

Committente:



AUTOCAMIONALE DELLA CISA S.P.A.

Via Camboara 26/A - Frazione Ponte Taro - 43015 NOCETO (PR)

Impresa Esecutrice:



**AUTOSTRADA DELLA CISA A15
RACCORDO AUTOSTRADALE A15/A22
CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENO-BRENNERO
RACCORDO AUTOSTRADALE FRA L' AUTOSTRADA DELLA CISA-FONTEVIVO (PR)
E L' AUTOSTRADA DEL BRENNERO-NOGAROLE ROCCA (VR). I LOTTO.**

C.U.P. G61B04000060008

C.I.G. 307068161E

PROGETTO ESECUTIVO

AUTOCAMIONALE DELLA CISA S.p.A.

Il Direttore TIBRE:

Il Responsabile del Procedimento:

Il Presidente:

IMPRESA PIZZAROTTI & C. s.p.a. Geologo:

Il Direttore Tecnico:

**Il Responsabile di Progetto
Dot. Ing. Luca Bondanelli**

Il Tecnico Acustico:

Ing. Flavio Pinardi (TCAA)

Ordine degli Ingegneri della Prov. BO-P.G. n. 0193450 del 20.07.05

Ing. Enrico Musacchio

Ordine Ingegneri Venetia n. 2326

INGEGNERE

FLAVIO PINARDI

LAUREA SPECIALISTICA

Sezione: A

N° 6972/A

Sezione: A

Sezione: A

PROGETTAZIONE DI:



Il Progettista:

A.T.I.:



Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione:

Ing. Giovanni Maria Cepparotti

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Viterbo n. 392

Consulenza specialistica a cura di:

Progettista Responsabile Integrazione Prestazioni Specialistiche:

Impresa Pizzarotti & C. s.p.a.

Ing. Pietro Mazzoli

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 821

Titolo Elaborato:

ASSE PRINCIPALE

Varianti alle viabilità maggiori e minori - viabilità interferita

Controstrade in dx - da km. 6+495,25 a km. 6+650,00

Relazione acustica della deviazione alternativa alla S.P.10

Data Emissione Progetto:

18/03/2014

Scala:

Identif. Elaborato:

N.RO IDENTIFICATIVO	CODICE COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	AMBITO	CAT OPERA	N OPERA	PARTE OP	TIPO DOC	N Progr. Doc.	REV.
	RAAA	1	E	I	AP	VA	03	R	RE	002	B

Rev.	Data	DESCRIZIONE REVISIONE	Redatto	Controllato	Approvato
B	26/01/2015	NUOVA DEVIAZIONE PROVVISORIA SP10	NERI - ROGNA	NIGRELLI	MAZZOLI
A	10/10/2014	RIEMMISSIONE PROGETTO ESECUTIVO	NERI - ROGNA	NIGRELLI	MAZZOLI

SOMMARIO

1	INTRODUZIONE.....	3
1.1	Area d'indagine - Fasce di pertinenza acustica degli assi stradali	3
1.2	Classificazione acustica comunale	3
1.3	Limiti adottati per i Livelli di Pressione Sonora – Analisi della Concorsualità.....	3
1.4	Metodologia di lavoro.....	3
2	CARATTERISTICHE AMBIENTALI, TERRITORIALI E INSEDIATIVE.....	4
2.1	Caratteristiche territoriali e insediative.....	4
2.1.1	Censimento dei ricettori.....	4
2.1.2	Edifici e aree di nuova edificazione	4
2.1.3	Ricettori sensibili.....	4
2.2	Ricettori esposti e limiti applicabili	4
3	Clima acustico ante operam	6
3.1	Localizzazione dei punti di rilievo fonometrico.....	6
4	QUADRO DI RIFERIMENTO PREVISIONALE	7
4.1	Descrizione modello previsionale	7
4.2	Integrazione tra GIS e modello acustico.....	7
4.3	Descrizione NMPB96.....	7
4.4	Evoluzione delle emissioni del parco circolante a lungo termine	8
4.5	Taratura del modello previsionale.....	9
4.6	Livelli utilizzati nel modello acustico	9
5	DATI DI TRAFFICO	10
6	PREVISIONE LIVELLI DI RUMORE SUI RICETTORI E MAPPATURA ACUSTICA.....	11
6.1	Ambito di mappatura.....	11
6.2	Il modello geometrico.....	11
6.3	Caratteristiche di impedenza dei materiali.....	11
6.4	Localizzazione dei punti di calcolo.....	11
6.4.1	Ricettori residenziali e non residenziali (industriali, commerciali, terziari).....	11
6.4.2	Aree di espansione residenziali, commerciali, industriali e a servizio.....	11
6.5	Scenari simulati.....	11
6.6	Risultati delle simulazioni acustiche	11
6.6.1	Risultati delle Simulazioni nella fase ante-operam.....	11
6.6.2	Risultati delle Simulazioni nella fase post-operam.....	12
6.7	Considerazioni conclusive	12

A6 - D.P.R. 18 novembre 1998, n. 459

A7 - D.M.Amb. 16 marzo 1998

A8 - D.P.R. n. 142 del 30 marzo 2004

A9 - Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 194

A10 - Decreto Ministero dell'Ambiente 29 novembre 2000

ALLEGATO A – Riferimenti legislativi

A1 - Definizioni

A2 - D.P.C.M. 01/03/1991

A3 - Legge Quadro sull'Inquinamento Acustico

A4 - D.P.C.M. 14 novembre 1997

A5 - D.P.C.M. 3 dicembre 1997

1 INTRODUZIONE

Il presente documento è finalizzato alla verifica acustica della deviazione alternativa alla S.P. 10, in esercizio nel corso dei lavori di realizzazione della TIBRE per la realizzazione del cavalcavia d'intersezione sulla stessa S.P. 10.

Tale viabilità avrà un esercizio limitato alla cantierizzazione dell'infrastruttura stradale.

La deviazione alternativa si svilupperà ad est dell'attuale tracciato della S.P. 10 e avrà uno sviluppo di circa 850 m.

La valutazione d'impatto acustico è mirata alla verifica dell'idoneità delle scelte progettuali in termini costruttivi e logistici, in relazione alle emissioni sonore derivanti dalle sorgenti presenti sul territorio, come le infrastrutture viarie, ed eventualmente al dimensionamento di barriere antirumore laddove si renda necessario mitigare gli edifici abitativi da livelli sonori superiori alle soglie di non superamento dettate dalla normativa vigente.

La legislazione in materia d'acustica ha, infatti, l'obiettivo di minimizzare i rischi per la salute dell'uomo, garantendo così la vivibilità degli ambienti abitativi, lavorativi e di svago e una buona qualità della vita per tutti i cittadini.

La compatibilità ambientale per le infrastrutture viarie, sotto il profilo acustico, è vincolata al rispetto dei limiti assoluti di zona, ai sensi del D.P.C.M. 14/11/1997 ("Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore", pubblicato sulla G.U. n. 280 del 1 Dicembre 1997), e ai limiti nelle fasce di pertinenza definiti dal D.P.R. n. 142 del 30 marzo 2004.

In relazione all'aspetto fondamentale che le principali sorgenti di rumore si configurano come strade e ferrovie, la valutazione d'impatto acustico della nuova viabilità è stata ottenuta attraverso le seguenti fasi:

- analisi del conteso territoriale e delle principali sorgenti di rumore;
- localizzazione e classificazione per flusso di traffico delle infrastrutture viarie;
- localizzazione delle zone artigianali ed industriali;
- individuazione e classificazione dei ricettori potenzialmente coinvolti dalla nuova arteria stradale;
- descrizione dei rilievi fonometrici;
- definizione del livello del rumore totale allo stato attuale nel periodo diurno e notturno ai ricettori esposti sia con rilievi strumentali sia con modellazione matematica;
- definizione del livello del rumore totale a seguito dell'apertura della nuova viabilità sia nel periodo diurno che notturno ai ricettori esposti mediante modellazione matematica
- dimensionamento di eventuali misure di mitigazione.

1.1 AREA D'INDAGINE - FASCE DI PERTINENZA ACUSTICA DEGLI ASSI STRADALI

L'area indagata nell'ambito del censimento è stata individuata sulla base delle fasce di pertinenza acustica della S.P. n. 10, definite nel D.P.R. n. 142 del 30 marzo 2004 "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".

Occorre rilevare che tale arteria per le dimensioni della sezione della sede stradale, non rientra nelle categorie definite dall'articolo 2 del decreto legislativo n. 285 del 1992 (A. autostrade; B. strade extraurbane principali; C. strade extraurbane secondarie; D. strade urbane di scorrimento; E. strade urbane di quartiere; F. strade locali), perciò l'applicazione delle fasce di pertinenza appare inappropriata.

Essendo tuttavia un'arteria di rango provinciale con traffico sostenuto, per la previsione d'impatto acustico è stata accunata a una strada di tipo C, per le quali si applicano fasce di pertinenza di estensione pari a 150 metri a partire dal ciglio della sede stradale.

Conseguentemente sono censiti:

- tutti i ricettori collocati all'interno della fascia di 150 m dal margine dell'infrastruttura;
- i ricettori sensibili (scuole, ospedali, case di cura e case di riposo) nella fascia di 300 m dal margine dell'infrastruttura.

1.2 CLASSIFICAZIONE ACUSTICA COMUNALE

Il Piano di Zonizzazione acustica comunale vigente, redatto ai sensi della Legge n. 447 del 26/10/1995, classifica l'area in esame, sulla base delle destinazioni urbanistiche esistenti, nelle seguenti classi (v. Fig. 1.1):

- classe III - aree di tipo misto con limite diurno di 60 dBA e limite notturno di 50 dBA: comprende le aree a destinazione agricola prevalente, escludendo la fascia di 500 dove è previsto il passaggio della TIBRE;
- classe IV - aree d'intensa attività umana con limite diurno di 65 dBA e limite notturno di 55 dBA: comprende le aree contermini alla S.P. 10 e la fascia di 500 metri dove è previsto il passaggio della TIBRE;
- classe I - aree particolarmente protette con limite diurno di 50 dBA e limite notturno di 40 dBA: comprende le zone golenali del Taro.

La classificazione acustica è riportata nella Figura 1 (in scala 1:5.000).

La deviazione alternativa alla S.P. 10 rientra in un ambito territoriale a prevalente destinazione agricola classificato interamente alla classe IV "aree d'intensa attività umana" con limite diurno di 65 dBA e limite notturno di 55 dBA.

1.3 LIMITI ADOTTATI PER I LIVELLI DI PRESSIONE SONORA – ANALISI DELLA CONCORSALE

Il rumore derivante da traffico stradale è disciplinato dal DPR 142 del 30/03/2004 recante "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare". Il Decreto fissa i valori limite di immissione per il rumore generato dal traffico stradale e definisce le fasce acustiche di rispetto delle infrastrutture stradali secondo tipologia.

Occorre rilevare che la deviazione alternativa alla S.P. 10 per le dimensioni della sezione della sede stradale, non rientra nelle categorie definite dall'articolo 2 del decreto legislativo n. 285 del 1992 (A. autostrade; B. strade extraurbane principali; C. strade extraurbane secondarie; D. strade urbane di scorrimento; E. strade urbane di quartiere; F. strade locali), perciò l'applicazione delle fasce di pertinenza sarebbe inappropriata.

Siccome trattasi di una strada di rango provinciale che svolge un ruolo di prioritario collegamento tra Parma e i territori comunali del settore nord-ovest della provincia, con molteplici insediamenti residenziali e industriali, compresi i collegamenti extraprovinciali con il Cremonese, si è deciso di attribuirgli le fasce delle strade extraurbane secondarie tipo C. L'assunzione è per far fronte al traffico leggero e pesante richiamato dalla S.P. n. 10 che genera livelli d'immissione generalmente più alti dei limiti della classe IV (65 dBA nel periodo diurno e 55 dBA nel periodo notturno) nei primi 50 metri dal ciglio dell'arteria stradale e della classe III (60 dBA nel periodo diurno e 50 dBA nel periodo notturno) nei successivi 100 metri.

Alla deviazione alternativa alla S.P. 10 di tipo F1 non si è tenuto conto delle fasce di pertinenza di cui al DPR 142 del 30/03/2004, ma unicamente i limiti assoluti della classificazione acustica comunale. In particolare si sono considerati i limiti della classe IV (65 dBA nel periodo diurno e 55 dBA nel periodo notturno), mentre per le aree susseguenti i limiti della classe III (60 dBA nel periodo diurno e 50 dBA nel periodo notturno).

Riassumendo i limiti applicati alle arterie stradali sono i seguenti:

- 40 dB(A) Leq notturno per ospedali, case di cura e case di riposo;
- 50 dB(A) Leq diurno per le scuole e ospedali, case di cura e case di riposo;
- 65 dB(A) Leq diurno per tutti gli altri ricettori in ambiente abitativo situati in classe IV;
- 55 dB(A) Leq notturno per tutti gli altri ricettori in ambiente abitativo situati in classe IV;
- 60 dB(A) Leq diurno per tutti gli altri ricettori in ambiente abitativo situati in classe III;
- 50 dB(A) Leq notturno per tutti gli altri ricettori in ambiente abitativo situati in classe III;

1.4 METODOLOGIA DI LAVORO

Lo studio acustico in oggetto esamina un ambito spaziale di ampiezza complessiva di circa 1,4 km, esteso da entrambi i lati per 300 m dal ciglio esterno del tracciato della deviazione alternativa alla S.P. 10.

All'interno di questo corridoio sono stati svolti specifici sopralluoghi finalizzati a verificare lo stato fisico dei luoghi (morfologia, copertura superficiale del terreno, ostacoli naturali, ecc.), le sorgenti di rumore, i caratteri tipici del paesaggio sonoro e il censimento dei ricettori.

In analogia, anche il reperimento del Piano Strutturale Comunale (PSC) e della classificazione acustica comunale, costituiscono fasi di attività specialistica i cui risultati sono stati trasferiti come base informativa allo studio acustico.

L'insieme delle informazioni recepite ha permesso di verificare la futura evoluzione del sistema ricettore e degli obiettivi di tutela sonora del territorio.

I calcoli previsionali sono stati svolti con il modello ad interim NMPB-Routes-96 (Racc. 2003/613/CE), richiamato dal Dlgs 194/2005 per la mappatura acustica stradale e generalmente adottato nei piani di risanamento acustico delle infrastrutture esistenti e negli studi delle nuove infrastrutture.

La pratica applicativa evidenzia che questo modello previsionale porta ad una generale sovrastima degli impatti e, conseguentemente, ad un dimensionamento cautelativo degli interventi di mitigazione del rumore. Ciò deriva in larga misura dalla indisponibilità sul territorio nazionale italiano di informazioni in merito alle condizioni favorevoli alla propagazione del rumore in periodo diurno e notturno, e dalla conseguente necessità di utilizzare dei dati meteorologici semplificati e prudenziali.

Il principio di precauzione è espresso dalla WG-AEN (Good practice Guide for Strategic Noise Mapping) in termini di massimizzazione dell'incidenza nel lungo periodo delle condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione del rumore. La differenza tra il livello misurato in condizioni favorevoli e omogenee può essere anche di 8 dBA, per cui risulta chiaro l'impatto sui risultati finali e i problemi pratici che possono insorgere in fase di taratura del modello previsionale, la cui convergenza ai dati sperimentali è sempre difficile e tale da indirizzare talvolta l'utilizzatore verso arbitrarie riduzioni alla sorgente.

2 CARATTERISTICHE AMBIENTALI, TERRITORIALI E INSEDIATIVE

2.1 CARATTERISTICHE TERRITORIALI E INSEDIATIVE

2.1.1 CENSIMENTO DEI RICETTORI

È stata adottata un'estensione di 150 m dal ciglio stradale della deviazione alternativa alla S.P. 10: il corridoio di 300 m contiguo all'infrastruttura stradale è stato rilevato con lo scopo di identificare le destinazioni d'uso prevalenti degli edifici (residenziale, residenziale in progetto, edifici dismessi o ruderi, attività commerciali, attività artigianali e industriali, edifici religiosi e monumentali, asili, scuole, istituti superiori o universitari, ospedali, case di cura, case di riposo), impianti sportivi, parchi e aree naturalistiche, pertinenze non adibite a presenza umana permanente (box, tettoie, magazzini), servizi (municipi, centri sociali, stazioni, ecc.), lo stato abitativo, la presenza di eventuali ostacoli alla propagazione del rumore, la presenza di infrastrutture concorsuali o altre sorgenti di rumore mentre, nella fascia esterna compresa tra 150 e 300 m, sono stati ricercati gli edifici sensibili (asili, scuole, istituti superiori o universitari, ospedali, case di cura, case di riposo).

Le codifiche sono espresse da una stringa numerica composta da due o tre cifre che identificano il ricettore (V. Fig. 2.1).

2.1.2 EDIFICI E AREE DI NUOVA EDIFICAZIONE

I sopralluoghi svolti in occasione del censimento ricettori hanno permesso di apprezzare e rilevare lo stato dell'edificazione ad oggi, inclusi gli edifici in fase di costruzione indipendentemente dalla destinazione d'uso.

Le aree di nuova edificazione sono viceversa state derivate dallo strumento urbanistico comunale.

2.1.3 RICETTORI SENSIBILI

Ai sensi del DPR 142/2004 sono considerati ricettori sensibili:

- gli edifici scolastici di ogni ordine e grado;
- le case di cura;

Nell'area in esame non è stata rilevata la presenza di ricettori sensibili.

2.2 RICETTORI ESPOSTI E LIMITI APPLICABILI

Nella successiva Tabella 2.2 sono riepilogati tutti i ricettori esposti (unità residenziali) che rientrano nella fascia di 300 metri dalla deviazione alternativa alla S.P. 11 di Busseto con i rispettivi limiti assoluti diurni e notturni dettati dalla legislazione vigente in materia.

Tabella 2.2: Ricettori esposti e sensibili con rispettivi limiti assoluti

Ricettore	Fascia di pertinenza	Limite assoluto diurno	Limite assoluto notturno	Zona Acustica	Limite assoluto diurno	Limite assoluto notturno	Tipologia	Condizioni abitative
		dBA	dBA		dBA	dBA		
RRUM0044	A	70	60	IV	65	55	Residenziale	Abitato
RRUM0045	A	70	60	IV	65	55	Residenziale	Abitato
RRUM0046	A	70	60	IV	65	55	Residenziale	Abitato
RRUM0047A	A	70	60	IV	65	55	Residenziale	Abitato
RRUM0047B	A	70	60	IV	65	55	Residenziale	Abitato
RRUM0048A	A	70	60	IV	65	55	Residenziale	Abitato
RRUM0048B	A	70	60	IV	65	55	Residenziale	Abitato
RRUM0049	A	70	60	IV	65	55	Residenziale	Abitato
RRUM1313	A	70	60	IV	65	55	Residenziale	Abitato
RRUMN0018	A	70	60	IV	65	55	Residenziale	Abitato
RRUM000C2	A	70	60	IV	65	55	Residenziale	Abitato
RRUM000C1	A	70	60	IV	65	55	Residenziale	Abitato

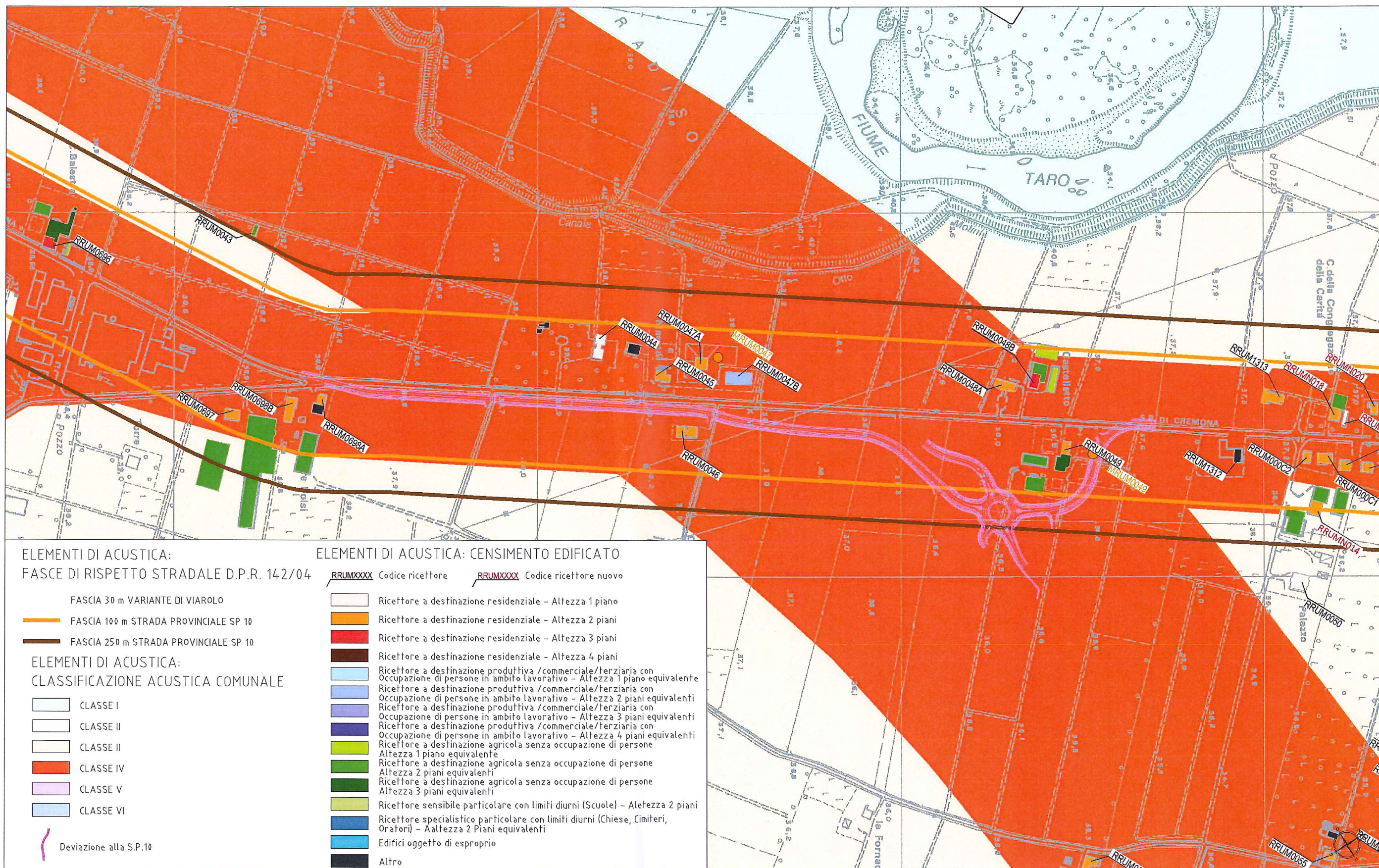


Figura 2.1: Ricettori esposti, classificazione acustica e fasce di pertinenza – scala 1:5.000

3 CLIMA ACUSTICO ANTE OPERAM

L'attività di monitoraggio è stata finalizzata al riconoscimento delle emissioni di rumore delle infrastrutture di trasporto attualmente presenti sul territorio e alla taratura del modello previsionale CADANA A.

In una logica di ottimizzazione delle risorse, le aree e i punti di monitoraggio sono stati identificati in modo tale che i risultati delle misure possano essere utilizzati come base per la definizione delle emissioni delle infrastrutture di trasporto contenute nel bacino acustico dell'area di Viarolo e, al tempo stesso, come riferimento ante-operam.

Le attività di monitoraggio finalizzate alla taratura del modello previsionale CADANA A hanno lo scopo di rilevare, direttamente con misure o indirettamente, i dati di ingresso richiesti dal modello di calcolo al fine di poter confrontare il risultato fornito dell'algoritmo con i rilievi sperimentali di rumore.

Le misure fonometriche sono state compiute nelle adiacenze alla S.P. 10 finalizzate alla caratterizzazione delle emissioni.

I punti di monitoraggio sono stati scelti all'interno del documento previsionale d'impatto acustico allegato al progetto definitivo della TIBRE, evitando, per quanto possibile, posizioni caratterizzate da:

- eccessi di schermatura naturale;
- eccessi di attenuazione del terreno;
- schermature o riflessioni generate da superfici antropiche difficilmente ricostruibili dal modello di calcolo;
- interferenza con attività antropiche rumorose;
- tratte stradali con pavimentazioni ammalorate e tali da determinare significativi incrementi di emissioni da rotolamento o sobbalzi dei carichi.

3.1 LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI RILIEVO FONOMETRICO

Sono stati complessivamente identificati 2 punti di monitoraggio: misura del rumore da traffico in continuo per 24 ore. Le stazioni di misura sono state collocate nelle adiacenze delle S.P. 10 e precisamente presso i ricettori RRUM0047, RRUM0049.

Riferimenti punti di monitoraggio			Parametri riassuntivi		Confronto con i limiti di zona											
Codice Punto	Pro v	Comune	LAeq D	LAeq N	I		II		III		IV		V		VI	
					D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N
MRUM0047	Pr	Trecasali	54.5	49.0												
MRUM0049	Pr	Trecasali	57.0	54.5												

Tabella 3.1 – Punti di monitoraggio, parametri acustici riassuntivi e confronto con i limiti di zona

La localizzazione dei punti di rilievo fonometrico in scala 1:5.000 (v. Fig. 3.1) permette di verificare l'esatta posizione delle misure, le sigle identificative, le metodiche utilizzate e fornisce la sintesi dei rilievi in termini di Leq(6-22) e Leq(22-6).

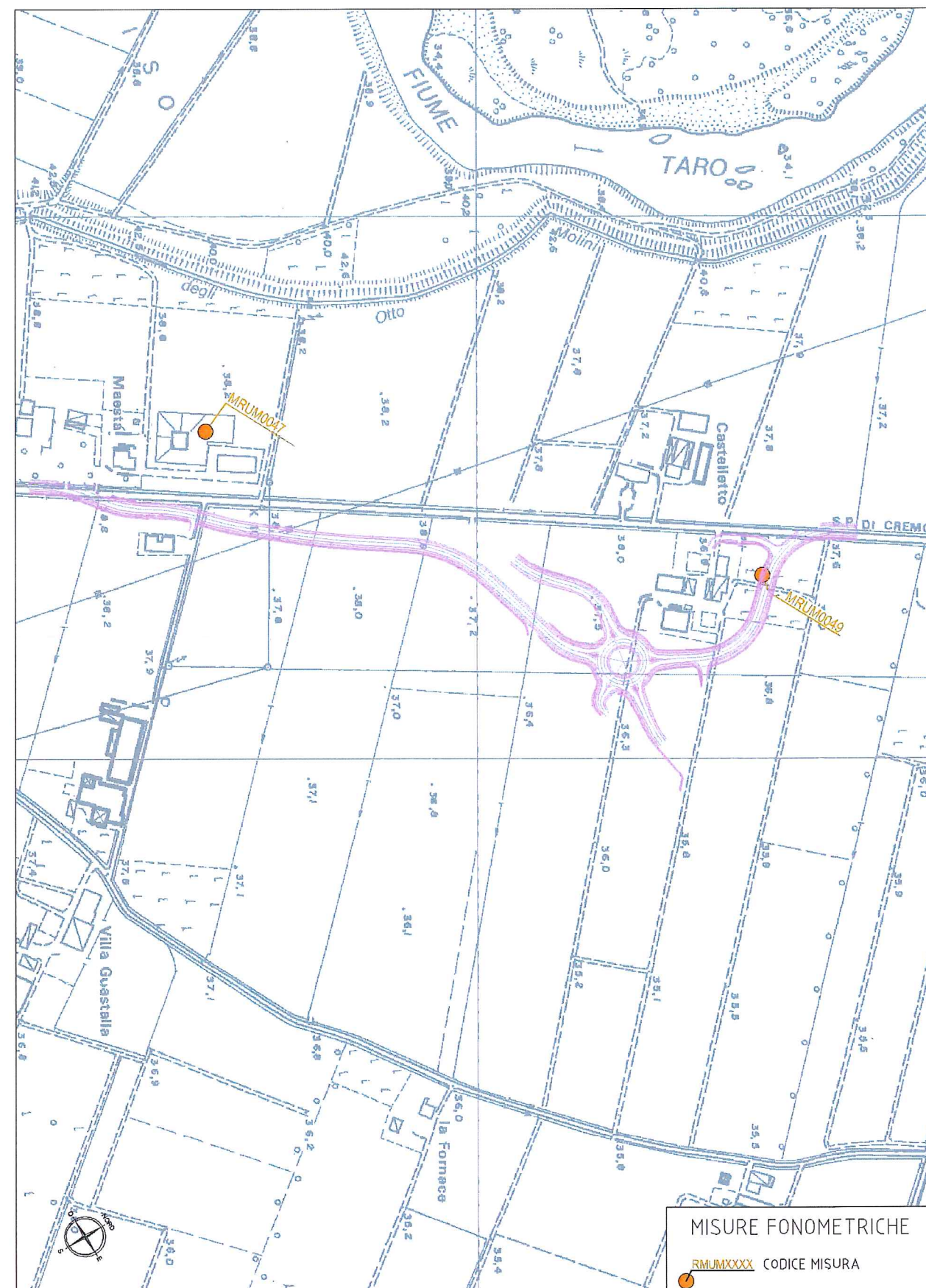


Figura 3.1 – Individuazione misure fonometriche

4 QUADRO DI RIFERIMENTO PREVISIONALE

4.1 DESCRIZIONE MODELLO PREVISIONALE

Per la simulazione del rumore generato dal traffico stradale è stato utilizzato il modello previsionale CADNA A versione 4. Il modello messo a punto tiene in considerazione le caratteristiche geometriche e morfologiche del territorio e dell'edificato presente nell'area di studio, la tipologia delle superfici e della pavimentazione stradale, i traffici ed i relativi livelli sonori indotti, la presenza di schermi naturali alla propagazione del rumore, quale ad esempio lo stesso corpo stradale.

I calcoli sono stati svolti utilizzando il metodo del ray-tracing e sono basati sugli algoritmi e sui valori tabellari contenuti nel metodo di calcolo ufficiale francese NMPB-Routes-96.

La procedura di simulazione è la parte centrale e più delicata dello studio acustico presentandosi la necessità di gestire informazioni provenienti da fonti diverse e di estendere temporalmente ad uno scenario di lungo periodo i risultati di calcolo. E' stato pertanto necessario:

- realizzare un modello vettoriale tridimensionale del territorio "DTM Digital Terrain Model" esteso a tutto l'ambito di studio del tracciato stradale in progetto;
- realizzare un modello vettoriale tridimensionale dell'edificato "DBM Digital Building Model", che comprende tutti i fabbricati indipendentemente dalla loro destinazione d'uso;
- definire gli effetti meteorologici sulla propagazione del rumore;
- definire i coefficienti di assorbimento per il terreno e gli edifici;
- definire i dati di traffico di progetto da assegnare alle linee di emissione.

In particolare il modello geometrico 3D finale contiene:

- morfologia del territorio;
- tutti i fabbricati di qualsiasi destinazione d'uso, sia quelli considerati ricettori sia quelli considerati in termini di ostacolo alla propagazione del rumore;
- altri eventuali ostacoli significativi per la propagazione del rumore;
- cigli marginali delle infrastrutture stradali in progetto, inclusi gli svincoli, e delle opere connesse esistenti, in variante o di nuova realizzazione.

Per una migliore gestione dei dati di ingresso e di uscita dal modello di calcolo CADNA A sono stati definiti e utilizzati dei protocolli di interscambio dati con un GIS ("Geographical Information System").

4.2 INTEGRAZIONE TRA GIS E MODELLO ACUSTICO

Il GIS ("Geographical Information System") è un sistema informatico per la gestione dei dati georeferenziati, ossia di quelle entità fisiche alle quali è possibile associare un attributo che ne individua la posizione geografica. Il GIS è lo strumento attraverso il quale si è proceduto alla elaborazione della cartografia di base, all'archiviazione dei dati sulle destinazioni d'uso dei ricettori, alla definizione dei punti di massima esposizione, alla produzione delle tavole grafiche, ecc.

La cartografia di base è stata georeferenziata secondo il sistema di riferimento UTM WGS84 (Fuso 32) utilizzando gli strumenti di proiezione cartografica di ArcGIS. Nella cartografia, ad ogni entità poligonale rappresentante un edificio, sono state associate tutte le informazioni che contraddistinguono l'edificio stesso nella realtà. Tra queste le più importanti sono la destinazione d'uso e altezza. Altre informazioni più complesse possono essere gestite o calcolate mediante gli strumenti messi a disposizione dal GIS, tra queste ad esempio l'identificazione dei punti di massima esposizione, la verifica delle facciate prime di finestre, la presenza di facciate silenziose, ecc.

L'interfacciamento e lo scambio dei dati con il modello previsionale CADNA A è stato reso possibile dall'uso di GEODATABASE, una tecnologia introdotta da ESRI a partire dalla versione 8.0 del software ArcGIS, che consente di memorizzare in tradizionali database relazionali non solo informazioni alfanumeriche ma anche informazioni geometriche, così come avviene in normali file CAD.

Il GEODATABASE consente di superare i limiti imposti dai file SHAPE (file di riferimento per quanto riguarda lo standard GIS) potendo usufruire appieno delle potenzialità di un database relazionale. In tal modo il GEODATABASE è

accessibile anche da normali RDBMS (Relation Database Management System) o da software capaci di interfacciarsi con essi, come nel caso del modello previsionale CADNAA utilizzato per la mappatura acustica.

Questo modo di procedere, caratterizzato da un accentramento di tutti i dati in un unico sistema informatico, ha consentito di evitare una duplicazione delle informazioni e di eliminare questa tipica causa di errori.

Infine, i risultati dei calcoli previsionali svolti da CADNA A (curve isolivello, mappe di rumore, livelli sulle facciate dei ricettori, ecc.) sono stati esportati su Autocad dove è avvenuta la fase finale di analisi e la realizzazione delle mappe di rumore.

4.3 DESCRIZIONE NMPB96

Il metodo di calcolo NMPB-96 è raccomandato dal Decreto Legge 194, in attuazione alla direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale. La legislazione nazionale italiana ribadisce quanto affermato dal testo redatto dalla Commissione della comunità europea e pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea in data 22/08/2003 in merito alle linee guida relative ai metodi di calcolo.

Per il rumore da traffico veicolare è raccomandato il metodo di calcolo ufficiale francese «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)», citato in «Arreté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routieres, Journal Officiel du 10 mai 1995, article 6» e nella norma francese «XPS 31-133». Nella linea guida il metodo è denominato «XPS 31-133».

Il metodo di calcolo provvisorio è raccomandato per gli Stati membri che non dispongono di un metodo nazionale di calcolo e per quelli che desiderano cambiare il metodo di calcolo.

In NMPB il calcolo dell'emissione si basa sul livello di potenza sonora del singolo veicolo, che implica pertanto la suddivisione della sorgente stradale in singole sorgenti di rumore assimilate a sorgenti puntiformi.

Il livello di potenza sonora è ricavato a partire da un nomogramma (Figura 4.1), che riporta il livello equivalente orario all'isofonica di riferimento dovuto a un singolo veicolo in funzione della velocità del veicolo per differenti categorie di veicoli, classi di gradiente e caratteristiche del traffico.

Il livello di potenza sonora corretto in funzione del numero di veicoli leggeri e di veicoli pesanti nel periodo di riferimento e della lunghezza della sorgente stradale viene a sua volta scomposto in bande di ottava in accordo alla norma EN 1793-3:1997. Da considerare inoltre che:

1. la sorgente è localizzata a 0.5 m di altezza dal piano stradale. La distanza di riferimento del livello di emissione è a 30 m dal ciglio stradale ad un'altezza di 10 m;
2. il livello di emissione diminuisce con la velocità su valori bassi di transito, rimane costante per velocità medie e aumenta per velocità alte;
3. le categorie di veicoli prese in considerazione sono due: veicoli leggeri (GVM fino a 3.5 tonnellate) e veicoli pesanti (GVM superiore a 3.5 tonnellate);
4. non sono previsti valori di volumi di traffico caratteristici in funzione della categoria della strada e dell'intervallo di riferimento. Vengono invece distinte quattro tipologie di flusso veicolare:
 - "Fluid continuous flow" per velocità all'incirca costanti;
 - "Pulse continuous flow" per flusso turbolento con alternanza di accelerazioni e decelerazioni;
 - "Pulse accelerated flow" con la maggior parte dei veicoli in accelerazione;
 - "Pulse decelerated flow" con la maggior parte dei veicoli in decelerazione.
5. la pavimentazione stradale considerata è di tipo standard, ma sono apportabili correzioni compatibili con la ISO 11819-1 in funzione del tipo di asfalto e delle velocità;
6. l'influenza della pendenza della strada è inclusa nel nomogramma. Sono distinti tre casi: pendenza fino al 2%, pendenza superiore al 2% in salita e pendenza superiore al 2% in discesa.

La risposta di NMPB-Routes-96 citato nella norma francese XPS 31-133 in termini di rispondenza delle emissioni al parco circolante è una incognita rispetto alla quale è necessario procedere con cautela nella risposta: turn

over, allargamento del traffico a mezzi provenienti dall'est, stato di manutenzione degli autoveicoli, ecc. possono influire molto su quella che potrebbe essere giudicata, in prima istanza, una sovrastima.

Il confronto delle emissioni NMPB-Routes-96 con le emissioni in uso in altri paesi europei (Figura 4.2) evidenzia una buona correlazione con i dati danesi riferiti al 1981 (RMV01) e al 2002 (RMV02) e, viceversa, una sovrastima di circa 2.5 dB rispetto alle emissioni utilizzate dal metodo di calcolo tedesco RLS90. Il confronto tra i valori di emissione LAE alla distanza di riferimento di 10 m e ad un'altezza di 1,5 m utilizzati per veicoli leggeri da diversi metodi di calcolo evidenzia che i valori di esposizione per gli standard NMPB e RLS sono simili per velocità superiori o uguali a 100 Km/h in caso di flusso indifferenziato, velocità e tipologia di flusso tipici di un tracciato autostradale.

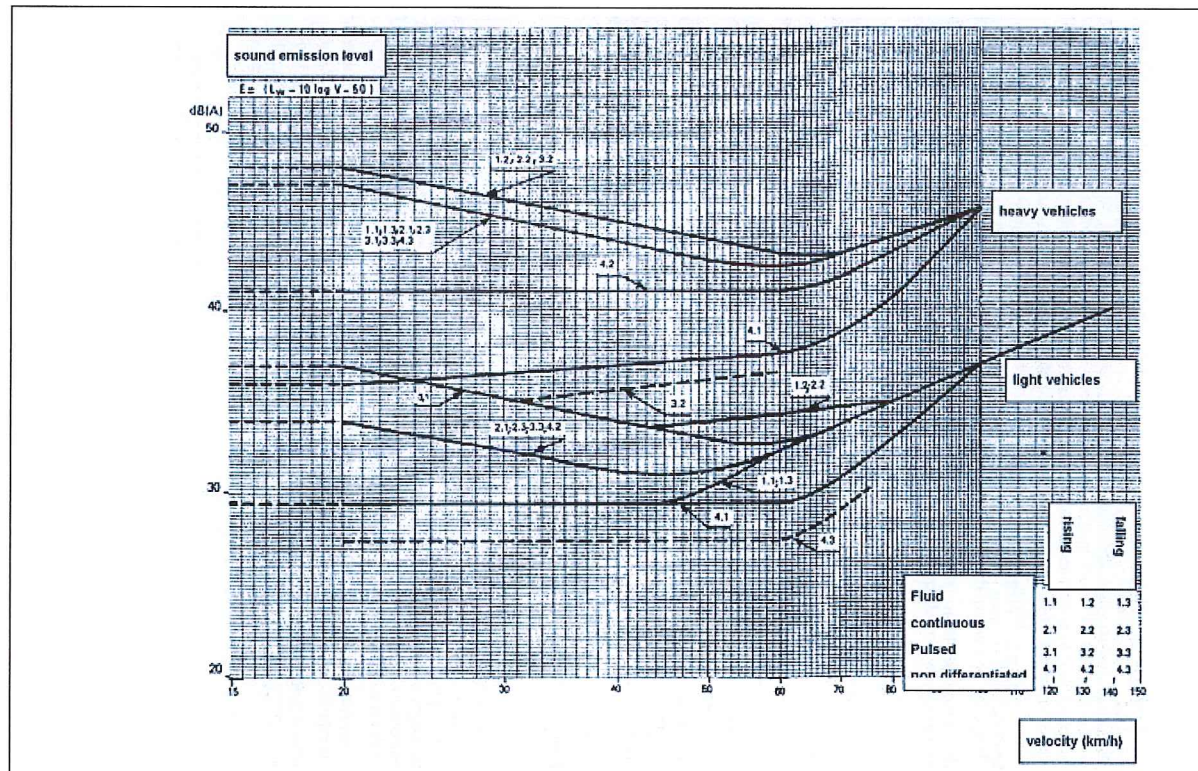


Figura 4.1 – Nomogramma NMPB

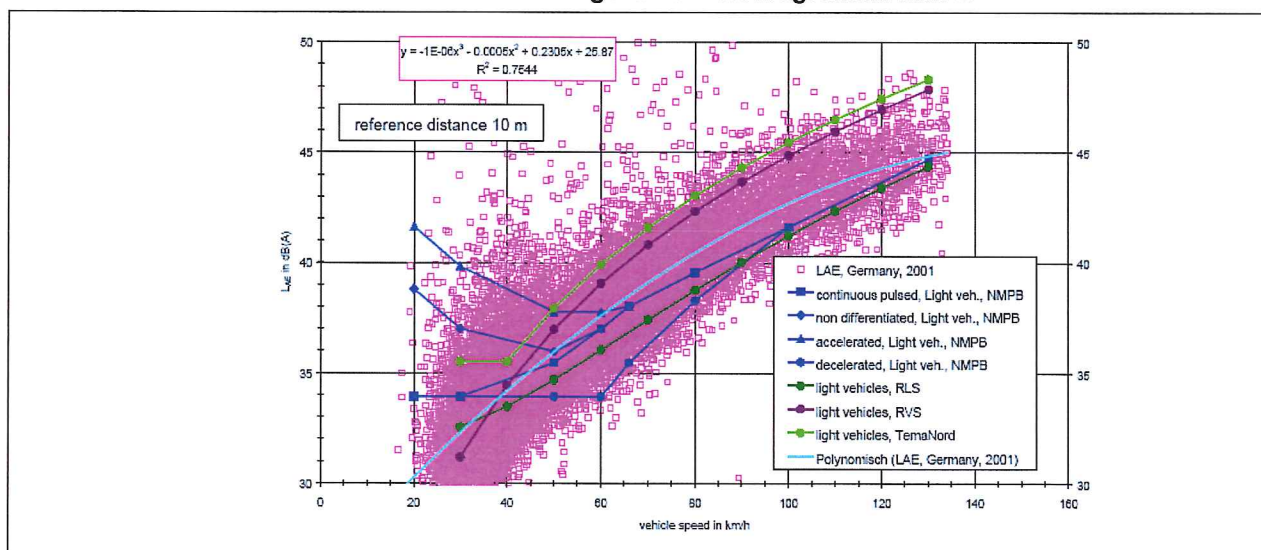


Figura 4.2 – Valori di emissione LAE in funzione della velocità per veicoli leggeri

Per quanto riguarda la divergenza geometrica, l'assorbimento atmosferico e l'effetto del terreno NMPB96 prevede quanto segue:

- Divergenza geometrica - Il decremento del livello di rumore con la distanza (A_{div}) avviene secondo una propagazione sferica.
- Assorbimento atmosferico - Attenuazione del livello di rumore in funzione della temperatura e dell'umidità dell'aria (A_{atm}). In NMPB le condizioni standard sono 15°C e 70% di umidità. Vanno considerati valori opportuni di coefficienti di assorbimento in accordo alla ISO 9613-1 per valori diversi della temperatura e umidità relativa.
- Effetto del terreno - L'attenuazione del terreno è valutata in modo differente in relazione alle condizioni meteorologiche di propagazione. In condizioni favorevoli il termine è calcolato in accordo al metodo indicato nell'ISO 9613-2. In condizioni omogenee è introdotto un coefficiente G del terreno, che è nullo per superfici riflettenti. In questo caso $A_{grd} = -3$ dB.

4.4 EVOLUZIONE DELLE EMISSIONI DEL PARCO CIRCOLANTE A LUNGO TERMINE

In una logica di studio acustico a lungo termine è necessario considerare che il rumore determinato dall'esercizio stradale può variare sia in relazione all'aumento del traffico sia al turn-over del parco circolante. In particolare, la progressiva eliminazione dei veicoli pesanti e leggeri caratterizzati dalle maggiori classi di età, avrà come conseguenza pratica una riduzione del carico di rumore della sorgente.

Un corretto dimensionamento degli interventi di mitigazione richiede che l'atteggiamento di cautela e i margini di sicurezza del progettista non determinino un eccessivo sovradimensionamento delle opere di mitigazione, con conseguenti impatti indiretti legati ad esempio alla percezione visiva.

Per i paesi aderenti all'Unione Europea sono vigenti già dall'inizio degli anni '70 delle prescrizioni di omologazione che hanno obbligato i costruttori europei e gli importatori a considerare i limiti di emissione di rumore come fattore di progetto. Alla prima direttiva 70/156/CEE sono seguite successive regolamentazioni che hanno progressivamente abbassato i limiti di emissione (direttive 77/212/CEE, 84/424/CEE e 92/97/CEE) o modificato le prescrizioni tecniche del test di omologazione (Direttive 81/334/CEE, 84/372/CEE e 96/20/CEE). La Figura 4.3 visualizza la variazione dei livelli massimi ammessi dai test per i veicoli leggeri e veicoli pesanti.

Senza entrare nel merito tecnico di conduzione dei test, descritti nella ISO 362, si ricorda che le misure degli autoveicoli sono svolte in un campo prova rettilineo a 7.5 m dall'asse di passaggio del veicolo, condotto alla velocità di 50 km/ora e sottoposto a partire da 10 m prima della posizione del microfono ad una brusca accelerazione con differenti rapporti di marcia inseriti. Per i veicoli pesanti e autobus i test riguardano differenti "range" di velocità. La riduzione delle emissioni in sede di omologazione non corrispondono, purtroppo, ad una pari riduzione di emissioni autostradali e di rumorosità immessa all'interno delle fasce di pertinenza. Il confronto tra le emissioni di rumore di veicoli leggeri e di veicoli pesanti a distanza di 25 anni evidenzia infatti che per le velocità di interesse autostradale le emissioni dei veicoli leggeri non sono di fatto cambiate mentre quelle dei veicoli pesanti hanno avuto viceversa una significativa riduzione, in particolare nel campo delle velocità medio-basse (Figura 4.4).

Le motivazioni di questo "insuccesso" per i veicoli leggeri e per le condizioni di traffico autostradale sono sostanzialmente riconducibili a quattro cause:

- i limiti di omologazione sono stati definiti in modo "generoso" (in accordo alle case costruttrici) e non in relazione alla migliore tecnologia disponibile;
- i cambiamenti via via introdotti nelle tecniche di misura e nelle modalità di test hanno compensato la riduzione dei valori limite;
- la differenza tra le emissioni del "veicolo medio" e le emissioni dei veicoli ai quali sono permesse emissioni più elevate sono aumentate a causa dell'aumento di larghezza dei pneumatici (+ 1 dBA), l'aumento della percentuale di penetrazione nel mercato dei veicoli diesel (+ 1 dBA), l'aumento di immatricolazioni di veicoli SUV (+ 2 dBA).
- i test di pass-by sono rappresentativi delle emissioni di un traffico accelerato / decelerato a bassa velocità (condizioni urbane) che, come noto, sono principalmente determinate dal motore/scappamento e meno dal rotolamento.

Attualmente sono in corso di preparazione in ambito ISO i nuovi metodi di prova che potranno correggere le incongruenze manifestate dall'attuale procedura. Da considerare a tal riguardo che lo stato dell'arte permetterebbe attualmente già di ridurre da 74 dBA a 71 dBA i limiti, per poi prefigurare nel medio-lungo termine il raggiungimento di 68 dBA applicando la migliore tecnologia disponibile. Viceversa, per i veicoli pesanti la riduzione dei limiti di omologazione ha permesso di raggiungere risultati significativi e non sono attesi ulteriori sostanziali correzioni. La valutazione del turno over del parco circolante permette di stimare una riduzione a lungo termine delle emissioni autoveicolari compresa tra 1.5-2 dBA.

cap. 3.7); in particolare sono stati esaminati i risultati ottenuti in postazioni in cui il rumore prevalente è quello di origine stradale. Si tratta della misura di lunga durata eseguite lungo la S.P. n. 10.

Il numero dei veicoli transitati, indicato nella *Tabella 3.1*, è stato rilevato nel corso delle misure fonometriche. Anche le velocità medie sono state stimate sulla base delle osservazioni dirette effettuate durante le misure: 90 km/h per i mezzi leggeri e 70 km/h per i mezzi pesanti.

Nella *Tabella 4.1* sono mostrati i risultati del modello di calcolo applicato ai punti di misura precedentemente descritti.

Tabella 4.1: Confronto tra i Livelli Equivalenti Misurati ed i Livelli Equivalenti Stimati negli Stessi Punti attraverso il Codice di Calcolo CADNA

Postazione	Codice postazione	Distanza arteria m	Velocità media Km/h	Transiti	Leq Misure	Leq Cadna	Differenza
				Mezzi/h	dB(A)	dB(A)	dB(A)
S.P. 10	MRUM0049	38,0	Leg. =90,0 Pes. =70,0	Leg. =485 Pes. =31	58,8	59,4	+0,8

Con le ipotesi sopra descritte, si osserva, in generale, una buona rispondenza tra i risultati del modello e le misurazioni eseguite.

4.6 LIVELLI UTILIZZATI NEL MODELLO ACUSTICO

I livelli acustici utilizzati nel Codice di Calcolo CADNA derivano dalle misurazioni effettuate nei punti di monitoraggio MRUM0047 e MRUM0049, mediante la ricostruzione tridimensionale del sito di misura.

Attraverso tale tecnica si è determinato che per ottenere i livelli acustici misurati sperimentalmente la S.P. 12 deve essere dotata dei seguenti parametri:

LA_{Wday} – Livello di emissione diurno 81,5 dBA;

LA_{Wnight} – Livello di emissione notturno 76,0 dBA;

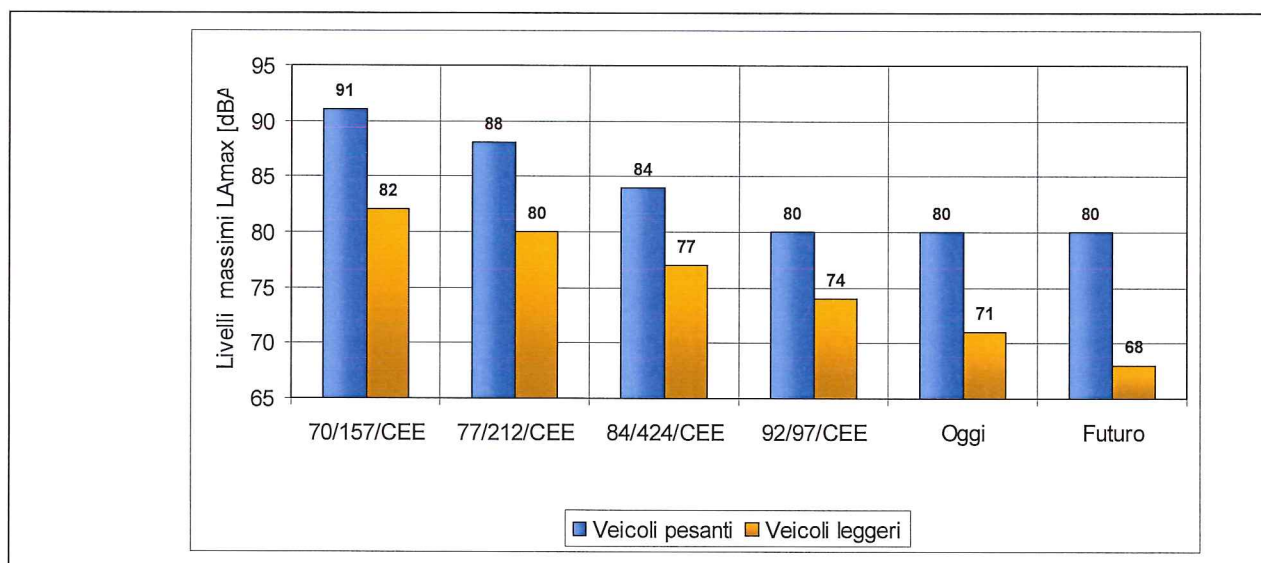


Figura 4.3 – Evoluzione storica e tendenze di medio termine

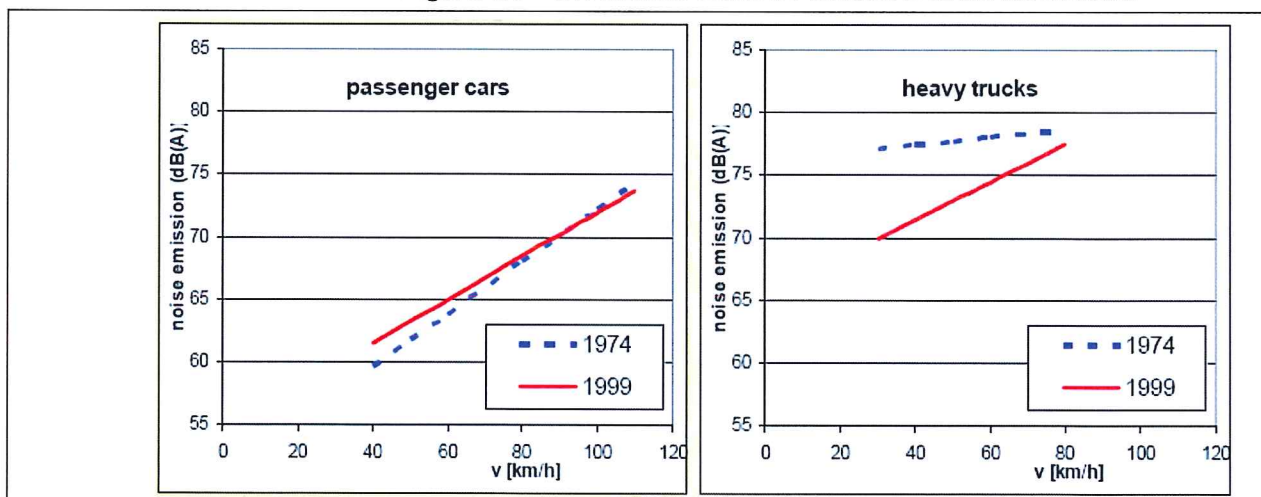


Figura 4.4 – Emissioni di rumore in funzione della velocità, veicoli leggeri e pesanti

4.5 TARATURA DEL MODELLO PREVISIONALE

Le componenti di incertezza associate all'uso di un modello previsionale possono essere notevolmente ridotte attraverso la fase di calibrazione. L'esperienza dimostra che un'adeguata calibrazione per confronto con misurazioni porta alla riduzione del valore finale dell'incertezza tipo composta.

La calibrazione deve avvenire di preferenza per confronto con misurazioni relative al sito e al caso specifico in esame. Per calibrare il modello di calcolo si variano i valori di alcuni parametri critici al fine di avvicinare i valori calcolati con i valori misurati: ciò richiede che si identifichino con cura i parametri che, per difficoltà nella stima o imprecisione del modello di calcolo, si ritiene abbiano maggiore responsabilità nella determinare differenze tra misure e calcoli. Tale operazione può essere effettuata ponendosi l'obiettivo di minimizzare la somma degli scarti quadratici tra valori calcolati ed i valori misurati.

Per la verifica del modello sono state utilizzate le misure effettuate durante la campagna di monitoraggio (v.

5 DATI DI TRAFFICO

I dati di traffico, utilizzati nello studio per lo scenario di stato attuale e scenario in-operam, durante la cantierizzazione della TIBRE derivano dal sistema regionale di rilevazione dei dati di traffico alla centralina 135 sulla S.P. n. 10, scaricabili dal sito <http://servizissir.regione.emilia-romagna.it/FlussiMTS/>.

Analizzando il traffico nell'ultimo decennio (2005-20014) il traffico medio presenta i seguenti valori:

- Traffico giornaliero medio TGM = 11056;
- Traffico giornaliero medio mezzi leggeri TGML = 10289;
- Traffico giornaliero medio mezzi pesanti TGMP = 766.

6 PREVISIONE LIVELLI DI RUMORE SUI RICETTORI E MAPPATURA ACUSTICA

6.1 AMBITO DI MAPPATURA

La mappatura acustica dell'asse principale è stata estesa ad un "buffer" territoriale esteso per 300 m rispetto al ciglio stradale della S.P. 10 e relativa deviazione alternativa.

L'ambito di mappatura del clima acustico ante-operam è stato fatto coincidere con quello del post-operam, in modo da rendere visibile l'impatto nelle aree di previsto inserimento delle nuove opere connesse e delle varianti alle medesime.

6.2 IL MODELLO GEOMETRICO

Il modello geometrico tridimensionale utilizzato è stato costruito partendo dalla cartografia disponibile e dagli elaborati di progetto, convertiti da coordinate rettilinee in coordinate UTM.

Gli ostacoli come terrapieni, cavalcavia, svincoli od ondulazioni del terreno sono stati inclusi nel modello geometrico.

Gli edifici sono stati disegnati partendo dalle polilinee del loro contorno geometrico in pianta ed appoggiati alla ricostruzione della geometria del terreno ad una quota pari a quella del terreno in quel punto. L'altezza degli edifici è stata inserita moltiplicando il numero di piani per un'altezza media di 3 m.

6.3 CARATTERISTICHE DI IMPEDENZA DEI MATERIALI

Per quanto riguarda i coefficienti di assorbimento dei materiali:

- a tutte le strade è stato assegnato il coefficiente previsto dal modello per l'asfalto liscio;
- a tutti gli edifici è stato assegnato un valore medio di perdita per riflessione pari a 1 dB al fine di considerare la presenza di facciate generalmente lisce, che utilizzano anche materiali parzialmente fonoassorbenti (intonaco grossolano, rivestimenti in lastre di cemento, ecc.) e di balconi;
- coefficiente di assorbimento copertura terreno: è stato assegnato un coefficiente G variabile tra 0 (terreno liscio fortemente riflettente) e 1 (terreno frastagliato, ricoperto di vegetazione e fortemente assorbente). Tale attribuzione è stata fatta in base alla mappatura Corine Land Cover.

6.4 LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI CALCOLO

6.4.1 RICETTORI RESIDENZIALI E NON RESIDENZIALI (INDUSTRIALI, COMMERCIALI, TERZIARI)

Cadna A consente di posizionare i punti di calcolo su ogni facciata dell'edificio e ad ogni piano cui è stata assegnata un'altezza standard pari a 3 m. Il primo punto di calcolo è ad una altezza pari a 1.8 m dal piano campagna e poi ogni 3 m di altezza dell'edificio.

Le previsioni acustiche sono state effettuate su tutti i punti così definiti per il periodo diurno e notturno, ad 1 metro di distanza dalla facciata, considerando anche il contributo dato dalla riflessione sulla facciata stessa.

6.4.2 AREE DI ESPANSIONE RESIDENZIALI, COMMERCIALI, INDUSTRIALI E A SERVIZIO

E' stato previsto un punto di calcolo sui vertici del poligono che definisce ciascuna area di espansione, posizionato ad un'altezza di 4 m dal piano campagna. Sono state prese in considerazione tutte le aree incluse nell'ambito di studio.

6.5 SCENARI SIMULATI

Sono stati simulati i seguenti scenari:

- *Scenario di stato attuale*: sono state simulate le sorgenti stradali presenti ad oggi nell'ambito di studio, anche se non trattate come opere connesse nell'ambito del progetto, nelle condizioni di traffico fornite dai rilievi della Regione Emilia Romagna nella postazione 135;
- *Scenario di post operam*: sono state simulate le sorgenti stradali secondo quanto previsto nel quadro di riferimento progettuale considerando le stesse condizioni di traffico utilizzate nel scenario di ante-operam;

6.6 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI ACUSTICHE

6.6.1 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI NELLA FASE ANTE-OPERAM

In base ai flussi di traffico ipotizzati nel § 5 si sono stimati, attraverso il codice di calcolo CADNA, i livelli di pressione sonora previsti presso i ricettori esposti distanti fino a 300 metri dai bordi esterni della S.P. 10 e relativa deviazione alternativa.

Nello studio acustico sono stati considerati solamente i ricettori residenziali e i ricettori non residenziali che comunque prevedono la presenza o la fruizione (ricettori commerciali ed industriali), per i quali valgono i soli limiti diurni. Poiché in generale tali limiti risultano sempre rispettati le valutazioni di dettaglio e lo studio delle mitigazioni acustiche sono state svolte per i soli ricettori residenziali, con l'esclusione degli edifici abbandonati.

Di seguito nella tabella 6.1 si riporta una sintesi dei risultati analitici delle simulazioni che, per ogni edificio, riporta il livello equivalente più critico in facciata per l'intero perimetro esterno. Nelle citate tabelle sono rappresentati:

- il codice dei ricettori;
- la classificazione acustica dei ricettori esaminati e la presenza di eventuali fasce di pertinenza di cui al DPR 142/2004;
- i livelli d'immissione dati dalla somma del rumore prodotto dalle arterie stradali del bacino acustico esaminato; non sono considerate altre sorgenti di carattere fisso;
- il raffronto dei livelli d'immissione con i limiti legislativi.

Tabella 6.1 - Livelli d'immissione ai ricettori esposti e sensibili modellati con software CADNA A nella situazione ante-operam. Il livello d'immissione è quello massimo riscontrabile in tutta la superficie del fabbricato.

Nome ricettore	Livello d'immissione rumore attuale (dBA)		Limiti PZA (dBA)		Superamento		Limiti DPR 30 marzo 2004, n. 142 viabilità esistente (dBA)		Superamento	
	day	nigth	day	nigth	day	nigth	day	nigth	day	nigth
RRUM0044	57,5	53,3	65	55	NO	NO	70	60	NO	NO
RRUM0045	63,4	58,2	65	55	NO	SI	70	60	NO	NO
RRUM0046	61,5	56,4	65	55	NO	SI	70	60	NO	NO
RRUM0047A	59,8	54,8	65	55	NO	NO	70	60	NO	NO
RRUM0047B	62,9	57,7	65	55	NO	SI	70	60	NO	NO
RRUM0048A	61,1	55,9	65	55	NO	SI	70	60	NO	NO
RRUM0048B	60,4	55,2	65	55	NO	SI	70	60	NO	NO
RRUM0049	63,2	57,9	65	55	NO	SI	70	60	NO	NO
RRUM1313	60,2	55,2	65	55	NO	SI	70	60	NO	NO

Nome ricettore	Livello d'immissione rumore attuale (dBA)		Limiti PZA (dBA)		Superamento		Limiti DPR 30 marzo 2004, n. 142 viabilità esistente (dBA)		Superamento	
	day	nigth	day	nigth	day	nigth	day	nigth	day	nigth
RRUMN0018	63,3	58,0	65	55	NO	SI	70	60	NO	NO
RRUM000C2	64,1	58,8	65	55	NO	SI	70	60	NO	NO
RRUM000C1	63,9	58,7	65	55	NO	SI	70	60	NO	NO

Analizzando la precedente tabella 6.1 si evince che in alcuni ricettori è manifesto un esubero dei limiti di classe definiti in sede di Piano di Classificazione Acustica. Tutti i ricettori con esubero si trovano in fregio a viabilità di rango provinciale per i quali è necessario ricorrere ai limiti dettati dal DPR 142/2004. In questo caso in nessun ricettore esposto si rileva il superamento dei limiti fissati dal DPR 142/2004.

Nelle Fig. 6.1 e 6.2 sono riportate le mappe acustiche ante-operam rispettivamente per il periodo diurno e notturno.

6.6.2 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI NELLA FASE POST-OPERAM

In base ai flussi di traffico ipotizzati nel § 5 si sono stimati, attraverso il codice di calcolo CADNA, i livelli di pressione sonora previsti presso i ricettori esposti distanti fino a 300 metri dai bordi esterni della S.P. 11 e relativa deviazione alternativa.

Nello studio acustico sono stati considerati solamente i ricettori residenziali e i ricettori non residenziali che comunque prevedono la presenza o la fruizione (ricettori commerciali ed industriali), per i quali valgono i soli limiti diurni. Poiché in generale tali limiti risultano sempre rispettati le valutazioni di dettaglio e lo studio delle mitigazioni acustiche sono state svolte per i soli ricettori residenziali, con l'esclusione degli edifici abbandonati.

Di seguito nella tabella 6.2 si riporta una sintesi dei risultati analitici delle simulazioni che, per ogni edificio, riporta il livello equivalente più critico in facciata per l'intero perimetro esterno. Nelle citate tabelle sono rappresentati:

- il codice dei ricettori e i piani di cui si compongono;
- la presenza delle fasce di pertinenza;
- i livelli d'immissione dati dalla somma del rumore prodotto dalle arterie stradali del bacino acustico esaminato nella fase ante-operam;
- i livelli d'immissione dati dalla somma del rumore prodotto dalle arterie stradali del bacino acustico esaminato nella fase post-operam;
- il raffronto dei livelli d'immissione con i limiti legislativi.

Le simulazioni sono state effettuate preliminarmente senza prevedere alcuna opera di mitigazione.

Tabella 6.2 - Livelli d'immissione ai ricettori esposti modellati con software CADNA A nella situazione post-operam. Il livello d'immissione è quello massimo riscontrabile in tutta la superficie del fabbricato.

Nome ricettore	Livello d'immissione rumore post-operam (dBA)		Limiti PZA (dBA)		Superamento		Limiti DPR 30 marzo 2004, n. 142 viabilità esistente (dBA)		Superamento	
	day	nigth	day	nigth	day	nigth	day	nigth	day	nigth
RRUM0044	56,0	52,3	65	55	NO	NO	70	60	NO	NO
RRUM0045	61,1	56,1	65	55	NO	NO	70	60	NO	NO
RRUM0046	64,0	58,7	65	55	NO	NO	70	60	NO	NO
RRUM0047A	58,0	53,4	65	55	NO	NO	70	60	NO	NO
RRUM0047B	59,7	54,9	65	55	NO	NO	70	60	NO	NO

Nome ricettore	Livello d'immissione rumore post-operam (dBA)		Limiti PZA (dBA)		Superamento		Limiti DPR 30 marzo 2004, n. 142 viabilità esistente (dBA)		Superamento	
	day	nigth	day	nigth	day	nigth	day	nigth	day	nigth
RRUM0048A	53,4	49,2	65	55	NO	NO	70	60	NO	NO
RRUM0048B	53,7	49,4	65	55	NO	NO	70	60	NO	NO
RRUM0049	60,0	54,9	65	55	NO	NO	70	60	NO	NO
RRUM1313	60,2	55,2	65	55	NO	SI	70	60	NO	NO
RRUMN0018	63,3	58,0	65	55	NO	SI	70	60	NO	NO
RRUM000C2	64,0	58,8	65	55	NO	SI	70	60	NO	NO
RRUM000C1	63,9	58,7	65	55	NO	SI	70	60	NO	NO

Al ricettore RRUM0046 si registra un aumento dei livelli d'immissione che però risultano compatibili con i limiti fissati dalla legislazione vigente in materia.

6.7 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

I risultati delle simulazioni comportano le seguenti conclusioni:

- la deviazione alternativa alla S.P. 10 nel periodo di cantiere della TIBRE non comporta superamenti dei limiti fissati dalla legislazione vigente in materia (Limiti DPR 30 marzo 2004, n. 142);
- l'opera si intende quindi compatibile in termini di impatto acustico e per questo non sono previste misure di mitigazione specifiche;
- naturalmente la sede stradale sarà rivestita di asfalto liscio.

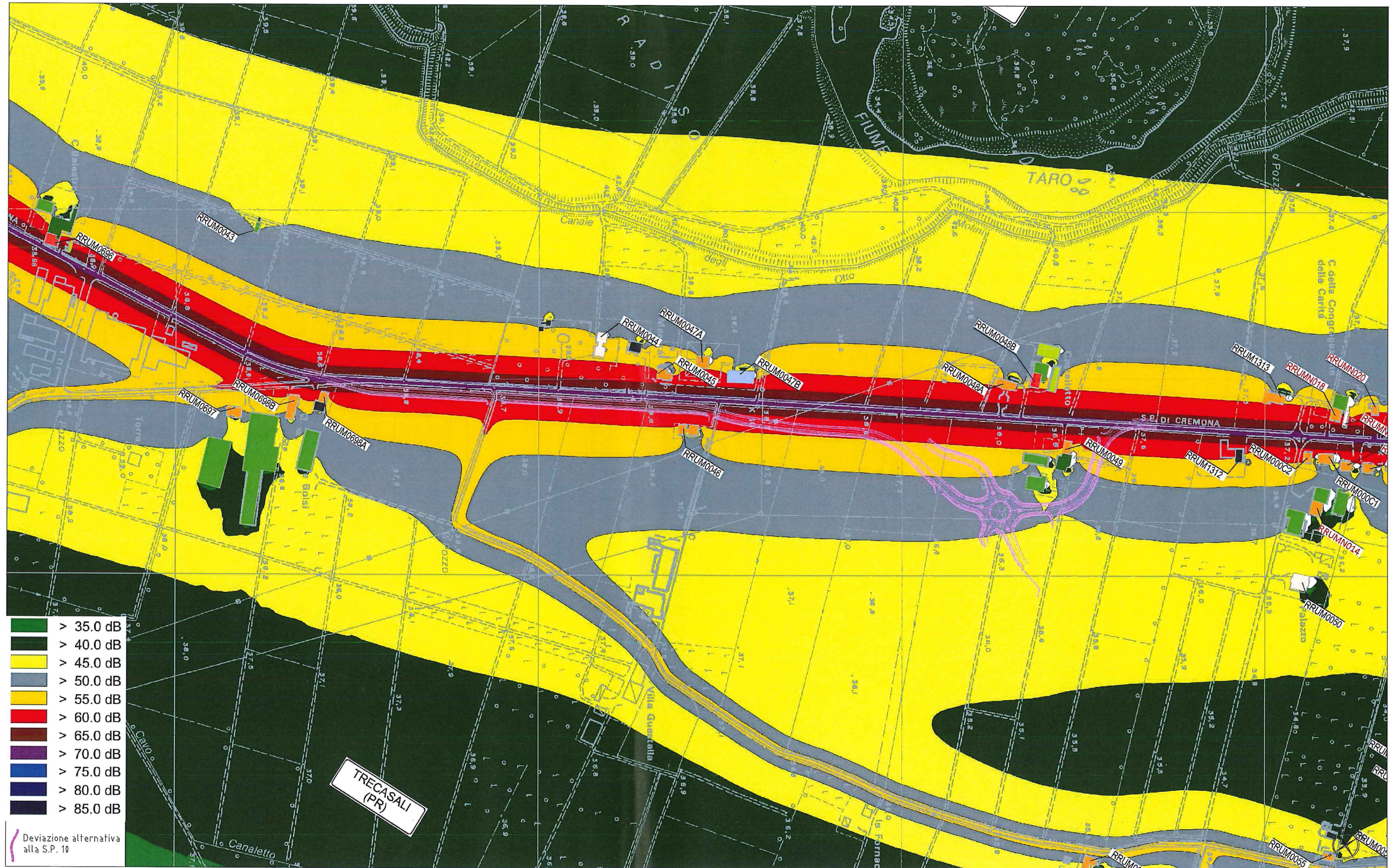


Figura 6.1: Mappa acustica dello stato di fatto nel periodo diurno - scala 1:5.000

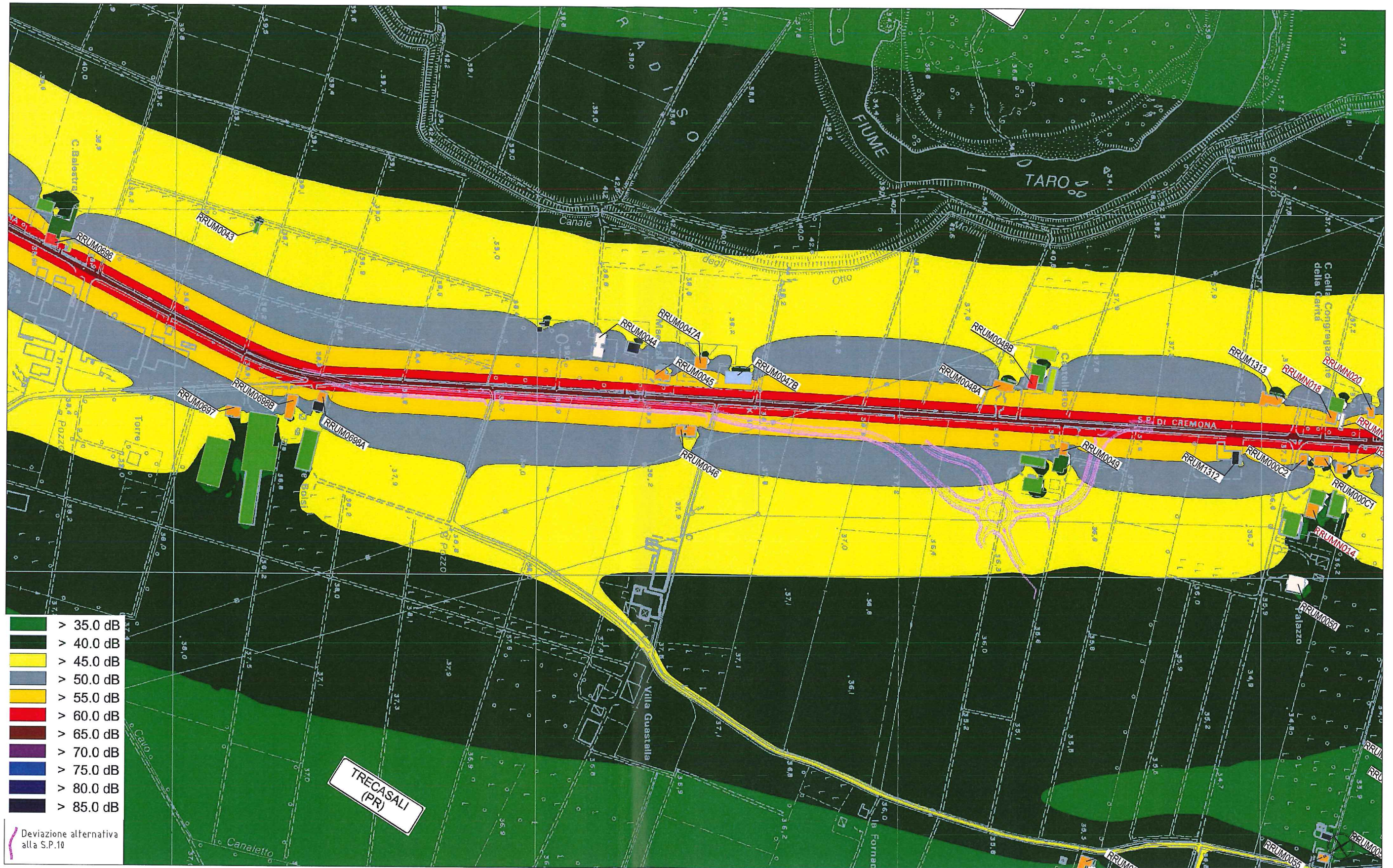


Figura 6.2: Mappa acustica dello stato di fatto nel periodo notturno - scala 1:5.000

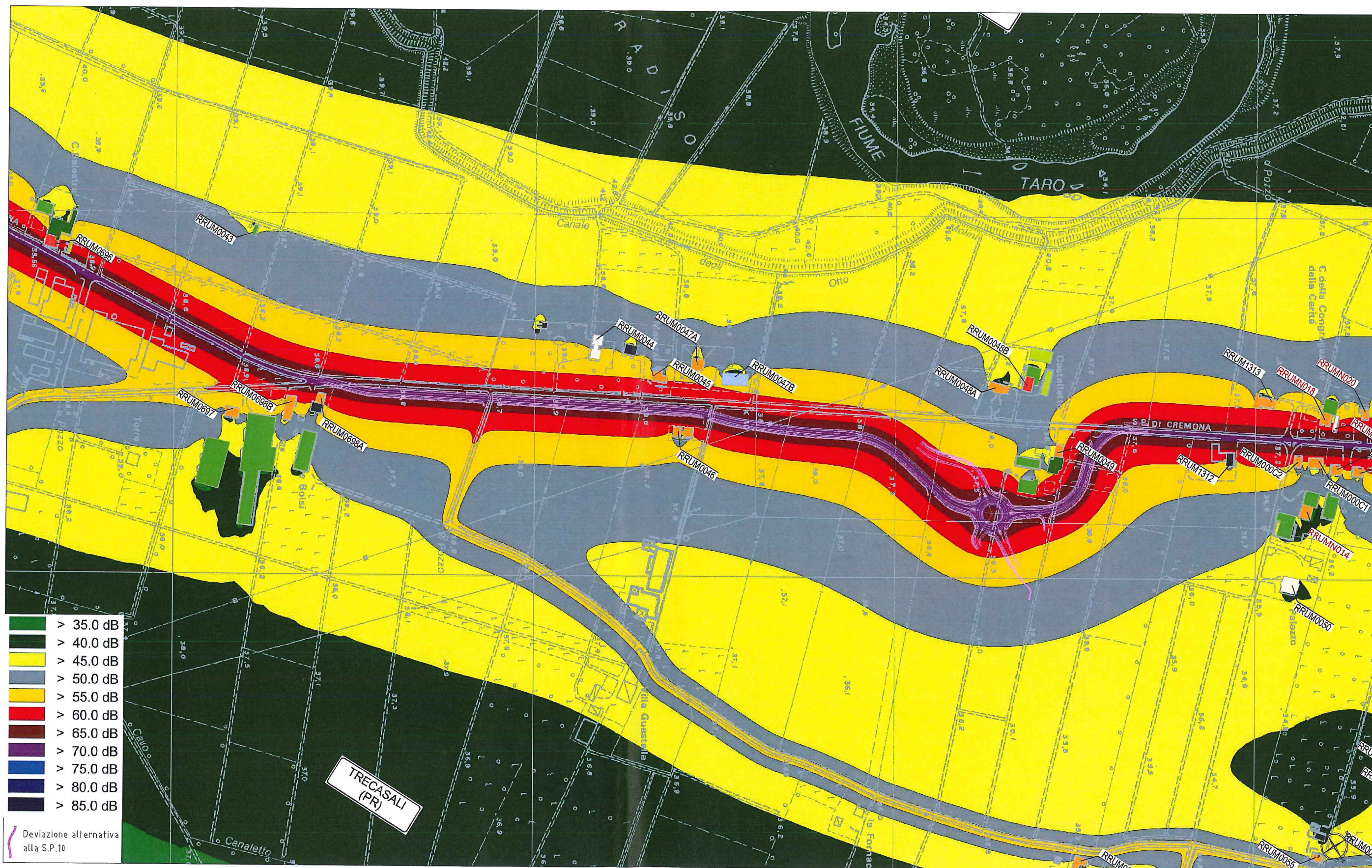


Figura 6.3: Mappa acustica dello stato di progetto della deviazione alternativa alla S.P. 10 nel periodo diurno - scala 1:5.000

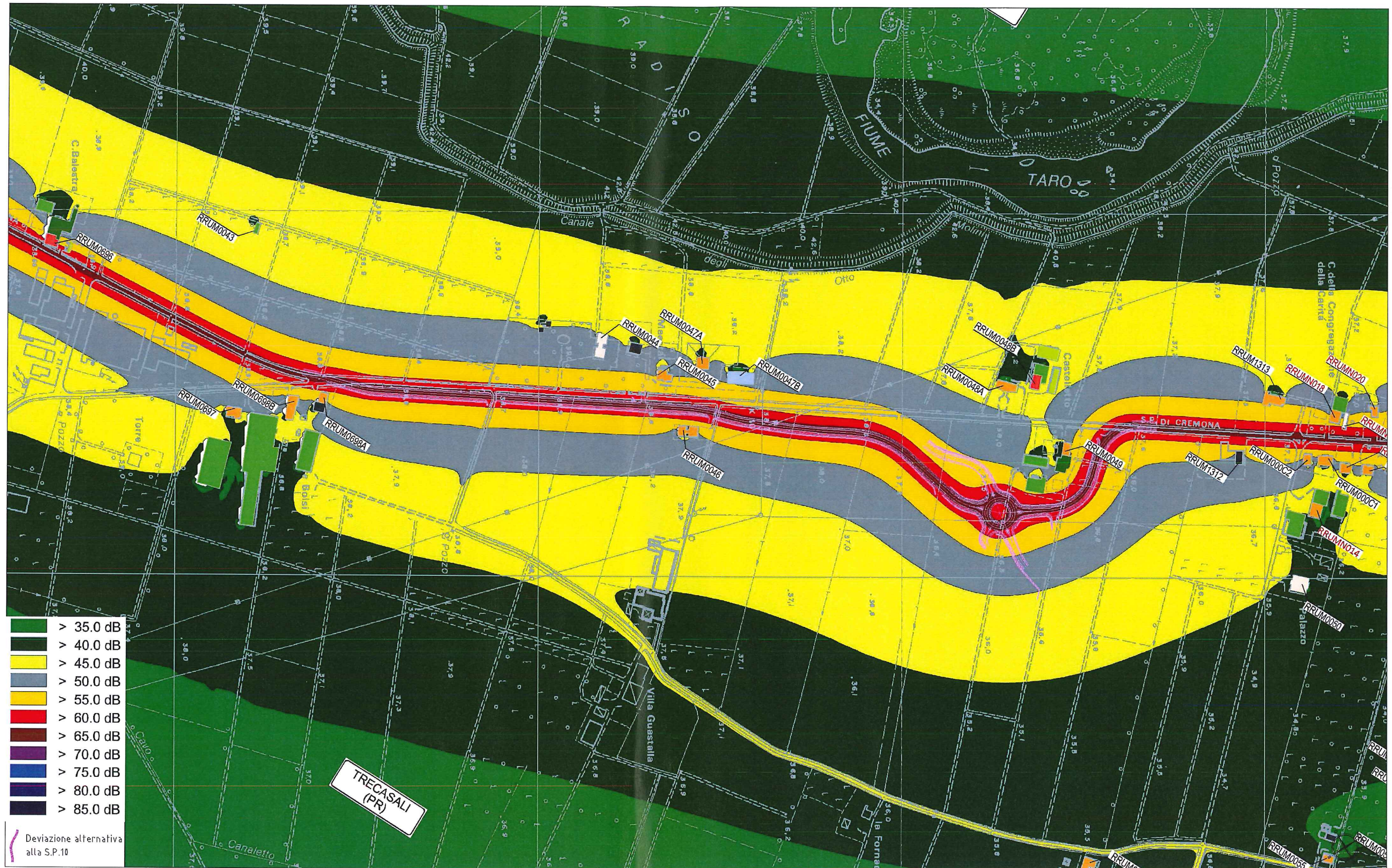


Figura 6.4: Mappa acustica dello stato di progetto della deviazione alternativa alla S.P. 10 nel periodo notturno - scala 1:5.000

ALLEGATO A – RIFERIMENTI LEGISLATIVI
A1- Definizioni

I termini tecnici, utilizzati nel presente documento, derivano dall'art. 2 della Legge n. 447 del 26/10/1995 e nell'allegato A del DPCM 01/03/1991.

- 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 di comunità ed utilizzato per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive, salvo per quanto concerne l'immissione di rumore da sorgenti sonore esterne ai 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 d'emissione: il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa.
- Valori limite d'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 d'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.

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.

A2 - D.P.C.M. 01/03/1991

Il 01/03/1991 è stato emanato il D.P.C.M. dal titolo "Limiti massimi d'esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno"; nell'allegato "A" al D.P.C.M. citato sono 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" sono invece riportati i limiti massimi di rumorosità ammessa in funzione della destinazione d'uso del territorio (v. Tab. All. A1).

Tabella All. A1 – Classi di destinazione d'uso del territorio comunale.

Classe	Denominazione	Descrizione
Classe I	Aree particolarmente protette	Rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione; aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.
Classe II	Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale	Rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali ed artigianali
Classe III	Aree di tipo misto	Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici
Classe IV	Aree d'intensa attività umana	Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e linee ferroviarie; le aree portuali; le aree con limitata presenza di piccole industrie
Classe V	Aree prevalentemente industriali	Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità d'abitazioni
Classe VI	Aree esclusivamente industriali	Rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive d'insediamenti abitativi

Tabella All. A2 – Valori limite di immissioni validi in regime definitivo.

Lasse	Classi di destinazione d'uso del territorio	Limiti assoluti (dBA)		Limiti differenziali (dBA)	
		notturno	diurno	notturno	diurno
	Aree particolarmente protette	40	50	3	5
I	Aree prevalentemente residenziali	45	55	3	5
II	Aree di tipo misto	50	60	3	5
V	Aree di intensa attività umana	55	65	3	5
	Aree prevalentemente industriali	60	70	3	5
I	Aree esclusivamente industriali	70	70	-	-

L'applicabilità dei limiti suddetti è subordinata alla zonizzazione del territorio (v. Tab. All. A1), che compete ai singoli Comuni. In attesa che essi provvedano a tale incombenza, valgono comunque limiti provvisori basati sulla zonizzazione urbanistica (v. Tab. All. A3).

Tabella All. A3 – Valori limite di immissione validi in regime transitorio.

Zonizzazione	Limiti assoluti (dBA)		Limiti differenziali (dBA)	
	notturno	diurno	notturno	diurno
A (art.2 DM 02/04/1968)	55	65	3	5
B (art.2 DM 02/04/1968)	50	60	3	5
Altre (tutto il territorio)	60	70	3	5
Esclusivamente industriali	70	70	-	-

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

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

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

A3 - 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.

La legge, sebbene pienamente operativa soltanto dopo l'emanazione di tutti i previsti decreti attuativi, introdusse, sin dalla sua emanazione, alcune rilevanti innovazioni al quadro legislativo, chiarendo soprattutto determinati 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. Sono pertanto qui illustrati i punti maggiormente rilevanti della Legge Quadro:

- 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 d'Impatto Acustico; sono 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 saranno 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;
- 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.

A4 - D.P.C.M. 14 novembre 1997

Sulla G.U. n. 280 del 1/12/1997 è stato pubblicato il DPCM del 14/11/1997, che sostituisce ed integra il "precedente" DPCM 01/03/1991, stabilendo i nuovi limiti assoluti e differenziali di rumorosità vigenti sul territorio, nonché i criteri d'assegnazione delle classi (che restano sostanzialmente gli stessi già visti).

Le principali novità del nuovo DPCM 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 era 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 25 m 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 (v. Tab. All. A1), così come la definizione delle classi di destinazione d'uso del territorio; 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 riportati in Tab. All. A4, 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 dB(A)), una singola sorgente sonora non può superare (da sola) i 60 dB(A), mentre l'insieme di tutte le sorgenti sonore non può superare i 65 dB(A); non è chiaro tuttavia a che distanza dalla sorgente sonora stessa dovrà essere effettuata la verifica del limite d'emissione;

Tabella All. A4 – Valori limite di emissione validi in regime definitivo.

Classe	Classi di destinazione d'uso del territorio	Limiti assoluti di emissione (dBA)	
		notturno	diurno
I	Aree particolarmente protette	35	45
II	Aree prevalentemente residenziali	40	50
III	Aree di tipo misto	45	55
IV	Aree di intensa attività umana	50	60
V	Aree prevalentemente industriali	55	65
VI	Aree esclusivamente industriali	65	65

- sono 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 classi IV, V e 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 tale affermazione, 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; 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 d'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 sono chiariti dal successivo decreto sulla strumentazione e tecniche di misura (D.M. Amb. 16/3/1998).

A5 - D.P.C.M. 3 dicembre 1997

Il D.P.C.M. del 03/12/1997 è 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 le 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 sono variabili in funzione delle destinazioni d'uso dei locali, definiti nella seguente Tab. All. A5

Tabella All. A5 – Classificazione degli ambienti abitativi.

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 e assimilabili;
categoria F: edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili;
categoria G: edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili.

I valori dei parametri acustici da rispettare sono riportati nella seguente Tab. All. A6.

Tabella All. A6 – Requisiti acustici passivi degli edifici, dei loro componenti e degli impianti tecnologici.

Categorie	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

Si deve osservare che i valori numerici delle prime due colonne della precedente Tab. 6 sono minimi, perciò è auspicabile avere situazioni di maggiore protezione, mentre le successive tre colonne riportano dei massimi, che non debbono essere superati.

Per maggior chiarezza, sono 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 divisorii 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 siano 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 siano raggiunti, potrà essere negata l'abitabilità o l'agibilità dell'edificio, ovvero potranno essere negate le autorizzazioni per l'esercizio d'attività produttive o commerciali.

Non è chiaro tuttavia se il rispetto dei limiti prestazionali debba essere dimostrato (o garantito) anche in sede di domanda di concessione edilizia, perché 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.

A6 - D.P.R. 18 novembre 1998, n. 459

Il D.P.R. 18 novembre 1998, n. 459 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, sono previste due diverse fasce di pertinenza, con limiti differenziati. La fascia più interna ha ampiezza pari a 100 m a partire dalla mezzeria di 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 150 m (va dunque dai 100 ai 250 m dalla mezzeria 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. 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 esposti (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 250 m, 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 esposti di cui sopra, che mantengono i valori limite su indicati.

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

Questo decreto è estremamente importante anche per il fatto che costituisce il "capostipite" della serie di decreti che dovranno normare le altre infrastrutture fisse legate al trasporto, in particolare traffico stradale ed attività portuali. Il decreto sul rumore ferroviario stabilisce quindi un importante precedente, ed i concetti di area di pertinenza della infrastruttura e di differenziazione dei limiti di rumorosità applicabili all'infrastruttura da quelli applicabili alle altre sorgenti costituiscono sicuramente l'ossatura su cui verranno basati anche gli attesi decreti attuativi sul rumore stradale e sulle attività portuali (e le bozze recentemente circolate di tali decreti confermano tale ipotesi).

A rigore questo decreto è esplicitamente non applicabile al rumore prodotto dalle tranvie. Tuttavia, come mostrato nel successivo paragrafo, il Ministero dell'Ambiente ha fornito indicazioni che ne consentono l'estensione, su fascia di pertinenza più limitata, anche per il caso delle tranvie urbane.

A7 - D.M.Amb. 16 marzo 1998

Il D.M. del 16/03/1998 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. Non si riferisce pertanto qui in merito a tali complesse problematiche.

Per quanto riguarda il rilevamento del rumore prodotto dal traffico stradale, il decreto prevede un rilevamento in continuo per una 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 un'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.

Nel presente lavoro le misure sono state eseguite in condizioni meteorologiche normali, con cielo sereno ed in assenza di precipitazioni atmosferiche, posizionando il microfono all'altezza di 4 metri dal suolo.

All'inizio e al termine delle singole sessioni di rilievi fonometrici si è proceduto a controllare il livello prodotto dal segnale di calibrazione, emesso dal Calibratore Delta OHM HD9101. In nessun caso la differenza tra i livelli misurati all'inizio e alla fine della sessione di misure ha superato i $\pm 0,1$ dB(A). Ciò ci consente di affermare che durante tutta la sessione di misure non si sono verificati shock termici, elettrici, meccanici o di altra natura che abbiano alterato la fedeltà della catena strumentale e quindi di sostenere la validità delle misurazioni effettuate.

A8 - D.P.R. n. 142 del 30 marzo 2004

Il D.P.R. n. 142 del 30 marzo 2004 è uno dei decreti attuativi della Legge Quadro, avente per titolo "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".

Tale decreto stabilisce le norme per la prevenzione ed il contenimento dell'inquinamento da rumore avente

origine dall'esercizio delle infrastrutture stradali, nonché l'estensione delle cosiddette "fasce di pertinenza" circostanti le infrastrutture stradali medesime.

All'art. 4 sono dettati i limiti d'immissione per infrastrutture stradali di nuova realizzazione; in proposito il proponente dell'opera è subordinato all'individuazione dei corridoi progettuali che possano garantire la migliore tutela dei ricettori presenti all'interno della fascia di studio d'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. Nella seguente Tab. All. A7 sono riportati i valori limite d'immissione.

Tabella All. A7 - Valori limite d'immissione e fasce di pertinenza per le strade di nuova realizzazione (per le scuole vale il solo limite diurno).

Tipo di strada (secondo Codice della strada)	Sottotipi a fini acustici (secondo Dm6.11.01 Norme funz. e geom. per la costruzione delle strade)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole, ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
			Diurno DB(A)	Notturno dB(A)	Diurno DB(A)	Notturno dB(A)
A - autostrada	-	250	50	40	65	55
B - extraurbana principale	-	250	50	40	65	55
C - extraurbana secondaria	C1	250	50	40	65	55
	C2	150	50	40	65	55
D - urbana di scorrimento	-	100	50	40	65	55
E - urbana di quartiere	-	30	definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in comune 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 - locale	-	30				

All'art. 5 sono dettati i limiti d'immissione per le Strade esistenti e assimilabili, ampliamenti in sede, affiancamenti e varianti. I valori limite di immissione indicati nella successiva Tab. 8 devono essere conseguiti mediante un'attività pluriennale di risanamento, di cui al D.M.Amb del 29/11/2000.

Per le infrastrutture di nuova realizzazione in affiancamento di infrastrutture esistenti e delle varianti di infrastrutture esistenti, i limiti di immissione indicati nella successiva Tab. All. A8 si applicano a partire dalla data di entrata in vigore del D.P.R. n. 142 del 30 marzo 2004, fermo restando che il relativo impegno economico per le opere di mitigazione è da computarsi nell'insieme degli interventi effettuati nell'anno di riferimento del gestore. In via prioritaria l'attività pluriennale di risanamento dovrà essere attuata all'interno dell'intera fascia di pertinenza acustica per quanto riguarda scuole, ospedali, case di cura e case di riposo e, per quanto riguarda tutti gli altri ricettori, all'interno della fascia più vicina all'infrastruttura, con le modalità di cui all'articolo 3, comma 1, lettera i), e dall'articolo 10, comma 5, della legge 26 ottobre 1995, n. 447.

All'esterno della fascia più vicina all'infrastruttura, le rimanenti attività di risanamento dovranno essere armonizzate con i piani di cui all'articolo 7 della citata legge n.447 del 1995.

Tabella All. A8 - Valori limite d'immissione e fasce di pertinenza per Strade esistenti e assimilabili, ampliamenti in sede, affiancamenti e varianti (per le scuole vale il solo limite diurno).

Tipo di strada (secondo Codice)	Sottotipi a fini acustici (secondo norme Cm)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica	Scuole, ospedali, case di cura e di riposo	Altri Ricettori
---------------------------------	--	--	--	-----------------

della strada)	1980 e direttive Put)	(m)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
A - autostrada	-	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
B - extraurbana principale	-	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
C - extraurbana secondaria	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
		50 (fascia B)			65	55
D - urbana di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	60
	Db (tutte le altre strade urbane di scorrimento)	100			65	55
E - urbana di quartiere	-	30	definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al Dpcm in data 14 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 - locale	-	30				

All'Articolo 6 è indicato che il rispetto dei limiti nelle fasce di pertinenza delle infrastrutture, riportati nelle precedenti Tab. 7 e 8, e il rispetto dei valori stabiliti nella Tabella C del D.P.C.M. del 14/11/1997, al di fuori delle stesse fasce di pertinenza, deve essere verificato in facciata degli edifici ad 1 metro di distanza ed in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione, nonché dei ricettori. I citati valori limite qualora non fossero tecnicamente conseguibili, seconde valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale, si dovrà vagliare l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui ricettori. In particolare deve essere assicurato il rispetto di 35 dBA (Leq notturno) per ospedali, case di cura e case di riposo, di 40 dBA (Leq notturno) per tutti gli altri ricettori a carattere abitativo e di 45 dBA (Leq diurno) per le scuole, valutati al centro della stanza, a finestre chiuse, all'altezza di 1,5 metri dal pavimento. Per i ricettori inclusi nelle fasce di pertinenza acustica delle infrastrutture devono invece essere individuate ed adottate opere di mitigazione sulla sorgente, lungo la via di propagazione del rumore e direttamente sul ricettore, per ridurre l'inquinamento acustico prodotto dall'esercizio dell'infrastruttura, con l'adozione delle migliori tecnologie disponibili, tenuto conto delle implicazioni di carattere tecnico-economico.

All'Articolo 8 si definisce che gli interventi di risanamento acustico, nel caso di infrastrutture stradali esistenti (quelle 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 D.P.R. n. 142/2004), sono a carico del titolare della concessione edilizia o del permesso di costruire, se rilasciata dopo la data di entrata in vigore del D.P.R. n. 142/2004. Si dichiara inoltre che gli interventi di risanamento acustico sono sempre a carico del titolare della concessione edilizia o del permesso di costruire, per le strade di nuova realizzazione, ampliamenti in sede, affiancamenti e varianti, se rilasciata dopo la data di approvazione del progetto definitivo dell'infrastruttura stradale medesima.

A9 - Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 194

Scopo del Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 194 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 è 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:

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

L'art. 2 contiene solo una lunga sequenza di definizioni, e richiama a sua volta ulteriori definizioni di terminologia trasportistica derivanti dall'art. 3 del decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285. E' degno di essere qui richiamato il fatto che, al posto dei "classici" descrittori acustici ambientali usati in Italia sin dal 1991, cioè il Leq diurno, il Leq notturno ed il livello differenziale, sono 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 (Parma non rientra in questa categoria, il suo agglomerato urbano è inferiore ai 200.000 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 saranno specificate con decreto entro 6 mesi dall'entrata in vigore di questo nuovo D.L. - pertanto attualmente nessuno sa bene come si debbano fare queste mappature del rumore.

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 (Parma non rientra in questa categoria, il suo agglomerato urbano è inferiore ai 200.000 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 saranno 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 saranno 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 sarà 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 progetto preliminare non si hanno al momento ripercussioni di alcun genere, in assenza dei citati decreti applicativi.

A10 - Decreto Ministero dell'Ambiente 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 sono 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 i due 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 infine le modalità tecniche di valutazione della rumorosità mediante modelli di calcolo numerico, di cui sono 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, che furono sviluppati in collaborazione con il Ministero dell'Ambiente, e che sono stati utilizzati nel presente studio.