedali, parchi, ecc.) o per lo svolgimento di una determinata attività lavorativa.

E' opportuno pertanto far sì che vengano rispettati perlomeno i valori imposti dalla legge, anche se di fatto sembra di difficile risoluzione il problema del rumore indotto dal traffico stradale, che spesso risulta ad oggi la causa principale di disturbo della popolazione. In generale la rilevanza sanitaria del rumore ambientale, ed in particolare del rumore da traffico, è argomento assai controverso per cui di fatto le normative e le politiche di controllo del rumore ambientale sono sostanzialmente finalizzate alla prevenzione del disturbo e dell'annoyance. Oltre al volume citato di M. COSA, gli studi specifici disponibili in letteratura a cui si è fatto riferimento sono quelli condotti da P. Borsky (Università Columbia U.S.A.), da Griffiths (Università Surrey Inghilterra), da Aubree (Centre Scientifique et technique du Batiment), da Vernet. Frequentemente il disturbo del rumore da traffico sulle comunità viene studiato attraverso statistiche a campione, in cui si chiede agli intervistati di esprimere un giudizio soggettivo sul grado di insoddisfazione, tenuto conto di fattori quali il tipo di disturbo (effetti sul sonno, interferenza con la comprensione e con il lavoro), le caratteristiche sociali e ambientali dell'habitat, la presenza di altri fattori concomitanti di disturbo. Obiettivo di tali indagini è correlare la valutazione soggettiva del disturbo con indicatori acustici oggettivi e misurabili. Da tali indagini risulta, in generale, che l'indice soggettivo di disturbo è ben correlato alla dose di rumore percepito misurata dal Leq.

Si possono formulare in conclusione i seguenti due ordini di considerazioni:

- non si ha alcuna evidenza che il rumore ambientale abbia conseguenze di rilevanza sanitaria, anche se il disturbo sulle popolazioni può essere molto significativo soprattutto per l'interferenza con la comprensione del linguaggio.
- l'indicatore di rumore livello equivalente continuo utilizzato per la previsione di impatto dell'infrastruttura autostradale e il successivo dimensionamento delle opere di mitigazione è rappresentativo del disturbo della popolazione.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

2.1. ELENCO DELLA NORMATIVA A LIVELLO EUROPEO, NAZIONALE E REGIONALE

In questo capitolo viene presentato un elenco esaustivo di tutti i dispositivi normativi (direttive, leggi, decreti, etc.) vigenti al momento.

2.1.1. Normativa Unione Europea

- Direttiva 96/20/CE della Commissione, che adegua al progresso tecnico la direttiva 70/157/CEE del Consiglio relativa al livello sonoro ammissibile e al dispositivo di scappamento dei veicoli a motore, G.U. UE serie L 92 del 13 aprile 1996.
- Direttiva 2000/14/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, dell'8 maggio 2000 sul ravvicinamento delle legislazioni degli stati membri concernenti l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto, G.U. UE serie L 162 del 3 luglio 2000.
- Direttiva 2002/30/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 26 marzo 2002 che istituisce norme e procedure per l'introduzione di restrizioni operative ai fini del contenimento del rumore negli aeroporti della Comunità, G.U. UE serie L 85 del 28 marzo 2002.
- Direttiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 25 giugno 2002 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale, G.U. UE serie L 189 del 18 luglio 2002.
- Raccomandazione (2003/613/CE) della Commissione del 6 agosto 2003 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, G.U. UE serie L 212 del 22 agosto 2003.

2.1.2. Normativa statale

- DPCM 1 marzo 1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno", G.U. 8 marzo 1991, serie g. n. 57.
- Legge 26 ott. 1995, n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico", G.U. 30 ottobre 1995, serie g. n. 254.
- DM 11 dicembre 1996 "Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo", G.U. 4 marzo 1997, serie g. n. 52.

- DM 31 ottobre 1997 "Metodologia di misura del rumore aeroportuale", G.U. 15 novembre 1997, serie g. n. 267.
- DPCM 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore", G.U. 1 dicembre 1997, serie g. n. 280.
- DPCM 5 dicembre 1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici", G.U. 22 dicembre 1997, serie g. n. 297
- DPR 11 dicembre 1997, n. 496 "Regolamento recante norme per la riduzione dell'inquinamento acustico prodotto dagli aeromobili civili", G.U. 26 gennaio 1998, serie g. n. 20.
- DM 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico", G.U. 1 aprile 1998, serie g. n. 76.
- DPCM 31 marzo 1998 "Atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l'esercizio dell'attività del tecnico competente in acustica, ai sensi dell'art.3 comma 1, lettera b), e dell'art. 2, commi 6,7,8, della legge 26 ottobre 1995, n. 447 - Legge quadro sull'inquinamento acustico", G.U. 26 maggio 1998, serie g. n. 120.
- Legge 9 dicembre 1998 n. 426 "Nuovi interventi in campo ambientale", articolo 4, commi 3,4,5,6, G.U. 14 dicembre 1998, serie g. n. 291- La modifica introdotta con il comma 4, riguardante i pubblici esercizi, è stata successivamente abrogata dall'articolo 7 della Legge 31 luglio 2002, n. 179 "Disposizioni in materia ambientale"; G.U. 13 agosto 2002, serie g. n. 189.
- Legge 23 dicembre 1998 n. 448 "Misure di finanza pubblica per la stabilizzazione e lo sviluppo", articolo 60 (contiene modifiche all'articolo 10 della legge n.447 del 1995), G.U. 29 dicembre 1998, serie g. n. 302.
- DPR 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", G.U. 4 gennaio 1999, serie g. n. 2.
- DPCM 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", G.U. 2 luglio 1999, serie g. n. 153. Questo DPCM abroga il DPCM 18 settembre 1997 "Determinazione dei requisiti delle sorgenti sonore nei luoghi di intrattenimento danzante", pubblicato in G.U. 6 ottobre 1997 serie g. n. 296.
- DM 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", G.U. 24 settembre 1999, serie g. n. 225.

- DM 3 dicembre 1999 “Procedure antirumore e zone di rispetto negli aeroporti”, G.U. 10 dicembre 1999, serie g. n. 289.
- DPCM 13 dicembre 1999 “Conferma del trasferimento programmato dei voli da Linate a Malpensa, a norma dell’articolo 6, comma 5, della legge 8 luglio 1986, n. 349, G.U. 13 dicembre 1999, serie g. n. 291.
- DPR 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.”, G.U. 17 dicembre 1999, serie g. n. 295.
- DM 3 marzo 2000 “Ripartizione del traffico aereo sul sistema aeroportuale di Milano”, G.U. 13 marzo 2000, serie g. n. 60.
- Legge 21 novembre 2000, n.342, “Misure in materia fiscale”, G.U. 25 novembre 2000, serie g. n. 276.
- DM 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”, G.U. 6 dicembre 2000, serie g. n. 285.
- DM 5 gennaio 2001 “Modificazioni al decreto 3 marzo 2000 concernente la ripartizione del traffico aereo sul sistema aeroportuale di Milano”, G.U. 18 gennaio 2001, serie g. n. 14.
- DPR 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”, G.U. 26 luglio 2001, serie g. n. 172.
- DM 23 novembre 2001 “Modifiche dell’allegato 2 del decreto ministeriale 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”, G.U. 12 dicembre 2001, serie g. n. 288.
- DPR 30 marzo 2004 n. 142 “Disposizioni per il contenimento dell’inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell’articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447”, G.U. 1 giugno 2004, serie g. n. 127.
- DLgs 17 gennaio 2005 n. 13 “Attuazione della direttiva 2002/30/CE relativa all’introduzione di restrizioni operative ai fini del contenimento del rumore negli aeroporti comunitari.”, G.U. 17 febbraio 2005, serie g. n. 39.
- DLgs 19 agosto 2005 n. 194 “Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.”, G.U. 23 settembre 2005, serie g. n. 222.

2.1.3. Normativa Regione Emilia-Romagna

- Legge Regionale 06/03/2007, n.4, "Adeguamenti normativi in materia ambientale. Modifiche a Leggi Regionali) (BUR n.30 del 06/03/2007)
- Deliberazione della Giunta Regionale 24/04/2006, n.591, "Individuazione degli agglomerati e delle infrastrutture stradali di interesse provinciale (ai sensi dell'art. 7 co.2 lett.A) Decreto legislativo 19 agosto 2005 n. 194 recante 'Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale' (BUR n.77 del 07/06/2006)
- Legge Regionale 25/11/2002, n.31, "Disciplina generale dell'edilizia" (art. 44, Modifiche alla L.R. 9 maggio 2001, n.15) (BUR n.163 del 26/11/2002)
- Legge Regionale 09/05/2001, n.15, "Disposizioni in materia di inquinamento acustico" (BUR n.14 del 11/05/2001)
- Legge Regionale 06/03/2007, n.4, "Adeguamenti normativi in materia ambientale. Modifiche a Leggi Regionali) (BUR n.30 del 06/03/2007)
- Deliberazione della Giunta Regionale 24/04/2006, n.591, "Individuazione degli agglomerati e delle infrastrutture stradali di interesse provinciale (ai sensi dell'art. 7 co.2 lett.A) Decreto legislativo 19 agosto 2005 n. 194 recante 'Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale'
- Legge Regionale 25/11/2002, n.31, "Disciplina generale dell'edilizia" (art. 44, Modifiche alla L.R. 9 maggio 2001, n.15) (BUR n.163 del 26/11/2002)
- Legge Regionale 09/05/2001, n.15, "Disposizioni in materia di inquinamento acustico" (BUR n.14 del 11/05/2001)
- Deliberazione della Giunta Regionale 09/10/2001, n.2053, "Criteri e condizioni per la classificazione acustica del territorio ai sensi del comma 3 dell'art. 2 della L.R. 9 maggio 2001, n. 15 recante "Disposizioni in materia di inquinamento acustico"" (B.U.R n. 155 del 31/10/2001)
- Deliberazione della Giunta Regionale 21/1/2002, n. 45, "Criteri per il rilascio delle autorizzazioni per particolari attività ai sensi dell'art. 11, comma 1 della L.R. 9 maggio 2001, n. 15 recante "Disposizioni in materia di inquinamento acustico"" (B.U.R. n. 30 del 20/02/2002)
- Deliberazione della Giunta Regionale 14/04/2004, n. 673, "Criteri tecnici per la redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e della valutazione del clima acustico ai sensi e della LR 9/5/2001, n. 15 recante "Disposizioni in materia di inquinamento acustico"" (B.U.R. n. 54 del 28/04/04)

- Deliberazione della Giunta Regionale 08/07/2002, n. 1203, "Direttiva per il riconoscimento della figura di Tecnico competente in acustica ambientale" (B.U.R. n. 118 del 21/08/2002)
- Regolamento Edilizio Tipo Regionale (L.R. 33/90), Delibera di Giunta Regionale n. 593 del 28/2/1995 modificata con: Delibera di Giunta Regionale n. 268 del 22 febbraio 2000 "Aggiornamento dei Requisiti Cogenti (Allegato A) e della Parte Quinta, ai sensi comma 2, art. 2, L.R. 33/90"; Delibera di Giunta Regionale n. 21 del 16 gennaio 2001 "Requisiti volontari per le opere edilizie" (Prot. QUE/00/27329)

2.2. IL D.P.C.M. 1 MARZO 1991

Il 1/3/1991 è stato emanato il D.P.C.M. dal titolo "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno"; nell'allegato "A" al D.P.C.M. citato vengono sancite le modalità di misura del livello sonoro (quantificato in modo univoco tramite il Livello di Pressione Sonora Continuo Equivalente Ponderato "A", L_{AeqT}) e le penalizzazioni nel caso di rumori con componenti impulsive o tonali.

Nell'allegato "B" vengono invece riportati i limiti massimi di rumorosità ammessa in funzione della destinazione d'uso del territorio; essi sono (rumore diurno):

I - Aree particolarmente protette	Leq = 50 dB(A).
II - Aree prevalentemente residenziali	Leq = 55 dB(A).
III- Aree di tipo misto	Leq = 60 dB(A).
IV - Aree di intensa attività umana	Leq = 65 dB(A).
V - Aree prevalentemente industriali	Leq = 70 dB(A).
VI - Aree esclusivamente industriali	Leq = 70 dB(A).

Nel periodo notturno (dalle 22.00 alle 6.00) i limiti di rumorosità delle classi I-V vengono ridotti di 10 dB(A).

L'applicabilità dei limiti suddetti è subordinata alla zonizzazione del territorio, che compete ai singoli Comuni. In attesa che essi provvedano a tale incombenza, valgono comunque limiti provvisori basati sulla zonizzazione urbanistica. In particolare essi sono:

- Tutto il territorio nazionale	Leq = 70/60 dB(A) (D/N)
- Zona A D.M. 1444/68	Leq = 65/55 dB(A) (D/N)
- Zona B D.M. 1444/68	Leq = 60/50 dB(A) (D/N)
- Zona esclusivamente industriale	Leq = 70/70 dB(A) (D/N)

Le aree residenziali di completamento sono usualmente classificate in zona B, mentre i centri storici sono in zona A.

Va tuttavia precisato che una lettura pedissequa del testo del D.P.C.M. citato porta ad escludere l'applicabilità dei limiti provvisori alle sorgenti mobili, giacché il testo della norma recita testualmente:

“In attesa della suddivisione del territorio comunale nelle zone di cui alla tabella 1, si applicano **per le sorgenti sonore fisse** i seguenti limiti di accettabilità: etc. etc.”

Tuttavia la nuova Legge Quadro sull'Inquinamento Acustico, di cui si riferisce in un successivo paragrafo, ha modificato in maniera definitiva questo punto, in quanto essa include esplicitamente le infrastrutture di trasporto fra le sorgenti sonore fisse.

Va infine precisato che, a livello di misurazione del rumore ambientale, il D.P.C.M. distingue chiaramente fra sorgenti sonore fisse e sorgenti mobili. Per queste ultime il Livello Equivalente va misurato (o calcolato) relativamente all'**intera durata** del periodo di riferimento considerato (diurno e notturno), mentre per le sorgenti fisse la misura va limitata all'effettiva durata del fenomeno rumoroso. Questo fatto è estremamente importante nel caso del rumore prodotto dal passaggio di treni, tram o anche degli aerei, costituito da sporadici eventi molto rumorosi: se la misura andasse effettuata nel breve intervallo in cui il mezzo sta passando, si verificherebbero livelli sonori estremamente alti (oltre gli 80 dBA per i treni, oltre i 70 dBA per i tram), mentre in questo modo tale rumorosità viene “diluata” sull'intera durata del periodo diurno o notturno. Anche questo punto è stato in seguito definitivamente chiarito dalla Legge Quadro nel 1995.

Oltre ai limiti assoluti, di cui si è ampiamente riferito sopra, il D.P.C.M. 1 marzo 1991 prevede anche limiti di tipo differenziale: nessuna sorgente sonora **specificata** può portare ad un innalzamento della rumorosità superiore a 5 dB diurni e 3 dB notturni, misurati **negli ambienti abitativi**, a finestre aperte. Normalmente si assume che, sebbene a rigore tale verifica andrebbe effettuata all'interno delle abitazioni, il rispetto del limite differenziale verificato all'esterno degli edifici sia garanzia sufficiente anche per il rispetto di tale limite all'interno.

In base alle definizioni riportate nell'allegato A al D.P.C.M. si evince che il criterio differenziale può essere applicato solo a specifiche sorgenti disturbanti, e non alla “rumorosità d'insieme” in un certo sito. L'applicabilità del criterio differenziale al rumore da traffico stradale è stata dunque ampiamente contestata, e sicuramente non può essere sostenuta in termini assoluti (confrontando cioè il rumore rilevato in presenza di traffico con quello che si ha in completa assenza dello stesso), anche e soprattutto perché considerando il traffico stradale nel suo insieme viene a mancare la **specificata individuazione delle sorgenti** che è invece chiaramente richiesta dal D.P.C.M..

2.3. IL D.P.C.M. N°377 DEL 10/8/1988 (V.I.A.)

Sono inoltre state emanate norme riguardanti la valutazione di impatto ambientale. Il D.P.C.M. n° 377 del 10/8/1988 ha infatti parzialmente recepito la Direttiva del Consiglio CEE n° 337/85; l'art. 2, § 3 del decreto citato prevede che:

“La comunicazione ...<omissis>... oltre al progetto, comprenda uno studio di impatto ambientale contenente ...<omissis>... e) La specificazione delle emissioni sonore prodotte e degli accorgimenti e delle tecniche riduttive del rumore previsti”.

In seguito sono state emanate le Norme Tecniche relative al D.P.C.M. 377/88, mediante il D.P.C.M. del 27/12/1988; l'allegato II, § G (Rumore e Vibrazioni) di tali Norme Tecniche prescrive che:

“La caratterizzazione della qualità dell'ambiente in relazione al rumore dovrà consentire di definire le modifiche introdotte dall'opera, verificare la compatibilità con gli standards esistenti, con gli equilibri naturali e la salute pubblica da salvaguardare e con lo svolgimento delle attività antropiche nelle aree interessate, attraverso: a) la definizione della mappa di rumorosità secondo le modalità precisate nelle Norme Internazionali I.S.O. 1996/1 e 1996/2 e stima delle modificazioni a seguito della realizzazione dell'opera.”

La norma I.S.O. 1996/1 riguarda la definizione delle grandezze rilevanti per la descrizione del rumore ambientale e delle tecniche di misura da utilizzare, mentre la 1996/2 riguarda propriamente la tecnica di costruzione delle mappe del rumore.

2.4. LA LEGGE QUADRO SULL'INQUINAMENTO ACUSTICO

La Legge Quadro sull'inquinamento acustico, è stata approvata dalla Camera dei Deputati il 25 maggio 1995 e, con modifiche molto limitate, dalla Commissione Ambiente del Senato il 26 luglio 1995. La firma della legge e la conseguente pubblicazione sulla G.U. sono datate rispettivamente 25 ottobre 1995 e 4 novembre 1995.

Sebbene la legge diverrà pienamente operativa soltanto dopo l'emanazione di tutti i previsti decreti attuativi, essa ha introdotto sin dalla sua emanazione alcune significative innovazioni al quadro legislativo, soprattutto perché chiarisce alcuni punti lasciati nel vago dal D.P.C.M. 1 marzo 1991.

I decreti attuativi avrebbero dovuto essere emanati tutti entro due anni dall'entrata in vigore della Legge Quadro, ed invece, a 6 anni dall'entrata in vigore, ne sono stati emanati solo poco più della metà. Mancano, in particolare, quelli relativi al rumore da traffico stradale ed alle tranvie.

Vengono pertanto qui illustrati i punti maggiormente significativi della Legge Quadro per quanto attiene le problematiche della rumorosità emessa da infrastrutture di trasporto terrestre.

L'art. 1 riporta le finalità della legge.

L'art. 2 contiene le definizioni dei termini. In particolare, il comma c) definisce come sorgenti sonore fisse: ...le infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali, marittime, industriale, artigianali, agricole; ...

L'art. 3 definisce le competenze dello Stato.

L'art. 4 definisce le competenze delle Regioni. Entro il termine di 1 anno, esse debbono emanare una legge regionale sulla classificazione del territorio in zone secondo il D.P.C.M. 1 marzo 1991; in tale legge regionale deve essere previsto esplicitamente il divieto di far confinare aree con limiti di rumorosità diversi di più di 5 dB(A), anche se appartenenti a comuni diversi. Inoltre devono essere precisati modalità, sanzioni e scadenze per l'obbligo di classificazione del territorio per i comuni che adottano nuovi strumenti urbanistici generali o particolareggiati.

L'art. 5 definisce le competenze delle Provincie.

L'art. 6 definisce le competenze dei Comuni. Essi sono tenuti ad adeguare entro 1 anno i regolamenti locali di igiene e sanità o di polizia municipale, in modo da renderli conformi alla Legge Quadro.

L'art. 7 definisce i piani di risanamento acustico. Tale articolo prevede anche che entro 2 anni, e successivamente con cadenza biennale, i Comuni con più di 50.000 abitanti siano tenuti a presentare una relazione sullo stato acustico del Comune.

L'art. 8 reca disposizioni in materia di Impatto Acustico. Vengono ricondotti entro i limiti di questa legge tutti i procedimenti di V.I.A. resi obbligatori dalla legge 8/7/86 n. 349, dal D.P.C.M. 10/8/88 n. 377 e dal D.P.C.M. 27/12/88. In ogni caso deve essere fornita al Comune una relazione di Impatto Acustico relativa alla realizzazione, modifica o potenziamento delle seguenti opere:

- a) aeroporti, eliporti, aviosuperfici.
- b) strade ed autostrade di ogni ordine e grado, escluse le interpoderali o private.
- c) discoteche.
- d) impianti sportivi e ricreativi.
- e) ferrovie ed altri sistemi di trasporto su rotaia.

Va poi notato che è richiesto uno studio di compatibilità acustica anche come allegato alla richiesta di licenza edilizia, per quegli edifici situati in prossimità delle opere di cui ai precedenti punti a), b) e c) (restano dunque escluse le ferrovie!). In pratica, però, la relazione di compatibilità acustica è richiesta quasi ovunque, basta che ci sia una strada comunale nei dintorni...

L'art. 9 riguarda ordinanze contingibili ed urgenti.

L'art. 10 riguarda le sanzioni amministrative previste. Il comma 5 di tale articolo stabilisce che le società e gli enti gestori di servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, ivi comprese le autostrade, nel caso di superamento dei valori limite vigenti, hanno l'obbligo di presentare entro 6 mesi al Comune competente territorialmente piani di contenimento ed abbattimento del rumore. Essi debbono indicare tempi di adeguamento, modalità e costi e sono obbligati ad impegnare, in via ordinaria, una quota fissa non inferiore al 5% dei fondi di bilancio previsti per le attività di manutenzione e di potenziamento delle infrastrutture stesse per l'adozione di interventi di contenimento ed abbattimento del rumore.

L'art. 11 prevede 4 Regolamenti d'Esecuzione, che verranno emanati entro 1 anno mediante appositi D.P.R., sulla disciplina dell'inquinamento acustico prodotto dalle specifiche sorgenti: stradali, ferroviarie, marittime ed aeree.

L'art. 12 limita il volume dei messaggi pubblicitari tele o radio trasmessi.

L'art. 13 regola i contributi delle Regioni agli enti locali.

L'art. 14 regola le attività di controllo.

L'art. 15 riguarda il regime transitorio. Fino all'emanazione dei Regolamenti di Esecuzione di cui all'art. 11, si applica il D.P.C.M. 1 marzo 1991, fatta eccezione per le infrastrutture di trasporto, limitatamente al disposto di cui agli art. 2, comma 2, e 6, comma 2.

Ciò significa che il criterio differenziale non va applicato alle infrastrutture di trasporto (strade, ferrovie, aeroporti); esse tuttavia, essendo state comprese esplicitamente nella definizione di sorgenti fisse, sono comunque soggette ai limiti assoluti provvisori, che in determinati casi possono risultare più restrittivi dei limiti definitivi derivanti dalla zonizzazione acustica. Questo problema non riguarda comunque la città di Firenze, la cui zonizzazione acustica è in vigore sin dal mese di settembre 2004.

L'art. 16 riguarda l'abrogazione di norme in conflitto con la Legge Quadro.

L'art. 17 definisce l'entrata in vigore della legge: 60 giorni dopo la pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale.

2.5. IL D.P.C.M. 14 NOVEMBRE 1997

Sulla G.U. n. 280 del 1/12/1997 è stato pubblicato questo nuovo DPCM, che sostituisce ed integra il "vecchio" DPCM 1/3/1991, stabilendo i nuovi limiti assoluti e differenziali di rumorosità vigenti sul territorio, nonché i criteri di assegnazione delle classi (che restano sostanzialmente gli stessi già visti).

Le principali prescrizioni del DPCM 14/11/97 sono le seguenti:

Si definiscono per ciascun tipo di sorgente sonora due diversi limiti, detti di emissione e di immissione. I primi rappresentano il rumore prodotto nel punto ricettore dalla sola sorgente in esame, mentre i secondi

costituiscono la rumorosità complessiva prodotta da tutte le sorgenti (quello che nel DPCM 1 marzo 1991 veniva chiamato “rumore ambientale”). Si osservi come queste definizioni risultino in parziale contrasto sia con la stessa Legge Quadro, sia con analoghe definizioni esistenti in normative di altri paesi: ad es., in Germania si definisce Livello di Immissione il rumore prodotto dalla singola sorgente sonora nel punto ricettore, mentre si definisce Livello di Emissione il rumore prodotto ad una distanza fissa normalizzata di 25m dalla singola sorgente; il livello sonoro complessivo, prodotto da tutte le sorgenti, si chiama ancora rumore ambientale. Anche la Legge Quadro suggerisce una definizione analoga, sebbene non sufficientemente specifica.

I limiti di immissione sono gli stessi già indicati dal DPCM 1 marzo 1991, così come la definizione delle classi di destinazione d'uso del territorio. Inoltre, in attesa che i comuni provvedano all'attribuzione di tali classi, si adottano i limiti provvisori previsti dal DPCM 1 marzo 1991.

I limiti di emissione sono anch'essi tabellati in funzione della classe di destinazione d'uso del territorio, e sono in pratica sempre inferiori di 5 dB rispetto ai relativi limiti di immissione. Per esempio, se si ipotizza di trovarsi in una zona di classe IV (lim. diurno 65 dBA), una singola sorgente sonora non può superare (da sola) i 60 dB(A), mentre l'assieme di tutte le sorgenti sonore non può superare i 65 dB(A). Tuttavia non è chiaro a che distanza dalla sorgente sonora stessa debba essere effettuata la verifica del limite di emissione...

Per le infrastrutture di trasporto si rimanda agli appositi decreti attuativi per quanto riguarda i limiti del rumore immesso dalle stesse all'interno delle previste fasce di pertinenza (vedi paragrafo precedente). Tuttavia all'interno di tali fasce il rumore prodotto dalle altre sorgenti sonore continua ad essere soggetto ai limiti di emissione ed immissione previsti per la classe di appartenenza del territorio. Si chiarisce dunque che la fascia di pertinenza di una ferrovia non costituisce una zona territoriale autonoma, dotata di propria classe di rumorosità, ma ad essa va attribuita la classificazione acustica come se la ferrovia non ci fosse, dopodiché il rumore prodotto dalla stessa dovrà sottostare i limiti specifici previsti dal relativo decreto attuativo, mentre ai fini di tutte le altre sorgenti sonore la presenza della ferrovia e della relativa fascia di pertinenza risultano del tutto influenti. Lo stesso accade per le altre infrastrutture di trasporto (strade, autostrade, tranvie, etc.) sulla base dei rispettivi decreti (ad es. il DPR 30 maggio 2004 per le infrastrutture stradali).

Vengono ribaditi i valori limite differenziali di immissione di 5 dB diurni e 3 dB notturni, validi all'interno delle abitazioni. Tali limiti non si applicano nelle zone di classe VI, ed inoltre quando il livello di immissione, misurato a finestre aperte, è inferiore a 50 dB(A) di giorno ed a 40 dB(A) di notte, ovvero quando, a finestre chiuse, tali valori sono inferiori rispettivamente a 35 dB(A) diurni e 25 dB(A) notturni. Sulla base di questo, diventa possibile ipotizzare, nel caso di superamento dei limiti differenziali, non solo di intervenire alla fonte, ma anche di dotare le abitazioni disturbate di serramenti in grado di produrre una sufficiente attenuazione, in modo da rientrare nell'ultimo caso di esenzione previsto. Inoltre i limiti differenziali non si applicano alle infrastrutture di trasporto, alla rumorosità prodotta in maniera occasionale ed estemporanea (feste,

schiamazzi, litigi, etc.) e dai servizi ed impianti a servizio comune dell'edificio disturbato stesso (ascensore, centrale termica).

Le norme transitorie non stabiliscono limiti di emissione validi fino all'adozione da parte dei comuni della suddivisione in zone del relativo territorio comunale. Sembra pertanto che gli stessi entrino in vigore solo dopo che è stata effettuata la zonizzazione acustica.

Alcuni punti oscuri del DPCM vengono poi chiariti dal successivo decreto sulla strumentazione e tecniche di misura (D.M. Amb. 16/3/1998).

2.6. IL D.P.C.M. 5 DICEMBRE 1997

Si tratta di uno dei decreti attuativi della Legge Quadro, avente per titolo “Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici”. In sostanza si tratta di un dispositivo molto semplice, che fissa la prestazioni minime in termini di isolamento al rumore aereo fra unità abitative adiacenti R_w , dell'isolamento di facciata $D_{2m,nT,w}$, del livello normalizzato di calpestio su solai separanti unità abitative diverse $L_{n,w}$, nonché del rumore massimo prodotto dagli impianti tecnologici a funzionamento saltuario L_{ASmax} e continuo L_{Aeq} , sempre con riferimento agli effetti nelle unità abitative adiacenti quella in cui sono installati.

I requisiti richiesti sono variabili in funzione delle destinazioni d'uso dei locali, suddivise in:

- categoria A : edifici adibiti a residenza o assimilabili
- categoria B : edifici adibiti ad uffici e assimilabili
- categoria C : edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili
- categoria D : edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili
- categoria E : edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili
- categoria F : edifici adibiti ad attività ricreative o di culto ed assimilabili
- categoria G : edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili

I valori dei parametri acustici da rispettare sono riportati nella seguente Tabella 2.6-1:

Categorie di cui alla Tab. A	Parametri				
	R_w (*)	$D_{2m,nT,w}$	$L_{n,w}$	L_{ASmax}	L_{Aeq}
1.D	55	45	58	35	25
2.A,C	50	40	63	35	35
3.E	50	48	58	35	25
4.B,F,G	50	42	55	35	35

TABELLA 2.6-1 – VALORI LIMITE DEI PARAMETRI ACUSTICI

Si deve osservare che i valori numerici delle prime due colonne sono valori minimi, quindi sono da desiderare risultati maggiori o uguali di quelli indicati in tabella, mentre le successive tre colonne riportano dei valori massimi, che non debbono venire superati.

Per maggior chiarezza, vengono qui succintamente descritte le 5 grandezze atte a quantificare la prestazione acustica degli edifici, richiamando le relative norme UNI per la definizione e le modalità di misura:

Isolamento acustico normalizzato – da misurare su pareti divisorie cieche di unità abitative confinanti – requisito minimo da garantire per edifici di civile abitazione $R_w > 50$ dB.

Isolamento normalizzato di facciata – da misurare su facciate con serramenti rivolte all'esterno dell'edificio - requisito minimo per edifici di civile abitazione $D_{2m,nT,w} > 48$ dB.

Livello normalizzato di calpestio – da misurare su solai divisori di unità abitative diverse – requisito minimo per edifici di civile abitazione $L_{n,w} < 63$ dB.

Livello massimo Slow, ponderato “A”, del rumore prodotto da impianti a funzionamento discontinuo - requisito minimo per edifici di civile abitazione $L_{ASmax} < 35$ dB.

Livello equivalente ponderato “A” del rumore prodotto dagli impianti a funzionamento continuo - requisito minimo per edifici di civile abitazione $L_{Aeq} < 25$ dB.

E' ovvio che tutti gli edifici realizzati dopo l'entrata in vigore del decreto vadano progettati e realizzati con idonei accorgimenti costruttivi e soluzioni tipologiche tali da garantire il rispetto dei limiti prestazionali di cui sopra. Nel caso tali valori non vengano raggiunti, potrà essere negata l'abitabilità o l'agibilità dell'edificio, ovvero potranno essere negate le autorizzazioni per l'esercizio di attività produttive o commerciali.

Non è chiaro tuttavia se il rispetto dei limiti prestazionali debba venire dimostrato (o garantito) anche in sede di domanda di concessione edilizia, in quanto l'ottenimento dei risultati voluti dipende solo parzialmente dalle soluzioni progettuali definite in tale sede, ed in misura ben maggiore dalle tecniche esecutive delle strutture e degli impianti.

2.7. IL D.M. AMB. 16 MARZO 1998 TECNICHE DI RILEVAMENTO E DI MISURAZIONE DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO

Questo decreto ha sostituito l'allegato "A" al DPCM 1 marzo 1991, ed ha introdotto numerose innovazioni e complicazioni alle tecniche di rilievo.

Le complicazioni riguardano in particolare la definizione e la modalità di rilevamento dei fattori di penalizzazione per presenza di componenti impulsive, tonali e di bassa frequenza, che fortunatamente però non si applicano al rumore generato dai mezzi di trasporto. Pertanto non si riferisce qui in merito a tali complesse problematiche.

Per quanto riguarda il rilevamento del rumore prodotto dal traffico stradale, il decreto prevede un rilevamento in continua per 1 settimana, con memorizzazione dei livelli equivalenti ponderati "A" ogni ora, e calcolo a posteriori del livello equivalente medio del periodo diurno e notturno. Non è prevista né l'analisi statistica del rumore, né il tracciamento di profili temporali con risoluzione inferiore all'ora. A parte dunque la necessità di protrarre il rilevamento per una intera settimana (cosa giustificabile in alcuni casi, ma non certo in tutti), questa nuova normativa prevede un rilevamento molto semplice, attuabile anche con strumentazione di costo molto basso.

Viceversa, per quanto riguarda il rilevamento del rumore ferroviario, è richiesto un rilievo in continua della durata di 24 ore, nel corso delle quali si debbono identificare gli eventi sonori causati dal passaggio dei singoli treni.

Di ciascun passaggio occorre determinare il SEL (livello di singolo evento), indi il livello equivalente prodotto dal solo rumore dei treni si ottiene sommando energeticamente i SEL di tutti i transiti, e diluendo il risultato sul tempo di riferimento diurno o notturno, espresso in secondi:

$$L_{Aeq,TR} = 10 \cdot \lg \left[\sum_{i=1}^N 10^{0.1 \cdot SEL_i} \right] - 10 \cdot \lg [T_R]$$

In pratica con questa procedura si "depura" il rumore ambientale complessivo del rumore residuo, e si ottiene un livello equivalente dei soli treni, direttamente confrontabile con i limiti di cui allo specifico decreto attuativo.

Si deve qui osservare che, in base a questo decreto, anche se uno effettua una misura presso un ricettore soggetto sia a rumore da traffico stradale, sia a rumore da traffico ferroviario, in pratica la procedura di misura si concluderà con due valori di rumore disgiunti, in quanto il rumore ferroviario, per come viene misurato, non risente del rumore stradale, ed analogamente anche il rumore stradale, stante la esplicita esclusione degli "eventi di natura eccezionale" non connessi con il rumore stradale stesso, risulta "depurato" degli effetti del rumore ferroviario.

In pratica, in base a questo decreto, rumore ferroviario e rumore stradale sono due grandezze disgiunte e separate anche nel caso il punto di rilievo sia affetto da entrambi i tipi di rumore. Si vedrà più avanti come questo sia uno dei punti fondamentali al fine di applicare correttamente il concetto di interferenza fra diverse infrastrutture.

2.8. IL D.P.R. 18 NOVEMBRE 1998, N. 459

Questo decreto fissa i limiti di rumorosità ammessi per le sorgenti di rumore ferroviario, nonché l'estensione delle cosiddette "fasce di pertinenza" circostanti le infrastrutture ferroviarie.

In pratica, si distingue fra linee ferroviarie già in esercizio e linee di nuova realizzazione; per queste ultime, si distingue ulteriormente fra linee a bassa ed alta velocità (> 200 km/h).

Per le linee ferroviarie esistenti e per quelle di nuova realizzazione a bassa velocità, vengono previste due diverse fasce di pertinenza, con limiti differenziati. La fascia più interna ha ampiezza pari a 100 m a partire dalla mezzzeria del binario più esterno, ed all'interno della stessa vige un limite di immissione del solo rumore ferroviario pari a 70 dB(A) diurni e 60 dB(A) notturni. La fascia più esterna ha ampiezza di ulteriori 150m (va dunque dai 100 ai 250 m dalla mezzzeria del binario più esterno): entro tale seconda fascia, il limite di immissione del solo rumore ferroviario scende a 65 dB(A) diurni e 55 dB(A) notturni.

All'interno delle fasce di pertinenza, il rumore NON ferroviario deve comunque rispettare i limiti di zona di cui al DPCM 14/11/97, mentre il rumore ferroviario deve rispettare i propri specifici limiti che non dipendono dalla classificazione acustica dell'area, ma solo dalla distanza dalla mezzzeria del binario più esterno. In base a questo decreto, dunque, viene per la prima volta stabilito il principio di "non concorsualità" fra rumore ferroviario ed "altri" tipi di rumore, all'interno delle fasce di pertinenza. Conseguentemente, all'interno delle fasce di pertinenza ferroviarie il transito dei treni deve venire misurato mediante determinazione del SEL del singolo transito (come prescritto dal D.M.Amb. 16 marzo 1998, allegato C, p.1), e gli eventi di transito stessi debbono venire considerati come *"eventi sonori singolarmente identificabili di natura eccezionale rispetto al valore ambientale della zona"* (D.M.Amb. 16 marzo 1998, allegato A, p. 11), e pertanto esclusi al fine di determinare il livello del rumore ambientale, da confrontare con i limiti di zona.

Fuori delle fasce di pertinenza, invece, il rumore ferroviario entra a far parte del rumore ambientale complessivo, che deve risultare inferiore ai limiti di zona.

In pratica, questo decreto stabilisce chiaramente la non concorsualità fra rumore ferroviario e stradale all'interno delle fasce di pertinenza delle infrastrutture ferroviarie: la concorsualità ha invece luogo al di fuori delle fasce di pertinenza, oppure fra infrastrutture dello stesso tipo (ad esempio due linee ferroviarie distinte ma vicine).

Si precisa inoltre che, nel caso di nuove edificazioni in prossimità di una linea già in esercizio, gli interventi eventualmente necessari onde garantire il rispetto dei limiti suddetti sono a carico di chi realizza i nuovi edifici, e non dell'ente gestore della infrastruttura ferroviaria.

In entrambe le fasce, comunque, i ricettori sensibili (scuole, case di riposo, case di cura, ospedali) vengono tutelati con limiti molto più restrittivi (50 dBA diurni, 40 notturni). Per le scuole si applica solo il limite diurno.

Per le linee di nuova costruzione ad alta velocità, invece, esiste una unica fascia di pertinenza ampia 250m, all'interno della quale vigono i limiti di immissione di 65 dB(A) diurni e di 55 dB(A) notturni, tranne che per i ricettori sensibili di cui sopra, che mantengono i valori limite su indicati.

2.9. IL D.M.AMB. 29 NOVEMBRE 2000

Il decreto definisce i criteri per la predisposizione dei piani di contenimento e abbattimento del rumore nel settore delle infrastrutture di trasporto (stradale, ferroviario, aeroportuale). All'art. 1 la norma stabilisce i criteri tecnici da adottare da parte delle società e degli enti gestori delle infrastrutture di trasporto, ai fini della redazione di un piano di contenimento e abbattimento del rumore prodotto dall'infrastruttura stessa.

Nei successivi articoli vengono definiti gli obblighi del gestore (art.2), i criteri di priorità degli interventi (art.3), gli obiettivi delle attività di risanamento (art.4), gli oneri e le modalità di risanamento (art.5), le attività di controllo (art.6).

L'articolo più importante è il n.2, che stabilisce le attività da svolgere e le scadenze temporali delle stesse. Si distingue anzitutto tra tre tipi di infrastrutture:

- Stradali e ferroviarie di importanza locale e regionale
- Stradali e ferroviarie di importanza nazionale e interregionale
- Aeroporti

La prima scadenza temporale è prevista dopo 18 mesi dall'entrata in vigore del decreto, quindi è il 4 agosto 2002: entro tale data l'ente gestore dell'infrastruttura deve presentare alla regione competente una relazione sulla verifica del rispetto dei limiti di rumorosità, con individuazione delle aree ove essi sono superati.

Entro ulteriori 18 mesi dalla presentazione di tale relazione, l'ente gestore deve poi presentare il piano di contenimento ed abbattimento del rumore. Tale termine di 18 mesi scatta anche successivamente, in seguito a modificazioni delle infrastrutture o dei flussi veicolari insistenti sulle stesse, tali da scatenare un superamento "ex novo" dei limiti di rumorosità.

Gli obiettivi di risanamento previsti dal piano suddetto devono poi essere effettivamente conseguiti entro ulteriori 15 anni, anche se la Regione può, in determinate situazioni, fissare un termine diverso.

Un'ulteriore scadenza temporale è poi fissata dall'art.6 (Attività di controllo): entro il 31 marzo di ogni anno, e comunque entro tre mesi dall'entrata in vigore del decreto, gli enti gestori delle infrastrutture di trasporto debbono comunicare al Ministero dell'Ambiente, alla Regione ed al Comune, l'entità dei fondi accantonati annualmente e complessivamente a partire dalla data di entrata in vigore della L.447/95 e lo stato di avanzamento dei singoli interventi previsti, sia in corso che già conclusi.

Particolarmente interessanti sono poi gli allegati al decreto: l'allegato 1 contiene una metodica di quantificazione numerica dell'indice di priorità degli interventi di risanamento. Tale indice è ottenuto come somma dei prodotti fra la differenza fra livello sonoro prodotto dall'infrastruttura e limite di legge, ed il numero R di ricettori compreso in ciascuna area caratterizzata da un valore uniforme di tale differenza. Il numero di ricettori R si calcola convenzionalmente come prodotto dell'area per l'indice demografico statistico ad essa pertinente, a parte il caso delle strutture sanitarie (n. di posti letto x 4) e delle scuole (n. degli alunni x 3).

L'allegato 2 descrive le modalità tecniche di valutazione della rumorosità mediante modelli di calcolo numerico, di cui vengono descritte le caratteristiche funzionali minime, ed i criteri di progettazione acustica delle opere di mitigazione. E' importante osservare come in entrambi i casi i requisiti tecnici previsti coincidano esattamente con le capacità previsionali espletate dai modelli di calcolo Citymap/Disiapyr, che furono sviluppati in collaborazione con il Ministero dell'Ambiente, e che sono stati utilizzati nel presente studio.

L'allegato 3 contiene una tabella che indica i valori "standard" dei costi unitari dei prodotti utilizzabili per realizzare interventi di mitigazione antirumore.

Infine, l'allegato 4 contiene una metodica finalizzata ad attribuire le percentuali con cui diverse infrastrutture di trasporto "concorsuali" debbono ripartirsi gli oneri delle opere di mitigazione, **in caso di superamento dei limiti.**

2.9.1. Il D.M. Amb. 29 novembre 2000 ed il criterio di concorsualità'

Un punto particolarmente importante di questo decreto è quello che riguarda l'individuazione di altre infrastrutture di trasporto concorrenti all'immissione sonora nei punti in cui si ha un superamento dei limiti. Si fa in particolare riferimento all'art. 3, che definisce gli obblighi per i gestori delle infrastrutture di trasporto. In base al comma 1 di tale articolo, e con riferimento ai ricettori presso i quali i limiti di immissione sono superati, il gestore deve "determinare il contributo specifico delle infrastrutture al superamento dei limiti suddetti". D'altronde, in base al comma 4 di tale articolo, deve altresì fornire "l'indicazione delle eventuali altre infrastrutture dei trasporti concorrenti all'immissione nelle aree in cui si abbia il superamento dei limiti;".

Ai fini della corretta interpretazione del criterio di concorsualità, si deve osservare che questi obblighi scattano solo nei confronti dei gestori di infrastrutture che danno luogo al superamento dei limiti di

immissione. Mentre viceversa, laddove i limiti sono rispettati, l'intero decreto risulta inapplicabile, in quanto scopo dello stesso è predisporre le azioni di mitigazione finalizzate al rientro nei limiti stessi.

Il “superamento dei limiti” viene definito dal decreto esplicitamente con riferimento ai limiti definiti dagli altri specifici decreti attuativi della legge quadro sull'inquinamento acustico: il DPR 18 novembre 1998, n. 459 definisce i limiti per il rumore di origine ferroviaria all'interno delle fasce di pertinenza delle infrastrutture ferroviarie, il DPR 30 Marzo 2004, n. 142 definisce i limiti per il rumore di origine stradale all'interno delle fasce di pertinenza delle infrastrutture stradali, ed il DPCM 14 novembre 1977 stabilisce i limiti da rispettare al di fuori delle fasce di pertinenza per tutte le sorgenti, ed all'interno delle fasce di pertinenza per le sorgenti “diverse” da quella dell'infrastruttura che ha generato la fascia di pertinenza stessa.

Stante la vigenza di tali dispositivi, per un ricettore posto all'interno delle fasce di pertinenza di un'infrastruttura di trasporto (ad es. ferroviaria) occorre verificare che il rumore ferroviario rispetti il relativo limite, e che il rumore delle “altre” sorgenti rispetti il limite di zona. Si ha concorsualità “ferroviaria” se un ricettore si trova simultaneamente nella fascia di pertinenza di due distinte infrastrutture ferroviarie, che possono dar luogo conseguentemente a due limiti apparentemente diversi (ad esempio il ricettore può trovarsi nella fascia A della prima infrastruttura e nella fascia B della seconda infrastruttura). Nel caso si verifichi questa situazione, fermo restando che ogni infrastruttura ferroviaria distinta deve rispettare il “proprio” limite, occorre anche verificare il rispetto “concorsuale” da parte del rumore di entrambe le infrastrutture ferroviarie, che sommati debbono comunque rientrare nel limite più alto fra i due.

Risulta tuttora controversa la possibilità di considerare la presenza di concorsualità “mista” fra infrastrutture stradali e ferroviarie, atteso che le vigenti tecniche di misura comportano automaticamente l'esclusione degli effetti di un tipo di sorgente allorché si valuta il rumore dell'altro tipo.

Nulla vieta ovviamente, una volta misurato il rumore stradale ed il rumore ferroviario, di ricombinarli matematicamente, in modo da derivare un descrittore di “impatto concorsuale”, che ovviamente andrà sempre confrontato con il più alto fra i limiti vigenti per le due infrastrutture.

Stante la complessità del tema della “concorsualità”, pare doveroso riportare qui anche l'autorevole parere recentemente espresso con il documento tecnico rilasciato dall'ISPRA, che meglio definisce l'approccio alla concorsualità di più infrastrutture.

In pratica, nel documento ISPRA si ribadisce che il meccanismo della concorsualità scatta solo in caso di superamento dei limiti, e se la realizzazione di una nuova infrastruttura non innesca tale superamento, non ci si deve preoccupare di limitare la rumorosità della nuova infrastruttura in modo da lasciare margine per le altre.

Peraltro, rovesciando il discorso fatto da ISPRA, pare invece di potersi concludere che, se si va a realizzare una nuova infrastruttura in prossimità di una esistente, che da sola rispettava i limiti, se per effetto della nuova infrastruttura questi vengono ad essere superati, allora non si può pretendere che il gestore della

infrastruttura già esistente venga chiamato a concorrere al risanamento (come potrebbe interpretarsi da una lettura pedissequa del D.M.Amb. 29/nov/2000), e l'onere del risanamento spetta per intero a chi realizza la nuova infrastruttura.

2.10.IL DPR 30 MARZO 2004, N. 142 “REGOLAMENTO RECANTE DISPOSIZIONI PER IL CONTENIMENTO E LA PREVENZIONE DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO DERIVANTE DAL TRAFFICO VEICOLARE”

Questo decreto fissa i limiti di rumorosità ammessi per le sorgenti di rumore stradale, nonché l'estensione delle cosiddette “fasce di pertinenza” circostanti le infrastrutture stradali ed autostradali.

Le infrastrutture stradali sono definite dall'articolo 2 del decreto legislativo del 30 aprile 1992, n. 285, e successive modifiche, nonché dall'allegato 1 al presente decreto:

- A. autostrade;
- B. strade extraurbane principali;
- C. strade extraurbane secondarie;
- D. strade urbane di scorrimento;
- E. strade urbane di quartiere;
- F. strade locali.

Si distingue inoltre fra infrastrutture esistenti ed infrastrutture di nuova realizzazione.

Alle infrastrutture stradali non si applicano i limiti di emissione, né i valori attenzione e di qualità definiti dagli art. 2, 6 e 7 del DPCM 14/11/1997. Vengono definite fasce di pertinenza delle infrastrutture stradali, dotate di specifici limiti, in generale non coincidenti con quelli imposti dalla zonizzazione acustica, e si stabilisce che all'interno delle fasce di pertinenza il rumore prodotto dalle infrastrutture stradali vada valutato escludendo il contributo di altre sorgenti di rumore.

L'ampiezza delle fasce di pertinenza ed i limiti di immissione per il rumore stradale che debbono essere rispettati all'interno di tali fasce sono definiti in due tabelle allegate al decreto, la prima si riferisce alle infrastrutture di nuova costruzione, la seconda alle infrastrutture esistenti.

Le altre sorgenti di rumore devono rispettare i relativi limiti di immissione, come se la sorgente di rumore stradale non ci fosse, entro le fasce di pertinenza di quest'ultima. Infine, al di fuori delle fasce di pertinenza, il rumore stradale concorre al raggiungimento dei limiti di immissione complessivi previsti sulla base della classificazione acustica delle aree.

Come mostrato nelle seguenti tabelle, mentre per le infrastrutture di nuova realizzazione è prevista un'unica fascia di pertinenza, per le infrastrutture esistenti di categoria A, B e C vengono definite due fasce, denominate fascia A e fascia B, con limiti sonori differenziati.

Tipo di strada (secondo Codice della Strada)	Sottotipi a fini acustici (secondo D.M. 5.11.01, Norme funz. e geom. per la costruzione di strade)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole, ospedali, case di cura e di riposo		Altri ricettori	
			Diurno (dBA)	Notturmo (dBA)	Diurno (dBA)	Notturmo (dBA)
A - Autostrada		250	50	40	65	55
B - Strade extraurbane principali		250	50	40	65	55
C - Strade extraurbane secondarie	C1	250	50	40	65	55
	C2	150	50	40	65	55
D - Strade urbane di scorrimento		100	50	40	65	55
			50	40	65	55
E - Strade urbane di quartiere		30	Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C, allegata al DPCM del novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'articolo 6, comma 1 lettera a) della Legge n.447 del 1995			
F - Strade locali		30				

Note: per le scuole vale solo il limite diurno.

TABELLA 2.10-1 - LIMITI DI IMMISSIONE PER LE INFRASTRUTTURE STRADALI DI NUOVA REALIZZAZIONE

Tipo di strada (secondo Codice della Strada)	Sottotipi a fini acustici (secondo Norme CNR 1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole, ospedali, case di cura e di riposo		Altri ricettori	
			Diurno (dBA)	Notturmo (dBA)	Diurno (dBA)	Notturmo (dBA)
A - Autostrada		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
B - Strade extraurbane principali		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
C - Strade extraurbane secondarie	Ca (strade a carreggiate separate e tipo IV CNR 1980)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
	Cb (tutte le altre strade extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
D - Strade urbane di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	60
	Db (tutte le altre strade urbane di scorrimento)	100	50	40	65	55
E - Strade urbane di quartiere		30	Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C, allegata al DPCM del novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'articolo 6, comma 1 lettera a) della Legge n.447 del 1995			
F - Strade locali		30				

Note: per le scuole vale solo il limite diurno.

TABELLA 2.10-2 - LIMITI DI IMMISSIONE PER LE INFRASTRUTTURE STRADALI ESISTENTI ED ASSIMILABILI

Il Decreto stabilisce che per le autostrade (tipo A), così come per le strade extraurbane principali (tipo B), le strade extraurbane secondarie (tipo C1), siano fissate delle fasce territoriali di pertinenza dell'infrastruttura stessa di 250 metri a partire dal confine stradale. Per le strade extraurbane secondarie (tipo C2) la fascia è di 150 metri, mentre per le strade urbane di scorrimento (tipo D) la fascia si limita ai primi 100 metri.

Per le strade urbane di quartiere (tipo E), così come per le strade locali (tipo F), sono fissate delle fasce territoriali di pertinenza fasce dell'infrastruttura stessa di 30 metri dal confine stradale.

Per le infrastrutture di nuova realizzazione il proponente dell'opera individua i corridoi progettuali che possano garantire la migliore tutela dei ricettori presenti all'interno della fascia di studio di ampiezza pari a quella di pertinenza, estesa ad una dimensione doppia in caso di presenza di scuole, ospedali, case di cura e case di riposo.

2.11.IL DECRETO LEGISLATIVO 19 AGOSTO 2005, N. 194 "ATTUAZIONE DELLA DIRETTIVA 2002/49/CE RELATIVA ALLA DETERMINAZIONE E ALLA GESTIONE DEL RUMORE AMBIENTALE

Scopo di questo D.L. è il recepimento della direttiva 2002/49/CE del 25 giugno 2002 del Parlamento europeo e del Consiglio, relativa alla determinazione e gestione del rumore ambientale.

Tale recepimento è peraltro sin qui attuato solo parzialmente, in quanto viene subito precisato che, laddove non esplicitamente modificate dal presente decreto, si continuano ad applicare le disposizioni della legge 26 ottobre 1995, n. 447, e successive modificazioni, nonché la normativa vigente in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico adottata in attuazione della citata legge n. 447 del 1995.

L'art. 1 definisce le finalità e il campo di applicazione del D.L., che è finalizzato a definire le competenze e le procedure per:

- a) l'elaborazione della mappatura acustica e delle mappe acustiche strategiche di cui all'articolo 3;
- b) l'elaborazione e l'adozione dei piani di azione di cui all'articolo 4;
- c) assicurare l'informazione e la partecipazione del pubblico in merito al rumore ambientale ed ai relativi effetti.

L'art. 2 contiene solo una lunga sequenza di definizioni, e richiama a sua volta ulteriori definizioni di terminologia trasportistica derivanti dall'art. 3 del decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285. E' degno di essere qui richiamato il fatto che, al posto dei "classici" descrittori acustici ambientali usati in Italia sin dal 1991, cioè il Leq diurno, il Leq notturno ed il livello differenziale, vengono qui invece definiti il "nuovo"

descrittore unico: Lden (Day-Evening-Night), che è un “singolo numero” che integra la storia temporale delle 24 ore, lungo la quale si applica una penalizzazione di 5 dB fra le 20 e le 22 e di 10 dB fra le 22 e le 06.

L'art. 3 fissa i termini temporali entro cui debbono essere redatte e trasmesse alla Regione le mappe acustiche di Lden. Questi termini sono:

- 30 giugno 2007 per gli agglomerati urbani che superano i 250.000 abitanti
- 30 giugno 2007 per i grandi servizi pubblici di trasporto e le relative infrastrutture, riferiti ad assi stradali principali su cui transitano più di 6.000.000 di veicoli all'anno, ad assi ferroviari principali su cui transitano più di 60.000 convogli all'anno ed agli aeroporti principali.
- 31 dicembre 2006 nel caso in cui i grandi servizi pubblici di trasporto e le relative infrastrutture, di cui al punto precedente, si trovino in agglomerati urbani che superano i 250000 abitanti.
- 30 giugno 2012 per gli agglomerati urbani che superano i 100.000 abitanti.
- 30 giugno 2012 per i servizi pubblici di trasporto di qualsiasi dimensione.
- 31 dicembre 2011 nel caso in cui i servizi pubblici di trasporto e le relative infrastrutture, di cui al punto precedente, si trovino in agglomerati urbani che superano i 100000 abitanti.

Le modalità tecniche di redazione delle mappature acustiche avrebbero dovuto essere specificate con decreto entro 6 mesi dall'entrata in vigore di questo nuovo D.L., decreto che non è mai stato emesso.

L'art. 4 fissa in modo analogo le scadenze per la redazione e presentazione alla regione delle Mappe Strategiche (il nuovo documento che andrà a sostituire gli attuali Piani di Risanamento Acustico):

- 18 luglio 2008 per gli agglomerati urbani che superano i 250.000 abitanti
- 18 luglio 2008 per i grandi servizi pubblici di trasporto e le relative infrastrutture, riferiti ad assi stradali principali su cui transitano più di 6.000.000 di veicoli all'anno, ad assi ferroviari principali su cui transitano più di 60.000 convogli all'anno ed agli aeroporti principali.
- 18 gennaio 2008 nel caso in cui i grandi servizi pubblici di trasporto e le relative infrastrutture, di cui al punto precedente, si trovino in agglomerati urbani che superano i 250000 abitanti.
- 18 luglio 2013 per gli agglomerati urbani che superano i 100.000 abitanti.
- 18 luglio 2013 per i servizi pubblici di trasporto di qualsiasi dimensione.
- 18 gennaio 2013 nel caso in cui i servizi pubblici di trasporto e le relative infrastrutture, di cui al punto precedente, si trovino in agglomerati urbani che superano i 100000 abitanti.

Anche per i piani d'azione, le modalità tecniche di redazione avrebbero dovuto essere specificate con decreto entro 6 mesi dall'entrata in vigore di questo nuovo D.L.

L'art. 5 stabilisce l'obbligatorietà dell'utilizzo del nuovo descrittore Lden, e subordinatamente anche del "vecchio" Lnight, per la redazione delle mappe acustiche di cui all'art. 3. Tuttavia, le modalità tecniche di conversione e ricalcolo dei valori limite definiti dal vigente DPCM 18/11/1997 avrebbero dovuto essere emanate con DPCM entro 120 giorni dall'entrata in vigore di questo D.L. In assenza di tale decreto, si debbono continuare ad utilizzare i descrittori acustici "classici" già definiti sulla base dell'art. 3 della legge n. 447/1995.

L'art. 6 stabilisce che entro 6 mesi dall'entrata in vigore avrebbe dovuto essere emanato il decreto ministeriale che definisce le nuove metodiche di calcolo numerico applicabili per la stima previsionale di Lden. L'allegato 2, comunque, indica alcune metodiche di calcolo utilizzabili in attesa dell'emanazione di questo decreto ministeriale.

Il D.L. prevede infine di diventare effettivamente operativo solo a seguito dell'emanazione di un apposito DPR adottato ai sensi dell'articolo 17, comma 1, della legge 23 agosto 1988, n. 400, sentita la Conferenza unificata, che conterrà le modifiche necessarie per coordinare con le disposizioni del presente decreto la normativa vigente in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico.

In pratica quindi, sebbene questo nuovo D.L. sia estremamente importante, in quanto ha dato inizio ad una procedura di completa revisione del quadro legislativo, che porterà anche a ridefinire i limiti di rumorosità e a dover sviluppare nuove tecniche di simulazione numerica, per l'attuale procedura di impatto ambientale del rumore dell'opera qui analizzata, non si hanno al momento ripercussioni di alcun genere, in assenza dei citati decreti applicativi.

2.12. NORMATIVA DI RIFERIMENTO DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA

2.12.1. La D.G.R n. 673 del 14/04/04

La presente Valutazione di Impatto Ambientale è stata prodotta in conformità ai requisiti previsti in questa DGR, intitolata:

"Criteri tecnici per la redazione della DOCUMENTAZIONE DI PREVISIONE DI IMPATTO ACUSTICO e della VALUTAZIONE PREVISIONALE DEL CLIMA ACUSTICO".

In particolare, la delibera richiede che una valutazione di impatto acustico contenga:

- planimetria aggiornata indicante le destinazioni urbanistiche delle zone e relativi usi consentiti per un intorno sufficiente a caratterizzare gli effetti acustici dell'opera proposta;

- individuazione, sulla planimetria di cui al punto precedente, dei ricettori¹ presenti, con relativi usi, altezze rispetto al piano campagna e valori limite desumibili dalla classificazione acustica comunale. In caso di assenza della zonizzazione acustica del territorio comunale nelle sei classi di cui al D.P.C.M. 14/11/1997, l'attribuzione delle classi acustiche dovrà essere desunta dai criteri stabiliti dalla D.G.R. 9 ottobre 2001, n.2053, pubblicata sul B.U.R. della Regione Emilia-Romagna n.155 del 31/10/2001;
- nel caso di infrastrutture di trasporto, eventuale indicazione delle fasce di pertinenza dell'infrastruttura e dei valori limite applicabili al loro interno;
- la caratterizzazione o la descrizione acustica delle sorgenti sonore, i calcoli relativi alla propagazione del suono, la caratterizzazione acustica di ambienti esterni o abitativi, le caratteristiche acustiche degli edifici e dei materiali impiegati;
- le modalità d'esecuzione e le valutazioni connesse ad eventuali rilevazioni fonometriche;
- le valutazioni di conformità alla normativa dei livelli sonori dedotti da misure o calcoli previsionali;
- per i modelli di calcolo utilizzati, la descrizione del modello medesimo, l'accuratezza della stima dei valori dei livelli sonori, i dati di input utilizzati e l'analisi dei risultati ottenuti dal calcolo previsionale;
- qualora già in fase di progetto vengano previsti sistemi di mitigazione e riduzione dell'impatto acustico, la descrizione degli stessi, fornendo altresì ogni informazione utile a specificarne le caratteristiche e ad individuarne le proprietà di riduzione dei livelli sonori nonché il grado di attenuazione previsto presso i punti individuati nell'ambiente esterno o presso i potenziali ricettori considerati.
- Inoltre, nel caso di valutazioni riferite ad infrastrutture di trasporto stradale, viene anche richiesto:
- indicazione della tipologia di strada secondo le categorie individuate dal D.lgs. 285/92 e successive modifiche ed integrazioni e dei dati identificativi del soggetto proponente, del soggetto gestore, dei territori comunali che saranno attraversati o interessati dal rumore causato dall'infrastruttura;
- descrizione del tracciato stradale in pianta, delle quote della sede stradale, delle caratteristiche dei flussi di traffico previsti. Devono essere forniti i dati relativi al traffico nelle ore di punta, al traffico medio giornaliero, su base settimanale, previsto per il periodo diurno e per il periodo notturno, alla composizione percentuale per le diverse categorie di mezzi pesanti, autocarri, autoveicoli, motocicli ed alla velocità prevista. Per le strade di tipo E ed F, deve essere prodotta la stima dei livelli sonori attesi ai ricettori maggiormente esposti, ottenibile anche con le comuni procedure di calcolo disponibili in letteratura;

¹ per recettore si intende: qualsiasi edificio adibito ad ambiente abitativo (come definito dalla L. n. 447/1995) comprese le relative aree esterne di pertinenza, o ad attività lavorativa o ricreativa; aree naturalistiche vincolate, parchi pubblici e aree esterne destinate ad attività ricreative e allo svolgimento della vita sociale della collettività; aree territoriali edificabili già individuate dai vigenti strumenti urbanistici e loro varianti.

- indicazione delle eventuali modifiche sui flussi di traffico e indicazione, tramite stime previsionali, delle eventuali variazioni nei valori dei livelli equivalenti di lungo termine ($L_{Aeq,TL}$), per intervalli orari significativi e per i due periodi della giornata, causate dalla infrastruttura in corrispondenza ad arterie stradali già in esercizio;
- indicazione sulle planimetrie predisposte e mediante coordinate georeferenziate, (con eventuali fotografie anche aeree o altro materiale ritenuto idoneo), di un numero di punti adeguati allo scopo di descrivere l'impatto acustico dell'opera in prossimità di potenziali ricettori. Inoltre dovrà essere descritta la propagazione sonora verso gli spazi circostanti, attraverso la determinazione delle curve di isolivello individuabili ad una altezza dal suolo di quattro metri. Per i punti sopra descritti, devono essere forniti i dati previsionali dei livelli sonori desumibili attraverso le più opportune procedure di calcolo;
- dati fonometrici derivanti da misurazioni effettuate prima della costruzione per l'intera area considerata ai fini della valutazione della propagazione sonora e per i punti corrispondenti alle posizioni significative di cui alla lettera d) che precede. Tali dati devono permettere l'individuazione e caratterizzazione acustica delle singole sorgenti sonore già presenti e quindi preesistenti rispetto all'opera.

I dati previsionali dovranno riferirsi a scenari ad uno e a dieci anni dopo l'entrata in esercizio del tratto di infrastruttura stradale interessata. I valori previsti (post-operam) devono essere riferiti sia ai singoli punti che all'intero spazio considerato attraverso le curve di isolivello. I parametri descrittivi del rumore, oltre al L_{Aeq} , potranno essere costituiti da indicatori specifici o altri livelli sonori utili a descrivere l'immissione sonora da traffico veicolare.

2.12.2. La D.G.R. n. 45 del 21/01/02: Criteri per il rilascio delle autorizzazioni per particolari attività ai sensi dell'art. 11, comma 1 della legge regionale 09/05/01 n. 15 recante "Disposizioni in materia di inquinamento acustico"

In data 21 gennaio 2002 è stata emanata una delibera della Giunta della Regione Emilia Romagna recante i "Criteri per il rilascio delle autorizzazioni per particolari attività" in attuazione dell'art. 11, comma 1 della Legge Regionale 15/2001.

Tale Delibera contiene una sezione dedicata all'attività dei cantieri edili, stradali ed assimilabili in cui si specifica che, qualora si preveda il superamento dei limiti previsti dalla classificazione acustica del territorio, per lo svolgimento delle attività previste è necessaria un'apposita autorizzazione comunale da richiedersi allo sportello unico almeno 20 gg. prima dell'inizio di tale attività, con applicazione del principio del silenzio-assenso.

I cantieri che non fossero in grado di rispettare neppure i limiti indicati dalla Delibera per motivi eccezionali e documentabili potranno chiedere una "deroga alla deroga" mediante domanda allo sportello unico: in questo caso l'autorizzazione può essere rilasciata, previa acquisizione del parere dell'Arpa, entro 30 gg. dalla richiesta.

Vengono inoltre stabiliti gli orari e, in alcuni casi, i limiti cui tali attività devono sottostare (vedi tabella 2.12-1).

Attività	Orario di lavoro	Limiti acustici	Tempo di misura	Ubicazione della misura
Normali attività di cantieri edili, stradali e simili	7.00- 22.00	Non definiti	Non definito	Non definita
Attività e lavorazioni di cantiere disturbanti	8.00-13.00, 15.00-19.00	70 dBA	>= 10 min	In facciata agli edifici con ambienti abitativi
Normali attività di cantiere per opere di ristrutturazione o manutenzione straordinaria di fabbricati	7.00-22.00	65 dBA	>= 10 min	Nell'ambiente disturbato a finestre chiuse

TABELLA 2.12-1 - PRESCRIZIONI E LIMITI PREVISTI DALLA DELIBERA REGIONALE DEL 21 GENNAIO 2002

Si prevede inoltre che il cantiere adotti tutti gli accorgimenti utili al contenimento delle emissioni sonore sia in termini di tipologia di attrezzature (conformi alle direttive CE), sia in termini di organizzazione delle attività. Le persone potenzialmente disturbate devono essere avvisate su tempi e modi di esercizio, su data inizio e fine lavori.

Non si applicano né il limite di immissione differenziale, né le penalizzazioni previste dalla normativa per le componenti impulsive e tonali.

In caso di cantieri edili o stradali finalizzati ad attività urgenti di ripristino dell'erogazione di servizi di pubblica utilità (condotte fognarie, linee telefoniche ed elettriche, gas, acqua...) o in situazione di pericolo per l'incolumità della popolazione, è concessa deroga agli orari ed agli adempimenti amministrativi previsti dalla Delibera.

Infine, nel caso in cui i cantieri vengano a trovarsi in aree particolarmente protette possono essere prescritte maggiori restrizioni, sia per quanto riguarda i livelli di rumore emesso, sia per quanto riguarda gli orari da osservare.

I Comuni dovrebbero pertanto adottare regolamenti comunali in linea con questa direttiva regionale. Allo stato attuale, risulta che la situazione dei regolamenti comunali sulle attività rumorose temporanee sia quella evidenziata nella seguente tabella:

Comune	Data delibera di adozione	Conforme alla DGR 45 del 21/1/2002?
Modena	19/02/2007	Si
Rubiera	Del. C.C n. 31 del 7 aprile 1998	No
Scandiano	No	No
Reggio Emilia	Del C.C. n. 15512/165 del 06/04/1993	No

2.12.3. La D.G.R. n. 2053 del 09/10/01: "Disposizioni in materia di inquinamento acustico: criteri per la classificazione acustica del territorio ai sensi del comma 3 dell'art. 2 della legge regionale 09/05/01 n° 15 recante disposizioni in materia di inquinamento acustico"

Questa delibera di giunta regionale contiene una raccomandazione tecnica, il cui utilizzo da parte dei Comuni non è cogente, e risulta in effetti che tutte le classificazioni esistenti nei comuni interessati dall'opera qui esaminata, siano, in diversa misura, parzialmente difformi rispetto alle raccomandazioni emanate dalla giunta regionale.

Scopo della delibera è quello di definire i criteri per l'assegnazione delle classi acustiche. Sono previsti due approcci abbastanza diversi:

- classificazione dello "stato di fatto", basata sulla conoscenza di indicatori statistici relativi a densità di popolazione, densità di attività commerciali, densità di attività produttive;
- classificazione dello "stato di progetto" basata primariamente sulle previsioni del POC e del PSC.

Il primo approccio andrebbe applicato a quelle porzioni di territorio considerate ormai "consolidate", per cui la fotografia della situazione passata costituisce ragionevole proiezione anche dell'assetto futuro. Viceversa, la classificazione delle aree oggetto di future trasformazioni andrebbe fatta con riferimento all'assetto futuro, indicando graficamente questo fatto mediante opportuno simbolo grafico (campitura a tratteggio anziché piena). In tale caso non si fa riferimento ad indicatori statistici basati su dati censori, ma alle previsioni derivanti dagli strumenti urbanistici (POC, PSC, RUE, etc.).

Va osservato che la metodica statistica, come enunciata nella DGR, è inapplicabile e scientificamente sbagliata per una serie di motivi, fra cui:

- Non si differenzia fra comuni con popolazione superiore ai 10.000 abitanti, che hanno unità censorie molto piccole, e comuni inferiori ai 10.000 abitanti, che hanno unità censorie molto più grandi, sino a 20 isolati cadauna; ovviamente la distribuzione statistica dei descrittori è molto diversa nei due casi.
- I limiti dei rapporti statistici esprimenti i valori "bassi", "medi" ed "elevati" per i parametri di densità di popolazione, densità di esercizi commerciali, densità di attività produttive, sono estratti da una statistica nazionale riferita a dati aggregati su base provinciale, risultando quindi in una inappropriata riduzione della variabilità rispetto ai dati riferiti alle singole unità censorie.
- Il concetto di UTO (Unità Territoriali Omogenee), cui per definizione compete una unica classe acustica, si scontra da un lato con i confini delle unità censorie, dall'altro con obiettive disomogeneità della propagazione acustica, rendendo di fatto impossibile il rispetto della prescrizione contenuta nella Legge Regionale n. 15/2001 a far confinare fra loro porzioni di territorio avente rumorosità misurata che differisca di più di 5 dB(A).

- Alcuni comuni hanno espressamente contestato la scelta di realizzare la famosa fasce-cuscinetto di transizione fra zone ad elevata rumorosità e zone tranquille, o che circondano le infrastrutture di trasporto, preferendo adottare una classificazione acustica dettata unicamente dalle caratteristiche urbanistiche dell'edificato, a prescindere dalla vicinanza di sorgenti di rumore che altrimenti verrebbero "legalizzate" dalle fasce-cuscinetto.

Di fatto pertanto tutti i comuni interessati si discostano in misura variabile dalle prescrizioni regionali. Questo però comporta che si abbia una brusca transizione della situazione al passaggio dei confini comunali, cosa che si ripercuote negativamente sull'uniforme attuazione di opere di mitigazioni, soprattutto durante la fase di cantierizzazione, in cui il rispetto dei limiti di zona diventa il criterio sulla base del quale si pianificano le attività più rumorose, e si chiedono le deroghe ai Comuni interessati.

Stante la disuniformità riscontrata da Comune a Comune, nel cap. 4 vengono brevemente presentate le classificazioni acustiche attualmente vigenti nel territorio interessato dall'opera qui valutata. Si provvede infine al compendio di tutte le classificazioni acustiche in un'unica cartografia integrata, sulla base della quale viene valutata la conformità del progetto qui analizzato con la pianificazione acustica vigente.

3. METODICA DI SIMULAZIONE MATEMATICA DELL'EMISSIONE E PROPAGAZIONE DEL RUMORE DA TRAFFICO

Il programma Citymap è stato sviluppato dal prof. Angelo Farina dell'Università di Parma, nell'ambito di un progetto di ricerca DISIA denominato "Inquinamento acustico nelle aree urbane", organizzato dal Ministero dell'Ambiente nel 1995. Esso contiene l'intero data-base dei valori di emissione sonora derivanti dalle campagne di rilevamento fonometrico previste nell'ambito del suddetto progetto DISIA, ed è basato su algoritmi di calcolo semplici e comunemente accettati, coerenti con i modelli di calcolo della propagazione sonora in vigore in altri paesi (quali RLS-90 e Schall-03 della Germania, oppure Empa e Semibel della Svizzera).

Il programma è attualmente a disposizione gratuitamente per le strutture pubbliche (Comuni, Provincie, Regioni, ARPA, ANPA, USL, Università, etc.), e non è in vendita per i privati.

In questo capitolo viene descritto il programma di calcolo, assieme con i rilievi sperimentali utilizzati per la caratterizzazione delle sorgenti di rumore urbano. Viene poi spiegato in dettaglio l'algoritmo di calcolo, e vengono illustrate l'interfaccia utente del programma e la sua interazione con altri programmi (CAD, GIS, programmi di mappatura).

3.1. INTRODUZIONE E SCOPI DELL'ALGORITMO DI SIMULAZIONE

Sia nella fase di zonizzazione acustica del territorio urbano, che nella successiva fase di gestione del problema del rumore nelle aree urbane, si sente la necessità di disporre di un sistema informatico in grado di fornire la mappatura acustica del territorio. Questa può essere derivata integralmente da rilievi sperimentali, ma può essere ottenuta viceversa anche mediante l'impiego di modelli numerici, molti dei quali disponibili in Europa anche in forma di raccomandazioni ufficiali dei Ministeri competenti in vari Paesi. La superiorità della soluzione basata sul modello numerico consiste soprattutto nel fatto che essa consente il ricalcolo immediato della nuova situazione per effetto di modifiche al Piano Urbano del Traffico (P.U.T.), per effetto dell'edificazione di nuove costruzioni, o per la realizzazione di opere di contenimento delle emissioni sonore.

Tuttavia in passato è risultato evidente come l'impiego dei modelli di calcolo, anche i più raffinati, porti a stime della rumorosità estremamente disperse in assenza di qualsiasi forma di taratura del modello mediante rilievi sperimentali: in occasione di un *Round Robin* fra modelli di calcolo europei, alla cui organizzazione ha

partecipato anche l'autore del presente studio², è risultato che anche in casi geometricamente molto semplici si verificano differenze di 4-5 dB(A) fra i vari programmi di calcolo, e che nel caso la situazione geometrica si complichino anche di poco, queste variazioni arrivano fino a 12 dB(A). Si noti poi che le differenze riscontrate non riguardano solo la modellazione di fenomeni di propagazione a lunga distanza (che in ambito urbano sono comunque poco rilevanti), ma anche la vera e propria **emissione** da parte delle sorgenti sonore. Considerando che il *Round Robin* di cui sopra teneva in considerazione solo sorgenti di rumore legate al traffico stradale fluente (tipo autostrada), ci si aspetta una situazione ancora peggiore applicando simili modelli semplificati di emissione in campo urbano, in presenza di traffico non fluente, e magari anche in presenza di linee ferroviarie che attraversano la città.

Si è pertanto deciso di realizzare un sistema di calcolo che privilegiasse l'accuratezza nella stima delle emissioni sonore, descrivendo con grande dettaglio i tipi di sorgente e le loro modalità di emissione. E' stata dunque realizzata un'imponente campagna di rilievi sperimentali, onde disporre di un data-base di emissione, tarato sulla realtà italiana, e comunque sempre modificabile ed aggiornabile in funzione di ulteriori rilievi. In tal modo il modello di calcolo non contiene al suo interno le informazioni legate all'emissione sonora, che sono viceversa disponibili come dati di ingresso, eventualmente modificabili onde adattare il funzionamento del modello a realtà urbane diverse da quelle in cui è stata condotta la sperimentazione.

Ai fini di realizzare con tempi di calcolo ragionevoli la mappatura di una intera città, si è scelto poi di impiegare i dati di emissione come *input* di un algoritmo di calcolo molto semplificato, tenuto conto del fatto che all'interno delle aree urbane non sono solitamente molto importanti i fenomeni di propagazione su lunga distanza³. E' ovviamente possibile (e necessario) disporre di un modello molto più raffinato allorché, anziché mappare l'intera città, si decide di studiare in dettaglio un singolo gruppo di edifici, onde ad esempio verificare l'efficacia di diversi sistemi di contenimento del rumore: a questo scopo è stato realizzato un diverso programma di calcolo, che non è stato impiegato in questo lavoro.

Affinché l'operazione di mappatura dell'area urbana possa venire intrapresa in tempi ragionevoli ed a costi contenuti, è necessario che la base cartografica ed i dati di input del modello siano disponibili in forma informatizzata: pertanto il programma di mappatura del livello sonoro nelle aree urbane, che è stato battezzato CITYMAP, è stato dotato di idonea interfaccia software verso i sistemi CAD comunemente usati per applicazioni di G.I.S. (Geographical Information Services). Tramite questo collegamento, è possibile creare all'interno dei sistemi CAD l'insieme di dati geometrici (tracciato delle strade e dei binari, sorgenti di tipo industriale), agganciare alle entità geometriche i dati di emissione (traffico stradale e ferroviario,

² Pompoli R., Farina A., Fausti P., Bassanino M., Invernizzi S., Menini L., "Intercomparison of traffic noise computer simulations", in: atti del XXIII Convegno Nazionale AIA – 18th AICB, Bologna, 12-14 settembre 1995, supplemento, p.523-559

³ A. Farina, G. Brero, G. Pollone - "Modello numerico basato su rilievi sperimentali per la mappatura acustica delle aree urbane" - Atti del Convegno NOISE & PLANNING '96 - Pisa, 29-31 maggio 1996.

emissione delle sorgenti industriali) ed ottenere all'uscita del modello di calcolo una mappatura isolivello acustico perfettamente sovrapponibile alla cartografia digitale. Tutte queste operazioni sono possibili senza abbandonare l'ambiente *multitasking* di MS Windows, che funge da elemento di collegamento trasparente ai vari programmi.

E' ovvio come queste possibilità siano utili nella fase di classificazione del territorio di un comune in zone acustiche ai sensi del DPCM 1 marzo 1991 e della nuova Legge Quadro sull'Inquinamento Acustico (L. 26 ottobre 1995, n. 447): diviene infatti possibile porre a confronto diretto, all'interno del software di mappatura acustica, la cartografia che riporta i limiti di rumorosità con quella che riporta i livelli effettivamente esistenti sul territorio. E' possibile così ottenere automaticamente una **carta dei superamenti**, in cui vengono evidenziate con diversi colori le zone in cui la rumorosità è superiore al limite proposto. Sulla base di tale rappresentazione, è possibile adottare le opportune scelte tecniche, ma anche politiche: infatti l'adozione della zonizzazione acustica è un'operazione eminentemente politica (come la realizzazione di un P.R.G.), e di fronte alla possibilità di trovarsi con livelli molto più alti dei limiti su una vasta porzione del territorio, potrebbe risultare conveniente adottare classi con limiti di rumorosità più elevati, tranne che nelle zone in cui si prevede di poter effettivamente realizzare bonifiche tali da consentire il rientro nei limiti.

Per quanto riguarda invece la gestione del territorio, è evidente come sia di immediata applicazione la possibilità di ricalcolare rapidamente la nuova mappa del rumore in occasione di interventi sulle sorgenti sonore (modifica del P.U.T.), sull'edificato o in occasione della realizzazione di opere di bonifica. Queste ultime, comunque, andranno progettate facendo impiego del secondo programma di calcolo, che tiene conto di fenomeni acustici molto più complessi di quanto implementato nel programma CITYMAP⁴.

Va anche osservato che è in atto una tendenza, resa possibile dalla velocità sempre crescente degli elaboratori elettronici, ad impiegare algoritmi e modelli computazionalmente molto esigenti, inizialmente concepiti per analisi su piccola scala, per lo studio di porzioni di territorio molto più vaste⁵.

⁴ A. Farina – "Modelli numerici per il rumore da traffico stradale e ferroviario in aree urbane" – Atti del Convegno "Rumore? Ci stiamo muovendo - Secondo seminario sull'Inquinamento Acustico" - Roma, 26-27 ottobre 1998.

⁵ Farina A., Tonella I. – "Impiego di modelli previsionali innovativi per la valutazione del rumore stradale e ferroviario in aree urbane" – Atti del Convegno Nazionale AIA 1999, Genova, 2-4 giugno 1999.

3.2. RILIEVI SPERIMENTALI PER LA DETERMINAZIONE DELLE EMISSIONI SONORE

Il modello previsionale sviluppato si basa in primo luogo sull'esistenza di una banca dati di input relativa ai livelli di emissione. Questa banca dati è infatti il frutto di regressioni effettuate su una ampia famiglia di dati di emissione rilevati al transito di veicoli isolati.

Parametrizzando le condizioni di transito è stato possibile quantificare gli effetti acustici associati ad alcune variabili: pendenza della strada, tipo di pavimentazione, velocità del flusso, tipo di veicolo. Dall'emissione dei singoli veicoli, e dal numero degli stessi che transita nel periodo di riferimento considerato (diurno o notturno), il modello calcola un valore di emissione da associare alla strada, tenendo anche conto delle caratteristiche di quest'ultima.

Per far ciò è necessario conoscere il SEL (livello di singolo evento) relativo al transito di un veicolo di ciascun tipo. Pertanto la banca dati di emissione altro non è che una raccolta di valori di SEL, relativi ai diversi tipi di veicolo, alle diverse fasce di velocità, ed agli effetti delle variabili di cui sopra.

Pertanto i rilievi sperimentali sono consistiti nella misurazione di un grande numero di passaggi singoli di veicoli (sia stradali che ferroviari), di ciascuno dei quali è stato misurato il profilo temporale, e dunque il SEL. Ovviamente ciò è possibile soltanto in presenza di transiti isolati in contesti ambientali standardizzati.

3.2.1. Rumore da traffico stradale

La distinzione tra rilievi urbani ed extraurbani è in questo caso finalizzata essenzialmente alla possibilità di individuare in questi diversi contesti transiti a velocità medio-basse (ambiente urbano, classi di velocità C1-C4) e transiti a velocità medio-alte (ambiente extra-urbano, classi C5-C8), anche se in realtà tutti questi dati servono poi per calcoli del rumore soltanto in ambito urbano.

In entrambi i casi viene caratterizzato l'effetto pendenza della sede stradale (+5% e -5%). Nel caso urbano viene inoltre caratterizzato l'effetto della superficie stradale in pavé; nel caso autostradale viene caratterizzata la superficie stradale con pavimentazione di tipo drenante-fonoassorbente.

Per la gestione del database di input del modello si è reso necessario uniformare la classificazione dei transiti rilevati. Ne risulta come riferimento lo schema che segue per il riconoscimento delle tipologie di superficie stradale, per la classificazione dei veicoli e per l'identificazione delle classi di velocità.

TIPO DI SEDE STRADALE

- A1 - condizione standard 1: pavimentazione bituminosa tradizionale, pendenza nulla;
- A2 - condizione parametrica 2- pavimentazione bituminosa tradizionale, pendenza +5%;
- A3 - condizione parametrica 3- pavimentazione bituminosa tradizionale, pendenza -5%;
- A4 - condizione parametrica 4- pavimentazione in pavé, pendenza nulla;
- A5 - condizione parametrica 5- pavimentazione bituminosa fonoassorbente, pendenza nulla.

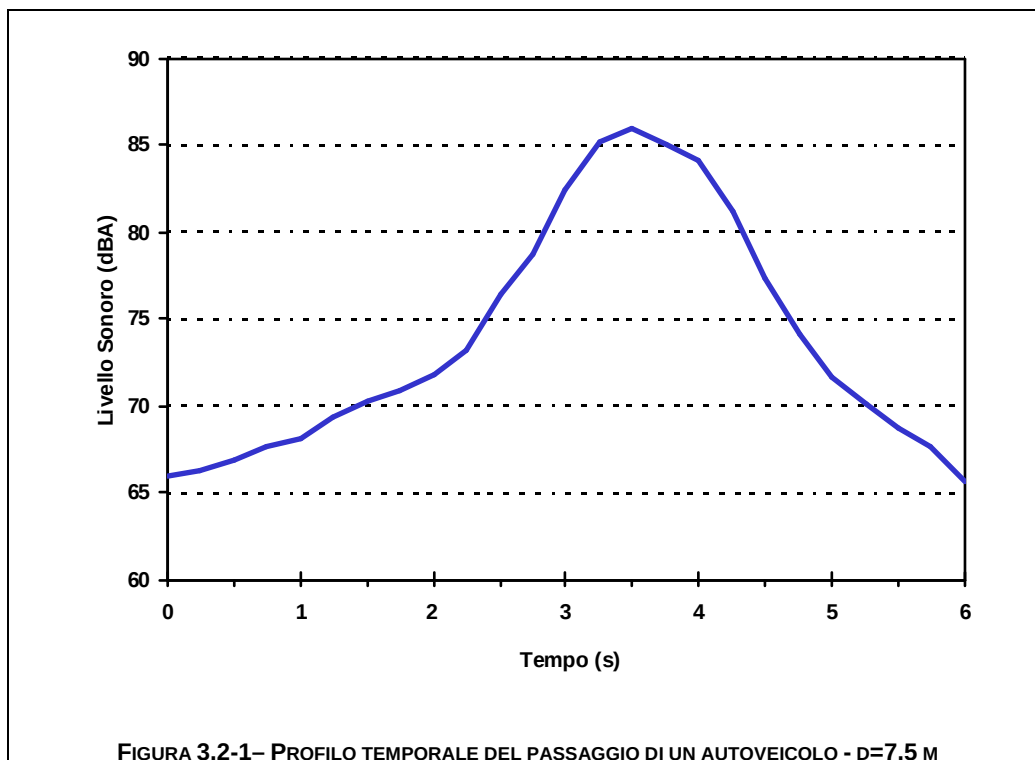
CATEGORIA DI VEICOLI

- V1 - autovetture e veicoli commerciali fino a 5 t;
- V2 - veicoli commerciali medi, con 2 assi più di 4 ruote, autobus extraurbani;
- V3 - veicoli commerciali medio-pesanti, con 3 o più assi e peso totale fino a 10 t;
- V4 - veicoli pesanti con più di 3 assi, con rimorchi o semirimorchi;
- V5 - motocicli.

FASCE DI VELOCITA'

- C1 - $0 < V \leq 25$ km/h in accelerazione;
- C2 - $25 < V \leq 50$ km/h in accelerazione;
- C3 - $0 < V \leq 25$ km/h in decelerazione;
- C4 - $25 < V \leq 50$ km/h in decelerazione;
- C5 - $50 < V \leq 70$ km/h;
- C6 - $70 < V \leq 90$ km/h;
- C7 - $90 < V \leq 110$ km/h;
- C8 - $V > 110$ km/h.

La metodologia di rilievo prevede l'utilizzo di un microfono posizionato a 7.5 m dal centro della corsia di misura, ed 1.2 m al di sopra del piano stradale. Il sito presenta un tratto rettilineo, omogeneo, privo di ostacoli o superfici riflettenti lungo almeno 100 m, al cui centro è collocata la postazione di rilievo. Ad essa è associato un sistema di cronometraggio a fotocellula per la determinazione della velocità di ciascun veicolo in transito. La seguente figura riporta un tracciato temporale relativo al passaggio di un veicolo, utilizzato per il calcolo del SEL.



I dati di emissione acquisiti sono stati organizzati in forma parametrizzata estraendo per ogni tipo di veicolo ed ogni classe di velocità un valore medio di SEL ottenuto come media logaritmica dei valori corrispondenti dei singoli transiti. In corrispondenza di ciascun SEL medio sono inoltre riportate le corrispondenti correzioni medie associate agli effetti considerati: correzione pavé, asfalto fonoassorbente, discesa e salita. In realtà oltre che misurare soltanto il SEL in dB(A), ciascun rilievo, effettuato tramite analizzatore di spettro in tempo reale, ha fornito un **spettro di SEL**, ed analogamente è stato ottenuto un spettro per ciascuna delle 4 correzioni di cui sopra. Ovviamente il programma Citymap utilizza soltanto il valore in dB(A) sia del SEL medio di emissione, sia delle 4 correzioni.

La seguente tabella riporta il numero di passaggi singoli di cui è stata prevista la misura per ciascuna categoria di veicoli e per ciascuna classe di velocità:

Condizione	Tipo veicolo	Cl.Vel. C1	Cl.Vel. C2	Cl.Vel. C3	Cl.Vel. C4	Cl.Vel. C5	Cl.Vel. C6	Cl.Vel. C7	Cl.Vel. C8	Totale
	V1	200	200	200	200	200	200	200	200	400
	V2	50	50	50	50	50	50	50	50	400
A1	V3	50	50	50	50	50	50	50	50	400
	V4	50	50	50	50	50	50	50	50	400
	V5	40	40	40	40	40	40	40	40	320
	V1	100		100		100		100		400
	V2	30		30		30		30		120
A2	V3	30		30		30		30		120
	V4	30		30		30		30		120
	V5	20		20		20		20		80
	V1	100		100		100		100		400
	V2	30		30		30		30		120
A3	V3	30		30		30		30		120
	V4	30		30		30		30		120
	V5	20		20		20		20		80
	V1	100		100		100		100		400
	V2	30		30		30		30		120
A4	V3	30		30		30		30		120
	V4	30		30		30		30		120
	V5	20		20		20		20		80
	V1	100		100		100		100		400
	V2	30		30		30		30		120
A5	V3	30		30		30		30		120
	V4	30		30		30		30		120
	V5	20		20		20		20		80
		1620		1620		1620		1620		6480

TABELLA 3.2-1 - NUMERO DI RILEVAMENTI RUMORE STRADALE

Rispetto al numero complessivo di rilievi previsti, alcune combinazioni parametriche meno usuali (transiti veloci di mezzi pesanti su strada con pavé o di veicoli in accelerazione su pavimentazione drenante) sono risultate prive di rilievi validi. In questi casi i dati mancanti per la costruzione del data-base sono stati ottenuti mediante tecniche numeriche di interpolazione e/o estrapolazione, sulla base dei dati validi ottenuti nelle classi di velocità contigue. Questo fatto sta peraltro a significare che c'è ancora spazio per un affinamento del data-base di emissione, non appena i risultati di nuove campagne di rilievo saranno disponibili.

Ciascun spettro di SEL con le relative 4 correzioni è organizzato in un file .TXT utilizzato come input da entrambi i modelli di calcolo. Il singolo file è denominato SELSCiVj.txt dove SEL indica la grandezza acustica, S sta per *strada*, Ci è la i-esima fascia di velocità, Vj è la j-esima categoria di veicoli. In totale sono stati ottenuti 40 di questi files (8 fasce di velocità x 5 classi di veicoli), ciascuno dei quali contiene 5 spettri in bande d'ottava + banda "A". La seguente tabella riporta a titolo di esempio i valori contenuti nel file SELSC8V1.TXT (autoveicoli alla massima velocità):

SC8V1									
Condizione	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	dB(A)
Asfalto Liscio	81.7	87.4	81.4	76.2	75.1	73.8	70.6	71.1	81.3
Corr. Pavé	+1.1	+1.2	+2.1	+2.3	+1.5	+1.6	+1.8	+1.3	+1.9
Corr. Asf.Ass.	-0.1	-0.3	-1.1	-1.8	-2.4	-2.1	-1.2	-1.3	-1.4
Corr. Salita 5°	+2.2	+2.4	+3.1	+2.1	+2.0	+1.3	+1.6	+1.4	+2.2
Corr. Discesa 5°	-1.2	-1.3	-0.8	-1.1	+1.0	-0.2	+0.7	+0.8	+0.1

TABELLA 3.2-2 – VALORI CONTENUTI NEL FILE DI TESTO SELSC8V1.TXT

3.2.2. Rumore da traffico Ferroviario

Anche in questo caso sono stati condotti rilievi su singoli passaggi, ma si è dovuto tenere conto della lunghezza variabile dei singoli convogli, normalizzando i valori di SEL rilevati ad una lunghezza standard del convoglio di 100m tramite la relazione:

$$SEL_{norm} = SEL_{sper} + 10 \cdot \lg \left[\frac{100}{L_{eff}} \right]$$

In questo modo è stato possibile mediare energeticamente i valori di SEL ottenuti da passaggi di convogli dello stesso tipo, nella stessa fascia di velocità ma di lunghezza diversa.

Per quanto riguarda il tipo di sede ferroviaria viene caratterizzato l'effetto dovuto a due distinte tipologie di armamento: rotaie lunghe saldate su traversine in c.l.s. + ballast, e rotaie corte con presenza di scambi/deviatori/incroci. Ne risulta come riferimento lo schema che segue per il riconoscimento delle tipologie di armamento, per la classificazione dei convogli e per l'identificazione delle classi di velocità.

TIPOLOGIA DI ARMAMENTO

- A1 - rotaie lunghe saldate su traversine in c.l.s. e ballast;
- A2 - rotaie corte con presenza di scambi/deviatori/incroci.

CATEGORIA DI VEICOLI

- V1 - treni merci;
- V2 - treni passeggeri a breve percorso (composizione bloccata);
- V3 - treni passeggeri a lungo percorso (composizione variabile);

FASCE DI VELOCITÀ

- C1 - $V \leq 60$ Km/h;
- C2 - $60 < V \leq 90$ Km/h;

- C3 - $90 < V \leq 120$ Km/h;
- C4 - $V > 120$ Km/h.

La seguente tabella riporta il numero di passaggi singoli elaborati per ciascuna categoria di veicoli e per ciascuna classe di velocità:

Condizione	Tipo Veicolo	Cl. vel. C1	Cl. vel. C2	Cl. vel. C3	Cl. vel. C4	Totale
A1 (binario continuo)	V1	60	60	40	40	200
	V2	60	60	60	40	220
	V3	40	60	60	60	220
A2 (scambi)	V1	40	40	30	30	140
	V2	40	40	40	30	150
	V3	30	40	40	40	150
Totale		270	300	270	240	1080

TABELLA 3.2-3 - NUMERO DI RILEVAMENTI RUMORE FERROVIARIO

Ciascun spettro di SEL con le relative correzioni è organizzato in un file .TXT utilizzato come input da entrambi i modelli di calcolo (ovviamente Citymap impiega solo il valore complessivo in dBA di ciascuno spettro). Il singolo file è denominato SELTCiVj.txt dove SEL indica la grandezza acustica, T sta per *treno*, Ci è la i-esima fascia di velocità, Vj è la j-esima categoria di veicoli. In totale sono stati ottenuti 12 di questi files (4 fasce di velocità x 3 classi di veicoli), ciascuno dei quali contiene 3 spettri in bande d'ottava + banda "A". La seguente tabella riporta a titolo di esempio i valori contenuti nel file SELTC1V3.TXT (treni passeggeri lunga percorrenza alla velocità più bassa):

TC1V3									
Condizione	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	dB(A)
BASE	84.1	81.7	87.3	86.2	86.2	83.5	80.5	72.9	93.3
Corr. Scambio	+3.1	+4.7	+2.6	+1.7	+1	+0.8	+2.3	+3.6	+1.0

TABELLA 3.2-4 - VALORI CONTENUTI NEL FILE DI TESTO SELTC1V3.TXT

3.3. ALGORITMO DI CALCOLO DEL PROGRAMMA CITYMAP

Ogni tratto stradale (o ferroviario) è costituito da una “polyline” (o 3DPOLY) tracciata sul layer “STRADE” (o “BINARI”), divisa in numerosi tratti. Dal punto di vista geometrico, ciascun tratto è caratterizzato dalle coordinate dei suoi due estremi, nonché dalla larghezza (se la larghezza iniziale è diversa da quella finale, viene assunto il valore medio). Le informazioni suddette sono desunte dal file .DXF.

All'interno di CityMap vengono poi aggiunte le informazioni di rilevanza acustica, che sono differenti per le strade e le ferrovie. In particolare, per ciascuna categoria di veicoli, viene assegnato il numero degli stessi che transita nel periodo diurno e notturno, la classe di velocità, nonché alcune informazioni morfologiche (pendenza, tipo di pavimentazione o di armamento, altezza degli edifici, etc.).

Il primo problema è dunque calcolare il livello equivalente medio a 7.5m dalla strada (o dalla ferrovia) a partire dai SEL unitari esistenti nel data-base di emissione. A tal proposito si ha questa relazione, valida per il periodo diurno:

$$L_{eq,7.5m} = 10 \cdot \lg \left[\sum_{i=1}^5 \left(10^{\frac{SEL_i + \Delta L_{asfalto,i} + \Delta L_{pendenza,i}}{10}} \cdot \frac{N_i}{16 \cdot 3600} \right) \right]$$

Chiaramente nel periodo notturno il numero di ore è pari ad 8 anziché a 16. Si deve inoltre tenere conto che sia i valori di SEL per i 5 tipi di veicoli, sia i corrispondenti termini correttivi per tipo di asfalto e/o pendenza della strada, sono in generale dipendenti dalla classe di velocità assegnata al corrispondente tipo di veicoli. Pertanto essi andranno letti dal file relativo alla opportuna classe di velocità.

Per quanto riguarda il rumore ferroviario, va osservato che i valori di SEL sono normalizzati ad una lunghezza fissa dei convogli, pari a 100 m. Pertanto è necessario tenere conto della lunghezza effettiva dei convogli, in rapporto al valore fisso pari a 100 m:

$$L_{eq,7.5m} = 10 \cdot \lg \left[\sum_{i=1}^3 \left(10^{\frac{SEL_i + \Delta L_{binario,i} + \Delta L_{pendenza,i}}{10}} \cdot \frac{N_i}{16 \cdot 3600} \cdot \frac{L_i}{100} \right) \right]$$

Una volta ottenuto il Livello equivalente a 7.5 m, non viene considerata alcuna altra differenza fra strade e binari, e la trattazione del rumore emesso da entrambi è dunque unificata. CityMap non tiene conto né della composizione in frequenza del rumore emesso, né della direttività dei diversi tipi di sorgenti sonore.

Per operare il calcolo del livello sonoro in ciascun punto della griglia di calcolo, si considera il contributo di tutti i singoli tratti di tutte le strade e binari.

Si verifica anzitutto che la distanza d dal centro del tratto al punto di calcolo considerato sia almeno doppia della lunghezza L del tratto; se così non è, si procede suddividendo il tratto in due sottotratti uguali, per ciascuno dei quali viene ripetuto tale controllo, eventualmente suddividendo ulteriormente i sottotratti finché essi non divengano abbastanza corti. In questo modo il raffittimento viene operato soltanto per i tratti più vicini al punto di calcolo.

Si considera un singolo contributo di energia sonora da ciascun sottotratto, come se ci fosse una sorgente concentrata nel suo centro. Il Livello di Potenza L_W di tale sorgente concentrata può essere ottenuta a partire dal Livello di Potenza per metro $L_{W,1m}$ del tratto considerato, a sua volta legato al Livello equivalente a 7.5m dalla relazione del campo cilindrico:

$$L_{W,1m} = L_{eq,7.5m} + 10 \cdot \lg(2 \cdot \pi \cdot 7.5)$$

Considerando poi la lunghezza L del tratto, si ottiene il livello di potenza complessivo del tratto:

$$L_W = L_{W,1m} + 10 \cdot \lg(L) = L_{eq,7.5m} + 10 \cdot \lg(2 \cdot \pi \cdot 7.5 \cdot L)$$

La propagazione del rumore dalla sorgente concentrata equivalente sino al ricevitore è considerata di tipo sferico su piano riflettente (quindi ancora con fattore di direttività uguale a 2), con però l'aggiunta di un termine esponenziale di estinzione con la distanza per modellare l'attenuazione in eccesso, e pertanto fornisce questo valore di Livello Equivalente nel punto di calcolo situato a distanza d dal centro del tratto:

$$L_{eq,d} = L_W + 10 \cdot \lg\left(\frac{e^{-\beta \cdot d}}{4 \cdot \pi \cdot d^2}\right) = L_{eq,7.5m} + 10 \cdot \lg\left(\frac{\pi \cdot 7.5 \cdot L}{2 \cdot \pi \cdot d^2} \cdot e^{-\beta \cdot d}\right)$$

Un valore di prima stima per la costante b è pari a 0.0023; tale valore è tratto dai risultati di ricerche condotte sulla propagazione del rumore nell'ambito di attività estranee al presente studio.

Passando dalla rappresentazione in dB a quella in pseudo-energia, si ricava globalmente questa espressione:

$$E_d = E_{7.5m} \cdot \frac{\pi \cdot 7.5 \cdot L}{2 \cdot \pi \cdot d^2} \cdot e^{-\beta \cdot d}$$

Rimane da considerare l'eventuale effetto di schermatura causato dagli edifici situati lungo la strada, caratterizzati da una opportuna altezza media. Ciò viene fatto considerando valida una relazione derivata dalla nota formula di Maekawa, che fornisce l'attenuazione ΔL prodotta dalla schermatura:

$$\Delta L = 10 \cdot \lg\left(1 + 40 \cdot \delta \cdot \frac{f}{c}\right)$$

La frequenza viene assunta pari a 340 Hz, e la differenza di cammino viene calcolata come somma dei due raggi diffratti meno il raggio diretto.

Il problema per operare questo calcolo è duplice: innanzitutto occorre trovare la distanza w_{eff} del punto di intersezione con il fronte degli edifici lungo la congiungente fra centro del tratto e punto di calcolo. Essa è in generale sempre maggiore della semilarghezza della strada, e può essere ottenuta dividendo quest'ultima per il seno dell'angolo fra il tratto stradale e la congiungente sorgente e ricevitore. Chiaramente se la distanza d fra sorgente e ricevitore è inferiore a questa, non si ha alcun effetto di schermatura in quanto il punto considerato è dentro la sede stradale. Il coseno dell'angolo fra tratto stradale e congiungente sorgente-ricevitore viene facilmente ottenuto come prodotto scalare fra i versori:

$$\cos(\alpha) = \frac{((X_2 - X_1) \cdot (X_c - X_p) + (Y_2 - Y_1) \cdot (Y_c - Y_p))}{d \cdot L}$$

il seno dell'angolo viene poi ottenuto dal coseno mediante la relazione a tutti nota.

Il secondo problema consiste nello stabilire se il punto di calcolo considerato si trova "a sinistra" o "a destra" del tratto stradale considerato, e dunque se va considerata la altezza media degli edifici sul lato sinistro h_l o quella sul lato destro h_r . Per far ciò si opera il prodotto vettoriale fra i coseni direttori del tratto considerato e della congiungente fra punto di calcolo e primo punto del segmento:

$$\text{Sig} = \frac{(X_p - X_1)}{(X_2 - X_1)} - \frac{(Y_p - Y_1)}{(Y_2 - Y_1)}$$

Se tale valore è positivo significa che il punto di calcolo è a destra del segmento orientato 1->2, e pertanto il calcolo della differenza di cammino d andrà fatto considerando l'altezza degli edifici h_r :

$$\delta = \sqrt{w_{eff}^2 + (h_r - .5)^2} + \sqrt{(d - w_{eff})^2 + (h_r - 1.5)^2} - d$$

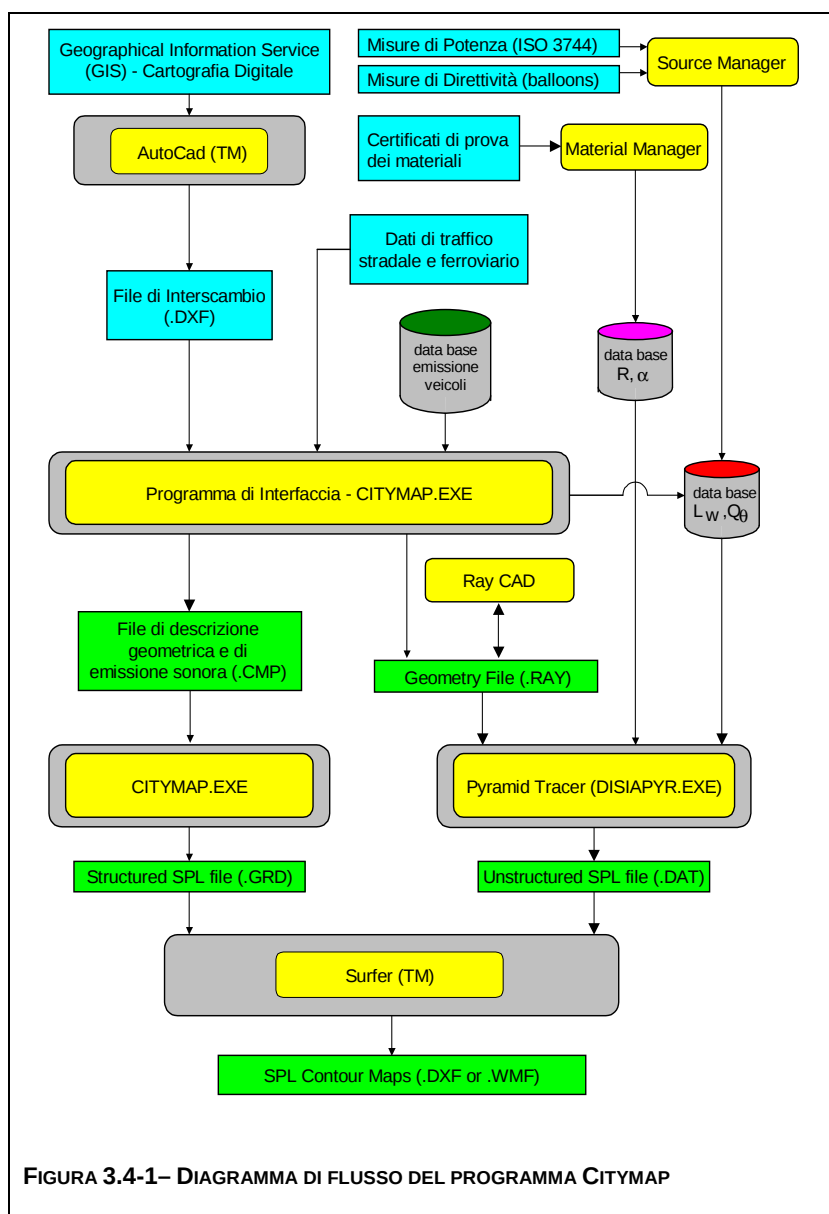
Si noti come l'altezza della sorgente è stata prudenzialmente assunta a 0.5m dal terreno, e quella del ricevitore ad 1.5m dal suolo.

Se viceversa il punto di calcolo fosse risultato a sinistra del tratto considerato, lo stesso calcolo sarebbe stato operato utilizzando h_l . Si è infine assunto di considerare nullo l'effetto di schermatura se l'altezza media degli edifici è inferiore ad 1m.

Vengono infine applicate correzioni per riflessioni multiple nel caso la sede stradale presenti una sezione ad L, ad U largo o ad U stretto pari rispettivamente a +1, +3 e +5 dB(A).

3.4. INTERFACCIA CON L'UTENTE E CON ALTRI PROGRAMMI

Il seguente diagramma di flusso illustra schematicamente le interazioni fra Citymap e gli altri programmi di calcolo:



Come si nota numerosi programmi sono chiamati ad interagire: di essi due sono programmi commerciali (Autocad™ e Surfer™), mentre gli altri sono stati realizzati in proprio.

Si parte da Autocad, che serve per tradurre le informazioni cartografiche in un file DXF leggibile da Citymap. All'interno di Citymap, avviene l'introduzione dei dati di traffico stradale e ferroviario, che vengono "agganciati" alle entità geografiche (strade, binari, sorgenti concentrate). Si provvede poi al calcolo del Livello Equivalente di Emissione, sulla base dei dati di emissione unitari (SEL) dei veicoli. Si salva infine l'insieme delle informazioni geometriche ed acustiche in un file .CMP (ASCII ed autodocumentato), che può ovviamente venire riletto da Citymap.

A questo punto, volendo operare un calcolo della mappa del rumore con l'algoritmo semplificato, si impiega ancora Citymap, che produce un file .GRD leggibile da Surfer, e

contenente i valori del livello sonoro su una griglia rettangolare equispaziata.

Viene qui di seguito brevemente presentata la sequenza delle operazioni suddette. Innanzitutto si parte dalla rappresentazione digitale della cartografia del sito, in questo caso utilizzando Autocad.

All'interno di tale ambiente, occorre organizzare le informazioni contenute nella cartografia digitalizzata affinché esse risultino acusticamente congrue: in particolare le sorgenti sonore (strade e binari) vanno descritte mediante segmenti di polilinea omogenei, ovvero caratterizzati da traffico e caratteristiche morfologiche uniformi. La seguente figura mostra una cartografia digitalizzata con evidenziate le entità di rilevanza acustica (in questo caso solo binari), che andranno esportate nel file .DXF.

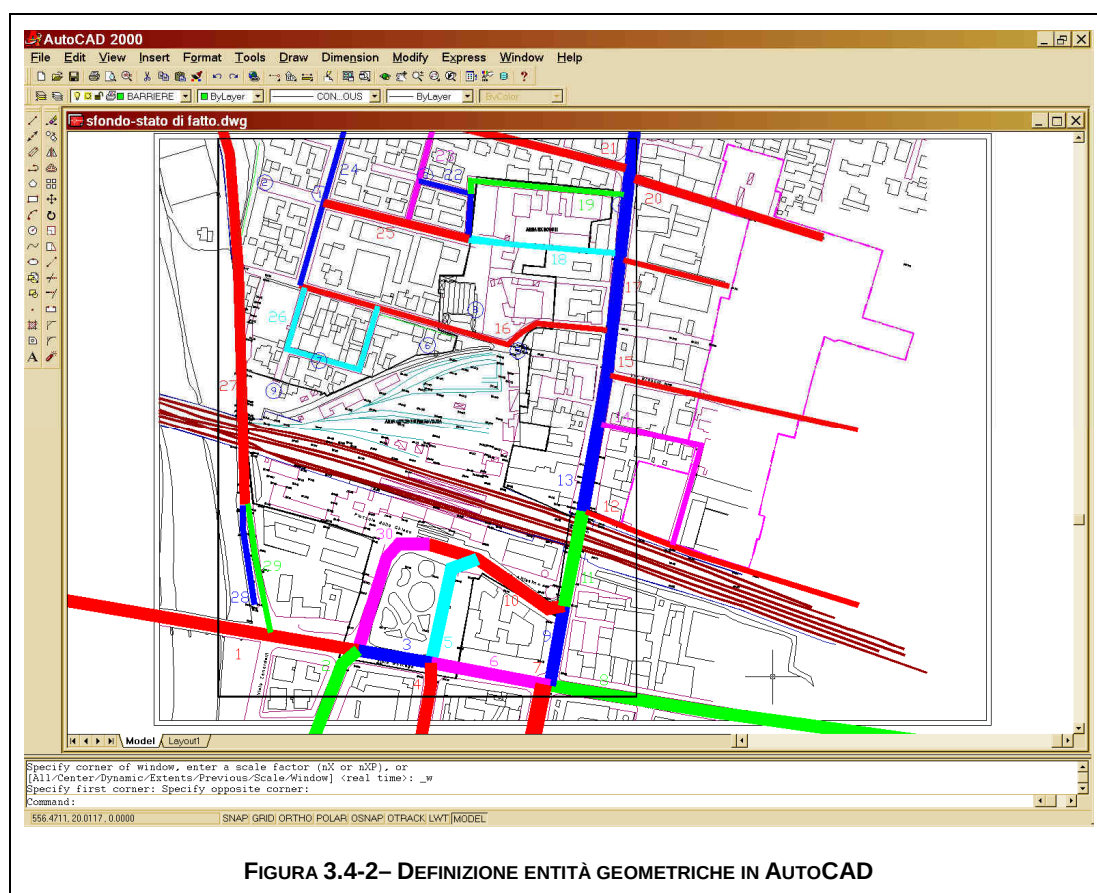
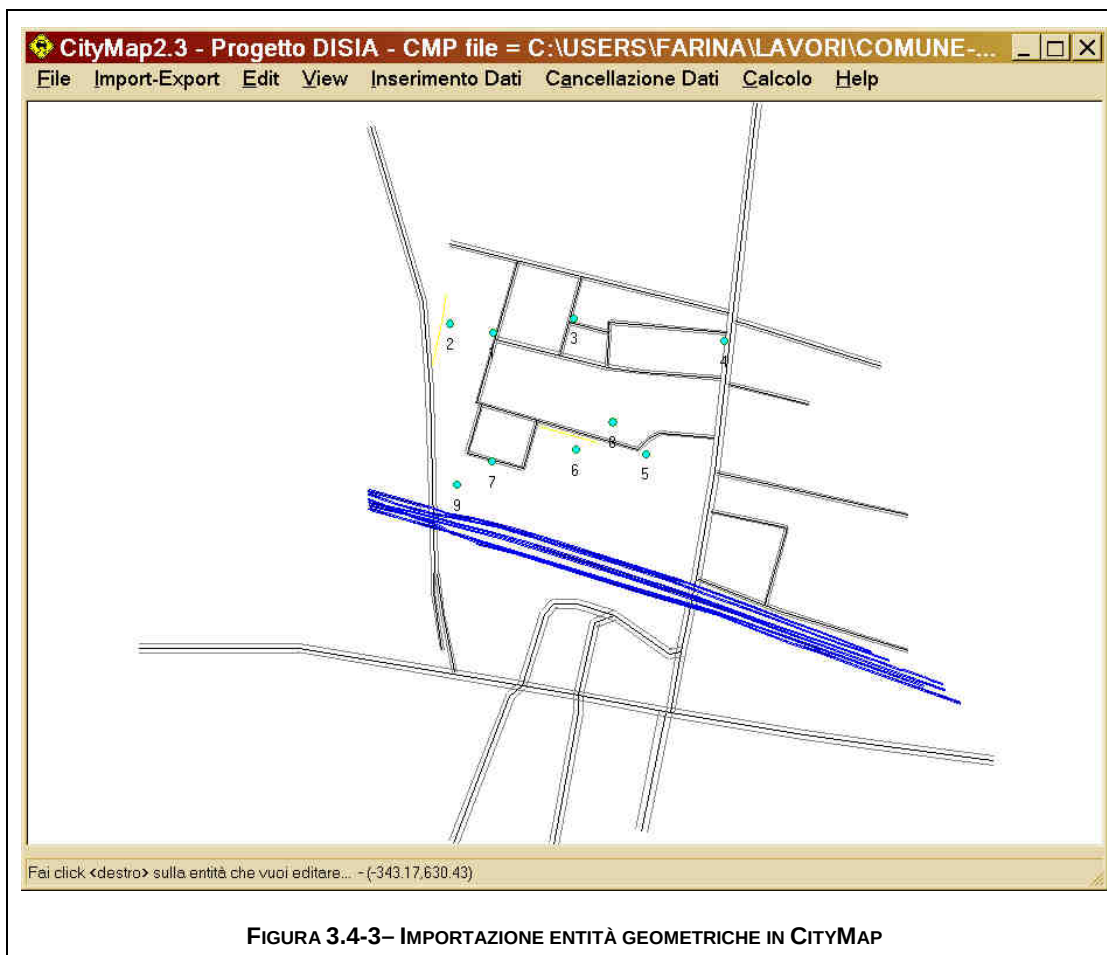


FIGURA 3.4-2– DEFINIZIONE ENTITÀ GEOMETRICHE IN AUTOCAD

Una volta salvate le informazioni geometriche, si lancia il programma Citymap, che consente di rileggerle dal file .DXF.



Dopo aver letto il file .DXF, è possibile effettuare l’aggancio dei dati di traffico alle sorgenti di rumore stradale e ferroviario. Per far ciò si può semplicemente “cliccare” su ciascuna entità grafica, oppure si attiva una apposita tendina, che provvede ad evidenziare in sequenza i singoli tratti omogenei di strada o di binario, come mostrato dalla precedente figura.

Contemporaneamente appare sullo schermo una seconda finestra, all’interno della quale occorre specificare i dati di flusso relativi al tratto evidenziato. L’aspetto di questa seconda finestra è diverso a seconda che il tratto evidenziato sia una strada oppure un binario, come mostrato dalla figura:

Editazione dati traffico stradale

Selezione Tratto Stradale

Tratto n. Nome:

Preced. Success. Fine

Leq,7.5m (G/N) ☐ Fisso ☒ Calcola

Proprietà

Tipo di Pavimentazione

Pendenza (%. + | -)

hmed edifici lato Sinistro

hmed edifici lato Destro

Traffico diurno complessivo

N.autovetture (V1)	16807	C6-(70-90 km/h)
N.camion 2 assi (V2)		C1-(0-30 km/h) acc.
N.camion 3 assi (V3)	1768	C6-(70-90 km/h)
N.TIR (V4)		C1-(0-30 km/h) acc.
N.motocicli (V5)		C1-(0-30 km/h) acc.

Traffico notturno complessivo

N.autovetture (V1)	1627	C6-(70-90 km/h)
N.camion 2 assi (V2)		C1-(0-30 km/h) acc.
N.camion 3 assi (V3)	119	C6-(70-90 km/h)
N.TIR (V4)		C1-(0-30 km/h) acc.
N.motocicli (V5)		C1-(0-30 km/h) acc.

☐ Imposta automaticamente i dati della strada precedente

Cat.A - Autostrada	Cat.B - Extraurb. princ.
Cat.C - Extraurb. sec.	Cat.D - Urbana scorr.
Cat.E - Urbana quart.	Cat.F - Locale

Editazione dati traffico ferroviario

Selezione Tratto Ferroviario

Tratto n. Nome:

Preced. Success. Fine

Leq,7.5m (G/N) ☐ Fisso ☒ Calcola

Proprietà

Tipo di Armamento

hmed edifici lato Sinistro

hmed edifici lato Destro

Traffico diurno complessivo

	Num.	Lungh.	Velocità
tr.merci (V1)			C1-(0-60 km/h)
tr.pass. locali (V2)	12	19	C2-(60-90 km/h)
tr.pass. l.perc. (V3)			C1-(0-60 km/h)

Traffico notturno complessivo

	Num.	Lungh.	Velocità
tr.merci (V1)			C1-(0-60 km/h)
tr.pass. locali (V2)	1	18	C2-(60-90 km/h)
tr.pass. l.perc. (V3)			C1-(0-60 km/h)

☐ Imposta automaticamente i dati del binario precedente

FIGURA 3.4-4- INTRODUZIONE DATI DI TRAFFICO STRADALE E FERROVIARIO IN CITYMAP

Come si nota, per le strade sono disponibili 6 “bottoni” che impostano automaticamente i dati di traffico “tipici” di 6 diversi tipi di strade. Per le sorgenti lineari di tipo industriale (caso tipico il perimetro di uno stabilimento), è necessario aver preventivamente disegnato un tratto “pseudo-stradale” o “pseudo-ferroviario” 7.5m all'interno del confine dell'area stessa. A tale tratto si assegnerà poi un livello di emissione fisso (non calcolato sulla base di dati traffico), pari al livello sonoro che è stato rilevato sperimentalmente al confine dello stabilimento.

Dopo aver introdotto i dati di traffico di tutte le sorgenti sonore, è possibile salvare l'assieme dei dati geometrici e di emissione in un unico file ASCII auto documentato, con estensione .CMP, che può poi venire riletto da Citymap stesso.

Si possono anche inserire i dati di sorgenti puntiformi, poiché Citymap le considera assieme alle sorgenti lineari. Per far ciò si impiega l'apposita tendina, che evidenzia sul disegno le entità di questo tipo, e fa comparire la mascherina qui riportata.

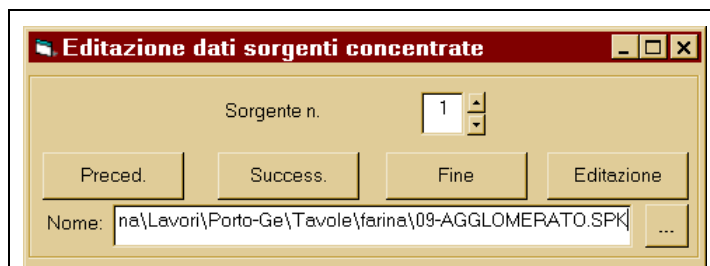


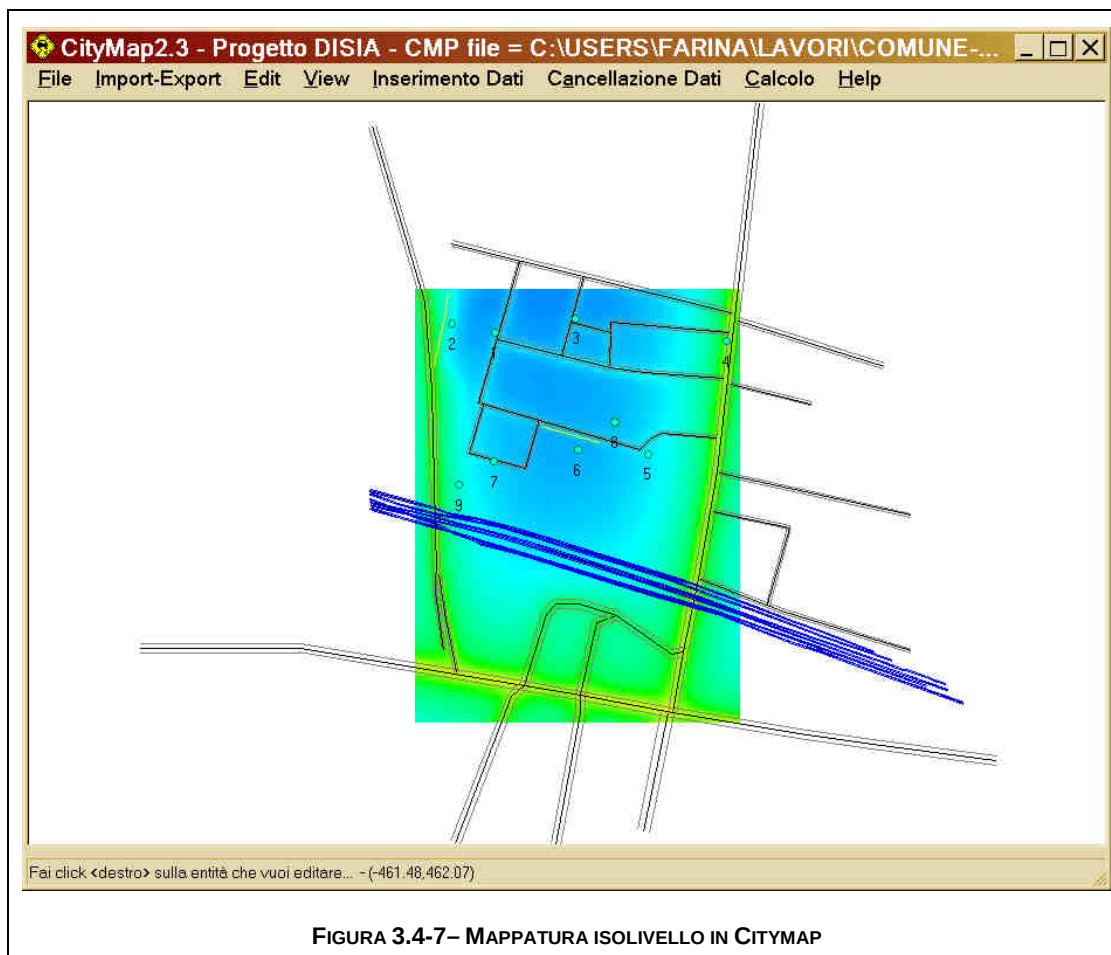
FIGURA 3.4-5– IMPORTAZIONE SORGENTI PUNTIFORMI IN CITYMAP

A questo punto si può effettuare il calcolo della mappatura isolivello; si deve anzitutto visualizzare l'area che interessa mappare, mediante la usuale operazione di “zoom” di un'area rettangolare con il mouse. Poi si lancia il processo di calcolo, specificando il periodo di interesse (diurno o notturno), il nome del file che conterrà la mappatura (in formato .GRD) e la dimensioni della griglia di calcolo, come mostrato dalla seguente figura:



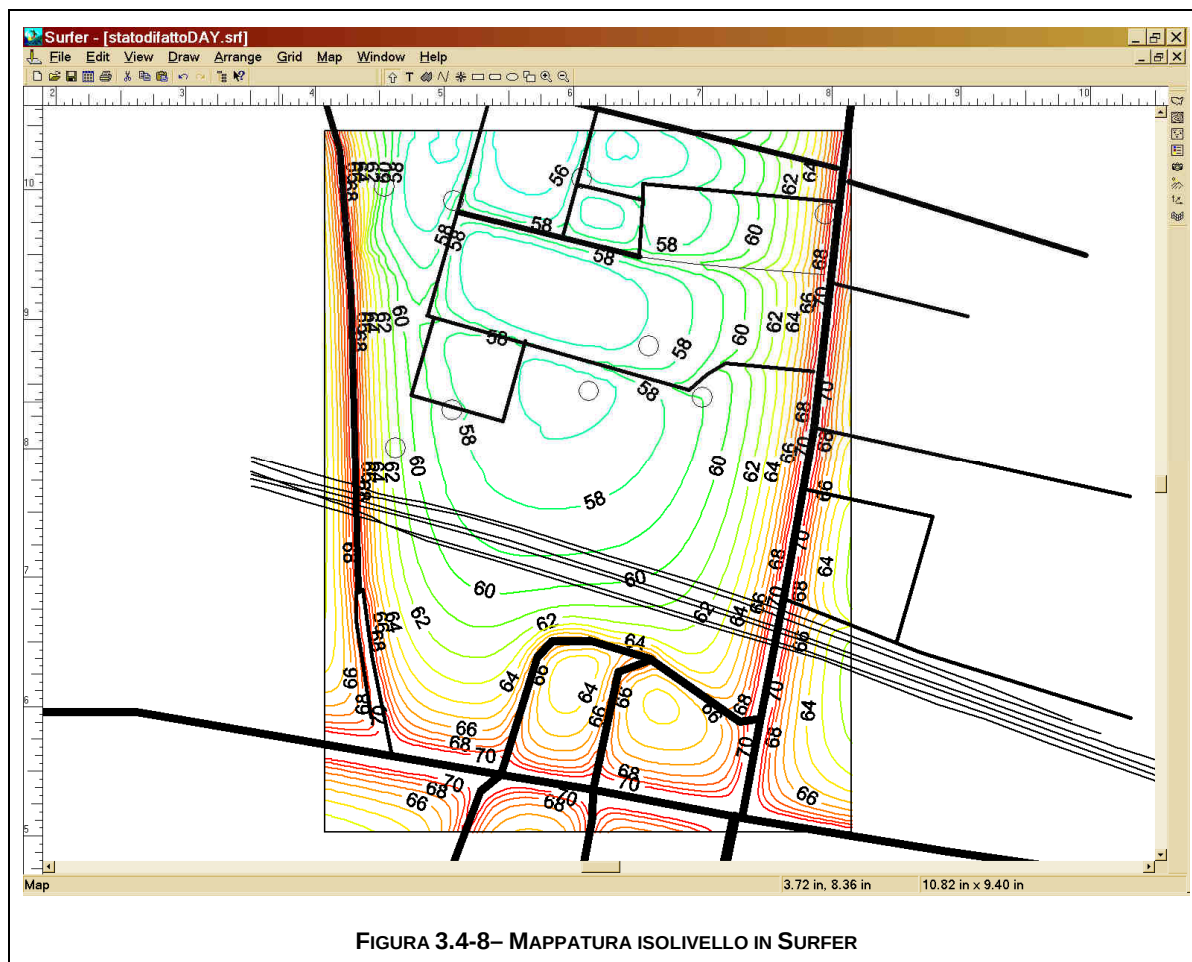
FIGURA 3.4-6– PARAMETRI PER LA MAPPATURA ISOLIVELLO

Nel corso del calcolo, il programma provvede a colorare progressivamente l'area mappata, in modo da fornire all'utente un'indicazione sulla frazione del lavoro totale già compiuta. Al termine lo schermo risulta completamente colorato, come mostra la seguente figura:



Questa rappresentazione non costituisce tuttavia il risultato finale del modello, che è invece costituito dal citato file .GRD, contenente in forma numerica il livello sonoro in tutti i punti della griglia di calcolo. Esso viene letto direttamente dal programma di mappatura vettoriale Surfer™, che fornisce la rappresentazione grafica mediante curve isolivello, ed all'interno del quale è estremamente agevole ottenere elaborazioni matematiche. In particolare, operando all'interno di Surfer si può realizzare il confronto fra mappatura acustica del livello sonoro e mappatura dei limiti di legge, oppure direttamente la mappatura dei superamenti dei limiti stessi.

Surfer consente di realizzare mappature sia mediante colorazione dello sfondo, sia mediante tracciamento di curve isolivello: questa forma è quella preferita volendo sovrapporre la mappatura stessa alla cartografia digitalizzata di partenza, come mostrato dalla seguente figura:



Da Surfer, infine, si può esportare l'assieme delle curve isolivello, in formato vettoriale. Esse possono poi venire re-importate in Autocad, realizzando quindi in tale ambiente la tavola finale, che mostra la mappa del rumore sovrapposta allo sfondo cartografico dettagliato di partenza.

4. STATO INIZIALE DELL'AMBIENTE

4.1. CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO ATTUALE

Per caratterizzare lo stato attuale oltre all'acquisizione dei dati pregressi e all'esecuzione di successivi sopralluoghi in campo si è proceduto alla caratterizzazione acustica suddivisa nei seguenti punti di analisi:

- Sorgenti autostradali per la successiva taratura del modello di simulazione;
- Viabilità stradali principali interferite dal tracciato di progetto;
- Viabilità stradali secondarie interferite dal tracciato di progetto;
- Territorio interessato dal tracciato di progetto;
- Infrastrutture ferroviarie interne alla fascia di pertinenza dell'autostrada di progetto;

Ai fini di una caratterizzazione completa del clima acustico lungo il tracciato oggetto dell'indagine sono state previste 3 diverse tipologie di misure eseguite secondo le modalità successivamente descritte. Per ognuna sono previste le quantità:

- misura di tipo S – settimanale – della durata di 7 giorni, con postazione fissa non assistita da operatore (2 misure);
- misure di tipo L – giornaliere – della durata di 24 ore con postazioni fisse non assistite da operatore (10 misure);
- misure di tipo B – brevi – di breve periodo da 15 a 20 minuti con postazione mobile assistita da operatore (10 misure).

Per una caratterizzazione affidabile del clima acustico, in ciascun punto sono state svolte misure di breve durata ripetute, sia in periodo diurno che notturno, in diverse fasce orarie:

- tre misure diurne, della durata di 20 minuti (la prima nel periodo 6:00-12:00, la seconda tra le 12:00 e le 17:00, la terza tra le 17:00 e le 22:00);
- due misure notturne, della durata di 15 minuti (la prima tra le 22:00 e le 1:00, la seconda tra le 1:00 e le 6:00).

Per i dettagli della caratterizzazione dello stato attuale si faccia riferimento ai capitoli seguenti.

4.2. CENSIMENTO RICETTORI ACUSTICI

Nelle aree interessate dal progetto si è proceduto al censimento di ricettori acustici (individuati sulla base della definizione di ricettore contenuta nel DPR 142/04, art. 1) ed alla determinazione del loro grado di sensibilità considerando i seguenti aspetti:

- l'area oggetto dell'indagine si è estesa per 250 metri dai bordi esterni del tracciato;
- per i ricettori ad alta sensibilità (scuole, ospedali, case di cura) la ricerca deve essere stata estesa sino ad una distanza di 500 metri dai bordi esterni del tracciato;

Il censimento dei ricettori dovrà consentire di verificare la compatibilità dell'intervento in oggetto con i ricettori individuati alla luce della normativa vigente, sia in ambito nazionale, che regionale e nel rispetto della zonizzazione acustica locale.

In particolare occorre sono stati analizzati anche i vari Piani Regolatori/Strutturali Comunali al fine di considerare aree ove sono previsti e già approvati nuovi insediamenti produttivi/commerciali e residenziali.

Sono state infine individuate le sorgenti concorsuali (strade e ferrovie).

Per i dettagli del censimento dei ricettori acustici si faccia riferimento ai capitoli seguenti.

Si consiglia inoltre di consultare i seguenti elaborati:

Codice elaborato	Titolo elaborato
PD_0_D01_DMA00_0_AC_CC_01_A	CARTA CON LOCALIZZAZIONE DEI RICETTORI
PD_0_D01_DMA00_0_AC_SH_01_A	CENSIMENTO DEI RICETTORI - SCHEDE

TABELLA 4.2-1 – ELABORATI RELATIVI AL CENSIMENTO RICETTORI

4.3. SOPRALLUOGO IN CAMPO - RUMORE

L'attività di inquadramento ha previsto una serie di sopralluoghi, organizzati con un criterio di "Raffinamento successivo":

- In una prima fase il sopralluogo è stato finalizzato unicamente al censimento ricettori, e si è avvalso di strumentazione "generica", utile per tutte le componenti ambientali. Al fine di valutare l'appartenenza di ciascun edificio censito alla fascia di analisi attorno al tracciato della nuova infrastruttura, nel corso dei sopralluoghi si è fatto anche impiego di unità GPS palmari di tipo cartografico (tipo OZI Explorer), su cui siano state precedentemente caricate le mappe digitalizzate tratte dalla CTR, con sovrapposte le aree definite sulla base delle dimensioni dei buffer di analisi territoriale valutati congrui per tutte le componenti

ambientali, in particolare 250m per lato dal confine dell'infrastruttura, con estensione a 500m per la ricerca dei "ricettori sensibili", quali scuole, asili, ospedali, etc.

- In una seconda fase, sulla base di una analisi delle schede censimento ricettori, sono stati effettuati ulteriori sopralluoghi con specifica funzione di valutare il clima acustico esistente. A tal fine, si sono previsti sia rilievi "spot" di poche decine di minuti, ripetuti ad orari diversi, sia rilievi di 24h con postazioni semifisse (comunque funzionanti a batteria), collocate a bordo di autoveicoli o presso gli edifici-ricettore già individuati.

Le misure di rumore settimanali sono state eseguite nelle seguenti postazioni:

CODICE POSTAZIONE DI MISURA	LUOGO
S1	Villanova – Reggiolo (RE)
S2	Osteria – Ferrara (FE)

TABELLA 4.3-1– UBICAZIONI POSTAZIONI DI MISURA RUMORE SETTIMANALI

Le misure di rumore giornaliere sono state eseguite nelle seguenti postazioni:

CODICE POSTAZIONE DI MISURA	LUOGO
F1	Rolo (RE)
F2	San Felice sul Panaro (MO)
F3	Poggio Renatico (FE)
G1	Rolo (RE)
G2	Reggiolo (RE)
G3	Poggio Renatico (FE)
G4	Ferrara (FE)
G5	Mirandola (RE)
G6	Finale Emilia (FE)
G7	Cento (FE)

TABELLA 4.3-2 - UBICAZIONI POSTAZIONI DI MISURA RUMORE GIORNALIERE

Le misure di rumore spot sono state eseguite nelle seguenti postazioni:

CODICE POSTAZIONE DI MISURA	LUOGO
RUM B1	Strada Fantozza – Reggilo (RE)
RUM B2	Via Tre Ponti presso incrocio Via per Novi (SP8) – Concordia (MO)
RUM B3	Via Posta Vecchia – Mirandola (MO)
RUM B4	Via Imperiale – San Felice sul Panaro (MO)
RUM B5	Località Marchetta , Via Salde Entrà - Finale Emilia (MO)
RUM B6	Via per Cento - Finale Emilia (MO)
RUM B7	Località Ponte Alto, Via dei Pioppeti – Sant’Agostino (FE)
RUM B8	Località San Carlo, Corso Italia (SP66) – Mirabello (FE)
RUM B9	Via Padusa in prossimità di Strada Cispadana – Poggio Renatico (FE)
RUM B10	Località Villarotta, Via Lanzoni– Luzzara (RE)

TABELLA 4.3-3 – UBICAZIONI POSTAZIONI DI MISURA RUMORE GIORNALIERE

Come si nota, tutte le posizioni di misura sono risultate esterne al “buffer” di analisi dell’intervento D02 qui valutato. Tuttavia i rilevamenti suddetti hanno consentito un’accurata taratura del modello di simulazione, grazie al quale è poi stata ricostruita la situazione acustica relativa allo stato di fatto anche nell’area oggetto di analisi con riferimento all’intervento “D02”.

4.4. CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA DELLO STATO DI FATTO

4.4.1. Caratterizzazione acustica della sorgente autostradale per la successiva taratura del modello di simulazione – specifiche tecniche

Con riferimento alle infrastrutture autostradali presenti nella zona di indagine, Autostrada del Brennero A22 e Autostrada Bologna-Padova A13, si è provveduto ad effettuare una specifica attività di valutazione sia dell’emissione sonora, sia della composizione del parco veicolare circolante, sia della distribuzione del flusso di veicoli alle varie ore del giorno e della notte. Si è ritenuto infatti che il traffico travasato sulla nuova autostrada Cispadana manterrà una stretta correlazione con tali dati.

Inoltre sono state effettuate 2 rilevazioni fonometriche di 24h, in due sezioni poste a Sud ed a Nord delle previste intersezioni tra la A22, la A13 e la Cispadana, con simultaneo conteggio e classificazione dei veicoli transitati. In questo modo è stata verificata la corretta relazione causa effetto, e si procederà alla taratura del modello di calcolo.

4.4.2. Caratterizzazione acustica delle viabilità stradali principali interferite dal tracciato di progetto – specifiche tecniche

Anche per i principali assi stradali interessati dal tracciato di progetto si è operata un'analoga caratterizzazione delle emissioni sonore e dei flussi veicolari. In questo caso è stata comunque necessaria anche una caratterizzazione fonometrica ed un simultaneo conteggio automatico del flusso veicolare, tipicamente con postazioni semifisse funzionanti per periodi di almeno 24h.

Stante lo scopo di queste rilevazioni di tarare correttamente il modello di simulazione, non sono necessari in generale rilievi di durata settimanale, come invece sarebbe previsto sulla base del D.M. Amb. 16 marzo 1998 per la caratterizzazione del rumore da traffico stradale per via puramente fonometrica.

Tuttavia, due rilievi della durata di una settimana sono stati necessari, in prossimità delle due estremità del tracciato della Cispadana, al fine di valutare l'evoluzione lungo i giorni della settimana del traffico stradale esterno alla rete autostradale (per quest'ultima, le serie storiche rese disponibili dal concessionario assolvono alla stessa funzione).

Contemporaneamente alle misure di rumore per il tracciato esistente della Cispadana, sono stati rilevati anche i volumi di traffico distinti per senso di marcia; dovranno essere raccolte le seguenti informazioni:

- volumi di traffico orari e giornalieri, disaggregati per almeno due tipologie di veicolo (leggeri e pesanti);
- velocità media di transito nel periodo diurno 16h [06-22], diurno 14h [06-20], serale [20-22] e notturno [22-06], per ciascuna corsia di ogni carreggiata o senso di marcia.

4.4.3. Caratterizzazione acustica delle viabilità stradali secondarie interferite dal tracciato di progetto – specifiche tecniche

Al fine di caratterizzare le strade secondarie interferenti con il tracciato di progetto si è proceduto ad effettuare a rilevazioni e conteggi "spot", della durata tipica di 15 minuti, ripetuti alcune volte nell'arco della giornata in diverse fasce orarie, di cui almeno uno in periodo notturno (dalle 22 alle 6). Nonostante si tratti di rilievi "spot", si è avuto cura di collocare comunque il microfono ad una altezza di 4 metri ed ad una distanza dall'asse della strada di 7.5 m.

4.4.4. Caratterizzazione acustica del territorio interessato dal tracciato di progetto – specifiche tecniche

Durante la seconda serie di sopralluoghi prevista ai paragrafi precedenti, durante i quali è stata disponibile la strumentazione fonometrica, sono stati eseguiti rilievi Spot della durata di alcuni minuti nei casi in cui il territorio risulti esposto da rumore proveniente da sorgenti diverse da quelle delle infrastrutture di trasporto, quali quelle derivanti da sorgenti fisse (trasformatori, stazioni del gas, stazioni di pompaggio acqua, impianti di smaltimento rifiuti, produzioni di energia, etc.), oppure da attività produttive di vario genere, incluse quelle classificate di tipo agricolo, quali stalle, porcilaie, etc. Questi rilievi "spot" in generale non necessitano di venire ripetuti più volte ad orari diversi, se la rilevazione è stata fatta in condizioni "tipiche" di emissione

sonora. Per sorgenti non stazionarie, tuttavia, sarà necessario reperire informazioni sulla durata complessiva di funzionamento delle stesse nell'arco del periodo diurno e notturno.

4.4.5. Caratterizzazione acustica delle infrastrutture ferroviarie interne alla fascia di pertinenza dell'autostrada di progetto – specifiche tecniche

Ciascuna tratta ferroviaria interessata dall'intersezione con le aree di indagine previste per l'autostrada Cispadana, anche se non direttamente intersecante il tracciato dell'opera, è stata caratterizzata mediante uno specifico rilievo fonometrico della durata di almeno 24 ore, come previsto dal citato D.M.Amb. 16/3/1998, cui si fa riferimento riguardo il posizionamento del microfono e la metodica di separazione degli eventi sonori" costituiti dal transito dei convogli ferroviari rispetto al "rumore residuo" costituito da tutte le altre sorgenti sonore. A tal fine, il fonometro impiegato è stato dotato della funzione "Event Logging", attivata al superamento di una determinata soglia di livello sonoro per un tempo minimo prefissato.

4.5. STRUMENTAZIONE DI MISURA

4.5.1. Metodologia di misura rumore

La misurazione del livello di rumore ambientale è stata effettuata secondo quanto indicato dal Decreto Ministeriale 16/03/98.

In particolare si è adottata la seguente metodologia:

- le misure sono state effettuate in periodo diurno e notturno;
- la lettura è stata effettuata in dinamica Fast e ponderazione A;
- il microfono del fonometro munito di cuffia antivento, è stato posizionato ad un'altezza di 1,5 m dal piano di campagna per le misure di rumore spot;
- il microfono del fonometro munito di cuffia antivento, è stato posizionato ad un'altezza di 4 m dal piano di campagna per le misure di rumore;
- il fonometro è stato collocato su apposito sostegno (cavalletto telescopico) per consentire agli operatori di porsi ad una distanza di almeno tre metri dallo strumento.
- immediatamente prima e dopo ogni serie di misure si è proceduto alla calibrazione della strumentazione di misura: la deviazione non è mai risultata superiore a 0,5 dB(A).

4.5.2. Analizzatore

Analizzatore in tempo reale Larson Davis 824 dotato di preamplificatore LD PRM902 e microfono LD 2541 da 1/2".

Caratteristiche salienti dell'analizzatore sono:

- Soddisfa la IEC 60651-1993, la IEC 60804-1993, la Draft IEC 1672 e la ANSI S1.4-1985
- Misura simultanea del livello di pressione sonora con costanti di tempo Fast, Slow ed Impulse, e con ponderazioni in frequenza secondo le curve A, C e LIN (nelle configurazioni ISM, LOG e SSA)
- Elevato range dinamico di misura (> 115 dB per ISM e LOG, > 93 dB per SSA)
- Correzione di campo per incidenza casuale
- Filtri digitali fino a 20 kHz conformi alla IEC 1260-1995 Classe 1 e ANSI S1.11-1986 Tipo 1-D con linearità dinamica di 85 dB :
 - filtri in banda di ottava da 16 Hz a 16 kHz (11 filtri);
 - filtri in banda di 1/3 di ottava da 12.5 Hz a 20 kHz (33 filtri);
- Memorizzazione automatica dei parametri fonometrici, degli Intervalli, dei valori Ln, degli Eventi e della Time History (nel modo LOG).
- Acquisizione simultanea della storia fino a 38 parametri fonometrici più lo spettro, con costanti di tempo e ponderazioni in frequenza indipendenti; analisi statistica in frequenza (opzioni SSA + LOG)
- Acquisizione fino a 400 spettri al secondo con cattura degli eventi e misura del tempo di decadimento (nel modo RTA)
- Analisi a banda fine su 400 linee (nel modo FFT)

4.5.3. Calibratore

La calibrazione della strumentazione sopra descritta è stata effettuata tramite calibratore di livello acustico tipo CAL200 della Larson Davis . Il calibratore acustico produce un livello sonoro di 94 dB rif. 20 µPa a 1 kHz, ha una precisione di calibrazione di +/-0.3 dB a 23°C; +/-0.5 dB da 0 a 50°C ed è alimentato tramite batterie interne (1xIEC 6LF22/9 V).

4.6. RISULTATI MONITORAGGIO FONOMETRICO

Nei paragrafi successivi si procede la riepilogo dei livelli di rumore acquisiti ed al confronto con i limiti.

4.6.1. Misure settimanali

	Livelli Equivalente Settimanali Periodo	Leq dB(A)	Classe e limite	
S1	DIURNO [dB(A)]	65,4	Tutto il territorio Nazionale (70 dB(A))	Entro i limiti
	NOTTURNO [dB(A)]	59,8	Tutto il territorio Nazionale (60 dB(A))	Entro i limiti

TABELLA 4.6-1 – LIVELLI EQUIVALENTI MEDI SETTIMANALI MISURA POSTAZIONE S1

	Livelli Equivalente Settimanali Periodo	Leq dB(A)	Classe e limite	Classe e limite
S2	DIURNO [dB(A)]	70,8	Classe III (60 dB(A))	Oltre i limiti
	NOTTURNO [dB(A)]	64,5	Classe III (60 dB(A))	Oltre i limiti

TABELLA 4.6-2 – LIVELLI EQUIVALENTI MEDI SETTIMANALI MISURA POSTAZIONE S2

4.6.2. Misure giornaliere

	Data	Periodo	Orario	Leq (dB(A))	Classe e limite	
F1	30-31/07/2011	Notturmo	22.00-6.00	42,4	IV (55 dB(A))	Entro i limiti
	30/07/2011	Diurno	6.00-22.00	57,0	IV (65 dB(A))	Entro i limiti

	Data	Periodo	Orario	Leq (dB(A))	Classe e limite	
F2	26-27/07/2011	Notturmo	22.00-6.00	50,2	III (50 dB(A))	Oltre i limiti
	27/07/2011	Diurno	6.00-22.00	55,2	III (60 dB(A))	Entro i limiti

	Data	Periodo	Orario	Leq (dB(A))	Classe e limite	
F3	26-27/07/2011	Notturmo	22.00-6.00	59,7	III (50 dB(A))	Oltre i limiti
	26/07/2011	Diurno	6.00-22.00	62,7	III (60 dB(A))	Entro i limiti

	Data	Periodo	Orario	Leq (dB(A))	Classe e limite	
G1	09-10/08/2011	Notturmo	22.00-6.00	71,3	IV (55 dB(A))	Oltre i limiti
	09/08/2011	Diurno	6.00-22.00	76,1	IV (65 dB(A))	Oltre i limiti

	Data	Periodo	Orario	Leq (dB(A))	Classe e limite	
G2	09-10/08/2011	Notturmo	22.00-6.00	71,8	T.T.N.(60dB(A))	Oltre i limiti
	09/08/2011	Diurno	6.00-22.00	77,4	T.T.N.(70dB(A))	Oltre i limiti

	Data	Periodo	Orario	Leq (dB(A))	Classe e limite	
G3	03-04/08/2011	Notturmo	22.00-6.00	68,2	V (60 dB(A))	Oltre i limiti
	03/08/2011	Diurno	6.00-22.00	72,8	V (70 dB(A))	Oltre i limiti

	Data	Periodo	Orario	Leq (dB(A))	Classe e limite	
G4	03-04/08/2011	Notturmo	22.00-6.00	70,2	III (50 dB(A))	Oltre i limiti
	03/08/2011	Diurno	6.00-22.00	74,5	III (60 dB(A))	Oltre i limiti

	Data	Periodo	Orario	Leq (dB(A))	Classe e limite	
G5	01-02/08/2011	Notturmo	22.00-6.00	51,6	III (50 dB(A))	Oltre i limiti
	02/08/2011	Diurno	6.00-22.00	61,2	III (60 dB(A))	Oltre i limiti

	Data	Periodo	Orario	Leq (dB(A))	Classe e limite	
G6	01-02/08/2011	Notturmo	22.00-6.00	63,8	III (50 dB(A))	Oltre i limiti
	01/08/2011	Diurno	6.00-22.00	71,4	III (60 dB(A))	Oltre i limiti

	Data	Periodo	Orario	Leq (dB(A))	Classe e limite	
G7	05-06/08/2011	Notturmo	22.00-6.00	59,0	III (50 dB(A))	Oltre i limiti
	05/08/2011	Diurno	6.00-22.00	66,0	III (60 dB(A))	Oltre i limiti

TABELLA 4.6-3– LIVELLI EQUIVALENTI MEDI DELLE MISURE GIORNALIERE

4.6.3. Misure spot

CODICE POSTAZIONE DI MISURA	Periodo	Leq (dB(A))	Classe e limite	
RUM B1	Diurno	52,7	T.T.N (70 dB(A))	Entro i limiti
RUM B1	Diurno	39,5	T.T.N (70 dB(A))	Entro i limiti
RUM B1	Diurno	57,1	T.T.N (70 dB(A))	Entro i limiti
RUM B1	Notturmo	58,0	T.T.N (60 dB(A))	Entro i limiti
RUM B1	Notturmo	59,3	T.T.N (60 dB(A))	Entro i limiti

CODICE POSTAZIONE DI MISURA	Periodo	Leq (dB(A))	Classe e limite	
RUM B2	Diurno	50,5	III (60 dB(A))	Entro i limiti
RUM B2	Diurno	49,8	III (60 dB(A))	Entro i limiti
RUM B2	Diurno	48,9	III (60 dB(A))	Entro i limiti
RUM B2	Notturmo	51,9	III (50 dB(A))	Oltre i limiti
RUM B2	Notturmo	48,9	III (50 dB(A))	Entro i limiti

CODICE POSTAZIONE DI MISURA	Periodo	Leq (dB(A))	Classe e limite	
RUM B3	Diurno	49,1	III (60 dB(A))	Entro i limiti
RUM B3	Diurno	47,3	III (60 dB(A))	Entro i limiti
RUM B3	Diurno	49,5	III (60 dB(A))	Entro i limiti
RUM B3	Notturmo	45,3	III (50 dB(A))	Entro i limiti
RUM B3	Notturmo	42,9	III (50 dB(A))	Entro i limiti

CODICE POSTAZIONE DI MISURA	Periodo	Leq (dB(A))	Classe e limite	
RUM B4	Diurno	49,8	III (60 dB(A))	Entro i limiti
RUM B4	Diurno	44,5	III (60 dB(A))	Entro i limiti
RUM B4	Diurno	49,6	III (60 dB(A))	Entro i limiti
RUM B4	Notturmo	52,4	III (50 dB(A))	Entro i limiti
RUM B4	Notturmo	47,7	III (50 dB(A))	Entro i limiti

CODICE POSTAZIONE DI MISURA	Periodo	Leq (dB(A))	Classe e limite	
RUM B5	Diurno	41,7	T.T.N (70 dB(A))	Entro i limiti
RUM B5	Diurno	46,4	T.T.N (70 dB(A))	Entro i limiti
RUM B5	Diurno	41,2	T.T.N (70 dB(A))	Entro i limiti
RUM B5	Notturmo	39,7	T.T.N (60 dB(A))	Entro i limiti
RUM B5	Notturmo	39	T.T.N (60 dB(A))	Entro i limiti

CODICE POSTAZIONE DI MISURA	Periodo	Leq (dB(A))	Classe e limite	
RUM B6	Diurno	46,9	Zona Industriale (70 dB(A))	Entro i limiti
RUM B6	Diurno	41,5	Zona Industriale (70 dB(A))	Entro i limiti
RUM B6	Diurno	43,7	Zona Industriale (70 dB(A))	Entro i limiti
RUM B6	Notturmo	46,2	Zona Industriale (70 dB(A))	Entro i limiti
RUM B6	Notturmo	45,4	Zona Industriale (70 dB(A))	Entro i limiti

CODICE POSTAZIONE DI MISURA	Periodo	Leq (dB(A))	Classe e limite	
RUM B7	Diurno	50,1	III (60 dB(A))	Entro i limiti
RUM B7	Diurno	50,9	III (60 dB(A))	Entro i limiti
RUM B7	Diurno	57,7	III (60 dB(A))	Entro i limiti
RUM B7	Notturmo	35,4	III (50 dB(A))	Entro i limiti
RUM B7	Notturmo	41,7	III (50 dB(A))	Entro i limiti

CODICE POSTAZIONE DI MISURA	Periodo	Leq (dB(A))	Classe e limite	
RUM B8	Diurno	58,4	III (60 dB(A))	Entro i limiti
RUM B8	Diurno	52,8	III (60 dB(A))	Entro i limiti
RUM B8	Diurno	53,7	III (60 dB(A))	Entro i limiti
RUM B8	Notturmo	46	III (50 dB(A))	Entro i limiti
RUM B8	Notturmo	48,1	III (50 dB(A))	Entro i limiti

CODICE POSTAZIONE DI MISURA	Periodo	Leq (dB(A))	Classe e limite	
RUM B9	Diurno	66,4	V (70 dB(A))	Entro i limiti
RUM B9	Diurno	48,7	V (70 dB(A))	Entro i limiti
RUM B9	Diurno	48,7	V (70 dB(A))	Entro i limiti
RUM B9	Notturmo	52,7	V (60 dB(A))	Entro i limiti
RUM B9	Notturmo	53,6	V (70 dB(A))	Entro i limiti

CODICE POSTAZIONE DI MISURA	Periodo	Leq (dB(A))	Classe e limite	
RUM B10	Diurno	64,3	III (60 dB(A))	Entro i limiti
RUM B10	Diurno	59,9	III (60 dB(A))	Entro i limiti
RUM B10	Diurno	64,6	III (60 dB(A))	Entro i limiti
RUM B10	Notturmo	38,9	III (50 dB(A))	Entro i limiti
RUM B10	Notturmo	35,3	III (50 dB(A))	Entro i limiti

TABELLA 4.6-4 – LIVELLI EQUIVALENTI POSTAZIONI DI MISURE SPOT

5. VALUTAZIONE DELLO STATO DI FATTO ACUSTICO MEDIANTE SIMULAZIONE

5.1. PREMESSA

In questo capitolo vengono presentati i risultati del calcolo di simulazione dello stato di fatto, riferita all'anno 2011, in cui il modello è stato verificato per produrre risultati congrui con i rilievi fonometrici di taratura presentati nel precedente capitolo.

5.2. METODOLOGIA DI STUDIO

Il calcolo eseguito con il programma Citymap, precedentemente illustrato, è finalizzato alla determinazione del livello sonoro equivalente diurno e notturno nel vertice più esposto di ciascun edificio-ricettore, ad una quota fissa di m. 4.0 sopra il piano di campagna, corrispondente nella maggior parte dei casi al davanzale di una finestra del primo piano.

L'altezza di 4.0 m è stata comunque scelta in misura fissa in accordo con le prescrizioni di cui al D.M. Amb 16/3/1998.

Oltre al calcolo per punti, è stato effettuato un calcolo della mappa isolivello sonoro diurno e notturno, sempre riferita ad una quota di 4.0 m sopra il piano di campagna.

5.3. I DATI DI TRAFFICO – STATO DI FATTO

Il flusso veicolare è stato ricavato dallo studio trasportistico per lo scenario stato di fatto 2011, con riferimento al grafo della rete trasportistica rappresentato in Figura 5.3-1.

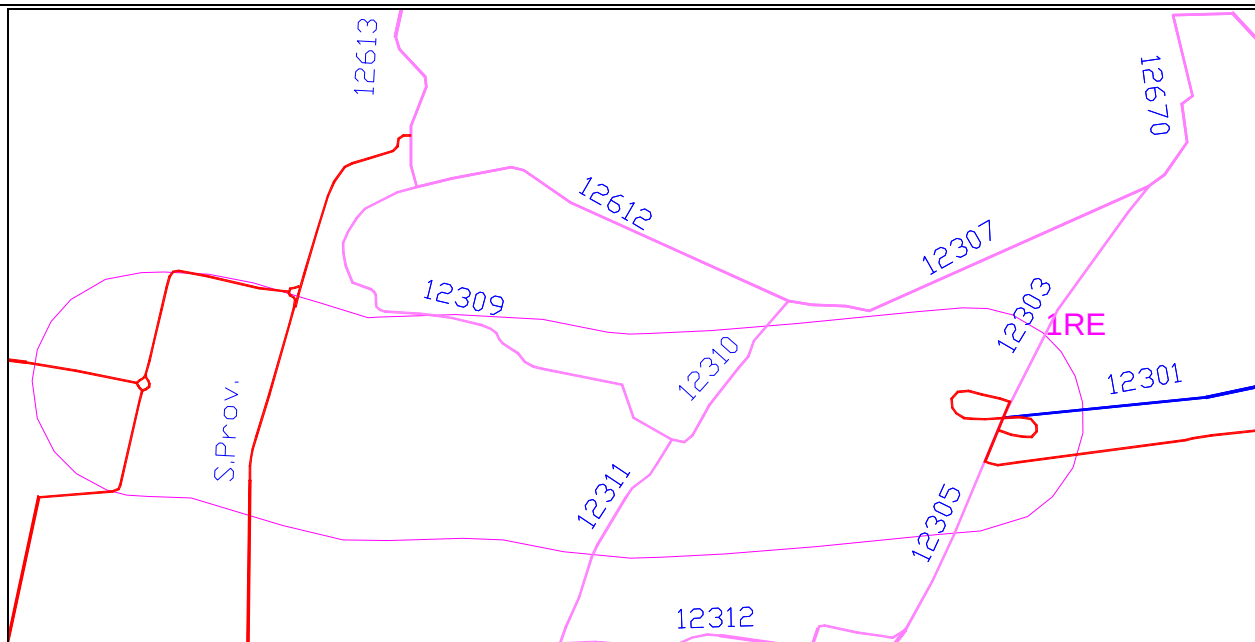


FIGURA 5.3-1 – GRAFO STRADALE STATO DI FATTO – ZONA VIABILITÀ DI ADDUZIONE “D02”

La seguente tabella riporta i valori del flusso veicolare diurno e notturno, suddiviso in veicoli leggeri e pesanti, relativi agli archi stradali individuati dai codici numerici mostrati nella figura sovrastante.

Arco n.	Legg - G	Pes - G	Legg - N	Pes - N
12301	17021	6733	1078	318
12303	2311	87	146	5
12305	14145	3050	896	145
12307	165	0	10	0
12309	118	50	7	2
12310	236	0	14	0
12311	236	0	14	0
12312	236	0	14	0
12612	165	0	10	0
12613	118	50	7	2
12670	2358	87	149	5
S.Prov.	6000	600	400	30
Senz nome	128	16	32	0

TABELLA 5.3-1 – TABELLA DEI FLUSSI VEICOLARI – STATO DI FATTO – ANNO 2011

5.4. RISULTATI DEL CALCOLO PER PUNTI – STATO DI FATTO

All'interno del Buffer di 500m già mostrato nella precedente figura, sono situati n. 68 edifici-ricettore già rilevati nel corso del Censimento Ricettori, ed individuati con le seguenti codifiche:

N.	Comune	Codifica ricettori
45 - 63	Sorbolo	SR001 .. SR019
64 - 114	Brescello	BR001 .. BR049

TABELLA 5.4-1 –TABELLA RIASSUNTIVA E QUANTITATIVA DEI RICETTORI CENSITI

Si rimanda ai documenti contenenti la planimetria di localizzazione ricettori e le schede censimento per una facile individuazione della loro posizione, aventi codifica:

Codifica elaborato	Titolo elaborato
PD_0_D02_DMA00_0_AC_CC_01_A	CARTA CON LOCALIZZAZIONE DEI RICETTORI
PD_0_D02_DMA00_0_AC_SH_01_A	CENSIMENTO DEI RICETTORI - SCHEDE

TABELLA 5.4-2 –ELENCO DEGLI ELABORATI RELATIVI AL CENSIMENTO DEI RICETTORI

Il calcolo eseguito con il programma Citymap ha fornito i risultati riportati nella seguente tabella:

Cod-classe	N.	Ricettore	Limite ZAC	tipologia edilizia ricettore	vitalità	fruizione	Limiti Ante Operam		Livelli Calcolati Ante Operam	
							Leq,day (dBA)	Leq,night (dBA)	Leq,day (dBA)	Leq,night (dBA)
1	47	SR001	6050	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	60	50	47.5	44.2
1	48	SR002	6050	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	60	50	47.7	44.3
3	49	SR003	6050	Produttivo Industriale Agricola	Abitata	Diurno	60	50	47.2	43.5
3	50	SR004	6050	Produttivo Industriale Agricola	Abitata	Diurno	60	50	47.4	44.1
1	51	SR005	6555	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	65	55	49.2	45.5
3	52	SR006	6555	Agricola	Abitata	Diurno	65	55	48.2	44.8
1	53	SR007	6555	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	65	55	47.7	44.4
3	54	SR008	6555	Agricola	Abitata	Diurno	65	55	48.5	44.9
3	55	SR009	6555	Agricola	Abitata	Diurno	65	55	48.0	44.6
3	56	SR010	6555	Agricola	Abitata	Diurno	65	55	48.6	45.0
1	57	SR011	6555	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	65	55	48.7	45.2
1	58	SR012	6050	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	70	60	55.6	47.8
3	59	SR013	6050	Agricola	Abitata	Diurno	70	60	57.4	49.2
3	60	SR014	6050	Produttivo Industriale	Abitata	Diurno	70	60	56.6	48.5
3	61	SR015	7060	Terziario	Abitata	Diurno	70	60	54.2	46.8
3	62	SR016	7060	Produttivo Industriale	Abitata	Diurno	70	60	62.4	53.5

Cod- classe	N.	Ricettore	Limite ZAC	tipologia edilizia ricettore	vitalità	fruizione	Limiti Ante Operam		Livelli Calcolati Ante Operam	
							Leq,day (dBA)	Leq,night (dBA)	Leq,day (dBA)	Leq,night (dBA)
3	63	SR017	7060	Produttivo Industriale	Abitata	Diurno	70	60	62.9	54.0
1	64	SR018	6050	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	70	60	57.2	49.0
1	65	SR019	6050	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	70	60	57.3	49.1
4	66	BR001	7060	Residenziale	Disabitata	nessuna	70	60	48.7	43.9
3	67	BR002	7060	Agricola- Magazzino Agricola	Abitata	Diurno	70	60	44.3	43.0
1	68	BR003	7060	Residenziale Agricola	Abitata	Diurno Notturmo	70	60	44.3	43.1
5	69	BR004	7060	Agricola	Rudere	Diurno	70	60	44.3	43.1
3	70	BR005	7060	Ricovero attrezzi	Abitata	Diurno	70	60	44.1	43.1
5	71	BR006	7060	Residenziale	Rudere	nessuna	70	60	43.9	43.3
6	72	BR007	7060	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	70	60	48.7	44.7
3	73	BR008	7060	ricovero attrezzi- magazzino	Abitata	Diurno	70	60	46.5	44.2
1	74	BR009	7060	Magazzino/Garage Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	70	60	46.8	44.2
3	75	BR010	7060	Magazzino	Abitata	Diurno	70	60	46.8	44.2
3	76	BR011	7060	Agricola	Abitata	Diurno	70	60	43.9	43.6
6	77	BR012	7060	Agricola	Abitata	Diurno	70	60	43.9	43.6
6	78	BR013	7060	Agricola	Abitata	Diurno	70	60	43.9	43.7
6	79	BR014	7060	Agricola	Abitata	Diurno	70	60	44.1	43.8
1	80	BR015	7060	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	70	60	44.0	43.7
3	81	BR016	7060	Magazzino/Garage	Abitata	Diurno	70	60	44.1	43.8
3	82	BR017	7070	Magazzino/Garage	Abitata	Diurno	70	70	50.9	45.3
4	83	BR018	7070	Residenziale	Disabitata	Diurno Notturmo	70	70	49.4	44.8
1	84	BR019	7060	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	70	60	47.3	44.2
3	85	BR020	7060	Magazzino/Garage	Abitata	Diurno	70	60	45.7	43.9
1	86	BR021	6555	Residenziale	Abitata	Notturmo Diurno	65	55	45.7	43.9
4	87	BR022	7060	Residenziale	Costruzione	Diurno Notturmo	70	60	49.1	44.7
3	88	BR023	7060	Magazzino/Garage	Abitata	Diurno	70	60	47.1	44.2
1	89	BR024	7060	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	70	60	48.7	44.6
6	90	BR025	7060	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	70	60	52.0	45.2
3	91	BR026	7060	Stoccaggio materiale infiammabile ATTIVO	Abitata	Diurno	70	60	56.4	48.0
1	92	BR027	7060	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	70	60	51.9	45.4
3	93	BR028	7060	Magazzino/Garage	Abitata	Diurno	70	60	52.0	45.5
1	94	BR029	7060	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	70	60	65.0	55.4
1	95	BR030	7060	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	70	60	67.0	57.3
1	96	BR031	6555	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	70	60	60.7	51.9
1	97	BR032	6050	Commerciale	Abitata	Diurno Notturmo	70	60	64.8	55.3
1	98	BR033	6050	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	70	60	62.8	53.5

Cod- classe	N.	Ricettore	Limite ZAC	tipologia edilizia ricettore	vitalità	fruizione	Limiti Ante Operam		Livelli Calcolati Ante Operam	
							Leq,day (dBA)	Leq,night (dBA)	Leq,day (dBA)	Leq,night (dBA)
3	99	BR034	6050	Produttivo Industriale	Abitata	Diurno	70	60	64.3	55.0
1	100	BR035	6050	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	70	60	67.3	57.8
1	101	BR036	7060	Garage Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	70	60	71.5	61.8
1	102	BR037	7060	Residenziale Agricola	Abitata	Diurno Notturmo	70	60	67.3	57.8
3	103	BR038	7060	Agricola	Abitata	Diurno	70	60	68.9	59.5
3	104	BR039	6050	Agricola	Abitata	Diurno	65	55	61.3	52.2
1	105	BR040	6050	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	65	55	60.8	51.7
3	106	BR041	6050	Magazzino/Garage	Abitata	Diurno	65	55	59.6	50.7
3	107	BR042	7060	Agricola	Abitata	Diurno	70	60	65.0	55.7
3	108	BR043	7060	Produttivo Industriale	Abitata	Diurno	70	60	66.3	57.3
3	109	BR044	7070	Produttivo Industriale	Abitata	Diurno	70	70	68.6	59.2
3	110	BR045	7070	Produttivo Industriale	Abitata	Diurno	70	70	70.4	61.0
3	111	BR046	7070	Produttivo Industriale	Abitata	Diurno	70	70	65.0	55.4
3	112	BR047	7070	Produttivo Industriale	Abitata	Diurno	70	70	69.8	60.4
4	113	BR048	7070	Residenziale	Costruzione	Diurno Notturmo	70	70	67.2	57.9
1	114	BR049	7070	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	70	70	70.3	60.9

TABELLA 5.4-3 –TABELLA DEI LIMITI E DEI LIVELLI CALCOLATI ANTE OPERAM PRESSO I SINGOLI RICETTORI

Si tratta in generale di valori relativamente bassi, in gran parte rispettosi dei limiti vigenti (espressi in tabella come valore combinato del limite di pertinenza stradale e del limite determinato dalla classificazione acustica del territorio, sulla base del DPR 142/2004).

Solamente nel caso di alcuni ricettori residenziali, evidenziati in giallo, sono presenti modesti superamenti dei limiti vigenti, causati dalla distanza veramente ridotta fra questi ricettori e l'esistente viabilità ad essi prospiciente (principalmente la SS 62 della Cisa, che è molto trafficata).

In Tabella 5.4-4 è definita la corrispondenza tra il colore di sfondo della cella del codice ricettore e la classificazione dello stesso, ovvero la destinazione d'uso riferita in particolare alla scelta dei limiti di legge da applicare.

Codice	Colore	Classificazione
1	Bianco	Ricettore residenziale normale
2	Verde	Ricettore sensibile (scuola, asilo, ospedale, casa di riposo, etc.)
3	Azzurro	Attività produttiva o commerciale, utilizzo solo diurno
4	Arancione	Edifici residenziali disabitati, in cattive condizioni, ma teorici. Abitabili
5	Rosso	Ruedi, edifici non utilizzati e non abitabili
6	Viola	Edifici fuori dal corridoio di analisi e dalle fasce di pertinenza.

TABELLA 5.4-4 – CLASSIFICAZIONE DEI RICETTORI

5.5. MAPPATURA DEL LIVELLO SONORO – STATO DI FATTO

Le mappature delle isofoniche relative allo scenario “Stato di Fatto” nell’area di influenza dell’opera D02, relativamente ai periodi di riferimento Diurno e Notturno, sono rappresentate in specifici elaborati in scala 1:5000. La Tabella 5.5-1 riporta un estratto dell’elenco elaborati con l’indicazione di tali planimetrie:

Codice elaborato	Titolo elaborato
PD_0_D02_DMA00_0_AC_MA_01_A	FASE ANTE-OPERAM - MAPPATURA DELLE ISOFOINICHE NEL PERIODO DIURNO
PD_0_D02_DMA00_0_AC_MA_02_A	FASE ANTE-OPERAM - MAPPATURA DELLE ISOFOINICHE NEL PERIODO NOTTURNO

TABELLA 5.5-1 – ELENCO ELABORATI RELATIVI ALLE MAPPATURE DELLA FASE ANTE-OPERAM

6. ANALISI DEGLI IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO

6.1. PREMESSA

In questo capitolo vengono presentati i risultati del calcolo di simulazione della situazione di progetto in condizioni di esercizio, riferita all'anno 2030.

6.2. METODOLOGIA DI STUDIO

Il calcolo eseguito con il programma Citymap, precedentemente illustrato, finalizzato alla determinazione del livello sonoro equivalente diurno e notturno nel vertice più esposto di ciascun edificio-ricettore, ad una quota fissa di m. 4.0 sopra il piano di campagna, corrispondente nella maggior parte dei casi al davanzale di una finestra del primo pian.

L'altezza di 4.0 m è stata comunque scelta in misura fissa in accordo con le prescrizioni di cui al D.M. Amb 16/3/1998.

Oltre al calcolo per punti, è stato effettuato un calcolo della mappa isolivello sonoro diurno e notturno, sempre riferita ad una quota di 4.0 m sopra il piano di campagna.

Entrambe le metodiche sono finalizzate all'individuazione delle parti delle infrastrutture di progetto ove è risultato necessario prevedere la costruzione di opere di mitigazione antirumore, costituite, in caso di lievi superamenti dei limiti, da pavimentazione basso-emissiva (che porta a una riduzione di circa 2.0 dB). Laddove invece è richiesta una maggior attenuazione, sono state previste schermature "sottili", onde limitare l'ingombro in pianta, stante la necessità di inserire le opere di mitigazione nel ridotto spazio residuale fra le infrastrutture viarie ed il sedime dei ricettori.

6.3. I DATI DI TRAFFICO

Il flusso veicolare è stato fornito dallo Studio per lo scenario di progetto 2030, con riferimento al grafo della rete trasportistica presentato nella seguente figura:

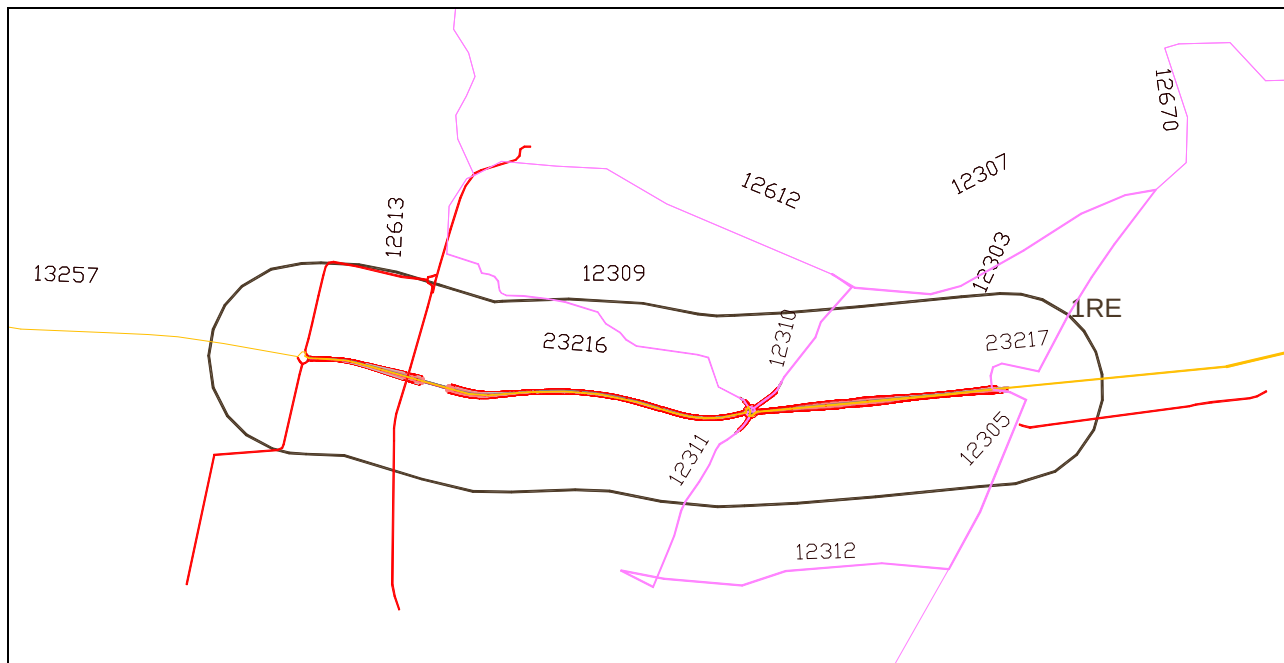


FIGURA 6.3-1- GRAFO STRADALE – ZONA VIABILITÀ DI ADDUZIONE 1RE

La seguente tabella riporta i valori del flusso veicolare diurno e notturno, suddiviso in veicoli leggeri e pesanti, relativi agli archi stradali individuati di codici numerici mostrati nella figura sovrastante.

Arco n.	Legg - G	Pes - G	Legg - N	Pes - N
12301	17021	6733	1078	318
12303	2311	87	146	5
12305	14145	3050	896	145
12306	7107	1120	451	52
12307	165	0	10	0
12309	118	50	7	2
12310	236	0	14	0
12311	236	0	14	0
12312	236	0	14	0
12612	165	0	10	0
12613	118	50	7	2
12618	165	50	10	2
12669	2358	87	149	5
12670	2358	87	149	5
13257	9383	4854	595	230
23216	9383	4854	595	230
23217	9383	4854	595	230
S.Prov.	6000	600	400	30
Senz nome	128	16	32	0

TABELLA 6.3-1 –FLUSSI VEICOLARI DI PROGETTO – TRATTO 1RE - ANNO 2030

6.4. RISULTATI DEL CALCOLO PER PUNTI

All'interno del Buffer di 500 m già mostrato nella precedente figura, sono situati n. 68 edifici-ricettore già rilevati nel corso del Censimento Ricettori, ed individuati con le seguenti codifiche:

N.	Comune	Codifica ricettori
45 - 63	Sorbolo	SR001 .. SR019
64 - 114	Brescello	BR001 .. BR049

TABELLA 6.4-1 – SINTESI NUMERICA DEI RICETTORI CENSITI PER I DIVERSI COMUNI INTERFERITI

Si rimanda ai documenti contenenti la planimetria di localizzazione ricettori e le schede censimento per una facile individuazione della loro posizione, aventi codifica:

Codice elaborato	Titolo elaborato
PD_0_D02_DMA00_0_AC_CC_01_A	CARTA CON LOCALIZZAZIONE DEI RICETTORI
PD_0_D02_DMA00_0_AC_SH_01_A	CENSIMENTO DEI RICETTORI - SCHEDE

TABELLA 6.4-2 – SINTESI NUMERICA DEI RICETTORI CENSITI PER I DIVERSI COMUNI INTERFERITI

Il calcolo eseguito con il programma Citymap ha fornito i risultati riportati nella seguente tabella:

Cod-classe	N.	Ricettore	Limite Strada Nuova	Limite ZAC	Limiti Concorsuali progetto		Livelli Calcolati Totali Progetto	
					Diurno	Notturmo	Leq,day (dBA)	Leq,night (dBA)
1	47	SR001	65/55	6050	65.0	55.0	58.4	49.9
1	48	SR002	65/55	6050	65.0	55.0	59.9	51.1
3	49	SR003	65/55	6050	65.0	55.0	57.6	49.1
3	50	SR004	65/55	6050	65.0	55.0	65.1	55.7
1	51	SR005	65/55	6555	65.0	55.0	62.8	53.8
3	52	SR006	65/55	6555	65.0	55.0	62.9	53.7
1	53	SR007	65/55	6555	65.0	55.0	65.4	56.0
3	54	SR008	65/55	6555	65.0	55.0	65.8	56.5
3	55	SR009	65/55	6555	65.0	55.0	66.6	57.1
3	56	SR010	65/55	6555	65.0	55.0	68.1	58.6
1	57	SR011	65/55	6555	65.0	55.0	58.5	50.1
1	58	SR012	65/55	6050	70.0	60.0	64.1	54.8
3	59	SR013	65/55	6050	70.0	60.0	63.2	54.0
3	60	SR014	65/55	6050	70.0	60.0	69.1	59.6
3	61	SR015	65/55	7060	70.0	60.0	63.9	54.6
3	62	SR016	65/55	7060	70.0	60.0	63.8	54.8
3	63	SR017	65/55	7060	70.0	60.0	65.0	55.9
1	64	SR018	65/55	6050	70.0	60.0	59.7	51.0
1	65	SR019	65/55	6050	70.0	60.0	59.5	50.9
4	66	BR001	65/55	7060	70.0	60.0	57.7	49.2
3	67	BR002	65/55	7060	70.0	60.0	61.7	52.6
1	68	BR003	65/55	7060	70.0	60.0	62.4	53.2
5	69	BR004	65/55	7060	70.0	60.0	63.3	54.1
3	70	BR005	65/55	7060	70.0	60.0	59.9	51.1
5	71	BR006	65/55	7060	70.0	60.0	67.4	57.9
6	72	BR007	7060	7060	70.0	60.0	55.4	47.9

Cod- classe	N.	Ricettore	Limite Strada Nuova	Limite ZAC	Limiti Concorsuali progetto		Livelli Calcolati Totali Progetto	
					Diurno	Notturmo	Leq,day (dBA)	Leq,night (dBA)
3	73	BR008	65/55	7060	70.0	60.0	55.6	48.0
1	74	BR009	65/55	7060	70.0	60.0	55.5	48.0
3	75	BR010	65/55	7060	70.0	60.0	55.5	48.0
3	76	BR011	65/55	7060	70.0	60.0	56.3	48.5
6	77	BR012	7060	7060	70.0	60.0	55.2	47.7
6	78	BR013	7060	7060	70.0	60.0	55.2	47.8
6	79	BR014	7060	7060	70.0	60.0	55.3	47.8
1	80	BR015	65/55	7060	70.0	60.0	57.1	49.1
3	81	BR016	65/55	7060	70.0	60.0	56.3	48.5
3	82	BR017	65/55	7070	70.0	70.0	57.4	49.2
4	83	BR018	65/55	7070	70.0	70.0	58.0	49.7
1	84	BR019	65/55	7060	70.0	60.0	60.8	51.9
3	85	BR020	65/55	7060	70.0	60.0	61.6	52.6
1	86	BR021	65/55	6555	65.0	55.0	56.6	48.7
4	87	BR022	65/55	7060	70.0	60.0	66.0	56.6
3	88	BR023	65/55	7060	70.0	60.0	68.1	58.6
1	89	BR024	65/55	7060	70.0	60.0	58.5	50.1
6	90	BR025	7060	7060	70.0	60.0	55.8	47.8
3	91	BR026	65/55	7060	70.0	60.0	58.1	49.5
1	92	BR027	65/55	7060	70.0	60.0	56.1	48.1
3	93	BR028	65/55	7060	70.0	60.0	56.6	48.4
1	94	BR029	65/55	7060	70.0	60.0	63.2	53.8
1	95	BR030	65/55	7060	70.0	60.0	65.0	55.5
1	96	BR031	65/55	6555	70.0	60.0	70.3	60.8
1	97	BR032	65/55	6050	70.0	60.0	63.7	54.4
1	98	BR033	65/55	6050	70.0	60.0	63.8	54.5
3	99	BR034	65/55	6050	70.0	60.0	66.3	56.8
1	100	BR035	65/55	6050	70.0	60.0	67.2	57.6
1	101	BR036	65/55	7060	70.0	60.0	67.9	58.3
1	102	BR037	65/55	7060	70.0	60.0	66.3	56.7
3	103	BR038	65/55	7060	70.0	60.0	69.7	60.0
3	104	BR039	65/55	6050	65.0	55.0	58.8	50.1
1	105	BR040	65/55	6050	65.0	55.0	57.8	49.3
3	106	BR041	65/55	6050	65.0	55.0	57.3	48.9
3	107	BR042	65/55	7060	70.0	60.0	66.1	56.6
3	108	BR043	65/55	7060	70.0	60.0	71.2	61.5
3	109	BR044	65/55	7070	70.0	70.0	64.8	55.2
3	110	BR045	65/55	7070	70.0	70.0	66.4	56.7
3	111	BR046	65/55	7070	70.0	70.0	59.1	50.3
3	112	BR047	65/55	7070	70.0	70.0	65.2	55.6
4	113	BR048	65/55	7070	70.0	70.0	62.7	53.3
1	114	BR049	65/55	7070	70.0	70.0	65.6	55.9

TABELLA 6.4-3 – LIVELLI SONORI IN CONFIGURAZIONE DI PROGETTO – SCENARIO 2030

In giallo sono evidenziati i superamenti dei limiti di emissione per le nuove strade. Va osservato però che, sia con riferimento ai limiti di zona (ZAC), sia ai limiti “concorsuali” derivanti dalla presenza di altre viabilità preesistenti, al realizzazione della nuova bretella stradale determinerà un diffuso rispetto dei limiti.

A valle della realizzazione della mappatura acustica si procede dunque ad una analisi di dettaglio degli ipotetici “superamenti” sopra evidenziati.

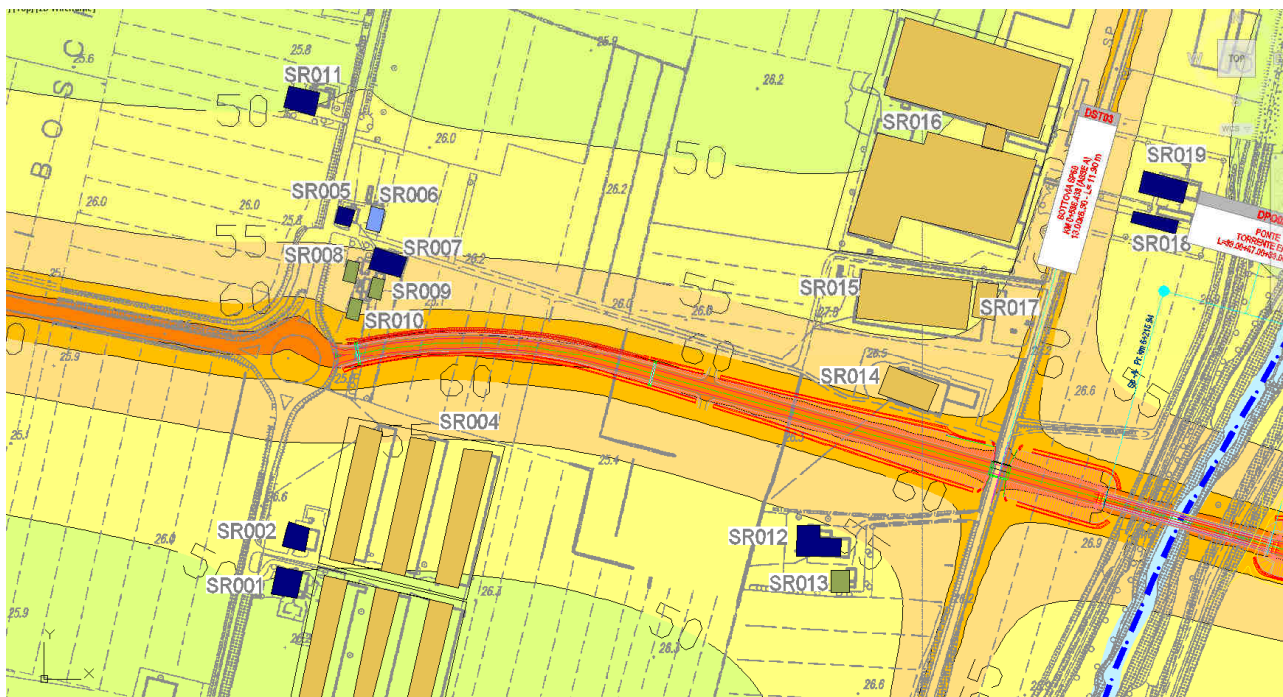
6.5. MAPPATURA DEL LIVELLO SONORO

Le seguenti figure mostrano la mappa del livello sonoro nell'area di influenza dell'opera "D02", relativamente al periodo Diurno e Notturno. Esse sono una versione in scala ridotta delle tavole elencate in Tabella 6.5-1.

Codice elaborato	Titolo elaborato
PD_0_D02_DMA00_0_AC_MS_01_A	FASE DI ESERCIZIO - MAPPATURA DELLE ISOFONICHE NEL PERIODO DIURNO SENZA MITIGAZIONI
PD_0_D02_DMA00_0_AC_MS_02_A	FASE DI ESERCIZIO - MAPPATURA DELLE ISOFONICHE NEL PERIODO NOTTURNO SENZA MITIGAZIONI

TABELLA 6.5-1 – ELENCO ELABORATI DELLE MAPPATURE DELLE ISOFONICHE IN FASE DI ESERCIZIO SENZA OPERE DI MITIGAZIONE

Focalizzandosi sulle zone in cui sono presenti i ricettori che hanno dato luogo alla stima di livelli sonori di progetto eccedenti i limiti di emissione per nuove strade (65/55 dBA), è possibile valutare per quali di essi si rende possibile intervenire mediante opere di mitigazione antirumore da realizzare sui strati di viabilità di progetto. La Figura 6.5-1 mostra la zona più ad Ovest:



La Figura 6.5-2 mostra la seconda zona critica, leggermente più a est della precedente:

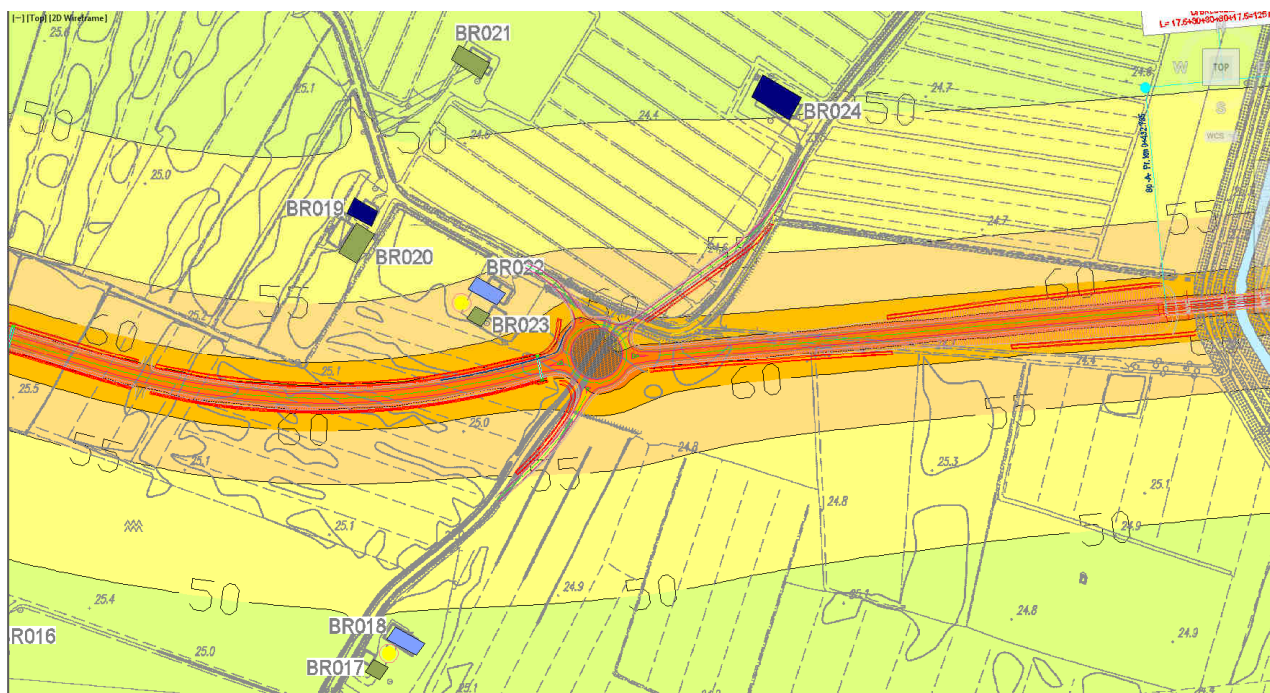


FIGURA 6.5-2 – PARTICOLARE DELLA MAPPATURA DELLE ISOFONICHE IN ADIACENZA AL RICETTORE BR022

Infine la terza zona critica è situata all'estremità Est dell'intervento e rappresentata in Figura 6.5-3.

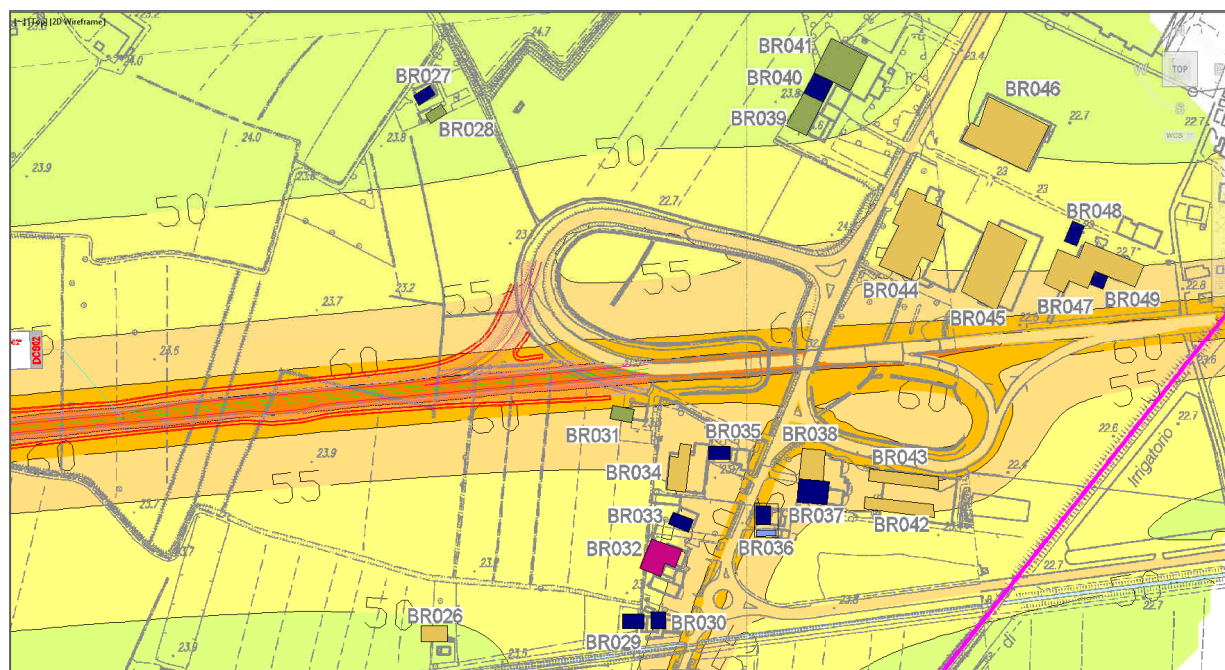


FIGURA 6.5-3 – PARTICOLARE DELLA MAPPATURA DELLE ISOFONICHE IN ADIACENZA AI RICETTORI BR035-BR037 E BR 049

I ricettori residenziali relativi a queste tre zone, in cui si verifica un superamento dei limiti di emissione per nuove infrastrutture stradali, sono i seguenti:

Cod- classe	N.	Ricettore	Limite Strada Nuova	Limite ZAC	Limiti Concorsuali progetto		Livelli Calcolati Totali Progetto	
					Diurno	Notturmo	Leq,day (dBA)	Leq,night (dBA)
1	53	SR007	65/55	6555	65.0	55.0	65.4	56.0
3	54	SR008	65/55	6555	65.0	55.0	65.8	56.5
3	55	SR009	65/55	6555	65.0	55.0	66.6	57.1
3	56	SR010	65/55	6555	65.0	55.0	68.1	58.6
3	60	SR014	65/55	6050	70.0	60.0	69.1	59.6
4	87	BR022	65/55	7060	70.0	60.0	66.0	56.6
3	88	BR023	65/55	7060	70.0	60.0	68.1	58.6
1	95	BR030	65/55	7060	70.0	60.0	65.0	55.5
1	96	BR031	65/55	6555	70.0	60.0	70.3	60.8
3	99	BR034	65/55	6050	70.0	60.0	66.3	56.8
1	100	BR035	65/55	6050	70.0	60.0	67.2	57.6
1	101	BR036	65/55	7060	70.0	60.0	67.9	58.3
1	102	BR037	65/55	7060	70.0	60.0	66.3	56.7
3	103	BR038	65/55	7060	70.0	60.0	69.7	60.0
3	107	BR042	65/55	7060	70.0	60.0	66.1	56.6
3	108	BR043	65/55	7060	70.0	60.0	71.2	61.5
3	110	BR045	65/55	7070	70.0	70.0	66.4	56.7
3	112	BR047	65/55	7070	70.0	70.0	65.2	55.6
1	114	BR049	65/55	7070	70.0	70.0	65.6	55.9

TABELLA 6.5-2– RICETTORI IN CUI SI VERIFICA UN SUPERAMENTO DEI LIMITI SENZA MITIGAZIONI – SCENARIO 2030

Di essi, risultano (parzialmente) affetti dal rumore generato dalle nuove infrastrutture di progetto solo i ricettori residenziali evidenziati in blu, ovvero SR007 e BR022.

Gli altri ricettori riportati nella tabella di cui sopra, invece, sono primariamente affetti da rumorosità generata da viabilità stradale esterna all'intervento qui valutato, e pertanto dovranno eventualmente essere mitigati a parte (tuttavia si rileva che, grazie al limite di rumorosità vigente per la viabilità preesistente in base al DPR 142/2004, pari a 70/60 dBA, ed al principio di concorsualità, non risultano affetti da criticità).

Per ricondurre i livelli di rumorosità di esercizio entro i limiti di legge, diventa pertanto necessaria la previsione di idonee opere di mitigazione antirumore a protezione dei ricettori sopra evidenziati nel progetto della nuova infrastruttura.

7. ANALISI DEGLI IMPATTI E MISURE DI MITIGAZIONE

7.1. PREMESSA

In questo capitolo si procede all'analisi degli impatti nella configurazione non mitigata derivanti dall'esercizio dell'infrastruttura di progetto (D02), all'individuazione dei ricettori maggiormente critici dal punto di vista acustico e al dimensionamento delle opportune opere di mitigazione e protezione acustica.

In seguito alle analisi sull'impatto dell'infrastruttura è stato definito un quadro complessivo degli interventi di mitigazione che si compone dei seguenti elementi:

- Pavimentazione prestazionale con caratteristiche fonoassorbenti;
- Barriere antirumore.
- Interventi diretti sugli edifici

7.2. CARATTERISTICHE GENERALI DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE

7.2.1. Interventi alla fonte: pavimentazione

Tale intervento è stato previsto in modo estensivo su tutto il tracciato con uno strato di usura in Splitt Mastix Asphalt che, oltre ad elevate prestazioni meccaniche che consentono di non avere, sotto le azioni del traffico, i fenomeni di ammaloramento precoce (intensa fessurazione longitudinale), presenta buone caratteristiche di fonoassorbenza.

La microrugosità degli elementi litoidi garantisce ottime prestazioni superficiali caratterizzate da elevata aderenza e ridotta emissione di rumore di rotolamento: il programma Citymap assegna a questo tipo di pavimentazione, in media, un'attenuazione prudenzialmente inferiore, oscillante fra 1.5 ed 1.6 dBA rispetto ad un tappeto chiuso tradizionale.

Per le caratteristiche tecniche, le sezioni tipo e le caratteristiche meccaniche e granulometriche dei pacchetti di pavimentazione si rimanda ai corrispondenti elaborati di progetto.

Viene qui riportata unicamente una descrizione generica delle caratteristiche di questo tipo di asfalto.

Il Tappeto Splittmastix Asphalt (SMA) è un particolare tipo di usura che, grazie alla qualità particolarmente elevata nella scelta degli aggregati e del bitume, alle caratteristiche granulometriche con curva discontinua ed alto contenuto di graniglie e pietrischetti, consente di conseguire prestazioni superiori in termini di

durabilità, stabilità e sicurezza, oltre a presentare un minore invecchiamento del legante grazie al bassissimo tenore di vuoti delle miscele.

VANTAGGI RISPETTO AD ALTRE TIPOLOGIE DI USURA

Il Tappeto Splittmastix Asphalt è un conglomerato adatto a tutte le situazioni in cui si richiede alla superficie viabile delle prestazioni di aderenza, durabilità e resistenza superiori alle usure tradizionali sia a bitume normale che a bitume modificato.

A parità di condizioni di esercizio il Tappeto Splittmastix Asphalt somma ai pregi dell'uso di bitume modificato (che conferisce un aumento di stabilità, una maggiore resistenza meccanica alle deformazioni, una maggiore durata, una maggiore elasticità e una sensibilità alle condizioni termiche estreme molto più bassa, soprattutto nei confronti di temperature ambientali elevate come durante la stagione estiva), un incremento accentuato della sicurezza della superficie viabile in tutte le condizioni meteorologiche a cui è soggetta, in virtù della scelta dei materiali e delle sue formulazioni che aumentano la rugosità superficiale e migliorano l'aderenza tra pneumatici dei veicoli e superficie stradale.

Si presta all'impiego nelle vie principali di scorrimento per **l'attenuazione della rumorosità**.

Rappresenta un'alternativa efficace rispetto alle usure drenanti in tutti i casi in cui la sovrastruttura viabile non presenta sufficienti ed adeguate condizioni di regimazione idrica.

Riduzione della rumorosità prevista dal programma Citymap per asfalto Splittmastix, in funzione della velocità e della classe dei veicoli:

Classe velocità	auto	cam. 2 assi	cam. 3 assi	TIR	moto
C5 (50/70)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
C6 (70/90)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
C7 (90/110)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
C8 (110/130)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5

TABELLA 7.2-1 –RIDUZIONE DELLA RUMOROSITÀ CON UTILIZZO DI ASFALTO SPLITTMASTIX

Nota: valori prudenziali stimati, Citymap non contiene dati di SEL misurati sperimentalmente su questa nuova tipologia di pavimentazione stradale. Alcuni rapporti segnalano attenuazioni sino a 2 dB(A), ma nelle simulazioni si è preferito adottare un valore prudenzialmente più basso.

7.2.2. Interventi indiretti: barriere antirumore

7.2.2.1 Caratteristiche fisiche e geometriche

Le barriere antirumore, previste di tipo opaco, sono costituite da pannelli fonoassorbenti in legno ad elementi sovrapposti, di lunghezza standard pari a 3,00 m ed altezza pari a 1000÷2000 mm. Il pannello in legno è composto da uno scatolato delimitato da un telaio perimetrale, sul quale nella parte posteriore, a chiusura, sono fissate verticalmente delle perline di legno, di spessore minimo 20 mm. Lato sorgente si trova una rete

protettiva (HDPE 90%) sopra la quale sono installati i listelli di legno a spigolo arrotondato, che potranno essere posizionati in verticale o in diagonale. La coibentazione del pannello è composta da un materassino di lana minerale, di densità minima 50 kg/m^3 e spessore minimo 80 mm.

La struttura portante è costituita da profili in acciaio Fe tipo HE, opportunamente dimensionati in riferimento all'altezza complessiva della barriera in opera, muniti di piastre forate di aggancio alle fondazioni.

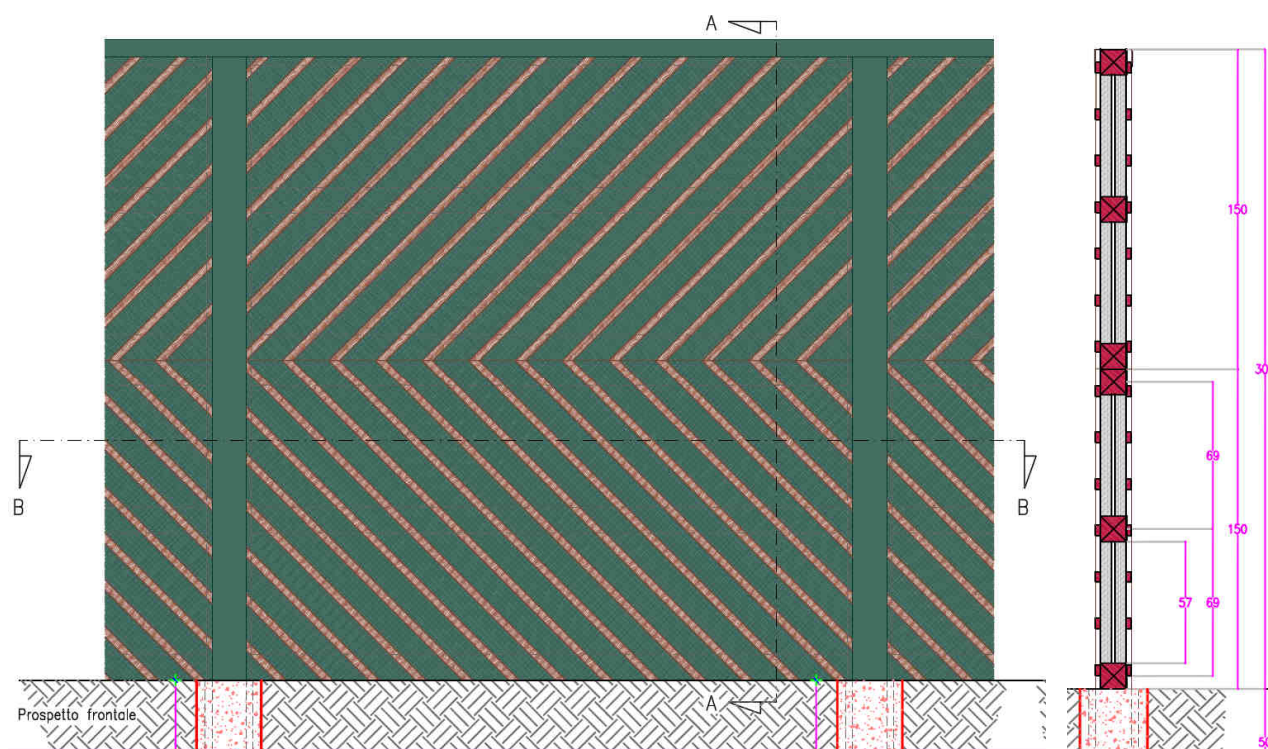


FIGURA 7.2-1 –BARRIERA ACUSTICA IN LEGNO: VISTA PROSPETTICA E SEZIONE VERTICALE

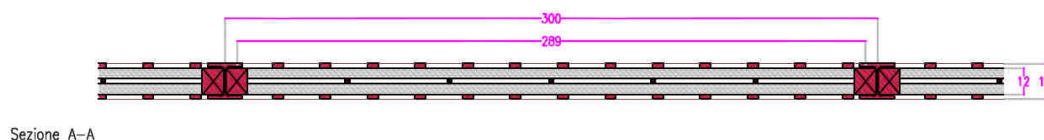


FIGURA 7.2-2 – SEZIONE ORIZZONTALE DELLA BARRIERA ACUSTICA IN LEGNO

In alternativa al pannello in legno, potranno essere previste pannellature opache metalliche fonoassorbenti in alluminio ad elementi sovrapposti o pannelli fonoisolanti-fonoassorbenti in calcestruzzo.

7.2.2.2 Caratteristiche acustiche, classificazione

In teoria le barriere antirumore ad utilizzo stradale dovrebbero essere qualificate e caratterizzate facendo impiego della serie di norme UNI EN 1793-1,2,3,4,5.

Di fatto tali norme contengono una serie di errate assunzioni e palesi contraddizioni, che ne rendono l'utilizzo alquanto problematico, come segnalato da numerosi articoli apparsi nella letteratura scientifica, anche ad opera dello scrivente⁶.

Particolarmente problematica risulta la valutazione "in situ" delle prestazioni fonoassorbenti e fonoisolanti delle barriere, usando il metodo pseudo-impulsivo descritto nella norma EN 1793-5 (metodo "Adrienne", completamente inaffidabile e scientificamente viziato). Si è del parere pertanto che siano privi di alcun significato concreto i parametri descritti da tale norma, denominati DL_{RI} (perdita per riflessione) e DL_{SI} (perdita per attraversamento).

Si ritiene perciò preferibile specificare le prestazioni delle pannellature utilizzate per realizzare le barriere antirumore basandosi sulle prove di laboratorio, in particolare utilizzando i seguenti parametri:

- DL_{α} (norma EN 1793-1) per le prestazioni fonoassorbenti – il valore minimo deve essere pari a 10 dB(A) affinché il calcolo eseguito sia corretto.
- DL_R (norma EN 1793-2) per le prestazioni fonoisolanti – il valore minimo deve essere pari a 20 dB(A) affinché il calcolo eseguito sia corretto.

Tutte le barriere proposte nel capitolo 7.2.2.1 hanno le seguenti caratteristiche:

- Fonoassorbimento: categoria A3 (rif. UNI EN 1793-1);
- Fonoisolamento: categoria B3 R_w 36 dB - DL_R = 32 dB (UNI EN 1793-2).

7.2.3. Interventi diretti sull'edificio

Nel caso gli interventi diretti alla fonte (pavimentazione stradale) o quelli indiretti sul cammino di propagazione (barriere antirumore) non consentano di portare al generalizzato e totale rispetto dei limiti di rumorosità, è possibile provvedere ad un ulteriore intervento di mitigazione diretta sull'edificio ricettore.

Lo scopo di questi interventi è quello di migliorare l'isolamento acustico dell'involucro edilizio, in modo che, almeno al suo interno, si raggiungano valori sufficientemente bassi di rumorosità.

⁶ Lamberto Tronchin, Andrea Venturi, Valerio Tarabusi, Angelo Farina, Christian Varani- "In situ measurements of Reflection Index and Sound Insulation Index of noise barriers" - 20th International Congress on Acoustics, ICA 2010, 23-27 August 2010, Sydney, Australia

In particolare gli interventi attuabili consistono in:

- sostituzioni dei serramenti esterni con serramenti nuovi, conformi alle prescrizioni del DPCM 5/12/1997;
- installazione di sistemi di ventilazione e/o raffrescamento, che consentano di mantenere all'interno dei locali chiusi condizioni di confort termoigrometrico in tutte le stagioni, evitando così la necessità di dover aprire le finestre per arieggiare i locali;
- chiusura o insonorizzazione di aperture, griglie, prese d'aria, ed ogni altro eventuale "ponte acustico" presente nell'involucro edilizio.

L'assieme degli interventi suddetti dovrebbe portare al raggiungimento di un valore dell'isolamento di facciata, $D_{2m,nT}$ pari ad almeno 40 dB, e dunque conforme alle prescrizioni del citato DPCM 5/12/1997.

7.3. ELENCO DEGLI INTERVENTI INDIRETTI DI MITIGAZIONE ADOTTATI

7.3.1. Mitigazione del ricettore SR007

Come già illustrato nel precedente cap. 6, il ricettore qui considerato sarebbe soggetto, in assenza di mitigazioni antirumore, ad un lieve superamento dei limiti di rumorosità diurni e notturni:

Codice	dist min nuovo asse st.	zonizzazione comunale (ZAC)	Limiti ZAC	Limiti nuova viab.	Limiti conc ors.	tipologia edilizia	vitalità	Periodi fruizione	Leq Day	Leq Night
SR007	40	classe IV	65/55	65/55	65/55	Residenziale	Abitata	D N	65.4	56.0

TABELLA 7.3-1 –LIVELLI ACUSTICI PRESSO IL RICETTORE SR007 – SCENARIO MITIGATO

Il superamento del limite è di circa 1 dB(A). Inoltre, parte della rumorosità ricevuta deriva da archi stradali esterni al presente intervento, e quindi non mitigabili. Di fatto, la sola pavimentazione basso-emissiva, che viene comunque prevista su tutta la nuova bretella di collegamento, è sufficiente a garantire una adeguata mitigazione antirumore in questa zona.

7.3.2. Mitigazione del ricettore BR022

Come già illustrato nel precedente cap. 6, il ricettore qui considerato sarebbe soggetto, in assenza di mitigazioni antirumore, al superamento dei limiti di emissione per nuove infrastrutture stradali diurni e notturni:

Codice	dist min nuovo asse st.	zonizzazione comunale (ZAC)	Limiti ZAC + v.esist.	Limiti nuova viab.	Limiti conc ors.	tipologia edilizia	vitalità	Periodi fruizione	Leq Day	Leq Night
BR022	30	T. terr. Nazion.	70/60	65/55	70/60	Residenziale	Costruz.	D N	66.0	56.6

TABELLA 7.3-2 – LIVELLI ACUSTICI PRESSO IL RICETTORE BR022 – SCENARIO MITIGATO

Il superamento del limite notturno in BR022 è pari a circa 1.6 dB(A).

Il ricettore è costituito da un edificio in fase di ristrutturazione, situato a circa 30 m dal tracciato della nuova bretella di collegamento, come mostrato nella seguente fotografia (tratta dalle schede censimento ricettori).

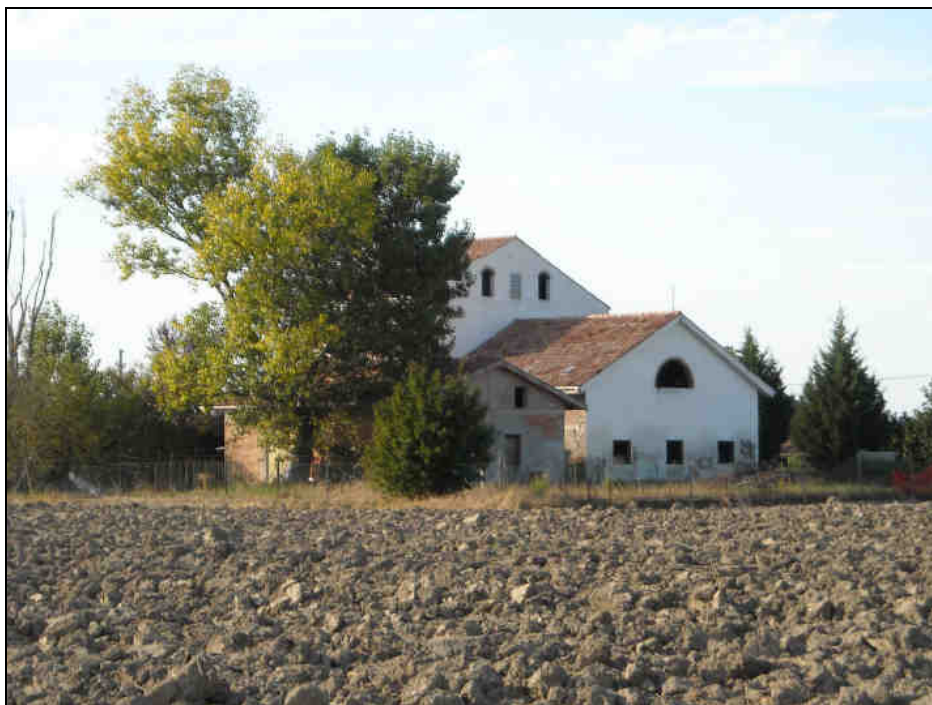


FIGURA 7.3-1 – RICETTORE BR022 – EDIFICIO PARZIALMENTE ABITATO, IN FASE DI AMPLIAMENTO E RISTRUTTURAZIONE

Si osserva che l'allargamento ed innalzamento dell'edificio ne comportano una maggior esposizione al rumore, che dunque risulterà superiore rispetto al valore sopra stimato.

Trattandosi di un edificio di un certo pregio e dimensione, si è prevista una schermatura antirumore di idonea altezza e lunghezza, tenendo in considerazione anche il fatto che lo stesso, nella situazione attuale, è soggetto ad un livello di rumore estremamente basso, diversamente da numerosi altri ricettori che invece già adesso sono interessati da livelli sonori alti.

La seguente figura mostra la localizzazione e l'estensione dell'opera di schermatura antirumore prevista.

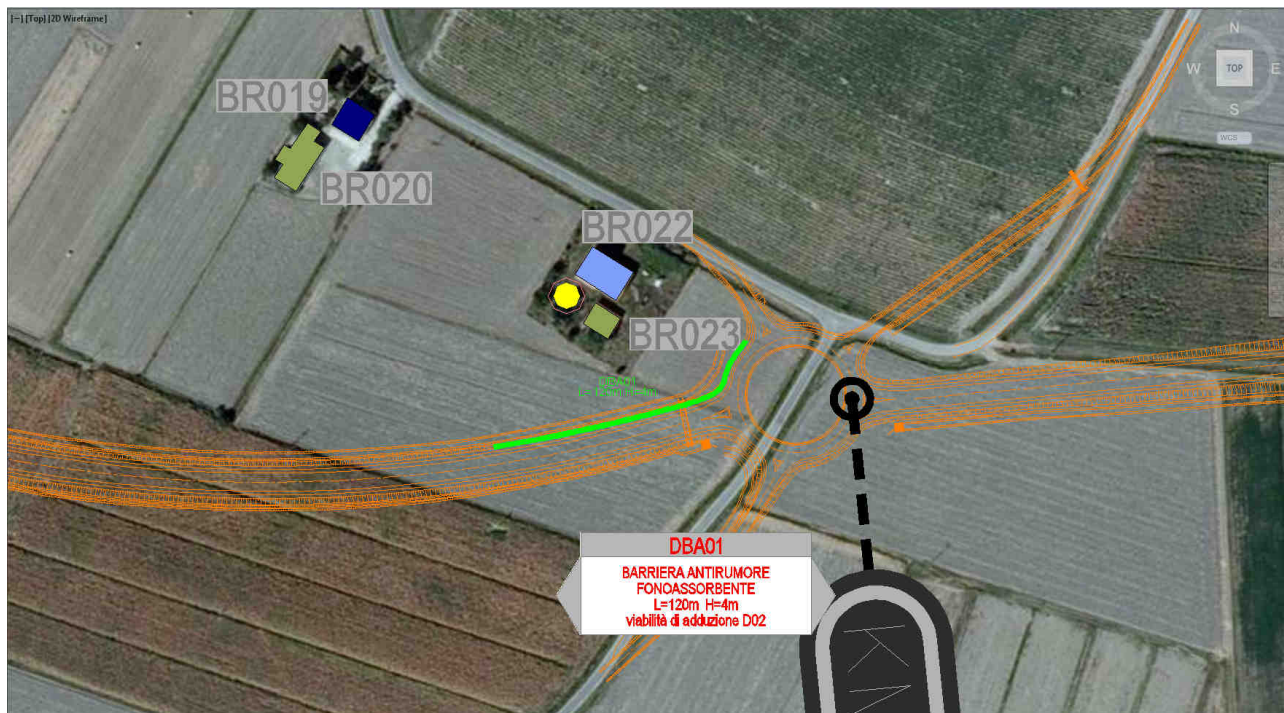


FIGURA 7.3-2 – LOCALIZZAZIONE ED ESTENSIONE DELLA BARRIERA ACUSTICA PREVISTA IN ADIACENZA AL RICETTORE BR022

7.3.3. Riepilogo degli interventi di mitigazione antirumore

La seguente tabella riepiloga lo sviluppo longitudinale delle opere di mitigazione previste sull'opera D02:

Denominazione	Descrizione	Sviluppo longitudinale (m)
Pavimentazione D02	Pavimentazione basso-emissiva	3740
Barriera BR022	Schermatura antirumore h=4.0 m	120

TABELLA 7.3-3 –ELENCO DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA PREVISTI

8. VERIFICA ACUSTICA NELLO SCENARIO DI PROGETTO CON INTERVENTI DI MITIGAZIONE E DEFINIZIONE DI INTERVENTI DIRETTI SUL RICETTORE

8.1. PREMESSA

Il presente capitolo riporta i risultati del calcolo previsionale eseguito con il programma Citymap, con riferimento allo scenario di progetto (anno 2030) con opere di mitigazione.

La valutazione dei risultati in questo scenario consente di verificare se le opere di mitigazione siano state dimensionate correttamente, al fine di garantire il rispetto dei limiti di rumorosità.

Nel caso l'obiettivo progettuale, nonostante le mitigazioni antirumore, non sia stato raggiunto presso alcuni ricettori, sugli stessi viene conseguentemente previsto un intervento di mitigazione diretto sull'involucro edilizio, come previsto dal vigente quadro legislativo (DPR 142 del giugno 2004).

8.2. RISULTATI DEL CALCOLO "PER PUNTI"

La seguente tabella mostra i risultati del calcolo per punti, avendo inserito nel modello la presenza delle opere di mitigazione descritte nel precedente capitolo, con riferimento ai ricettori impattati dal tratto stradale su cui si interviene:

Cod-classe	N.	Ricettore	Limite Strada Nuova	Limite ZAC	Limiti Concorsuali progetto		Livelli Calcolati Totali Progetto		Livelli Calcolati Tot. Progetto con Mitigazioni	
					Diurna	Notturna	Leq,day (dBA)	Leq,night (dBA)	Leq,day (dBA)	Leq,night (dBA)
1	47	SR001	65/55	6050	65.0	55.0	58.4	49.9	57.7	49.4
1	48	SR002	65/55	6050	65.0	55.0	59.9	51.1	59.2	50.5
3	49	SR003	65/55	6050	65.0	55.0	57.6	49.1	56.6	48.4
3	50	SR004	65/55	6050	65.0	55.0	65.1	55.7	63.9	54.6
1	51	SR005	65/55	6555	65.0	55.0	62.8	53.8	62.0	53.1
3	52	SR006	65/55	6555	65.0	55.0	62.9	53.7	61.9	52.9
1	53	SR007	65/55	6555	65.0	55.0	65.4	56.0	64.3	55.0
3	54	SR008	65/55	6555	65.0	55.0	65.8	56.5	64.8	55.5
3	55	SR009	65/55	6555	65.0	55.0	66.6	57.1	65.5	56.1
3	56	SR010	65/55	6555	65.0	55.0	68.1	58.6	67.0	57.5
1	57	SR011	65/55	6555	65.0	55.0	58.5	50.1	57.9	49.7
1	58	SR012	65/55	6050	70.0	60.0	64.1	54.8	62.8	53.7
3	59	SR013	65/55	6050	70.0	60.0	63.2	54.0	62.1	53.1
3	60	SR014	65/55	6050	70.0	60.0	69.1	59.6	67.7	58.2
3	61	SR015	65/55	7060	70.0	60.0	63.9	54.6	62.6	53.4
3	62	SR016	65/55	7060	70.0	60.0	63.8	54.8	63.4	54.5
3	63	SR017	65/55	7060	70.0	60.0	65.0	55.9	64.5	55.4

Cod- classe	N.	Ricettore	Limite Strada Nuova	Limite ZAC	Limiti Concorsuali progetto		Livelli Calcolati Totali Progetto		Livelli Calcolati Tot. Progetto con Mitigazioni	
					Diurna	Notturna	Leq,day (dBA)	Leq,night (dBA)	Leq,day (dBA)	Leq,night (dBA)
1	64	SR018	65/55	6050	70.0	60.0	59.7	51.0	59.1	50.6
1	65	SR019	65/55	6050	70.0	60.0	59.5	50.9	59.0	50.5
4	66	BR001	65/55	7060	70.0	60.0	57.7	49.2	56.4	48.3
3	67	BR002	65/55	7060	70.0	60.0	61.7	52.6	60.3	51.4
1	68	BR003	65/55	7060	70.0	60.0	62.4	53.2	60.9	51.9
5	69	BR004	65/55	7060	70.0	60.0	63.3	54.1	61.8	52.7
3	70	BR005	65/55	7060	70.0	60.0	59.9	51.1	58.5	49.9
5	71	BR006	65/55	7060	70.0	60.0	67.4	57.9	65.9	56.5
6	72	BR007	7060	7060	70.0	60.0	55.4	47.9	54.2	47.2
3	73	BR008	65/55	7060	70.0	60.0	55.6	48.0	54.2	47.2
1	74	BR009	65/55	7060	70.0	60.0	55.5	48.0	54.1	47.1
3	75	BR010	65/55	7060	70.0	60.0	55.5	48.0	54.1	47.1
3	76	BR011	65/55	7060	70.0	60.0	56.3	48.5	54.9	47.6
6	77	BR012	7060	7060	70.0	60.0	55.2	47.7	53.8	47.0
6	78	BR013	7060	7060	70.0	60.0	55.2	47.8	53.8	47.0
6	79	BR014	7060	7060	70.0	60.0	55.3	47.8	53.9	47.1
1	80	BR015	65/55	7060	70.0	60.0	57.1	49.1	55.7	48.1
3	81	BR016	65/55	7060	70.0	60.0	56.3	48.5	54.9	47.6
3	82	BR017	65/55	7070	70.0	70.0	57.4	49.2	56.1	48.4
4	83	BR018	65/55	7070	70.0	70.0	58.0	49.7	56.7	48.7
1	84	BR019	65/55	7060	70.0	60.0	60.8	51.9	58.3	49.9
3	85	BR020	65/55	7060	70.0	60.0	61.6	52.6	59.4	50.8
1	86	BR021	65/55	6555	65.0	55.0	56.6	48.7	54.1	47.2
4	87	BR022	65/55	7060	70.0	60.0	66.0	56.6	59.1	50.5
3	88	BR023	65/55	7060	70.0	60.0	68.1	58.6	59.5	50.8
1	89	BR024	65/55	7060	70.0	60.0	58.5	50.1	56.9	48.9
6	90	BR025	7060	7060	70.0	60.0	55.8	47.8	54.7	47.1
3	91	BR026	65/55	7060	70.0	60.0	58.1	49.5	57.2	48.8
1	92	BR027	65/55	7060	70.0	60.0	56.1	48.1	54.9	47.3
3	93	BR028	65/55	7060	70.0	60.0	56.6	48.4	55.4	47.6
1	94	BR029	65/55	7060	70.0	60.0	63.2	53.8	62.9	53.6
1	95	BR030	65/55	7060	70.0	60.0	65.0	55.5	64.8	55.4
1	96	BR031	65/55	6555	70.0	60.0	70.3	60.8	68.9	59.4
1	97	BR032	65/55	6050	70.0	60.0	63.7	54.4	63.3	54.0
1	98	BR033	65/55	6050	70.0	60.0	63.8	54.5	63.0	53.7
3	99	BR034	65/55	6050	70.0	60.0	66.3	56.8	65.3	55.9
1	100	BR035	65/55	6050	70.0	60.0	67.2	57.6	66.5	57.0
1	101	BR036	65/55	7060	70.0	60.0	67.9	58.3	67.7	58.1
1	102	BR037	65/55	7060	70.0	60.0	66.3	56.7	66.0	56.5
3	103	BR038	65/55	7060	70.0	60.0	69.7	60.0	69.5	59.8
3	104	BR039	65/55	6050	65.0	55.0	58.8	50.1	58.3	49.7
1	105	BR040	65/55	6050	65.0	55.0	57.8	49.3	57.4	49.0
3	106	BR041	65/55	6050	65.0	55.0	57.3	48.9	56.8	48.5
3	107	BR042	65/55	7060	70.0	60.0	66.1	56.6	66.0	56.4
3	108	BR043	65/55	7060	70.0	60.0	71.2	61.5	71.1	61.4
3	109	BR044	65/55	7070	70.0	70.0	64.8	55.2	64.6	55.0
3	110	BR045	65/55	7070	70.0	70.0	66.4	56.7	66.3	56.7
3	111	BR046	65/55	7070	70.0	70.0	59.1	50.3	58.9	50.2
3	112	BR047	65/55	7070	70.0	70.0	65.2	55.6	65.2	55.6
4	113	BR048	65/55	7070	70.0	70.0	62.7	53.3	62.7	53.2
1	114	BR049	65/55	7070	70.0	70.0	65.6	55.9	65.5	55.9

TABELLA 8.2-1 – SCENARIO DI PROGETTO 2030 CON OPERE DI MITIGAZIONI - LIVELLI ACUSTICI PRESSO I SINGOLI RICETTORI

Si può osservare come, presso tutti i ricettori residenziali, l'adozione degli interventi di mitigazione descritti nel precedente capitolo abbia portato al sistematico rispetto dei limiti di rumorosità.

8.3. RISULTATI DEL CALCOLO DELLE MAPPATURE ISOLIVELLO SONORO

E' stata operata nuovamente la simulazione dello scenario di progetto 2030 con mitigazioni, operando in questo caso il tracciamento delle mappe isolivello sonoro diurno e notturno. Le seguenti due figure mostrano, in scala ridotta, il contenuto delle due tavole aventi rispettivamente codifica:

Codice elaborato	Titolo elaborato
PD_0_D02_DMA00_0_AC_MM_01_A	FASE DI ESERCIZIO - MAPPATURA DELLE ISOFONICHE NEL PERIODO DIURNO CON MITIGAZIONI
PD_0_D02_DMA00_0_AC_MM_02_A	FASE DI ESERCIZIO - MAPPATURA DELLE ISOFONICHE NEL PERIODO NOTTURNO CON MITIGAZIONI

TABELLA 8.3-1 –ELENCO DELLE MAPPATURE DELLE ISOFONICHE DI PROGETTO CON OPERE DI MITIGAZIONI – SCENARIO 2030

Una visione di dettaglio della zona oggetto dell'intervento di mitigazione mostra come lo stesso sia stato in grado di restringere l'area di impronta.

La Figura 8.3-1 mostra la zona più ad Ovest della nuova bretella di collegamento:

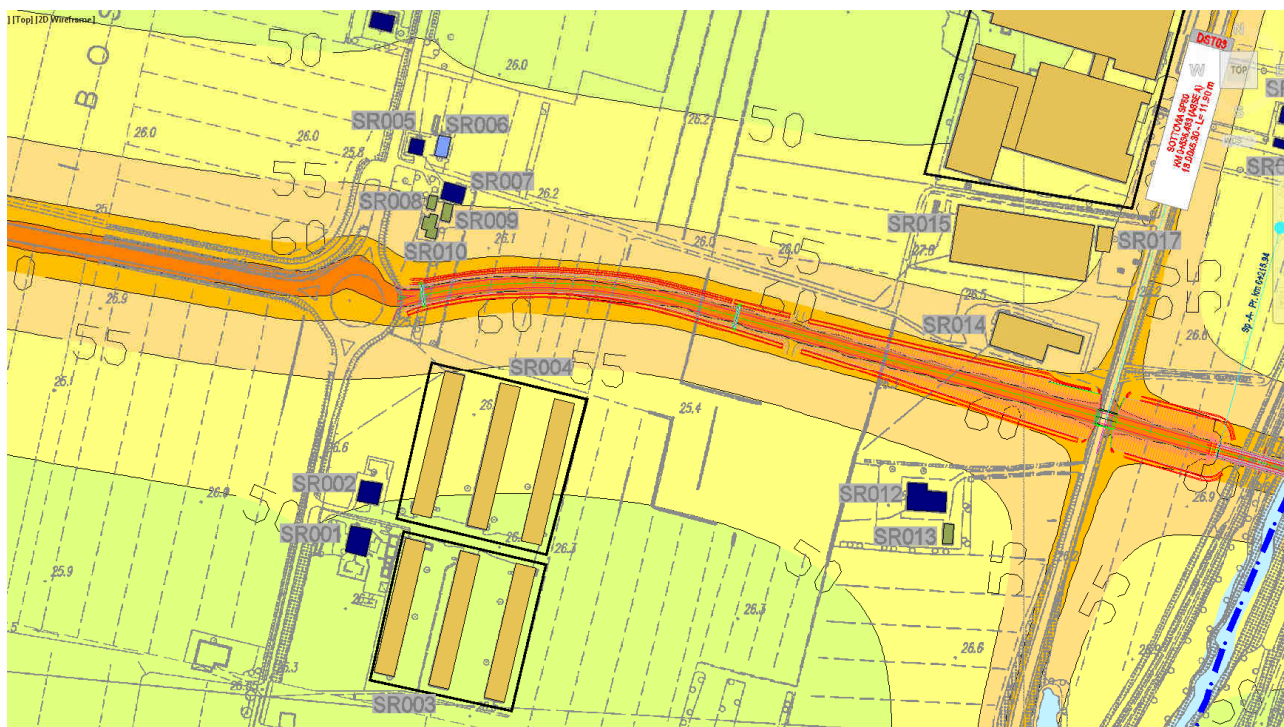


FIGURA 8.3-1 – DETTAGLIO DELLA MAPPATURA DELLE ISOFONICHE DIURNE CON OPERE DI MITIGAZIONE IN CORRISPONDENZA DEI RICEVITORI SR005, SR006 E SR007

Si osserva come il ricevitore “critico” SR007 e quelli adiacenti (SR005, SR006) siano ora sostanzialmente rientrati nell'area di rumorosità notturno inferiore a 55 dB, grazie agli interventi di mitigazione previsti (asfalto basso-emissivo sull'intero nuovo raccordo stradale).

La Figura 8.3-2 mostra la zona centrale della bretella:

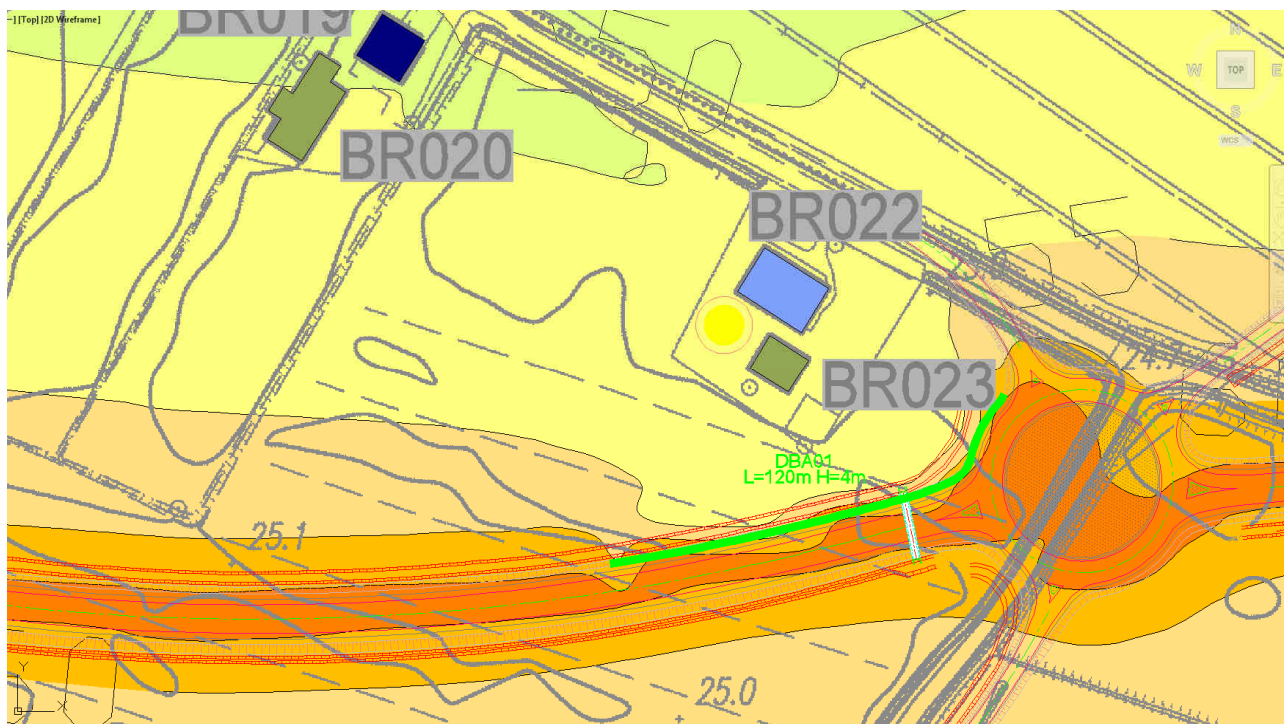
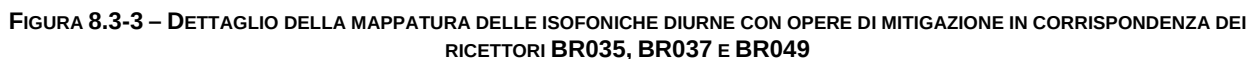


FIGURA 8.3-2 – DETTAGLIO DELLA MAPPATURA DELLE ISOFONICHE DIURNE CON OPERE DI MITIGAZIONE IN CORRISPONDENZA DEL RICEUTORE BR022

Si nota come la riduzione dell'area di impronta con livelli notturni superiori i 55 dB(A), ottenuta grazie alla barriera antirumore ed alla pavimentazione basso-emissiva, consenta al ricevitore residenziale BR022 di rientrare ampiamente entro i limiti di legge.

La Figura 8.3-3 mostra infine la zona più a Ovest dell'intervento D02 valutato nel presente documento.



Si ritiene pertanto improbabile il dover ricorrere ad interventi di mitigazione diretta sui ricettori, eventualmente tranne che per il SR007, per il quale sarà opportuna una verifica in sede di monitoraggio in fase di esercizio.