



AUTOSTRADA REGIONALE CISPADANA DAL CASELLO DI REGGIOLO-ROLO SULLA A22 AL CASELLO DI FERRARA SUD SULLA A13

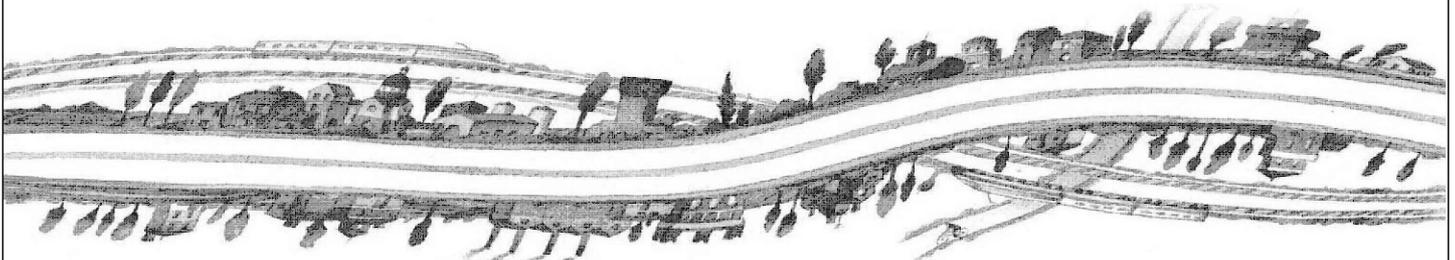
CODICE C.U.P. E81B08000060009

PROGETTO DEFINITIVO

**VIABILITA' DI ADDUZIONE AL SISTEMA AUTOSTRADALE
D03 (EX 2RE) CISPADANA TRA LA SP N° 2 "REGGIOLO-GONZAGA" E LA EX SS N° 62 "DELLA CISA"
MITIGAZIONI AMBIENTALI**

STUDIO ACUSTICO

RELAZIONE DI IMPATTO ACUSTICO



IL PROGETTISTA

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



TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA



Angelo Farina
Tecnico Competente in Acustica Ambientale
DD Regione Emilia Romagna n. 41394 del 9/11/1998
ENTECA n. 5715 del 10/12/2018

RESPONSABILE INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Antonio Anania
Albo Ing. Perugia n° A2574

Dott. Ing. Antonio Anania
IMPRESA PIZZAROTTI & C. S.p.A.
Iscritto ordine Ingegneri di Perugia n. A2574

IL CONCESSIONARIO

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

G										
F										
E										
D										
C										
B	01.08.2019	EMISSIONE PER OTTEMPERANZA DECRETO VIA DEL 25.07.2017			BRIANTI	BECCARELLI	ANANIA			
A	17.04.2012	EMISSIONE			GRIGOLINI	BECCARELLI	SALSI			
REV.	DATA	DESCRIZIONE			REDAZIONE	CONTROLLO	APPROVAZIONE			
IDENTIFICAZIONE ELABORATO										DATA: AGOSTO 2019
NUM. PROGR.	FASE	LOTTO	GRUPPO	CODICE OPERA WBS	TRATTO OPERA	AMBITO	TIPO ELABORATO	PROGRESSIVO	REV.	SCALA: -
5139	PD	0	D03	DMA00	0	AC	RG	01	B	

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.).....	18
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. D.M.AMB. 16 MARZO 1998 TECNICHE DI RILEVAMENTO E DI MISURAZIONE DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO	24
2.8. IL D.P.R. 18 NOVEMBRE 1998, N. 459.....	25
2.9. IL D.M. AMB. 29 NOVEMBRE 2000.....	26
2.9.1. Il D.M. Amb. 29 novembre 2000 ed il criterio di concorsualità	28
2.10. DPR 30 MARZO 2004, N. 142 "REGOLAMENTO RECANTE DISPOSIZIONI PER IL CONTENIMENTO E LA PREVENZIONE DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO DERIVANTE DAL TRAFFICO VEICOLARE"	29
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".....	37
3.	METODICA DI SIMULAZIONE MATEMATICA DELL'EMISSIONE E PROPAGAZIONE DEL RUMORE DA TRAFFICO.....	39
3.1.	INTRODUZIONE E SCOPI DELL'ALGORITMO DI SIMULAZIONE.....	39
3.2.	RILIEVI SPERIMENTALI PER LA DETERMINAZIONE DELLE EMISSIONI SONORE.....	41
3.2.1.	Rumore da traffico stradale.....	42
3.2.2.	Rumore da traffico Ferroviario.....	45
3.3.	ALGORITMO DI CALCOLO DEL PROGRAMMA CITYMAP.....	47
3.4.	INTERFACCIA CON L'UTENTE E CON ALTRI PROGRAMMI.....	50
4.	STATO INIZIALE DELL'AMBIENTE.....	57
4.1.	CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO ATTUALE.....	57
4.2.	CENSIMENTO RICETTORI ACUSTICI.....	58
4.3.	SOPRALLUOGO IN CAMPO - RUMORE.....	58
4.4.	CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA DELLO STATO DI FATTO.....	60
4.4.1.	Caratterizzazione acustica della sorgente autostradale per la successiva taratura del modello di simulazione – specifiche tecniche.....	60
4.4.2.	Caratterizzazione acustica delle viabilità stradali principali interferite dal tracciato di progetto – specifiche tecniche.....	61
4.4.3.	Caratterizzazione acustica delle viabilità stradali secondarie interferite dal tracciato di progetto – specifiche tecniche.....	61
4.4.4.	Caratterizzazione acustica del territorio interessato dal tracciato di progetto – specifiche tecniche.....	61
4.5.	STRUMENTAZIONE DI MISURA.....	62
4.5.1.	Metodologia di misura rumore.....	62
4.5.2.	Analizzatore.....	62
4.5.3.	Calibratore.....	63
4.6.	RISULTATI MONITORAGGIO FONOMETRICO.....	63
4.6.1.	Misure settimanali.....	63
4.6.2.	Misure giornaliere.....	64
4.6.3.	Misure spot.....	65
4.7.	TARATURA DEL MODELLO RISPETTO ALL'EVOLUZIONE DEL PARCO VEICOLARE.....	68

5.	VALUTAZIONE DELLO STATO DI FATTO ACUSTICO MEDIANTE SIMULAZIONE	77
5.1.	PREMESSA.....	77
5.2.	METODOLOGIA DI STUDIO.....	77
5.3.	I DATI DI TRAFFICO – STATO DI FATTO	77
5.4.	RISULTATI DEL CALCOLO PER PUNTI – STATO DI FATTO	79
5.5.	MAPPATURA DEL LIVELLO SONORO – STATO DI FATTO	84
6.	ANALISI DEGLI IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO	85
6.1.	PREMESSA.....	85
6.2.	METODOLOGIA DI STUDIO.....	85
6.3.	I DATI DI TRAFFICO	85
6.4.	RISULTATI DEL CALCOLO PER PUNTI.....	87
6.5.	MAPPATURA DEL LIVELLO SONORO.....	90
7.	ANALISI DEGLI IMPATTI E MISURE DI MITIGAZIONE	92
7.1.	PREMESSA.....	92
7.2.	CARATTERISTICHE GENERALI DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE	92
7.2.1.	Interventi alla fonte: pavimentazione	92
7.2.2.	Interventi indiretti: barriere antirumore.....	93
7.2.2.1	<i>Caratteristiche fisiche e geometriche</i>	<i>93</i>
7.2.2.2	<i>Caratteristiche acustiche, classificazione.....</i>	<i>94</i>
7.2.3.	Interventi diretti sull'edificio.....	95
7.3.	ELENCO DEGLI INTERVENTI INDIRETTI DI MITIGAZIONE ADOTTATI.....	96
7.3.1.	Mitigazione del recettore LZ020	96
7.3.2.	Mitigazione del recettore RG020	96
7.3.3.	Riepilogo degli interventi di mitigazione antirumore	97
8.	VERIFICA ACUSTICA NELLO SCENARIO DI PROGETTO CON INTERVENTI DI MITIGAZIONE E DEFINIZIONE DI INTERVENTI DIRETTI SUL RECETTORE	98
8.1.	PREMESSA.....	98
8.2.	RISULTATI DEL CALCOLO "PER PUNTI"	98
8.3.	RISULTATI DEL CALCOLO DELLE MAPPATURE ISOLIVELLO SONORO	101

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 "D03", 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 "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 recettore, laddove nonostante le opere di mitigazione permangono lievi superamenti dei limiti di rumorosità per recettori 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 recettori, 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.
- ⇒ Affiancamento 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.
- ⇒ Recettore: 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 L_{50} si avvicina al valore di Leq . Una differenza Leq , - L_{50} pari a $0.8 \div 1$ dBA è indice dell'assenza di sorgenti in transito nella zona del microfono.

La differenza $Leq-L_{50}$ 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 $Leq-L_{50}$.

L'indice percentile L_{90} , in presenza di sorgenti gaussiane, assume valori di qualche decibel più bassi dei relativi valori di Leq . L'indice percentile L_{90} è utilizzato nella definizione dell'indicatore "clima acustico", espresso dalla differenza tra L_{10} ed L_{90} e rappresentativo della variabilità degli eventi di rumore rilevati.

L'indice percentile L_{95} 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 $L_{95} - L_{min}$ aumenta all'aumentare della fluttuazione della sorgente stazionaria. L_{95} coincide in pratica con L_{min} 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 L_{max} 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.

L_{max} 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 L_{min} consente di verificare l'entità del rumore di fondo ambientale. Laddove il rumore di fondo è dovuto al traffico veicolare, L_{min} diventa un indicatore del volume di traffico complessivo in transito nell'area: i picchi di L_{min} 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 ne 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 a-deguata protezione; 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

L'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 “diluita” 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 perchè 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 recettore 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 ininfluenti. 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 2.1.3:

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. 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 recettore 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 100m a partire dalla mezzzeria dl 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 mezzeria 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 debbono 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 recettori 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 recettori 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 e' 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 recettore posto all'interno delle fasce di pertinenza di una 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 recettore 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 recettore 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, un 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.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 debbono 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)	Notturno (dBA)	Diurno (dBA)	Notturno (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.

TAB. 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.

TAB. 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 un 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 verifica 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;

¹ per ricettore 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.

- 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;
- indicazione delle eventuali modifiche sui flussi di traffico e indicazione, tramite stime previsionali, delle eventuali variazioni nei valori dei livelli equivalenti di lungo termine (LAeq,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 (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.

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 10000 abitanti, che hanno unità censorie molto piccole, e comuni inferiori ai 10000 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 le famose 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 sulla 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 una 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 della 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

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

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 una 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 un'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 allorchè, anzichè 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, di cui si relaziona a parte⁴, e che non è stato impiegato in questo lavoro.

Affinchè 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'assieme 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, 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

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.

⁴ Farina A., Brero G. - "Modello numerico basato su rilievi sperimentali per la progettazione di dettaglio delle opere di bonifica acustica in area urbana" - Atti del Convegno NOISE & PLANNING '96 - Pisa, 29-31 maggio 1996.

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, sarà 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 CITYMAP⁵.

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 vaste⁶.

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

⁵ 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.

⁶ 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.

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

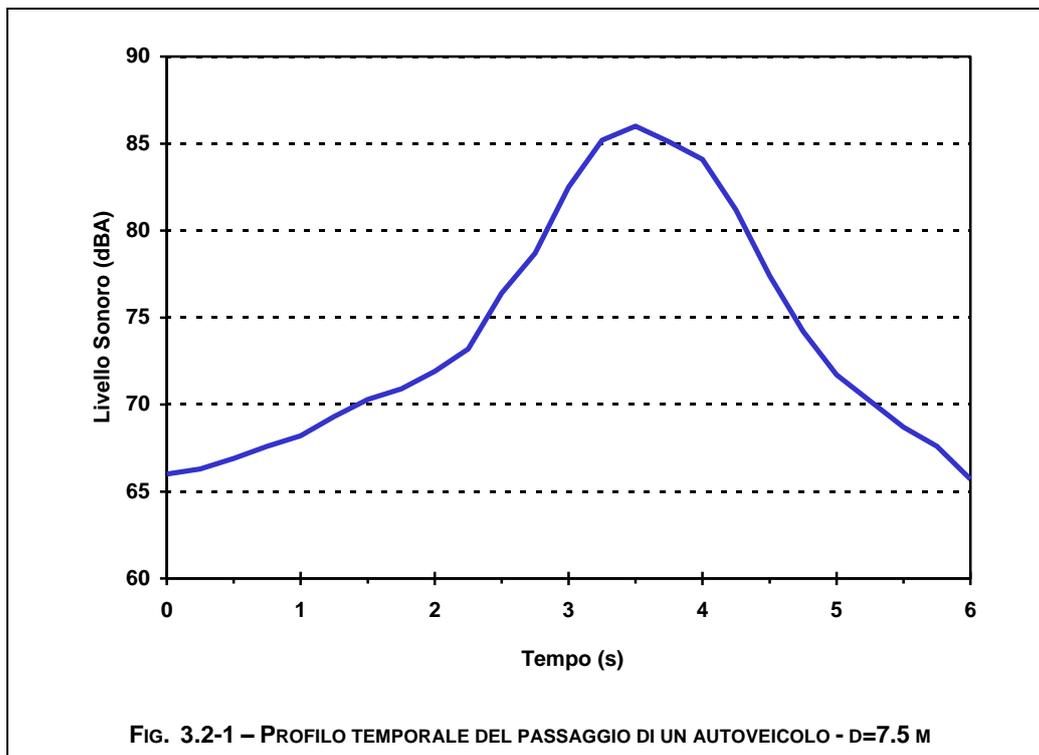
- V1 - autovetture e veicoli commerciali fino a 5 t;
- V2 - veicoli commerciali medi, con 2 assi più di 4 ruote, autobus extraurbani;
- V3 - veicoli commerciali medio-pesanti, con 3 o più assi e peso totale fino a 10 t;
- V4 - veicoli pesanti con più di 3 assi, con rimorchi o semirimorchi;

- 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 7.5m 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 100m, 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	100	100	100	100	400
	V2	30	30	30	30	30	30	30	30	120
A2	V3	30	30	30	30	30	30	30	30	120
	V4	30	30	30	30	30	30	30	30	120
	V5	20	20	20	20	20	20	20	20	80
	V1	100	100	100	100	100	100	100	100	400
	V2	30	30	30	30	30	30	30	30	120
A3	V3	30	30	30	30	30	30	30	30	120
	V4	30	30	30	30	30	30	30	30	120
	V5	20	20	20	20	20	20	20	20	80
	V1	100	100	100	100	100	100	100	100	400
	V2	30	30	30	30	30	30	30	30	120
A4	V3	30	30	30	30	30	30	30	30	120
	V4	30	30	30	30	30	30	30	30	120
	V5	20	20	20	20	20	20	20	20	80
	V1	100	100	100	100	100	100	100	100	400
	V2	30	30	30	30	30	30	30	30	120
A5	V3	30	30	30	30	30	30	30	30	120
	V4	30	30	30	30	30	30	30	30	120
	V5	20	20	20	20	20	20	20	20	80
		1620	1620	1620	1620	1620	1620	1620	1620	6480

TAB. 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*, C_i è la i-esima fascia di velocità, V_j 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

TAB. 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 VELOCITA'

- 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

TAB. 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

TAB. 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 divengono 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 recettore 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:

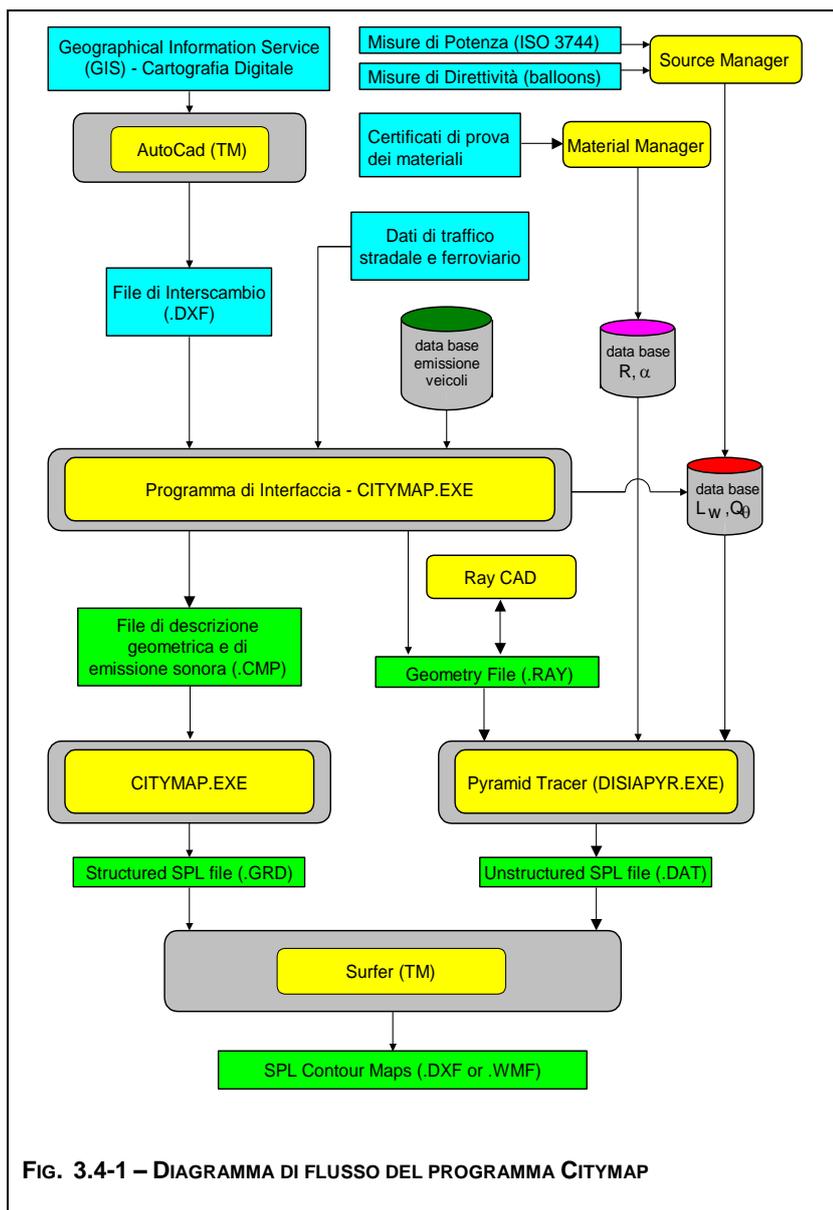


FIG. 3.4-1 – DIAGRAMMA DI FLUSSO DEL PROGRAMMA CITYMAP

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.

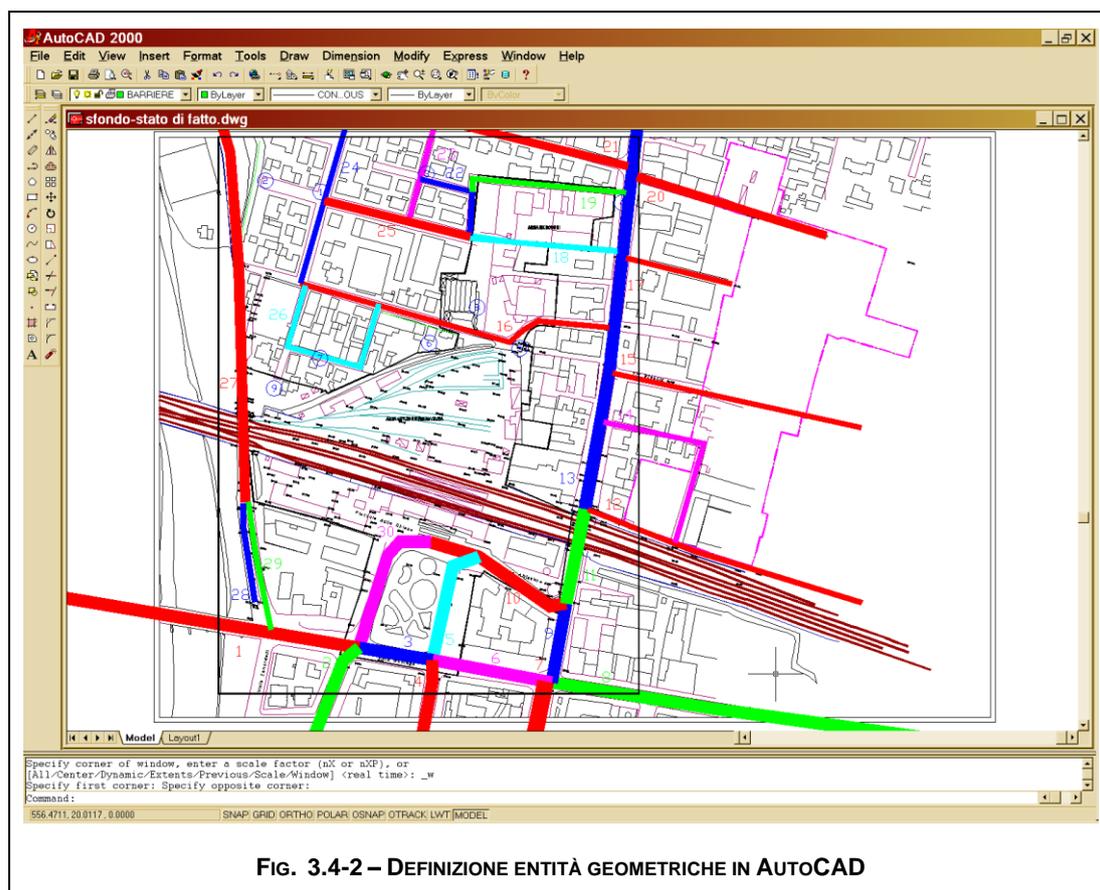
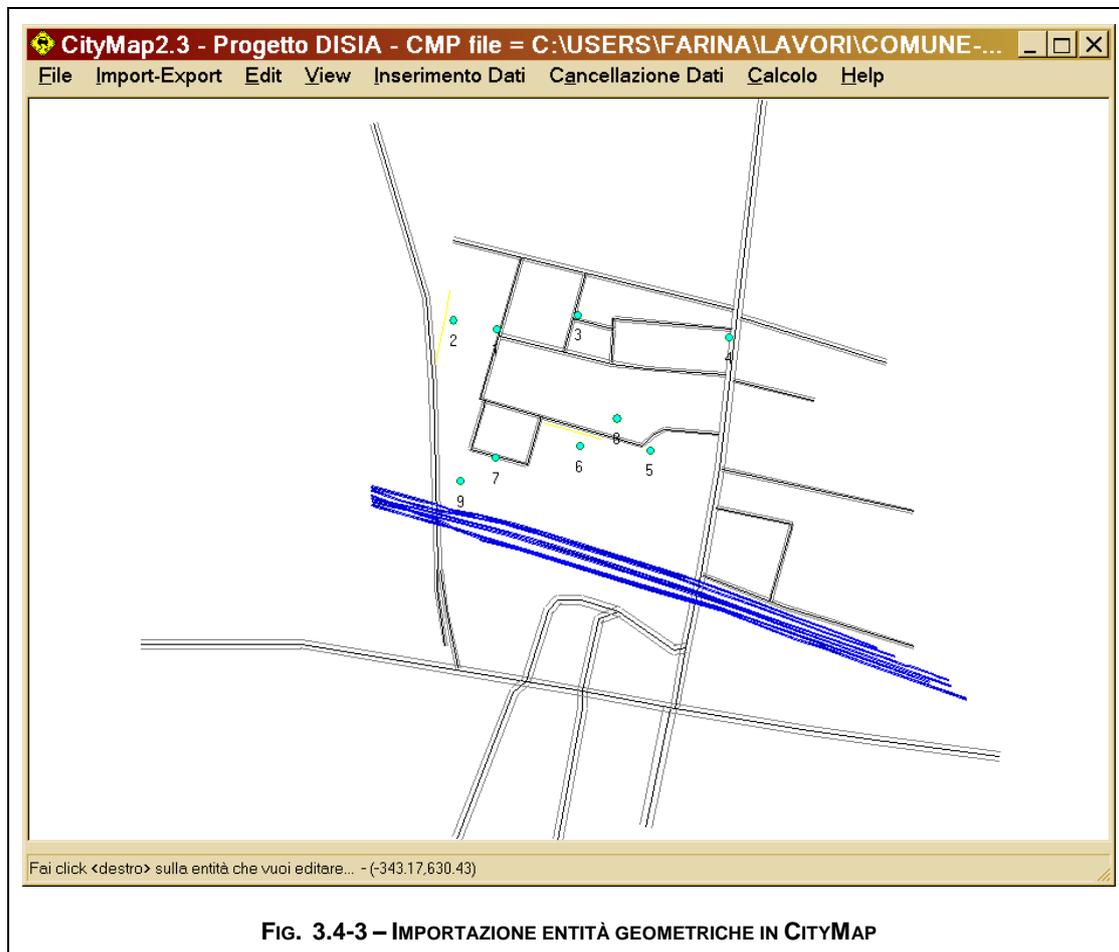


FIG. 3.4-2 – DEFINIZIONE ENTITÀ GEOMETRICHE IN AutoCAD

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:

FIG. 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.



FIG. 3.4-5 – IMPORTAZIONE SORGENTI PUNIFORMI 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:

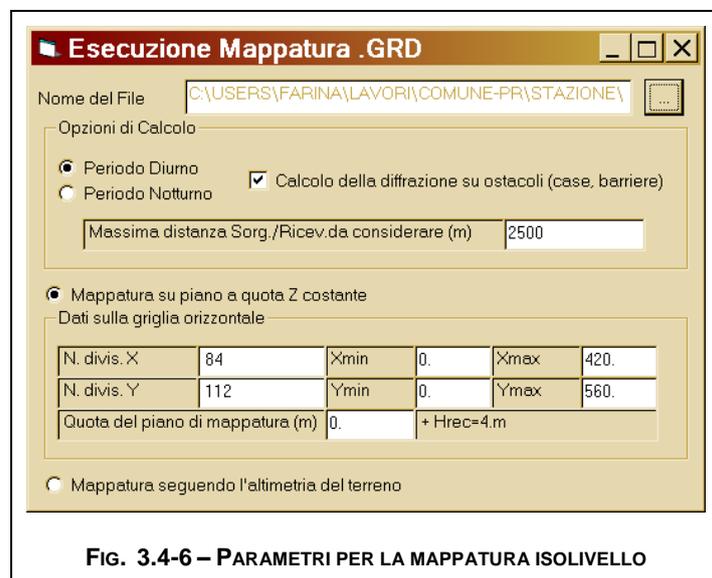
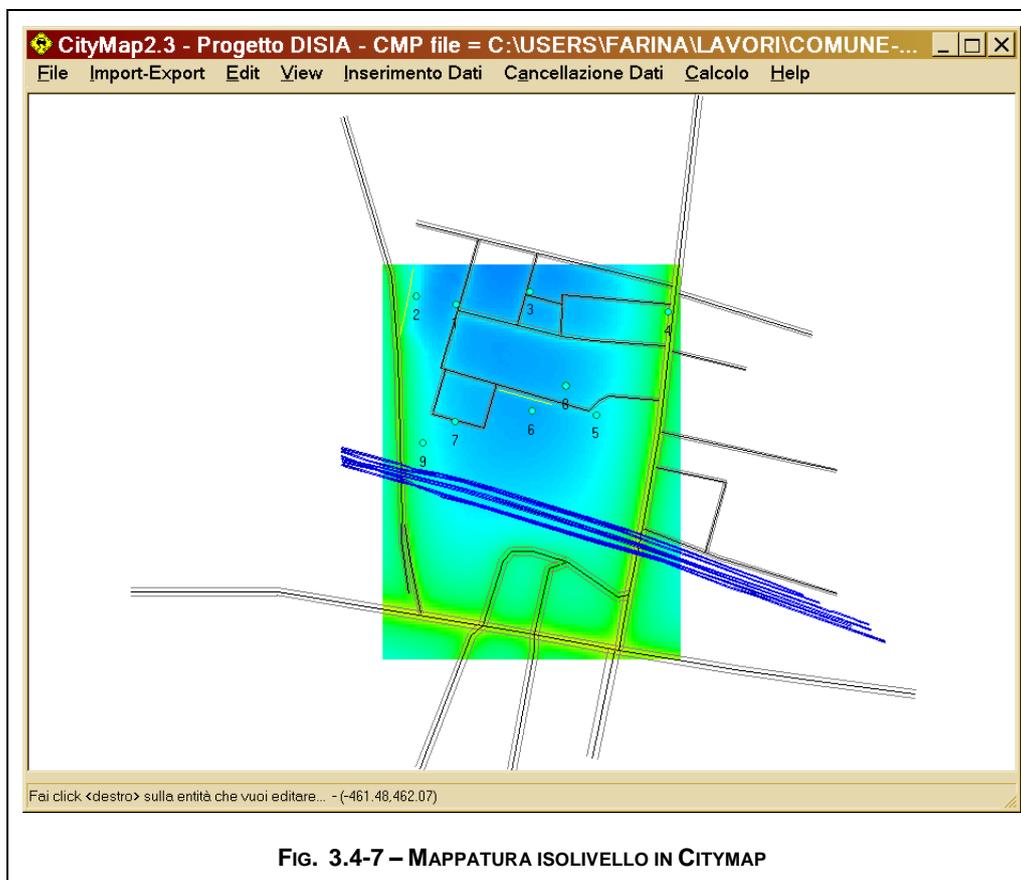


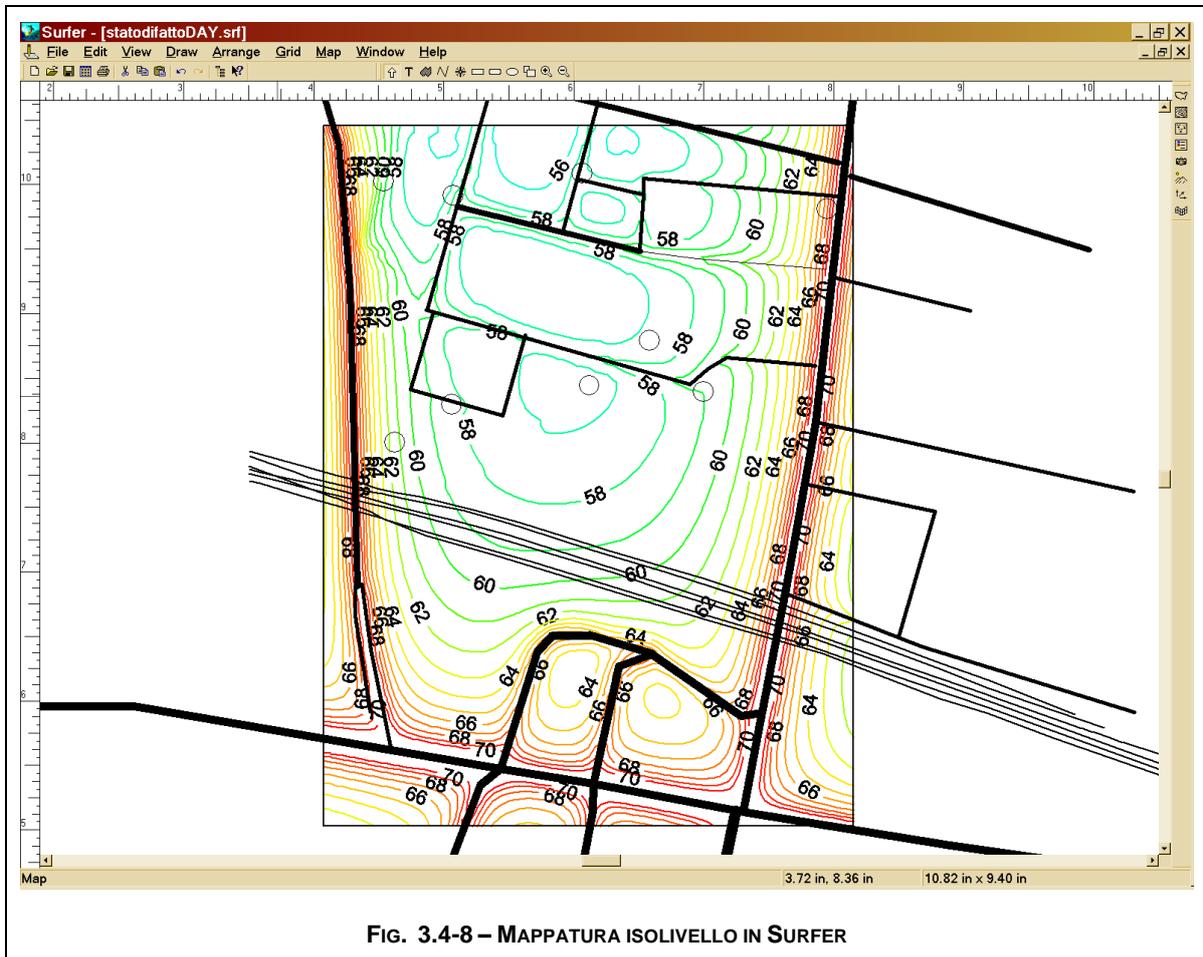
FIG. 3.4-6 – PARAMETRI PER LA MAPPATURA ISOLIVELLO

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'insieme 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).

Nel giugno 2019 è stata svolta una misura giornaliera di raffronto nella postazione G2 ed alcune misure spot per la determinazione della propagazione in campo libero al fine di aggiornare la taratura del modello acustico rispetto all'evoluzione del parco veicolare.

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 ricettore	Titolo ricettore
PD_0_D03_DMA00_0_AC_CC_01	CARTA CON LOCALIZZAZIONE DEI RICETTORI - TAV 1/2
PD_0_D03_DMA00_0_AC_CC_02	CARTA CON LOCALIZZAZIONE DEI RICETTORI - TAV 2/2
PD_0_D03_DMA00_0_AC_SH_01	CENSIMENTO DEI RICETTORI - SCHEDE
PD_0_D03_DMA00_0_AC_PG_01	PLANIMETRIA DI PROGETTO CON INDICAZIONE DEI PUNTI DI RILIEVO FONOMETRICO

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 preso 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	Reggilo (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 D03 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 “D03”.

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.

Nel giugno 2019 è stata svolta una misura giornaliera di raffronto nella postazione G2 , prossima all'A22, ed alcune misure spot per la determinazione della propagazione in campo libero, al fine di aggiornare la taratura del modello acustico rispetto all'evoluzione del parco veicolare.

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 una 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, che sarà quello 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 dovranno essere 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 non si utilizzano rilievi fonometrici o conteggi veicolari di 24 ore 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 7.5m.

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 e' 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.

4.5. 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 stata 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 mt 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 mt 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 il limiti
	NOTTURNO [dB(A)]	59,8	Tutto il territorio Nazionale (60 db(A))	Entro il 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	Notturno	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	Notturno	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	Notturno	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	Notturno	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	Notturno	22.00-6.00	71,8	T.TN(60dB(A))	Oltre i limiti
	09/08/2011	Diurno	6.00-22.00	77,4	T.TN(70dB(A))	Oltre i limiti

	Data	Periodo	Orario	Leq (dB(A))	Classe e limite	
G3	03-04/08/2011	Notturno	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	Notturno	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	Notturno	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	Notturno	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	Notturno	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 NELLE POSTAZIONI 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	Notturno	58,0	T.T.N (60 dB(A))	Entro i limiti
RUM B1	Notturno	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	Notturno	51,9	III (50 dB(A))	Oltre i limiti
RUM B2	Notturno	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	Notturno	46,2	Zona Industriale (70 dB(A))	Entro i limiti
RUM B6	Notturno	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	Notturno	35,4	III (50 dB(A))	Entro i limiti
RUM B7	Notturno	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	Notturno	46	III (50 dB(A))	Entro i limiti
RUM B8	Notturno	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

4.7. TARATURA DEL MODELLO RISPETTO ALL'EVOLUZIONE DEL PARCO VEICOLARE

In occasione dell'aggiornamento del PD rispetto alle prescrizioni impartite nel procedimento di VIA è stata programmata una misura di raffronto delle emissioni di rumore per valutare gli effetti positivi di riduzione delle emissioni dovuti all'evoluzione del parco veicolare. Per la verifica è stata scelta la stessa sezione già oggetto di rilevamento da parte di Ambiente SC in data 09/08/2011, denominato RUM L_G2.



FIGURA 4-1 POSTAZIONE RILIEVO AMBIENTE SC – 09/08/2011



FIGURA 4-2 LOCALIZZAZIONE POSTAZIONE DI RILIEVO AMBIENTE SC – 09/08/2011

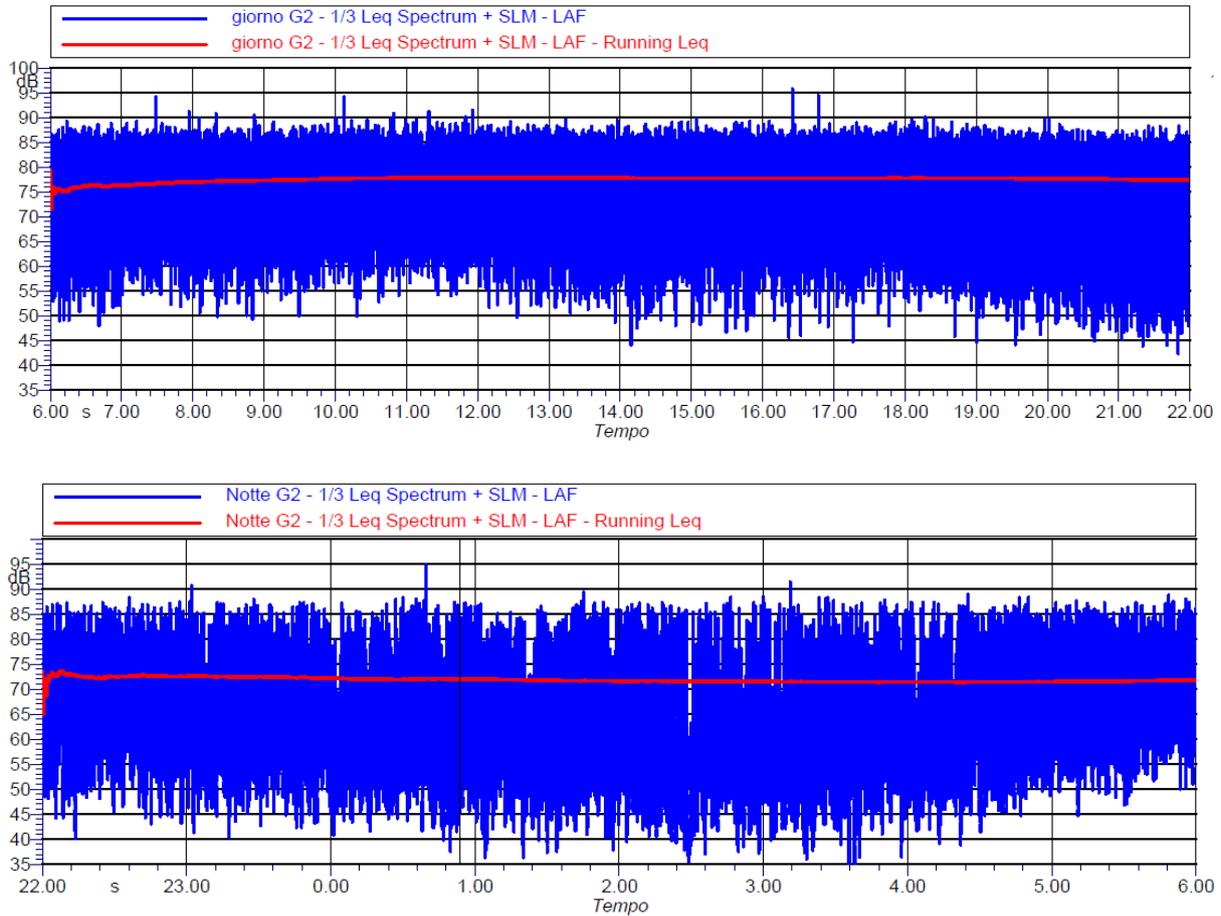


FIGURA 4-3 RISULTATI MISURA

VALORI STATISTICI

Data	Periodo	Orario	Leq (dB(A))	L5 (dB(A))	L10 (dB(A))	L30 (dB(A))	L50 (dB(A))	L90 (dB(A))	L95 (dB(A))
09-10/08/2011	Notturmo	22.00-6.00	71.8	78.9	73.1	64.6	59.3	46.3	43.7
09/08/2011	Diurno	6.00-22.00	77.4	84.1	82.0	75.4	71.2	60.4	56.8

Dati di traffico rilevati da AMBIENTE srl								
POSTAZ.	km	VEICOLI LEGGERI DIURNI (6.00-22.00)	VEICOLI PESANTI DIURNI (6.00-22.00)	VEICOLI LEGGERI NOTTURNI (22.00-6.00)	VEICOLI PESANTI NOTTURNI (22.00-6.00)	VELOCITA' MEDIA PERIODO DIURNO 6.00-22.00 [km/h]	VELOCITA' MEDIA PERIODO NOTTURNO 22.00-6.00 [km/h]	Direzione
RUM L G1	301.2	6821	2045	1553	720	113.9	108.9	Sud
RUM L G2	283.3	12125	3686	1013	635	112.5	107.7	Nord
Dati di traffico rilevati da A22								
POSTAZ.	km	VEICOLI LEGGERI DIURNI (6.00-22.00)	VEICOLI PESANTI DIURNI (6.00-22.00)	VEICOLI LEGGERI NOTTURNI (22.00-6.00)	VEICOLI PESANTI NOTTURNI (22.00-6.00)	VELOCITA' MEDIA Leggeri [km/h]	VELOCITA' MEDIA Pesanti [km/h]	Direzione
RUM L G1	301.2	12431	4641	1031	724			Nord
RUM L G1	301.2	11222	4508	1552	756	123.7	104.0	Sud
RUM L G2	283.3	12519	4555	1016	697	124.8	100.0	Nord
RUM L G2	283.3	11230	4479	1599	741			Sud

TABELLA 4-2 TABELLA RILIEVO FLUSSI VEICOLARI OPERATI DA A22 E DA AMBIENTE SC – 09/08/2011

Pertanto nel SIA-2012 erano stati utilizzati i dati A22 per la valutazione della situazione ante-operam, che sono i seguenti:

E questo fu l'esito della taratura:

N.	nome	Z	Calcolato		Misurato	
			Leq Day	Leq Night	Leq Day	Leq Night
1	G1	4	77.5	72.1	76.1	71.3
2	G2	4	76.5	70.6	77.4	71.8

Il 10/06/2019 è stata ripetuta una serie di rilievi nella sezione del vecchio rilievo RUM L_G2:



FIGURA 4-4 POSTAZIONE RILIEVO G2 – 10/06/2019

La postazione primaria (24h) era collocata più lontano dal guard rail, a 12.75m dal cordolo, mentre nel 2011 essa era a solo 0.6m dal cordolo. Inoltre essa era più bassa (quota di m 3.0 sopra il piano stradale anziché 4.0).

Inoltre sono stati eseguiti 3 rilievi "spot" alla quota di m. 1.5, posti rispettivamente a 10, 30 e 70 m dalla postazione primaria. Al momento non sono disponibili i dati di flusso veicolare rilevati da A22 durante le 24h del rilievo fonometrico, pertanto si assume, in via prudenziale, che il flusso sia rimasto lo stesso del 2011.

I valori rilevati dalle postazioni fonometriche (stimati sulle 24h per le posizione 2,3,4) sono i seguenti:

Name	Start	distanza	Leq,Day	Leq,Night
	time	(m)	[dBA]	[dBA]
LD Spot-A	10/06/2019 10:02	25	68.6	63.3
CISPA-01	10/06/2019 10:10	35	63.1	58.4
LD Spot-C	10/06/2019 10:16	55	59.0	54.0
CISPA-02	10/06/2019 10:24	95	53.7	48.5

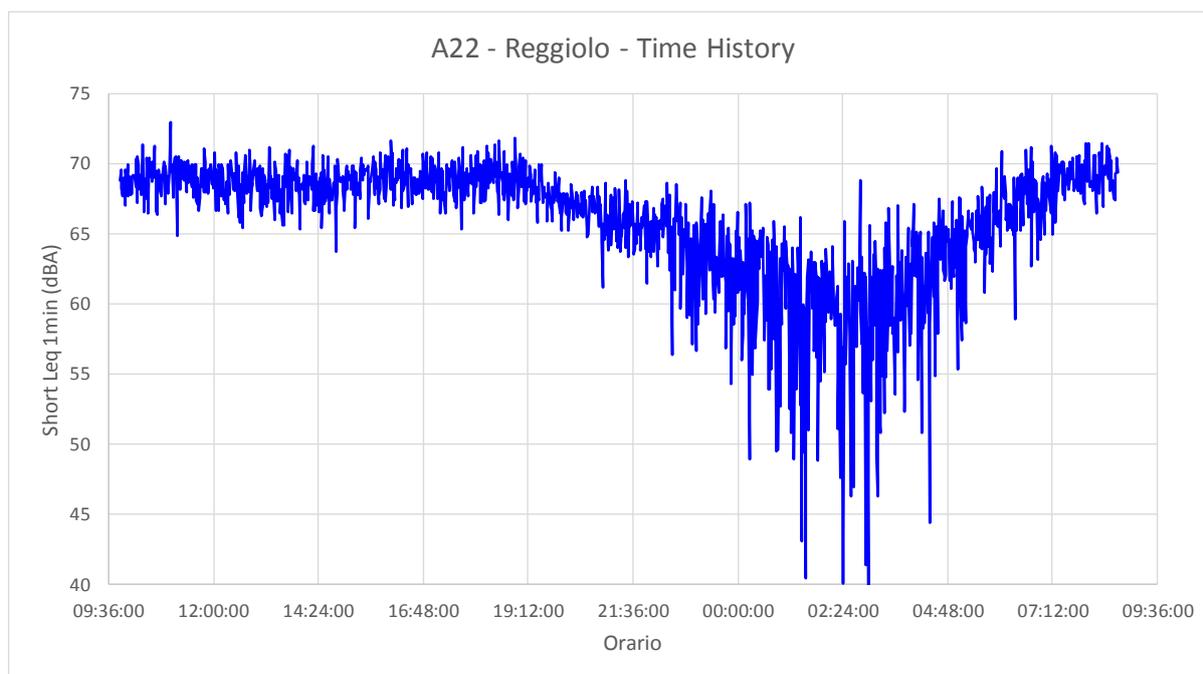


FIGURA 4-5 TIME HISTORY DELLA MISURA GIORNALIERA DI GIUGNO 2019

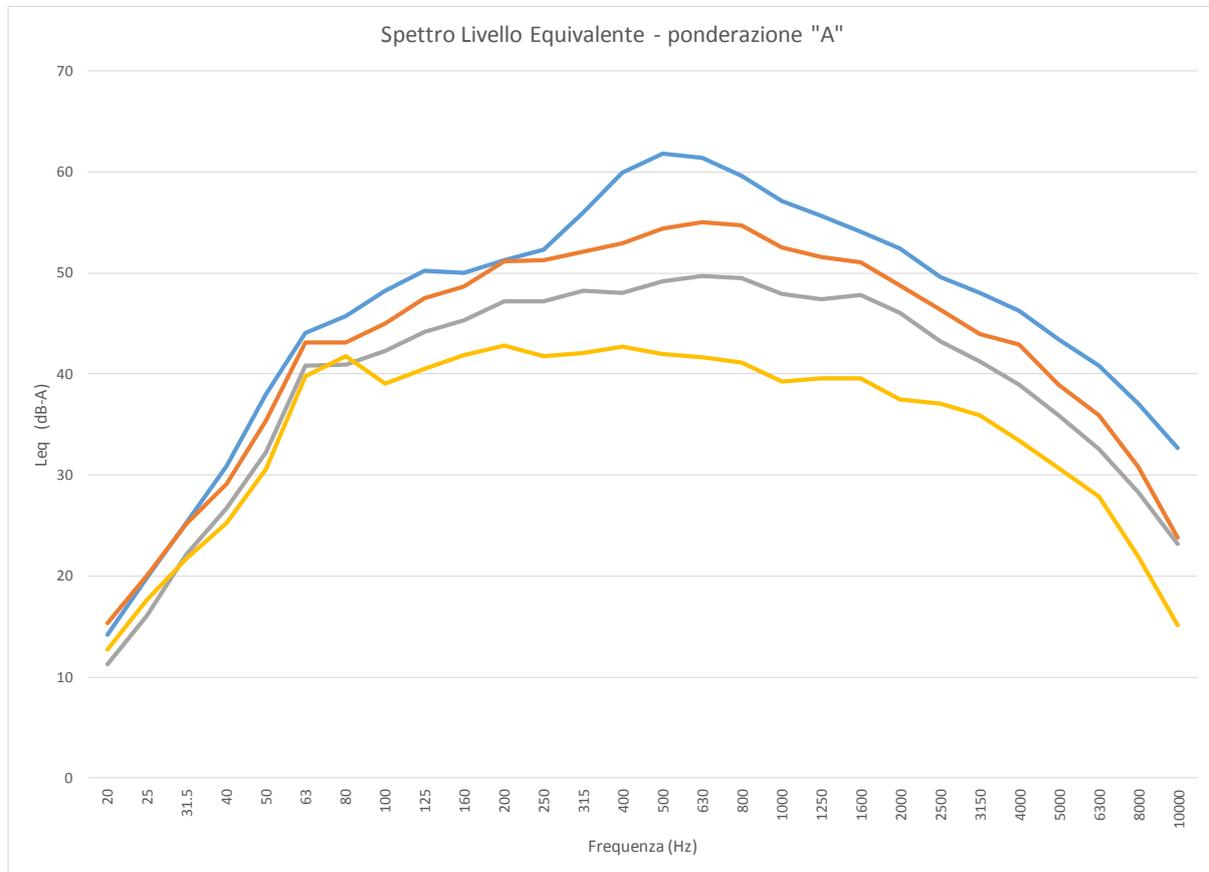


FIGURA 4-6 SPETTRI IN TERZI D'OTTAVA, PERIODO DIURNO, RELATIVI ALLE 4 POSTAZIONI DI RILIEVO

Si osserva come lo spettro sia dominato dalle frequenze medie, centrate a 500 Hz, e come l'attenuazione con la distanza sia progressivamente crescente con la frequenza.

La verifica di taratura del modello Citymap è stata operata ipotizzando anzitutto lo stesso parco veicolare che era stato tarato nel 2011, con questi risultati:

Name	Start time	Leq,Day [dBA]	Calcolati		Misurati	
			Leq,Day [dBA]	Leq,Night [dBA]	Leq,Day [dBA]	Leq,Night [dBA]
LD Spot-A	10/06/2019 10:02	68.6	74.9	69.1	71.1	65.8
CISPA-01	10/06/2019 10:10	63.1	72.9	67.2	65.6	60.9
LD Spot-C	10/06/2019 10:16	59.0	70.4	64.7	61.5	56.5
CISPA-02	10/06/2019 10:24	53.7	66.9	61.3	56.2	51.0

TABELLA 4-3 VERIFICA DI TARATURA CON DATI DI EMISSIONE PARCO CIRCOLANTE 2011

Siccome i valori calcolati sono risultati molto maggiori dei livelli misurati, è evidente che la emissione di rumore si è significativamente ridotta in questi 8 anni, come peraltro è normale attenderci stante l'evoluzione tecnica intercorsa.

Si è pertanto operata nuovamente la simulazione di taratura, riducendo l'emissione del parco veicolare in funzione di una ipotizzata riduzione media di 5 dB/10 anni.

I risultati della nuova taratura, con emissione ridotta di 4 dB(A), sono i seguenti:

Name	Start time	Calcolati			Misurati	
		Leq,Day [dBA]	Leq,Day [dBA]	Leq,Night [dBA]	Leq,Day [dBA]	Leq,Night [dBA]
LD Spot-A	10/06/2019 10:02	68.6	70.9	65.1	71.1	65.8
CISPA-01	10/06/2019 10:10	63.1	69.0	63.2	65.6	60.9
LD Spot-C	10/06/2019 10:16	59.0	66.4	60.7	61.5	56.5
CISPA-02	10/06/2019 10:24	53.7	63.0	57.3	56.2	51.0

Verifica di taratura con dati di emissione parco circolante 2019

I valori calcolati sono pressoché coincidenti ai valori misurati nella postazione primaria, sebbene si noti poi una significativa, progressiva sovrastima dei valori nelle posizioni di rilievo a distanza maggiore, sino ad oltre 5 dB(A) nei punti più lontani.

Da un raffronto fra i dati di traffico effettivi durante il rilievo di taratura 2019 e quelli del 2011 emerge che la variazione è modesta, trasformata in dB è pressoché nulla durante il periodo notturno, e pari a soli 0.8 dB durante il periodo diurno, durante il quale il traffico diurno 2019 è risultato leggermente superiore al traffico diurno 2011 (incremento del 19%, che in dB risulta appunto un + 0.8 dB, assolutamente trascurabile ai fini pratici, visto che viene utilizzato il modello Citymap, che ha una incertezza di +/- 2 dB(A)).

Ecco i dati di raffronto dei flussi veicolari 2011-2019:

Flussi 2019			% Legg. D.	% Pes. D.	%			% Legg. N.	% Pes. N.
Traffico totale L+P			72.44%	27.56%				64.52%	35.48%
Diurno	Notturmo	Direzione	L. diurni	P. diurni	Equiv. diurni	L. notturni	P. notturni	Equiv. notturni	
20320	2018	Nord	14720	5600	42718	1302	716	4882	
18684	1768	Sud	13535	5149	39279	1141	627	4277	
39004	3786	Totale	28256	10748	81997	2443	1343	9159	
Flussi 2011			% Legg. D.	% Pes. D.				% Legg. N.	% Pes. N.
Traffico totale L+P			72.44%	27.56%				64.52%	35.48%
Diurno	Notturmo	Direzione	L. diurni	P. diurni	Equiv. diurni	L. notturni	P. notturni	Equiv. notturni	
17074	1713	Nord	12519	4555	35294	1016	697	4501	
15709	2340	Sud	11230	4479	33625	1599	741	5304	
32783	4053	Totale	23749	9034	68919	2615	1438	9805	
Variazione 2019-2011 in dB					0.8				-0.3
Variazione 2019-2011 in %					18.98%				-6.59%

TABELLA 4-4 RAFFRONTO DATI DI TRAFFICO

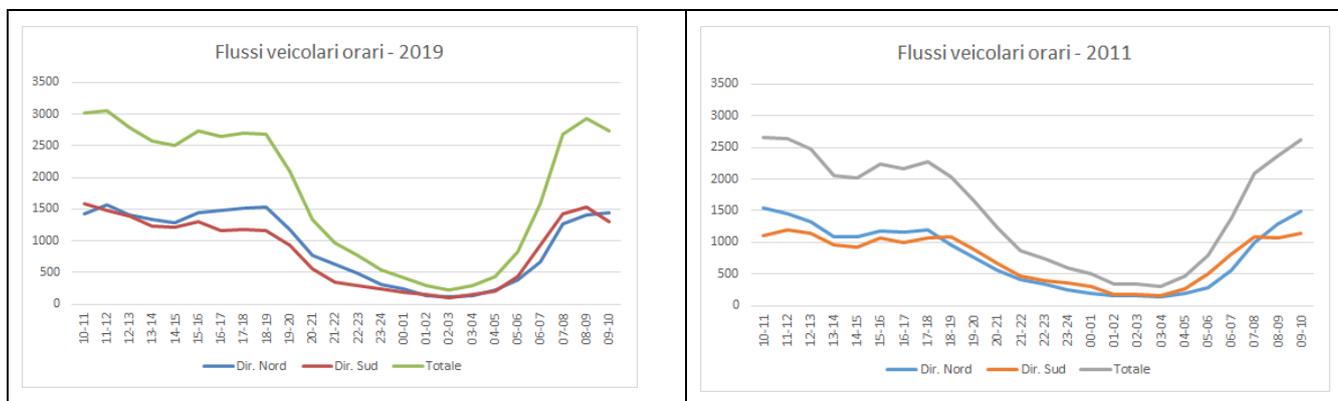


FIGURA 4-7 RAFFRONTO GRAFICI DATI DI TRAFFICO

In sostanza la nuova taratura permette di considerare nel modello una emissione media di rumore dall'attuale parco veicolare inferiore di circa 4.0 dB(A) rispetto al 2011.

Tuttavia non si ritiene che il limitato studio fonometrico eseguito consenta di operare un aggiustamento della costante di attenuazione con la distanza del modello Citymap, che viene mantenuta al valore $\beta=0.033$, come in tutte le precedenti simulazioni operate sulla Cispadana.

5. VALUTAZIONE DELLO STATO DI FATTO ACUSTICO MEDIANTE SIMULAZIONE

5.1. PREMESSA

In questo capitolo vengono presentati i risultati del calcolo di simulazione della stato di fatto, riferita all'anno 2011, in cui il modello e' stato verificato 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 4.0m 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 trasporti stico per lo scenario stato di fatto 2011, con riferimento al grafo della rete trasportistica rappresentato in Tabella 5.3-1.

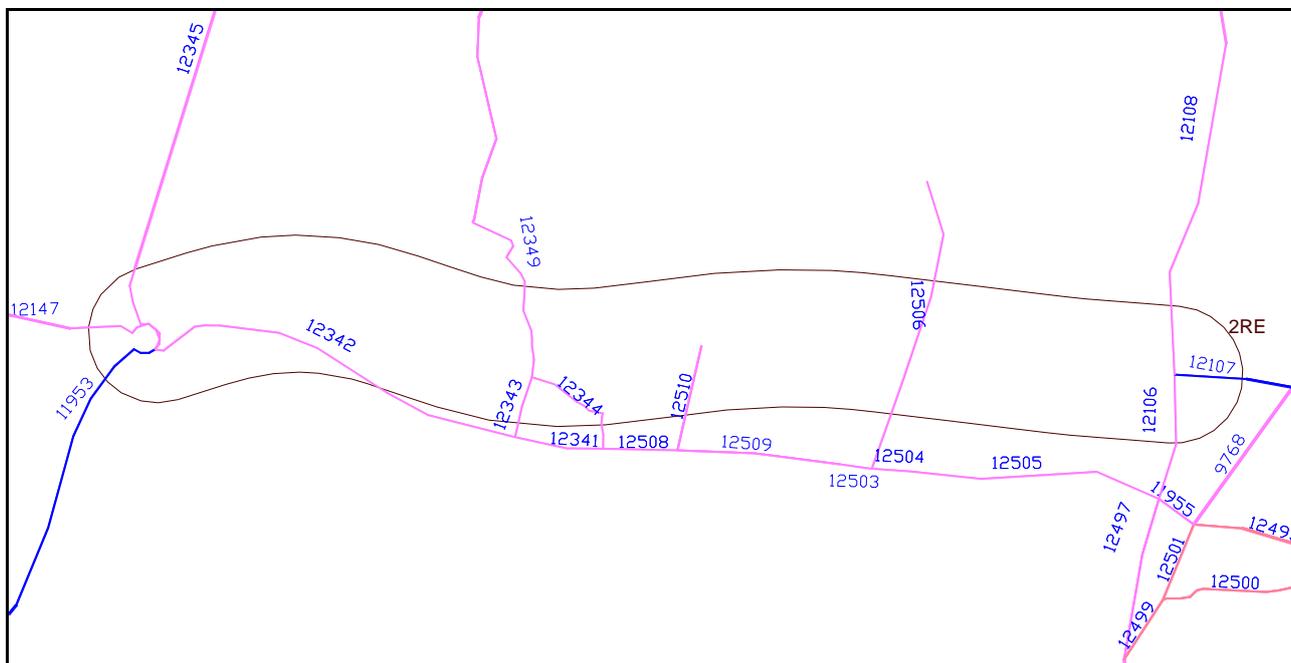


FIG. 5.3-1 - GRAFO STRADALE STATO DI FATTO – ZONA VIABILITÀ DI ADDUZIONE D03

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

Arco n.	Legg - G	Pes - G	Legg - N	Pes - N
9768	272	1083	18	50
11953	12047	6285	763	297
11955	9843	1555	623	74
12107	7956	2690	505	127
12108	6506	1592	412	77
12147	5587	870	354	42
12341	7993	1828	505	86
12342	7993	1828	505	86
12343	236	0	14	0
12344	236	0	14	0
12345	9643	4218	610	200
12349	236	0	14	0
12495	6471	1545	411	73
12497	1721	162	108	7
12499	4916	1295	310	60
12500	483	25	30	0
12501	4468	1270	283	60
12503	7993	1828	505	86
12504	7993	1828	505	86
12505	7993	1828	505	86
12506	236	0	14	0
12508	7993	1828	505	86
12509	7993	1828	505	86
12510	236	0	14	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 della fascia di pertinenza acustica sono situati n. 137 edifici-ricettore già rilevati nel corso del Censimento Ricettori, ed individuati con le codifiche indicate in Tabella 5.4-1.

Numero	Comune	Ricettori
113 – 115	Guastalla	GS001 .. GS003
116 – 221	Luzzara	LZ001 .. LZ104
222 – 251	Reggiolo	RG001 .. RG030

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:

Codice ricettore	Titolo ricettore
PD_0_D03_DMA00_0_AC_CC_01	CARTA CON LOCALIZZAZIONE DEI RICETTORI - TAV 1/2
PD_0_D03_DMA00_0_AC_CC_02	CARTA CON LOCALIZZAZIONE DEI RICETTORI - TAV 2/2
PD_0_D03_DMA00_0_AC_SH_01	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 recettore	vitalità	fruizione	Limiti Ante Operam		Livelli Calcolati Ante Operam	
							Leq,day (dBA)	Leq,night (dBA)	Leq,day (dBA)	Leq,night (dBA)
1	114	GS001	6555	Residenziale	Abitata	Diurno Notturno	70	60	67.1	57.4
3	115	GS002	6050	Agricola	Abitata	Diurno	70	60	63.6	54.1
1	116	GS003	6050	Agricola Residenziale	Abitata	Diurno Notturno	70	60	60.6	51.2
3	117	LZ001	6050	Agricola Allevamento	Attivo	Diurno Notturno	60	50	54.8	46.3
6	118	LZ002	6050	Agricola	Attivo	Diurno Notturno	60	50	53.8	45.6
1	119	LZ003	6050	Residenziale	Abitata	Diurno Notturno	60	50	53.7	45.6
1	120	LZ004	6050	Residenziale	Abitata	Diurno Notturno	60	50	52.3	44.8
3	121	LZ005	6555	Produttivo Industriale	Attivo	Diurno Notturno	65	55	55.5	47.0
1	122	LZ006	6555	Residenziale Terziario	Abitata	Diurno Notturno	65	55	54.5	46.2
1	123	LZ007	6555	Residenziale	Abitata	Diurno Notturno	70	60	70.1	60.3
3	124	LZ008	6555	Produttivo Industriale	Attivo	Diurno	70	60	58.2	49.1
1	125	LZ009	6555	Residenziale Terziario	Abitata	Diurno Notturno	70	60	61.2	51.8
5	126	LZ010	6050	Residenziale	Rudere	nessuna	70	60	60.4	51.0
1	127	LZ011	6050	Residenziale	Abitata	Diurno Notturno	65	55	48.5	43.0
3	128	LZ012	6050	Produttivo Industriale	Non attivo	Diurno	70	60	56.2	47.5
4	129	LZ013	6555	Residenziale Agricola	Disabitata	nessuna	65	55	48.4	43.1

Cod-classe	N.	Ricettore	Limite ZAC	tipologia edilizia recettore	vitalità	fruizione	Limiti Ante Operam		Livelli Calcolati Ante Operam	
							Leq,day (dBA)	Leq,night (dBA)	Leq,day (dBA)	Leq,night (dBA)
4	130	LZ014	6555	Residenziale Agricola	Disabitata	nessuna	65	55	49.1	43.4
3	131	LZ015	6555	Agricola	Attivo	Diurno	65	55	50.1	43.8
1	132	LZ016	6555	Agricola Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	65	55	51.4	44.4
3	133	LZ017	7060	Produttivo Industriale	Attivo	Diurno	70	60	49.1	42.6
3	134	LZ018	6050	Impianti sportivi	Attivo	Diurno	65	55	49.7	42.9
4	135	LZ019	6555	Residenziale	Attivo	Diurno	65	55	44.4	40.9
1	136	LZ020	6555	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	65	55	44.6	40.9
4	137	LZ021	5545	Residenziale	Attivo	Diurno	55	45	44.4	40.9
4	138	LZ022	6555	Residenziale	Abitata	Diurno	65	55	45.1	41.1
1	139	LZ023	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	46.7	41.5
1	140	LZ024	6050	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	65	55	46.4	41.5
1	141	LZ025	6050	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	65	55	49.9	43.0
4	142	LZ026	6050	Residenziale Agricola	Disabitata	nessuna	65	55	43.0	40.6
5	143	LZ027	6050	Residenziale Agricola	Rudere	nessuna	65	55	43.5	40.7
3	144	LZ028	6050	Allevamento	Attivo	Diurno Notturmo	65	55	44.3	40.9
1	145	LZ029	6050	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	65	55	45.9	41.3
1	146	LZ030	6050	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	65	55	48.6	42.4
1	147	LZ031	6050	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	65	55	45.9	41.4
1	148	LZ032	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	53.1	44.8
1	149	LZ033	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	52.6	44.6
1	150	LZ034	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	51.4	43.7
1	151	LZ035	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	50.8	43.4
1	152	LZ036	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	50.4	43.1
1	153	LZ037	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	50.4	43.2
1	154	LZ038	6050	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	70	60	50.4	43.2
3	155	LZ039	7060	Produttivo Industriale	Attivo	Diurno	70	60	48.1	42.1
3	156	LZ040	7060	Agricola Allevamento	Attivo	Diurno Notturmo	70	60	44.6	40.9
1	157	LZ041	6050	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	65	55	54.0	45.7
1	158	LZ042	6050	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	65	55	50.8	43.5
3	159	LZ043	6050	Agricola	Attivo	Diurno	65	55	46.8	41.6
1	160	LZ044	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	52.2	44.2
1	161	LZ045	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	52.1	44.1
1	162	LZ046	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	51.4	43.7
1	163	LZ047	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	51.3	43.7

Cod-classe	N.	Ricettore	Limite ZAC	tipologia edilizia recettore	vitalità	fruizione	Limiti Ante Operam		Livelli Calcolati Ante Operam	
							Leq,day (dBA)	Leq,night (dBA)	Leq,day (dBA)	Leq,night (dBA)
1	164	LZ048	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	51.4	43.7
1	165	LZ049	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	50.6	43.2
1	166	LZ050	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	50.0	42.9
1	167	LZ051	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	49.2	42.5
1	168	LZ052	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	49.2	42.5
1	169	LZ053	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	49.0	42.5
1	170	LZ054	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	49.1	42.5
1	171	LZ055	6050	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	70	60	50.7	43.4
1	172	LZ056	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	49.7	42.8
1	173	LZ057	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	49.1	42.6
1	174	LZ058	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	49.8	42.9
1	175	LZ059	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	49.3	42.7
1	176	LZ060	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	50.7	43.4
1	177	LZ061	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	50.2	43.1
1	178	LZ062	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	49.5	42.8
1	179	LZ063	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	49.1	42.6
1	180	LZ064	6050	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	70	60	52.3	44.5
1	181	LZ065	6050	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	70	60	54.6	46.2
1	182	LZ066	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	49.2	42.6
1	183	LZ067	6050	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	70	60	53.3	45.2
1	184	LZ068	6050	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	70	60	54.0	45.7
1	185	LZ069	6050	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	70	60	51.0	43.6
5	186	LZ070	6050	Residenziale Agricola	Rudere	nessuna	70	60	47.1	41.8
6	187	LZ071	6050	Cimitero	Abitata	Diurno	60	50	53.9	45.5
1	188	LZ072	6050	Residenziale Allevamento	Abitata	Diurno Notturmo	70	60	50.0	43.1
1	189	LZ073	6050	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	70	60	50.0	43.1
1	190	LZ074	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	48.6	42.5
1	191	LZ075	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	47.5	42.1
1	192	LZ076	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	47.0	41.9
1	193	LZ077	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	46.9	41.8
1	194	LZ078	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	46.4	41.7
1	195	LZ079	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	46.1	41.6

Cod-classe	N.	Ricettore	Limite ZAC	tipologia edilizia recettore	vitalità	fruizione	Limiti Ante Operam		Livelli Calcolati Ante Operam	
							Leq,day (dBA)	Leq,night (dBA)	Leq,day (dBA)	Leq,night (dBA)
1	196	LZ080	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	45.7	41.5
1	197	LZ081	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	45.4	41.4
1	198	LZ082	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	47.0	41.9
1	199	LZ083	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	46.6	41.7
1	200	LZ084	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	46.7	41.8
1	201	LZ085	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	46.0	41.6
1	202	LZ086	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	45.7	41.5
2	203	LZ087	5040	Scuola/Asilo	Attivo	Diurno	50	40	48.6	42.5
1	204	LZ088	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	47.4	42.0
1	205	LZ089	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	46.9	41.8
1	206	LZ090	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	46.5	41.7
1	207	LZ091	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	46.1	41.6
1	208	LZ092	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	47.7	42.1
1	209	LZ093	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	47.4	42.0
1	210	LZ094	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	46.4	41.7
1	211	LZ095	5545	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	55	45	46.6	41.9
1	212	LZ096	6050	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	65	55	46.4	41.8
5	213	LZ097	6050	Allevamento	Rudere	nessuna	65	55	46.0	41.7
1	214	LZ098	6050	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	65	55	45.3	41.5
1	215	LZ099	6050	Residenziale Agricola	Abitata	Diurno Notturmo	65	55	41.9	41.0
4	216	LZ100	6050	Residenziale Agricola	Disabitata	Diurno Notturmo	65	55	41.8	41.0
1	217	LZ101	6050	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	65	55	41.7	41.0
	218	LZ102	6050	Agricola	Disabitata	Diurno	60	50	50.5	43.8
	219	LZ103	6050	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	60	50	51.4	44.3
	220	LZ104	6050	Agricola	Abitata	Diurno	60	50	43.3	40.6
3	221	RG001	6050	Agricola	Abitata	Diurno	60	50	41.6	40.9
1	222	RG002	6050	Agricola Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	60	50	41.6	40.9
3	223	RG003	6050	Agricola	Abitata	Diurno	60	50	41.7	41.0
3	224	RG004	6050	Agricola	Abitata	Diurno	60	50	41.7	40.9
3	225	RG005	6050	Agricola	Abitata	Diurno	60	50	41.7	40.8
3	226	RG006	6050	Agricola	Abitata	Diurno	60	50	41.3	40.7
3	227	RG007	6050	Agricola	Abitata	Diurno	60	50	41.2	40.6
1	228	RG008	6050	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	60	50	41.3	40.7
4	229	RG009	6050	Agricola Residenziale	Abitata	Diurno	60	50	41.4	40.7
1	230	RG010	6050	Agricola Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	60	50	45.0	42.7
1	231	RG011	6050	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	60	50	44.1	42.7
1	232	RG012	6050	Residenziale	Abitata	Diurno	60	50	43.5	43.1

Cod- classe	N.	Ricettore	Limite ZAC	tipologia edilizia recettore	vitalità	fruizione	Limiti Ante Operam		Livelli Calcolati Ante Operam	
							Leq,day (dBA)	Leq,night (dBA)	Leq,day (dBA)	Leq,night (dBA)
						Notturmo				
3	233	RG013	6050	Agricola	Abitata	Diurno	60	50	45.5	43.6
1	234	RG014	6050	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	60	50	45.6	43.6
1	235	RG015	6050	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	60	50	45.8	43.7
3	236	RG016	6050	Agricola Produttivo Industriale	Abitata	Diurno	60	50	44.9	43.4
3	237	RG017	6050	Agricola	Abitata	Diurno	60	50	52.9	46.3
4	238	RG018	6050	Residenziale	Disabitata	nessuna	60	50	53.7	46.8
1	239	RG019	6050	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	60	50	54.4	47.2
1	240	RG020	6050	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	70	60	63.2	54.0
4	241	RG021	6050	Agricola Residenziale	Abitata	Diurno	70	60	61.9	52.8
1	242	RG022	6050	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	70	60	63.6	54.3
4	243	RG023	6050	Agricola Residenziale	Abitata	Diurno	70	60	61.0	52.0
1	244	RG024	6050	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	70	60	62.9	53.6
4	245	RG025	6050	Agricola Residenziale	Abitata	Diurno	70	60	62.3	53.1
1	246	RG026	6050	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	70	60	64.2	54.8
1	247	RG027	6050	Residenziale	Abitata	Diurno Notturmo	70	60	64.2	54.9
3	248	RG028	6050	Agricola	Abitata	Diurno	70	60	63.0	53.8
3	249	RG029	6050	Agricola	Abitata	Diurno	70	60	59.3	50.6
3	250	RG030	6050	Agricola	Disabitata	Diurno	70	60	59.5	50.7

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

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

Solamente nel caso di un recettore residenziale, evidenziato in giallo, sono presenti modesti superamenti dei limiti vigenti, causati dalla distanza veramente ridotta esistente fra questi recettori e l'esistente viabilità ad essi prospiciente. Tuttavia in tali casi vale comunque un limite più elevato (70/60 dBA) per il rumore prodotto di infrastrutture stradali esistenti.

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	Recettore residenziale normale
2	Verde	Recettore 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	Ruederi, 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 mappe in scala 1:5000 del livello sonoro nell'area di influenza dell'opera di adduzione D03 senza opere di mitigazione acustica, relativamente ai periodi di riferimento diurno e notturno, sono riportate in specifiche tavole contenute nel progetto definitivo ed elencate in Tabella 5.5-1.

Codice elaborato	Titolo elaborato
PD_0_D03_DMA00_0_AC_MA_01	FASE ANTE-OPERAM - MAPPATURA DELLE ISOFONICHE NEL PERIODO DIURNO - TAV 1/2
PD_0_D03_DMA00_0_AC_MA_02	FASE ANTE-OPERAM - MAPPATURA DELLE ISOFONICHE NEL PERIODO DIURNO - TAV 2/2
PD_0_D03_DMA00_0_AC_MA_03	FASE ANTE-OPERAM - MAPPATURA DELLE ISOFONICHE NEL PERIODO NOTTURNO - TAV 1/2
PD_0_D03_DMA00_0_AC_MA_04	FASE ANTE-OPERAM - MAPPATURA DELLE ISOFONICHE NEL PERIODO NOTTURNO - TAV 2/2

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, 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 pian.

L'altezza di 4.0m 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 d 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 recettori.

6.3. I DATI DI TRAFFICO

I flussi veicolari per lo scenario di progetto 2030 sono stati ricavati dall'analisi trasportica presente nel progetto definitivo; il grafo utilizzato è rappresentato in Figura 6.3-1

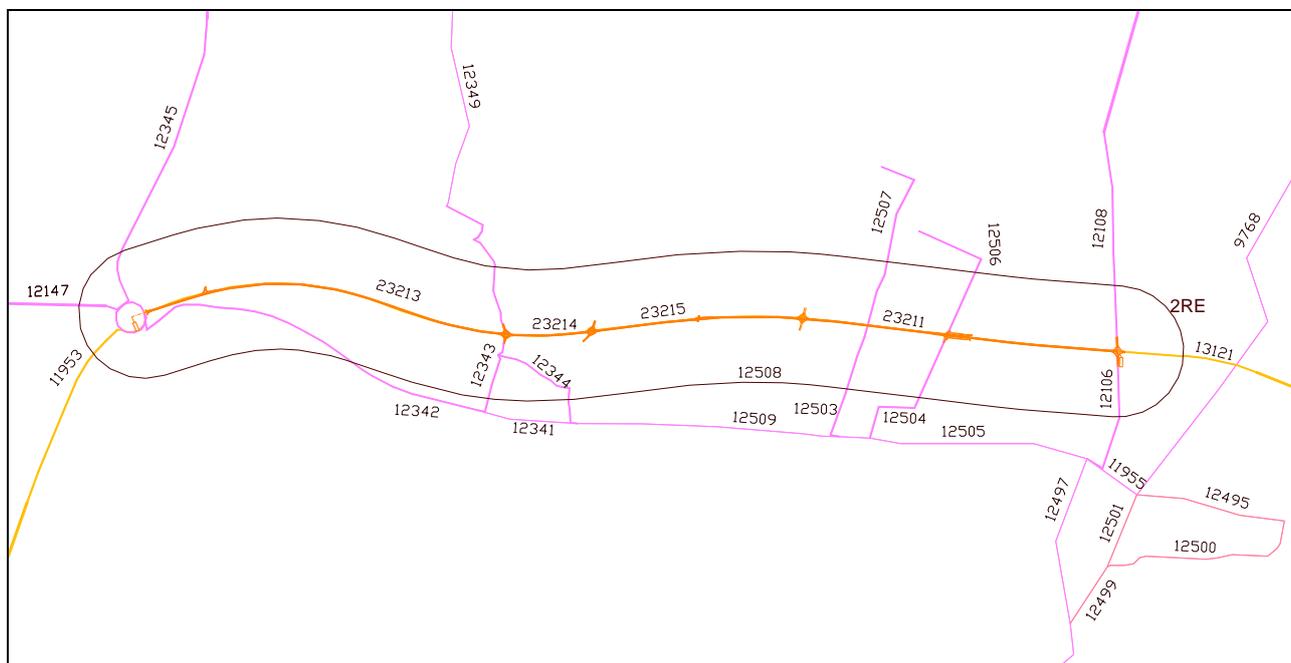


FIGURA 6.3-1 – GRAFO STRADALE – ZONA VIABILITÀ DI ADDUZIONE D03

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

Arco n.	Legg - G	Pes - G	Legg - N	Pes - N
9768	1002	883	63	40
11953	17211	8340	1089	395
12106	19874	3025	1259	145
12108	8145	1268	516	60
12147	9406	908	596	42
12341	1828	137	116	7
12342	1828	137	116	7
12343	236	0	14	0
12344	236	0	14	0
12345	7804	2998	495	143
12349	236	0	14	0
12495	7745	1145	490	55
12499	7567	1282	479	61
12500	696	112	44	5
12501	6837	1170	433	55
12503	1828	137	116	7
12504	1828	137	116	7
12505	1828	137	116	7
12506	236	0	14	0
12507	236	0	14	0
12508	1828	137	116	7
13121	18578	7716	1176	367
23211	17023	6110	1078	288
23213	17023	6110	1078	288
23214	17023	6110	1078	288
23216	9383	4854	595	230

TABELLA 6.3-1 - TABELLA DEI FLUSSI VEICOLARI DI PROGETTO – TRATTO D03 - ANNO 2030

6.4. RISULTATI DEL CALCOLO PER PUNTI

All'interno del buffer di 500m già mostrato nella precedente figura, sono situati n. 137 edifici-ricettore già rilevati nel corso del Censimento Ricettori, ed individuati con le seguenti codifiche:

N.	Comune	Codifica ricettori
113 – 115	Guastalla	GS001 .. GS003
116 – 221	Luzzara	LZ001 .. LZ101
222 – 251	Reggiolo	RG001 .. RG030

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

La localizzazione dei ricettori e le relative schede definiscono specifici elaborati elencati nel dettaglio in Tabella 6.4-2

Codice elaborato	Titolo elaborato
PD_0_D03_DMA00_0_AC_CC_01_A	CARTA CON LOCALIZZAZIONE DEI RICETTORI - TAV 1/2
PD_0_D03_DMA00_0_AC_CC_02_A	CARTA CON LOCALIZZAZIONE DEI RICETTORI - TAV 2/2
PD_0_D03_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	
					Diurna	Notturna	Leq.day (dBA)	Leq.night (dBA)
1	114	GS001	6555	6555	70	60	59.7	53.8
3	115	GS002	6555	6050	70	60	57.1	51.4
1	116	GS003	6555	6050	70	60	55.0	49.7
3	117	LZ001	6555	6050	65	55	51.5	46.8
6	118	LZ002	6050	6050	60	50	50.6	46.2
1	119	LZ003	6555	6050	65	55	51.1	46.6
1	120	LZ004	6555	6050	65	55	53.4	48.6
3	121	LZ005	6555	6555	65	55	61.8	56.4
1	122	LZ006	6555	6555	65	55	58.2	53.0
1	123	LZ007	6555	6555	70	60	60.5	53.1
3	124	LZ008	6555	6555	70	60	64.4	58.9
1	125	LZ009	6555	6555	70	60	57.9	52.6
5	126	LZ010	6555	6050	70	60	52.2	47.3
1	127	LZ011	6555	6050	65	55	52.2	47.7
3	128	LZ012	6555	6050	70	60	59.5	54.2
4	129	LZ013	6555	6555	65	55	57.1	52.0
4	130	LZ014	6555	6555	65	55	60.2	54.9
3	131	LZ015	6555	6555	65	55	64.5	59.1
1	132	LZ016	6555	6555	65	55	57.9	52.8
3	133	LZ017	6555	7060	70	60	50.5	46.3
3	134	LZ018	6555	6050	65	55	59.2	53.9
4	135	LZ019	6555	6555	65	55	61.0	55.7
1	136	LZ020	6555	6555	65	55	61.5	56.1
4	137	LZ021	6555	5545	65	55	58.7	53.4
4	138	LZ022	6555	6555	65	55	60.7	55.3
1	139	LZ023	6555	5545	65	55	57.9	52.6
1	140	LZ024	6555	6050	65	55	56.3	51.1
1	141	LZ025	6555	6050	65	55	56.2	50.9

Cod- classe	N.	Ricettore	Limite Strada Nuova	Limite ZAC	Limiti Concorsuali progetto		Livelli Calcolati Totali Progetto	
					Diurna	Notturna	Leq,day (dBA)	Leq,night (dBA)
4	142	LZ026	6555	6050	65	55	49.8	45.8
5	143	LZ027	6555	6050	65	55	49.6	45.6
3	144	LZ028	6555	6050	65	55	52.4	47.7
1	145	LZ029	6555	6050	65	55	51.5	46.9
1	146	LZ030	6555	6050	65	55	51.5	46.7
1	147	LZ031	6555	6050	65	55	49.8	45.7
1	148	LZ032	6555	5545	65	55	48.9	44.7
1	149	LZ033	6555	5545	65	55	49.6	45.2
1	150	LZ034	6555	5545	65	55	49.8	45.5
1	151	LZ035	6555	5545	65	55	50.4	46.0
1	152	LZ036	6555	5545	65	55	51.0	46.5
1	153	LZ037	6555	5545	65	55	52.4	47.6
1	154	LZ038	6555	6050	70	60	53.5	48.6
3	155	LZ039	6555	7060	70	60	57.9	52.6
3	156	LZ040	6555	7060	70	60	55.9	50.8
1	157	LZ041	6555	6050	65	55	55.2	49.9
1	158	LZ042	6555	6050	65	55	52.7	47.9
3	159	LZ043	6555	6050	65	55	52.5	47.8
1	160	LZ044	6555	5545	65	55	48.1	44.4
1	161	LZ045	6555	5545	65	55	47.8	44.2
1	162	LZ046	6555	5545	65	55	48.0	44.4
1	163	LZ047	6555	5545	65	55	48.2	44.5
1	164	LZ048	6555	5545	65	55	48.6	44.7
1	165	LZ049	6555	5545	65	55	49.3	45.3
1	166	LZ050	6555	5545	65	55	50.0	45.8
1	167	LZ051	6555	5545	65	55	51.4	46.8
1	168	LZ052	6555	5545	65	55	52.4	47.6
1	169	LZ053	6555	5545	65	55	51.0	46.5
1	170	LZ054	6555	5545	65	55	52.0	47.4
1	171	LZ055	6555	6050	70	60	53.6	48.6
1	172	LZ056	6555	5545	65	55	49.5	45.5
1	173	LZ057	6555	5545	65	55	50.4	46.1
1	174	LZ058	6555	5545	65	55	49.3	45.3
1	175	LZ059	6555	5545	65	55	49.7	45.6
1	176	LZ060	6555	5545	65	55	48.1	44.6
1	177	LZ061	6555	5545	65	55	48.5	44.8
1	178	LZ062	6555	5545	65	55	49.3	45.4
1	179	LZ063	6555	5545	65	55	51.7	47.1
1	180	LZ064	6555	6050	70	60	53.3	48.2
1	181	LZ065	6555	6050	70	60	53.9	48.4
1	182	LZ066	6555	5545	65	55	50.6	46.3
1	183	LZ067	6555	6050	70	60	52.7	47.5
1	184	LZ068	6555	6050	70	60	51.8	46.8
1	185	LZ069	6555	6050	70	60	50.6	46.2
5	186	LZ070	6555	6050	70	60	53.1	48.4
6	187	LZ071	6050	6050	60	50	46.3	43.4
1	188	LZ072	6555	6050	70	60	50.3	46.0
1	189	LZ073	6555	6050	70	60	49.7	45.6
1	190	LZ074	6555	5545	65	55	50.1	46.0
1	191	LZ075	6555	5545	65	55	51.2	46.8
1	192	LZ076	6555	5545	65	55	51.7	47.3
1	193	LZ077	6555	5545	65	55	51.3	46.9
1	194	LZ078	6555	5545	65	55	51.9	47.4
1	195	LZ079	6555	5545	65	55	52.4	47.8
1	196	LZ080	6555	5545	65	55	53.2	48.5
1	197	LZ081	6555	5545	65	55	53.9	49.1
1	198	LZ082	6555	5545	65	55	51.0	46.7
1	199	LZ083	6555	5545	65	55	51.6	47.2
1	200	LZ084	6555	5545	65	55	51.2	46.9
1	201	LZ085	6555	5545	65	55	52.4	47.9
1	202	LZ086	6555	5545	65	55	53.1	48.5

Cod- classe	N.	Ricettore	Limite Strada Nuova	Limite ZAC	Limiti Concorsuali progetto		Livelli Calcolati Totali Progetto	
					Diurna	Notturna	Leq,day (dBA)	Leq,night (dBA)
2	203	LZ087	5040	5040	50	40	49.2	45.4
1	204	LZ088	6555	5545	65	55	50.2	46.1
1	205	LZ089	6555	5545	65	55	50.8	46.6
1	206	LZ090	6555	5545	65	55	51.3	47.0
1	207	LZ091	6555	5545	65	55	52.1	47.6
1	208	LZ092	6555	5545	65	55	49.7	45.8
1	209	LZ093	6555	5545	65	55	50.1	46.0
1	210	LZ094	6555	5545	65	55	51.4	47.1
1	211	LZ095	6555	5545	65	55	51.0	46.8
1	212	LZ096	6555	6050	65	55	51.3	47.0
5	213	LZ097	6555	6050	65	55	52.1	47.6
1	214	LZ098	6555	6050	65	55	53.5	48.8
1	215	LZ099	6555	6050	65	55	53.8	49.0
4	216	LZ100	6555	6050	65	55	52.5	48.0
1	217	LZ101	6555	6050	65	55	51.3	47.1
	218	LZ102	6050	6050	60	50	51.7	47.3
	219	LZ103	6050	6050	60	50	52.8	48.2
	220	LZ104	6050	6050	60	50	51.3	46.9
3	221	RG001	6555	6050	65	55	58.2	53.1
1	222	RG002	6555	6050	65	55	56.4	51.3
3	223	RG003	6555	6050	65	55	59.2	54.0
3	224	RG004	6555	6050	65	55	58.3	53.1
3	225	RG005	6555	6050	65	55	59.8	54.5
3	226	RG006	6555	6050	65	55	50.0	46.2
3	227	RG007	6555	6050	65	55	49.6	46.0
1	228	RG008	6555	6050	65	55	49.3	45.8
4	229	RG009	6555	6050	65	55	50.1	46.3
1	230	RG010	6555	6050	65	55	49.6	46.2
1	231	RG011	6555	6050	65	55	53.0	48.6
1	232	RG012	6555	6050	65	55	50.5	47.0
3	233	RG013	6555	6050	65	55	54.1	49.7
1	234	RG014	6555	6050	65	55	54.3	49.8
1	235	RG015	6555	6050	65	55	53.4	49.1
3	236	RG016	6555	6050	65	55	59.9	54.7
3	237	RG017	6555	6050	65	55	51.4	47.0
4	238	RG018	6555	6050	65	55	52.2	47.4
1	239	RG019	6555	6050	65	55	52.8	47.8
1	240	RG020	6555	6050	70	60	61.8	55.7
4	241	RG021	6555	6050	70	60	59.7	53.6
1	242	RG022	6555	6050	70	60	58.9	51.7
4	243	RG023	6555	6050	70	60	56.6	50.2
1	244	RG024	6555	6050	70	60	57.6	50.3
4	245	RG025	6555	6050	70	60	56.9	49.7
1	246	RG026	6555	6050	70	60	58.5	50.5
1	247	RG027	6555	6050	70	60	58.2	51.3
3	248	RG028	6555	6050	70	60	57.7	51.4
3	249	RG029	6555	6050	70	60	54.0	48.6
3	250	RG030	6555	6050	70	60	53.9	48.3

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

In giallo sono stati evidenziati i superamenti dei limiti di accettabilità presso recettori **residenziali abitati**. Va tuttavia chiarito che, come meglio illustrato nel cap. 6, la presenza di un superamento dei limiti non comporta necessariamente la realizzazione di una opera di mitigazione. Infatti l'impatto acustico subito da alcuni recettori non è direttamente ascrivibile alle opere di progetto, ma è sovente determinato da altra viabilità, non oggetto dell'intervento, e sulla quale non si ha pertanto titolo di intervenire ne' con la pavimentazione, ne' con schermature antirumore.

Saranno gli enti gestori di queste infrastrutture a doversi eventualmente far carico del risanamento acustico delle stesse, nell'ambito del piano poliennale di risanamento cui sono tenute a dare attuazione in base al citato D.M.Amb. 29 novembre 2000.

L'individuazione delle zone on cui prevedere interventi di mitigazione è fattibile unicamente mediante osservazione delle mappature isolivello sonoro, presentate nel successivo paragrafo.

6.5. MAPPATURA DEL LIVELLO SONORO

Le seguenti figure mostrano la mappa del livello sonoro nell'area di influenza dell'opera D03, relativamente al periodo Diurno e Notturno. Esso sono un versione in scala ridotta delle tavole cod. :

Codice elaborato	Titolo elaborato
PD_0_D03_DMA00_0_AC_MS_01	FASE DI ESERCIZIO - MAPPATURA DELLE ISOFONICHE NEL PERIODO DIURNO SENZA MITIGAZIONI - TAV 1/2
PD_0_D03_DMA00_0_AC_MS_02	FASE DI ESERCIZIO - MAPPATURA DELLE ISOFONICHE NEL PERIODO DIURNO SENZA MITIGAZIONI - TAV 1/2
PD_0_D03_DMA00_0_AC_MS_03	FASE DI ESERCIZIO - MAPPATURA DELLE ISOFONICHE NEL PERIODO NOTTURNO SENZA MITIGAZIONI - TAV 1/2
PD_0_D03_DMA00_0_AC_MS_04	FASE DI ESERCIZIO - MAPPATURA DELLE ISOFONICHE NEL PERIODO NOTTURNO SENZA MITIGAZIONI - TAV 2/2

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 accettabilità, è possibile valutare per quali di essi si possibile (e doveroso) intervenire mediante opere di mitigazione antirumore da realizzare sui vari strati di viabilità di progetto.

I recettori residenziali in cui si verifica un superamento dei limiti di accettabilità, sono i seguenti:

Cod classe	N.	Ricettore	Limite Strada Nuova	Limite ZAC	Limiti Concorsuali progetto		Livelli Calcolati Totali Progetto	
					Diurna	Notturna	Leq,day (dBA)	Leq,night (dBA)
1	136	LZ020	6555	6555	65	55	61.5	56.1
1	240	RG020	6555	6050	70	60	61.8	55.7

TABELLA 6.5-2– LIVELLI ACUSTICI PRESSO I RICETTORI IN FASE DI ESERCIZIO SENZA MITIGAZIONI – SCENARIO 2030

Essi, risultano, anche se in maniera parziale, interessati dal rumore generato dalle nuove infrastrutture di progetto, e sono pertanto da mitigare.

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 (D03), 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

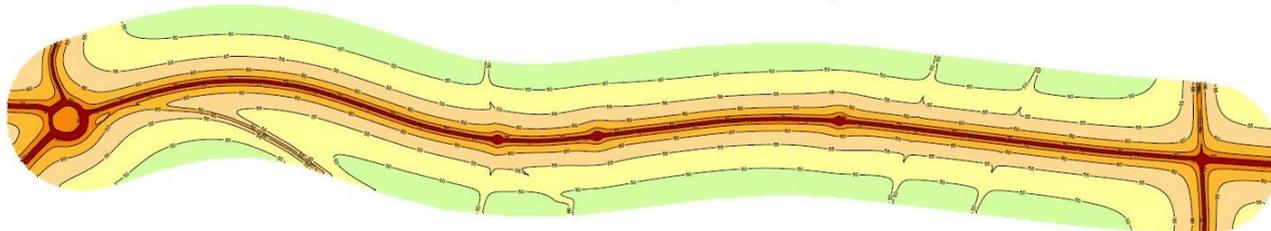
La fattibilità acustica relativa all'eliminazione del tappeto d'usura SplittMastix (SMA) a bassa emissività sulle viabilità di adduzione è stata valutata mediante raffronti modellistici svolti tramite il software di simulazione acustica già utilizzato nel 2012 per la valutazione d'impatto acustico.

Sono pertanto state calcolate tre mappature isolivello sonoro diurno, relative alla viabilità D03, considerata ben rappresentativa degli effetti della modifica proposta, così differenziate:

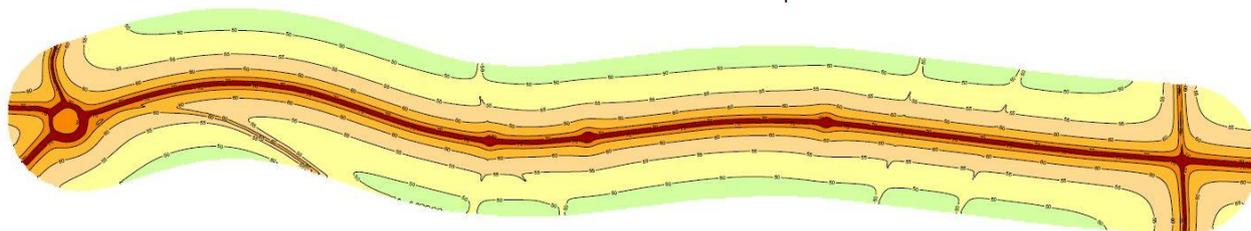
- la prima è identica a quella elaborata nel 2012, usa i dati di emissione del parco veicolare di allora, e prevede l'uso di asfalto SMA a bassa emissione sulla nuova bretella di adduzione.
- la seconda è stata calcolata mantenendo invariata l'emissione del parco veicolare 2012, ma prevedendo l'asfalto normale al posto di quello a bassa emissività. Si osserva un lieve peggioramento, con aumento dei livelli sonori di circa 1.5 dB(A)
- la terza è stata fatta considerando la riduzione della emissione del parco veicolare 2019 rispetto a quella tarata nel 2012. Tale differenza deriva da misure fonometriche di raffronto svolte sul campo al fine di ri-tarare il modello acustico rispetto all'evidente evoluzione del parco veicolare avvenuta negli ultimi anni (sezione a Nord del casello di Reggiolo – Rolo, 10-11 giugno 2019).

Di seguito sono consultabili le mappature prodotte.

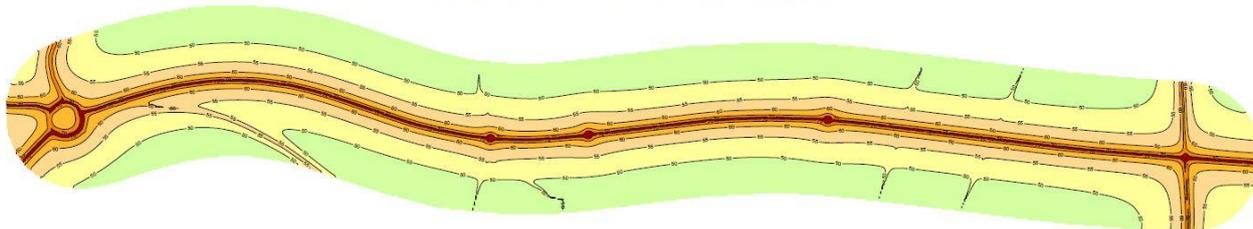
Parco Veicolare 2012 - asfalto Split Mastix - Leq diurno



Parco Veicolare 2012 - asfalto normale - Leq diurno



Parco Veicolare 2019 - asfalto normale - Leq diurno



Nella terza mappatura si osserva che la riduzione di rumorosità connessa con il miglioramento del parco veicolare circolante porta ad un lieve **miglioramento** rispetto alla ipotesi con mitigazioni del 2012, e questo nonostante sia stato eliminato il tappeto d'usura a bassa emissività.

Pertanto, grazie all'aggiornamento dei dati di emissione derivanti dall'analisi dell'evoluzione del parco veicolare, è possibile eliminare il tappeto d'usura in SMA dalle viabilità di adduzione senza con ciò determinare alcun peggioramento rispetto allo scenario di progetto con mitigazioni valutato nel progetto 2012.

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.

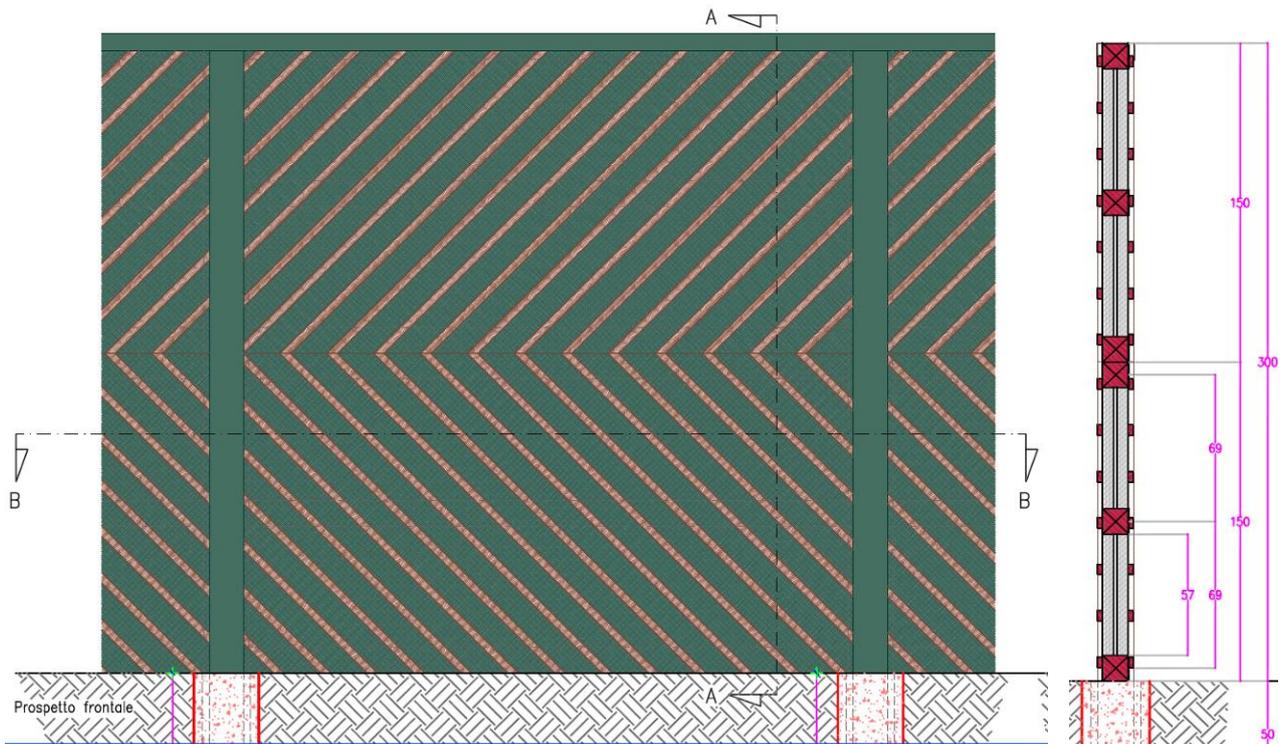


FIGURA 7.2-1 –BARRIERA ACUSTICA IN LEGNO: VISTA PROSPETTICA E SEZIONE VERTICALE

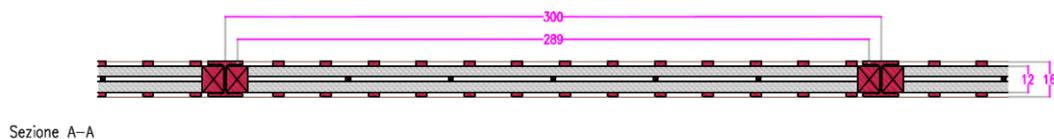


FIGURA 7.2-2 – SEZIONE ORIZZONTALE DELLA BARRIERA ACUSTICA IN LEGNOI

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 scrivente⁷.

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.

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.

⁷ 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

- 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 recettore LZ020

Come già illustrato nel precedente cap. 5, il recettore qui considerato sarebbe soggetto, in assenza di mitigazioni antirumore, ad un lievissimo superamento dei limiti di rumorosità diurni e notturni:

Cod classe	N.	Ricettore	Limite Strada Nuova	Limite ZAC	Limiti Concorsuali progetto		Livelli Calcolati Totali Progetto	
					Diurna	Notturna	Leq,day (dBA)	Leq,night (dBA)
1	135	LZ020	65/55	65/55	65.0	55.0	61.5	56.1

TABELLA 7.3-1 –LIVELLI ACUSTICI PRESSO IL RICETTORE LZ020 – SCENARIO MITIGATO

Al momento il ricettore non sembra

7.3.2. Mitigazione del recettore RG020

Come già illustrato nel precedente cap. 5, il recettore qui considerato sarebbe soggetto, in assenza di mitigazioni antirumore, ad un lievissimo superamento dei limiti di rumorosità diurni e notturni:

Cod classe	N.	Ricettore	Limite Strada Nuova	Limite ZAC	Limiti Concorsuali progetto		Livelli Calcolati Totali Progetto	
					Diurna	Notturna	Leq,day (dBA)	Leq,night (dBA)
1	236	RG020	65/55	70/60	70.0	60.0	61.8	55.7

TABELLA 7.3-2 –LIVELLI ACUSTICI PRESSO IL RICETTORE RG020 – SCENARIO MITIGATO

Il superamento del limite notturno in RG020 è pari a circa 0.7 dB(A).

In questo caso la sola pavimentazione basso-emissiva, che viene comunque prevista su tutta la nuova bretella di collegamento, non riesce a garantire una adeguata mitigazione antirumore, in quanto una quota di

rumore proviene anche dalla viabilità circostante, in particolare da quella situata a Sud della rotonda. Di conseguenza, e' stato necessario progettare una piccola barriera antirumore, posta proprio a ridosso della rotonda stessa, onde proteggere questo recettore, come mostrato nella seguente figura:



Fig. 7.3-1 - POSIZIONAMENTO DELLA BARRIERA ANTIRUMORE DBA02 A PROTEZIONE DEL RICETTORE RG020

7.3.3. Riepilogo degli interventi di mitigazione antirumore

La seguente tabella riepiloga lo sviluppo longitudinale delle opere di mitigazione previste sull'opera "D03":

Denominazione	Descrizione	Sviluppo longitudinale (m)
Barriera RG020	Schermatura antirumore sottile h=3.0m	105

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

La localizzazione planimetrica di tali interventi è riportata nella tavola avente la seguente codifica:

Codice elaborato	Titolo elaborato
PD_0_D03_DMA00_0_AC_PM_01_A	PLANIMETRIE DI LOCALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA
PD_0_D03_DMA00_0_AC_PM_01_A	PLANIMETRIE DI LOCALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA

TABELLA 7.3-4 – ELENCO DEGLI ELABORATI CON L'INDIVIDUAZIONE DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA

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

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 che 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 stata raggiunto presso alcuni recettori, sugli stessi viene conseguentemente previsto un intervento di mitigazione diretta 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 è deciso di intervenire:

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	114	GS001	6555	6555	70	60	59.7	53.8	59.7	53.8
3	115	GS002	6555	6050	70	60	57.1	51.4	57.1	51.4
1	116	GS003	6555	6050	70	60	55.0	49.7	55.0	49.7
3	117	LZ001	6555	6050	65	55	51.5	46.8	51.5	46.8
6	118	LZ002	6050	6050	60	50	50.6	46.2	50.6	46.2
1	119	LZ003	6555	6050	65	55	51.1	46.6	51.1	46.6
1	120	LZ004	6555	6050	65	55	53.4	48.6	53.4	48.6
3	121	LZ005	6555	6555	65	55	61.8	56.4	61.8	56.4
1	122	LZ006	6555	6555	65	55	58.2	53.0	58.2	53.0
1	123	LZ007	6555	6555	70	60	60.5	53.1	60.5	53.1
3	124	LZ008	6555	6555	70	60	64.4	58.9	64.4	58.9
1	125	LZ009	6555	6555	70	60	57.9	52.6	57.9	52.6
5	126	LZ010	6555	6050	70	60	52.2	47.3	52.2	47.3
1	127	LZ011	6555	6050	65	55	52.2	47.7	52.2	47.7
3	128	LZ012	6555	6050	70	60	59.5	54.2	59.5	54.2
4	129	LZ013	6555	6555	65	55	57.1	52.0	57.1	52.0
4	130	LZ014	6555	6555	65	55	60.2	54.9	60.2	54.9
3	131	LZ015	6555	6555	65	55	64.5	59.1	64.5	59.1
1	132	LZ016	6555	6555	65	55	57.9	52.8	57.9	52.8

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)
3	133	LZ017	6555	7060	70	60	50.5	46.3	50.5	46.3
3	134	LZ018	6555	6050	65	55	59.2	53.9	59.2	53.9
4	135	LZ019	6555	6555	65	55	61.0	55.7	61.0	55.7
1	136	LZ020	6555	6555	65	55	61.5	56.1	61.5	56.1
4	137	LZ021	6555	5545	65	55	58.7	53.4	58.7	53.4
4	138	LZ022	6555	6555	65	55	60.7	55.3	60.7	55.3
1	139	LZ023	6555	5545	65	55	57.9	52.6	57.9	52.6
1	140	LZ024	6555	6050	65	55	56.3	51.1	56.3	51.1
1	141	LZ025	6555	6050	65	55	56.2	50.9	56.2	50.9
4	142	LZ026	6555	6050	65	55	49.8	45.8	49.8	45.8
5	143	LZ027	6555	6050	65	55	49.6	45.6	49.6	45.6
3	144	LZ028	6555	6050	65	55	52.4	47.7	52.4	47.7
1	145	LZ029	6555	6050	65	55	51.5	46.9	51.5	46.9
1	146	LZ030	6555	6050	65	55	51.5	46.7	51.5	46.7
1	147	LZ031	6555	6050	65	55	49.8	45.7	49.8	45.7
1	148	LZ032	6555	5545	65	55	48.9	44.7	48.9	44.7
1	149	LZ033	6555	5545	65	55	49.6	45.2	49.6	45.2
1	150	LZ034	6555	5545	65	55	49.8	45.5	49.8	45.5
1	151	LZ035	6555	5545	65	55	50.4	46.0	50.4	46.0
1	152	LZ036	6555	5545	65	55	51.0	46.5	51.0	46.5
1	153	LZ037	6555	5545	65	55	52.4	47.6	52.4	47.6
1	154	LZ038	6555	6050	70	60	53.5	48.6	53.5	48.6
3	155	LZ039	6555	7060	70	60	57.9	52.6	57.9	52.6
3	156	LZ040	6555	7060	70	60	55.9	50.8	55.9	50.8
1	157	LZ041	6555	6050	65	55	55.2	49.9	55.2	49.9
1	158	LZ042	6555	6050	65	55	52.7	47.9	52.7	47.9
3	159	LZ043	6555	6050	65	55	52.5	47.8	52.5	47.8
1	160	LZ044	6555	5545	65	55	48.1	44.4	48.1	44.4
1	161	LZ045	6555	5545	65	55	47.8	44.2	47.8	44.2
1	162	LZ046	6555	5545	65	55	48.0	44.4	48.0	44.4
1	163	LZ047	6555	5545	65	55	48.2	44.5	48.2	44.5
1	164	LZ048	6555	5545	65	55	48.6	44.7	48.6	44.7
1	165	LZ049	6555	5545	65	55	49.3	45.3	49.3	45.3
1	166	LZ050	6555	5545	65	55	50.0	45.8	50.0	45.8
1	167	LZ051	6555	5545	65	55	51.4	46.8	51.4	46.8
1	168	LZ052	6555	5545	65	55	52.4	47.6	52.4	47.6
1	169	LZ053	6555	5545	65	55	51.0	46.5	51.0	46.5
1	170	LZ054	6555	5545	65	55	52.0	47.4	52.0	47.4
1	171	LZ055	6555	6050	70	60	53.6	48.6	53.6	48.6
1	172	LZ056	6555	5545	65	55	49.5	45.5	49.5	45.5
1	173	LZ057	6555	5545	65	55	50.4	46.1	50.4	46.1
1	174	LZ058	6555	5545	65	55	49.3	45.3	49.3	45.3
1	175	LZ059	6555	5545	65	55	49.7	45.6	49.7	45.6
1	176	LZ060	6555	5545	65	55	48.1	44.6	48.1	44.6
1	177	LZ061	6555	5545	65	55	48.5	44.8	48.5	44.8
1	178	LZ062	6555	5545	65	55	49.3	45.4	49.3	45.4
1	179	LZ063	6555	5545	65	55	51.7	47.1	51.7	47.1
1	180	LZ064	6555	6050	70	60	53.3	48.2	53.3	48.2
1	181	LZ065	6555	6050	70	60	53.9	48.4	53.9	48.4
1	182	LZ066	6555	5545	65	55	50.6	46.3	50.6	46.3
1	183	LZ067	6555	6050	70	60	52.7	47.5	52.7	47.5
1	184	LZ068	6555	6050	70	60	51.8	46.8	51.8	46.8
1	185	LZ069	6555	6050	70	60	50.6	46.2	50.6	46.2
5	186	LZ070	6555	6050	70	60	53.1	48.4	53.1	48.4
6	187	LZ071	6050	6050	60	50	46.3	43.4	46.3	43.4
1	188	LZ072	6555	6050	70	60	50.3	46.0	50.3	46.0
1	189	LZ073	6555	6050	70	60	49.7	45.6	49.7	45.6
1	190	LZ074	6555	5545	65	55	50.1	46.0	50.1	46.0
1	191	LZ075	6555	5545	65	55	51.2	46.8	51.2	46.8
1	192	LZ076	6555	5545	65	55	51.7	47.3	51.7	47.3

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	193	LZ077	6555	5545	65	55	51.3	46.9	51.3	46.9
1	194	LZ078	6555	5545	65	55	51.9	47.4	51.9	47.4
1	195	LZ079	6555	5545	65	55	52.4	47.8	52.4	47.8
1	196	LZ080	6555	5545	65	55	53.2	48.5	53.2	48.5
1	197	LZ081	6555	5545	65	55	53.9	49.1	53.9	49.1
1	198	LZ082	6555	5545	65	55	51.0	46.7	51.0	46.7
1	199	LZ083	6555	5545	65	55	51.6	47.2	51.6	47.2
1	200	LZ084	6555	5545	65	55	51.2	46.9	51.2	46.9
1	201	LZ085	6555	5545	65	55	52.4	47.9	52.4	47.9
1	202	LZ086	6555	5545	65	55	53.1	48.5	53.1	48.5
2	203	LZ087	5040	5040	50	40	49.2	45.4	49.2	45.4
1	204	LZ088	6555	5545	65	55	50.2	46.1	50.2	46.1
1	205	LZ089	6555	5545	65	55	50.8	46.6	50.8	46.6
1	206	LZ090	6555	5545	65	55	51.3	47.0	51.3	47.0
1	207	LZ091	6555	5545	65	55	52.1	47.6	52.1	47.6
1	208	LZ092	6555	5545	65	55	49.7	45.8	49.7	45.8
1	209	LZ093	6555	5545	65	55	50.1	46.0	50.1	46.0
1	210	LZ094	6555	5545	65	55	51.4	47.1	51.4	47.1
1	211	LZ095	6555	5545	65	55	51.0	46.8	51.0	46.8
1	212	LZ096	6555	6050	65	55	51.3	47.0	51.3	47.0
5	213	LZ097	6555	6050	65	55	52.1	47.6	52.1	47.6
1	214	LZ098	6555	6050	65	55	53.5	48.8	53.5	48.8
1	215	LZ099	6555	6050	65	55	53.8	49.0	53.8	49.0
4	216	LZ100	6555	6050	65	55	52.5	48.0	52.5	48.0
1	217	LZ101	6555	6050	65	55	51.3	47.1	51.3	47.1
	218	LZ102	6050	6050	60	50	51.7	47.3	51.7	47.3
	219	LZ103	6050	6050	60	50	52.8	48.2	52.8	48.2
	220	LZ104	6050	6050	60	50	51.3	46.9	51.3	46.9
3	221	RG001	6555	6050	65	55	58.2	53.1	58.2	53.1
1	222	RG002	6555	6050	65	55	56.4	51.3	56.4	51.3
3	223	RG003	6555	6050	65	55	59.2	54.0	59.2	54.0
3	224	RG004	6555	6050	65	55	58.3	53.1	58.3	53.1
3	225	RG005	6555	6050	65	55	59.8	54.5	59.8	54.5
3	226	RG006	6555	6050	65	55	50.0	46.2	50.0	46.2
3	227	RG007	6555	6050	65	55	49.6	46.0	49.6	46.0
1	228	RG008	6555	6050	65	55	49.3	45.8	49.3	45.8
4	229	RG009	6555	6050	65	55	50.1	46.3	50.0	46.2
1	230	RG010	6555	6050	65	55	49.6	46.2	49.6	46.2
1	231	RG011	6555	6050	65	55	53.0	48.6	53.0	48.6
1	232	RG012	6555	6050	65	55	50.5	47.0	50.5	47.0
3	233	RG013	6555	6050	65	55	54.1	49.7	54.1	49.7
1	234	RG014	6555	6050	65	55	54.3	49.8	54.3	49.8
1	235	RG015	6555	6050	65	55	53.4	49.1	53.4	49.1
3	236	RG016	6555	6050	65	55	59.9	54.7	59.9	54.7
3	237	RG017	6555	6050	65	55	51.4	47.0	51.3	46.9
4	238	RG018	6555	6050	65	55	52.2	47.4	52.1	47.4
1	239	RG019	6555	6050	65	55	52.8	47.8	52.8	47.8
1	240	RG020	6555	6050	70	60	61.8	55.7	58.8	52.4
4	241	RG021	6555	6050	70	60	59.7	53.6	57.5	51.3
1	242	RG022	6555	6050	70	60	58.9	51.7	58.5	51.1
4	243	RG023	6555	6050	70	60	56.6	50.2	56.0	49.6
1	244	RG024	6555	6050	70	60	57.6	50.3	57.4	50.0
4	245	RG025	6555	6050	70	60	56.9	49.7	56.7	49.5
1	246	RG026	6555	6050	70	60	58.5	50.5	58.5	50.4
1	247	RG027	6555	6050	70	60	58.2	51.3	58.0	51.0
3	248	RG028	6555	6050	70	60	57.7	51.4	57.4	51.1
3	249	RG029	6555	6050	70	60	54.0	48.6	53.8	48.4
3	250	RG030	6555	6050	70	60	53.9	48.3	53.8	48.1

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

Si può osservare nel recettore LZ020, in cui la rumorosità è effettivamente determinata in massima parte dall'infrastruttura di progetto, l'adozione degli interventi di mitigazione descritti nel precedente capitolo abbia portato al sistematico rispetto dei limiti di rumorosità.

Per quanto riguarda il recettore RG020, invece, una piccola barriera antirumore si è rivelata efficace, schermandolo sia dal rumore della nuova bretella di collegamento, sia da quello della nuova rotatoria di progetto posta all'estremità Est della bretella stessa.

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 figure mostrano, in scala ridotta, il contenuto delle tavole aventi rispettivamente codifica:

Codice elaborato	Titolo elaborato
PD_0_D03_DMA00_0_AC_MM_01	FASE DI ESERCIZIO - MAPPATURA DELLE ISOFONICHE NEL PERIODO DIURNO CON MITIGAZIONI - TAV 1/2
PD_0_D03_DMA00_0_AC_MM_02	FASE DI ESERCIZIO - MAPPATURA DELLE ISOFONICHE NEL PERIODO DIURNO CON MITIGAZIONI - TAV 2/2
PD_0_D03_DMA00_0_AC_MM_03	FASE DI ESERCIZIO - MAPPATURA DELLE ISOFONICHE NEL PERIODO NOTTURNO CON MITIGAZIONI - TAV 1/2
PD_0_D03_DMA00_0_AC_MM_04	FASE DI ESERCIZIO - MAPPATURA DELLE ISOFONICHE NEL PERIODO NOTTURNO CON MITIGAZIONI - TAV 2/2
PD_0_D03_DMA00_0_AC_PM_01	PLANIMETRIE DI LOCALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA

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, effettuata nelle stesse tre zone utilizzate per l'analisi della situazione non mitigata, mostra come lo stesso sia stato in grado di restringere l'area d'impronta.

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

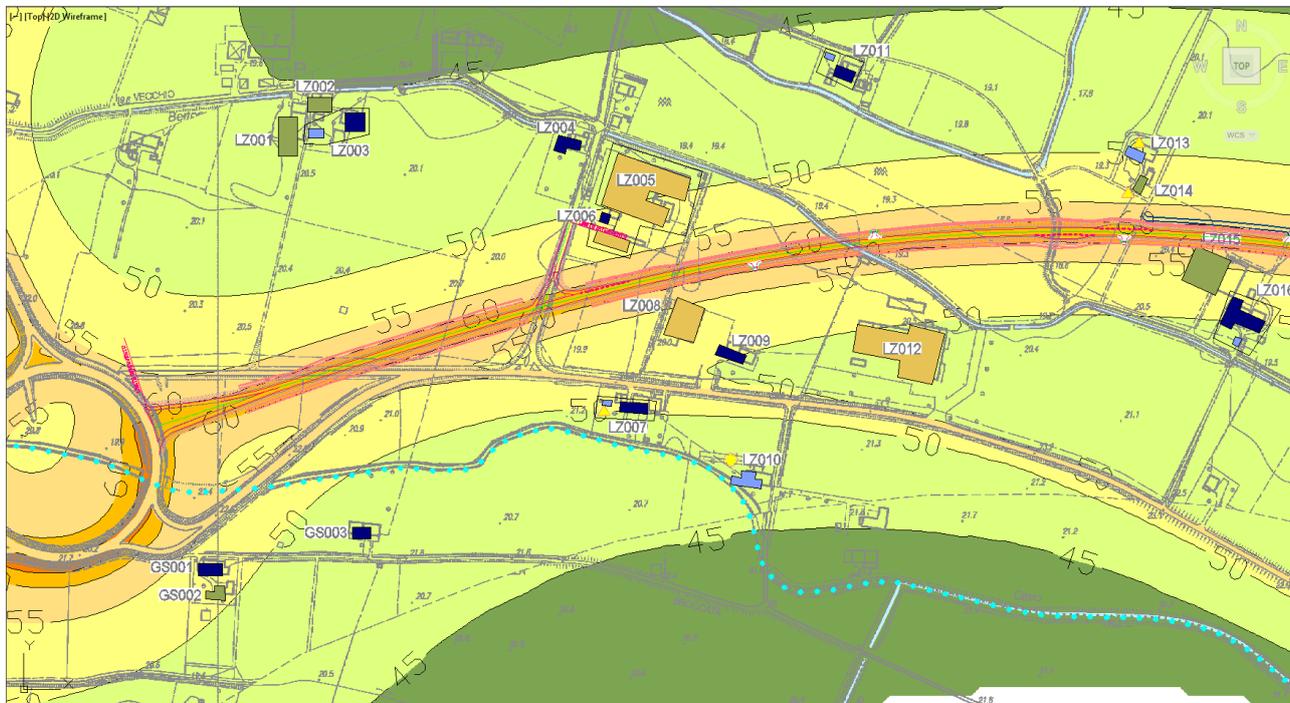


FIGURA 8.3-1 – DETTAGLIO DELLA MAPPATURA DELLE ISOFONICHE IN CORRISPONDENZA DEI RICETTORI LZ006 E LZ016

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

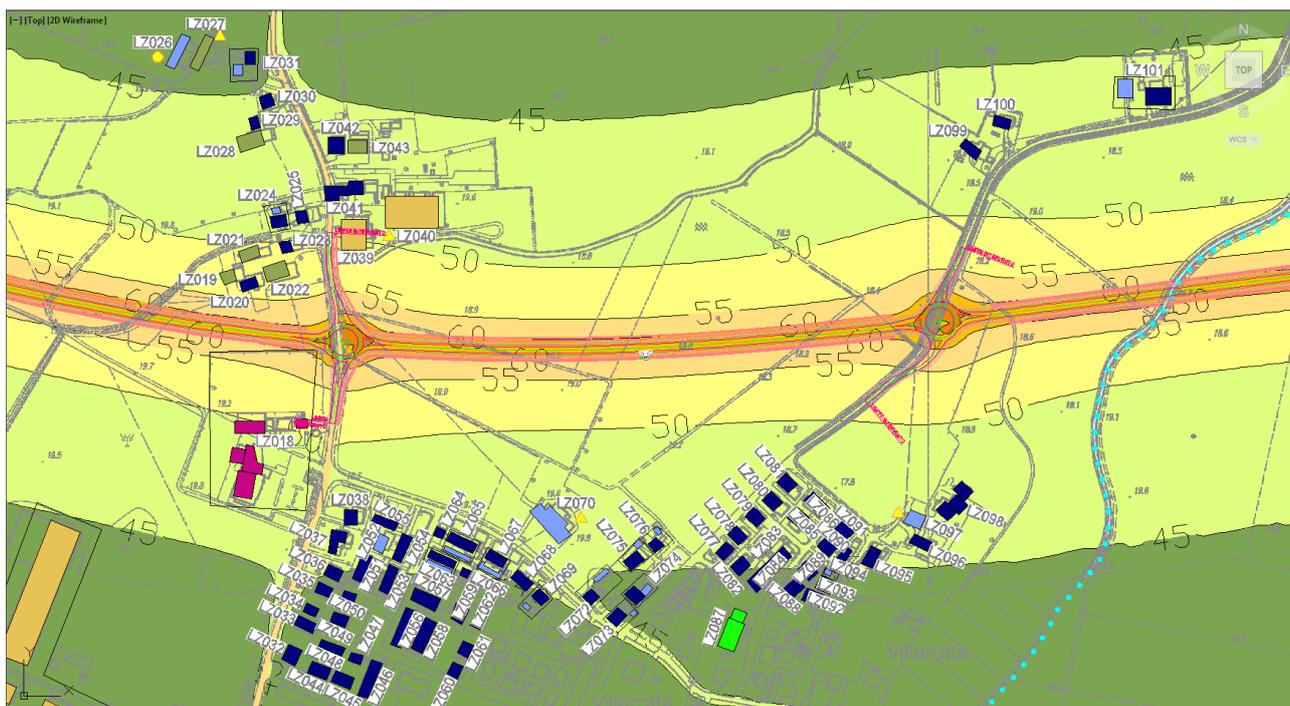


FIGURA 8.3-2 – DETTAGLIO DELLA MAPPATURA DELLE ISOFONICHE IN CORRISPONDENZA DEL RICETTORE LZ020

Si nota come la riduzione di rumorosità ottenuta grazie alla pavimentazione basso-emissiva abbia consentito di restringere l'area di territorio soggetta a rumorista' notturna superiore a 55 dB(A): in tal modo ora tutti i recettori si trovano al di sotto di tale limite.

La **FIGURA 8.3-3** mostra infine la zona più a Ovest dell'intervento qui valutato.

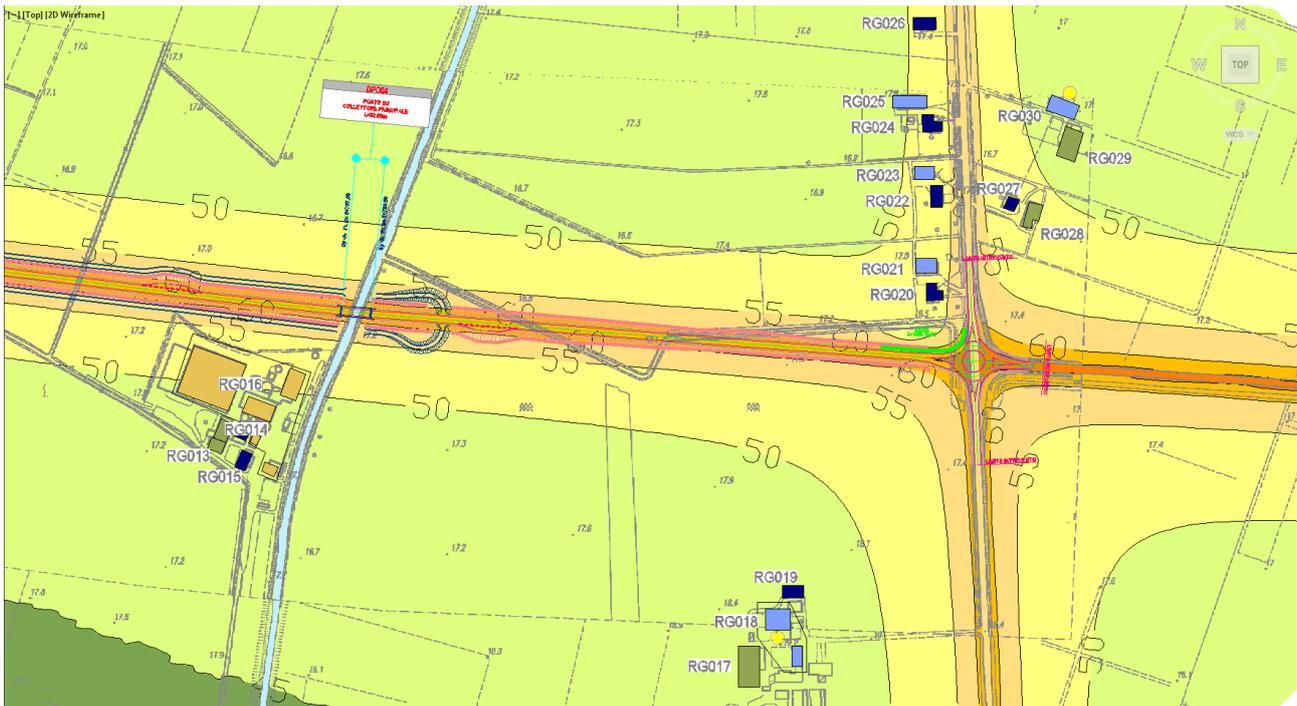


FIGURA 8.3-3 – DETTAGLIO DELLA MAPPATURA DELLE ISOFONICHE IN CORRISPONDENZA DEL RICETTORE RG020

Si può osservare l'effetto della pavimentazione basso-emissiva, che riduce nettamente l'area di impronta lungo la nuova bretella rispetto a quella delle viabilità circostanti.

Si osserva anche l'effetto della piccola barriera antirumore posizionata a protezione del recettore RG020. Essa è efficace a questo scopo, anche se ovviamente l'estensione territoriale della "zona d'ombra" di una barriera di dimensioni ridotte è alquanto limitata.