

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.**

Il Responsabile di Progetto  
Il Direttore Tecnico:  
**Dott. Ing. Luca Bondanelli**

Il Geologo:

Il Tecnico Acustico:  
Ing. Flavio Pinardi (TCAA)  
Ingegnere degli Ingegneri della Prov. BO P. G. n. 0193450 del 20.07.05  
**FLAVIO PINARDI**  
LAUREA SPECIALISTICA  
Sezione: A  
N° 6072/A

PROGETTAZIONE DI:



Il Progettista:

N. 2355

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  
Ing. Pietro Mazzoli  
IMPRESA PIZZAROTTI & C. S.p.A. - Ingegneri di Parma  
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 021  
**INGEGNERI PARMA n. 021**

Titolo Elaborato:

**CANTIERIZZAZIONE  
Cantiere  
Relazione acustica  
per le piste di cantiere**

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	CN	CE	01	G	RE	004	A
A	26/01/2015	RIEMISSIONE PROGETTO ESECUTIVO				NERI - ROGNA	NIGRELLI	MAZZOLI			
Rev.	Data	DESCRIZIONE REVISIONE				Redatto	Controllato	Approvato			



**SOMMARIO**

1.	INTRODUZIONE.....	3
2.	Piano di zonizzazione acustica.....	3
3.	ANALISI DELLE SORGENTI ACUSTICHE.....	5
3.1.	Mezzi d'opera per l'attuazione dell'intervento.....	5
3.2.	Analisi dei valori d'immissione acustica .....	5
3.2.1.	Localizzazione dei punti di rilievo fonometrico .....	5
3.2.2.	Stazione fonometrica MRUM00P1 .....	7
3.2.3.	Stazione fonometrica MRUM00P2 .....	7
3.2.4.	Stazione fonometrica MRUM00P3 .....	8
3.2.5.	Stazione fonometrica MRUM00P4 .....	8
3.2.6.	Stazione fonometrica MRUM00P5 .....	9
3.2.7.	Stazione fonometrica MRUM00P6 .....	9
3.2.8.	Stazione fonometrica MRUM0066 .....	9
4.	DESCRIZIONE DELL'ATTIVITA' LAVORATIVA.....	10
4.1.	Preparazione dell'area di cava.....	10
4.2.	Lavorazioni nell'area di cava .....	10
5.	ANALISI DEI RICETTORI .....	10
6.	DETERMINAZIONE DELL'IMPATTO ACUSTICO .....	13
6.1.	Impatto acustico generato dal trasporto dei materiali inerti sulla viabilità pubblica e di cantiere.....	13
6.2.	Impatto acustico generato dall'attività in cava .....	13
6.3.	Risultati ottenuti.....	13
6.4.	Misure di mitigazione.....	14

A7 - Direttiva Regionale 673/2004

A8 - D.G. della Regione Emilia Romagna n. 2002/45 del 21/1/2002

**ALLEGATO B – MEDODI DI ANALISI DELLO STATO AMBIENTALI**

B1 - Modello SEL per il disturbo causato da sorgenti lineari – strade

B2 - Modello ISO 9613 per il disturbo causato dalle sorgenti fisse

B3 - Descrizione della tecnica di misura fonometrica

B4 - Catena strumentale

**FIGURE**

2.1: Estratto Piano di Zonizzazione Acustica - scala 1:10.000

3.1: Misure fonometriche - scala 1:10.000

3.2: Leq history time di una misura a spot alla postazione MRUM00P1

3.3: Leq history time di una misura a spot alla postazione MRUM00P2

3.4: Leq history time di una misura a spot alla postazione MRUM00P3

3.5: Leq history time di una misura a spot alla postazione MRUM00P4

3.6: Leq history time di una misura a spot alla postazione MRUM00P5

3.7: Leq history time di una misura a spot alla postazione MRUM00P6

5.1: Ricettori esposti - scala 1:5.000

**ALLEGATO A – RIFERIMENTI LEGISLATIVI**

A1 - Defnizioni

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.R. n. 142 del 30 marzo 2004

A6 - D.G. della Regione Emilia Romagna n. 2002/45 del 21/1/2002

## 1. INTRODUZIONE

Il presente documento d'impatto acustico si riferisce all'intervento di coltivazione denominato "Polo A1 – Lotto 1A", individuato dal vigente Piano delle Attività Estrattive P.A.E. del Comune di Torrile.

L'intervento è ubicato in corrispondenza del settore centro-occidentale del Comune di Torrile, all'interno del polo A1 individuato dal PIAE della Provincia di Parma; la località di riferimento è Cascina San Pietro.

L'ambito estrattivo è delimitato ad ovest dal Canale Lorno e ad est dal Canale Galasso. Il collegamento con la viabilità pubblica, rappresentata dalla Strada Comunale Mazzacavallo, è possibile mediante la realizzazione di un nuovo ponte sul Canale Lorno dato che quello esistente non è in grado di sostenere il carico dei mezzi di trasporto; successivamente si procederà mediante pista di cantiere in fregio al Canale Lorno fino alla zona di estrazione.

Sotto il profilo cartografico l'area oggetto dell'attività estrattiva in progetto ricade all'interno della tavola n. 181-NE "San Secondo Parmense" della Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) alla scala 1:25.000 e nella Sezione 181080 "Trecasali" della C.T.R. alla scala 1:10.000.

Il progetto, oggetto della presente valutazione della compatibilità acustica, è già stato sottoposto a Valutazione di compatibilità ambientale (procedura di VIA), con parere positivo di cui alla Determina n. 643 del 21.11.2006 del Responsabile del Settore Sportello Unico e Ambiente. All'approvazione della procedura di VIA, in data 23.12.2006, è seguita la richiesta di Autorizzazione per l'attività estrattiva all'interno del Lotto 1a, ottenuta con atto Prot. 6075 del 03.08.2007 rilasciato dal Responsabile del Settore V Sportello Unico e Ambiente del Comune di Torrile, di durata quinquennale, che prevedeva un volume massimo estraibile pari a 310.000 m<sup>3</sup>.

A seguito di richiesta di sospensione dell'attività estrattiva da parte della Società "Industrie laterizi Giavarini S.p.A." (lettera PEC prot. 6512 del 04.07.2012) il Comune, in data 25.07.2012, ha disposto la sospensione per anni 1 dell'Autorizzazione convenzionata rilasciata in data 03.08.2007 prot. 6075.

Alla data del 30.11.2012 risultava estratto, dalla cava denominata Lotto 1a, un volume di inerti pari a 88.976,37 m<sup>3</sup>, come da documentazione rilasciata del Direttore dei Lavori.

Con sentenza n. 6/13 del Tribunale di Parma del 02.01.2013 la Società "Industrie laterizi Giavarini S.p.A." esercente l'attività estrattiva nel Lotto 1°, interno al Polo A1, è dichiarata fallita; il curatore fallimentare con lettera PEC prot. 6306 ha richiesto un'ulteriore sospensione dell'attività estrattiva; il Comune, in data 03.07.2013, dispone la sospensione dell'Autorizzazione convenzionata, rilasciata in data 03.08.2007 prot. 6075, per ulteriori anni 1, prorogando l'attività estrattiva all'interno del lotto 1a fino al 24.07.2014.

In data 02.10.2014 l'Impresa Pizzarotti & C S.p.A., a seguito dell'acquisizione della proprietà della cava "Polo A1 – Lotto 1a" e della cava "Polo A1 - Lotto 1b" (atto di compravendita Rep. n. 5272 serie IT del 23.04.2014, trascritto in data 24.04.2014 con n. 6352), ha richiesto al Comune di Torrile una nuova autorizzazione allo scavo della cava denominata "Polo A1 – Lotto 1a", in virtù di quanto già autorizzato per detto Polo, apportando alcune modifiche al Piano di Coltivazione già autorizzato inerenti:

- la viabilità per il trasporto dei materiali scavati, la cui destinazione sarà il cantiere del primo lotto del corridoio Tirreno-Brennero (Ti-Bre) con accesso a sud del toponimo C. Nuova;
- il cronoprogramma delle fasi estrattive, in quanto la nuova destinazione d'uso dei materiali estratti determinerà un accorciamento dei tempi di escavazione;
- il cambio di destinazione d'uso del materiale scavato, il quale non sarà più impiegato per la produzione di laterizi per l'edilizia ma destinato alla realizzazione dei rilevati stradali del corridoio Ti-Bre.

L'intervento di estrazione sarà attuato nel periodo estivo in circa 207 giorni, durante i quali saranno estratti 221023,63 m<sup>3</sup> di terre, ovvero il volume residuo relativo alla precedente autorizzazione.

La presente documentazione di 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 in ambito urbano, come le locali infrastrutture viarie e le aree industriali.

Eventualmente, laddove sia necessario mitigare i futuri edifici abitativi, nonché già quelli presenti, da quei livelli sonori superiori alle soglie di non superamento dettate dalla normativa vigente, si procederà al dimensionamento d'opportune soluzioni tecnologiche indirizzate alla mitigazione del rumore.

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.

## 2. PIANO DI ZONIZZAZIONE ACUSTICA

Il Piano di Classificazione acustica comunale, redatto ai sensi della Legge n. 447 del 26/10/1995, classifica

l'area di cava in esame, come segue (v. Fig. 2.1):

- classe I - aree particolarmente protette con limite diurno di 50 dBA e limite notturno di 40 dBA; l'ambito estrattivo ricade interamente in questa classe di tutela acustica;
- classe II - aree prevalentemente residenziali con limite diurno di 55 dBA e limite notturno di 45 dBA: si stende a contorno della classe I per una fascia d'estensione di 50 metri;
- classe III - aree di tipo misto con limite diurno di 60 dBA e limite notturno di 50 dBA: orientale in classe III; comprende le aree rurali che contornano le zone particolarmente protette;

Il Piano di classificazione acustica per le aree ricadenti nel piano delle attività estrattive ha disciplinato le attività svolte in termini acustici nell'art. 3.1 delle Norme Tecniche d'Attuazione.

### Art. 3.1 - Aree di cava

*L'attività estrattiva è definita a carattere temporaneo. Si esercita all'interno degli ambiti estrattivi, come individuati dal Piano Comunale delle Attività Estrattive vigente, ai sensi dell'art. 13 della L.R. 17/91 e s.m.i..*

*Al di fuori di tali ambiti può esservi comunque attività temporanea, autorizzata ai sensi delle NTA del P.A.E. vigente, limitatamente alle strade di servizio per il collegamento delle cave con la viabilità pubblica.*

*Gli ambiti estrattivi devono essere inseriti alla Classe V; si tratta di una classificazione temporanea vigente dal rilascio dell'autorizzazione all'attività estrattiva ai sensi della L.R. 17/91 e s.m.i., oppure - in assenza - solo nel caso in cui siano stati emessi eventuali atti unilaterali da parte della Pubblica Amministrazione.*

*Precedentemente all'atto autorizzativo di cui al precedente comma, fa fede la zonizzazione acustica determinata sulla base della destinazione d'uso delle NTA del vigente PRG.*

*Conclusasi l'attività estrattiva, con atto deliberativo di svincolo delle fidejussioni e certificato di regolare esecuzione dei lavori, decade la zonizzazione acustica temporanea della Classe V e ritorna la classe acustica così come indicato nelle tavole dello stato di fatto in scala 1:10.000.*

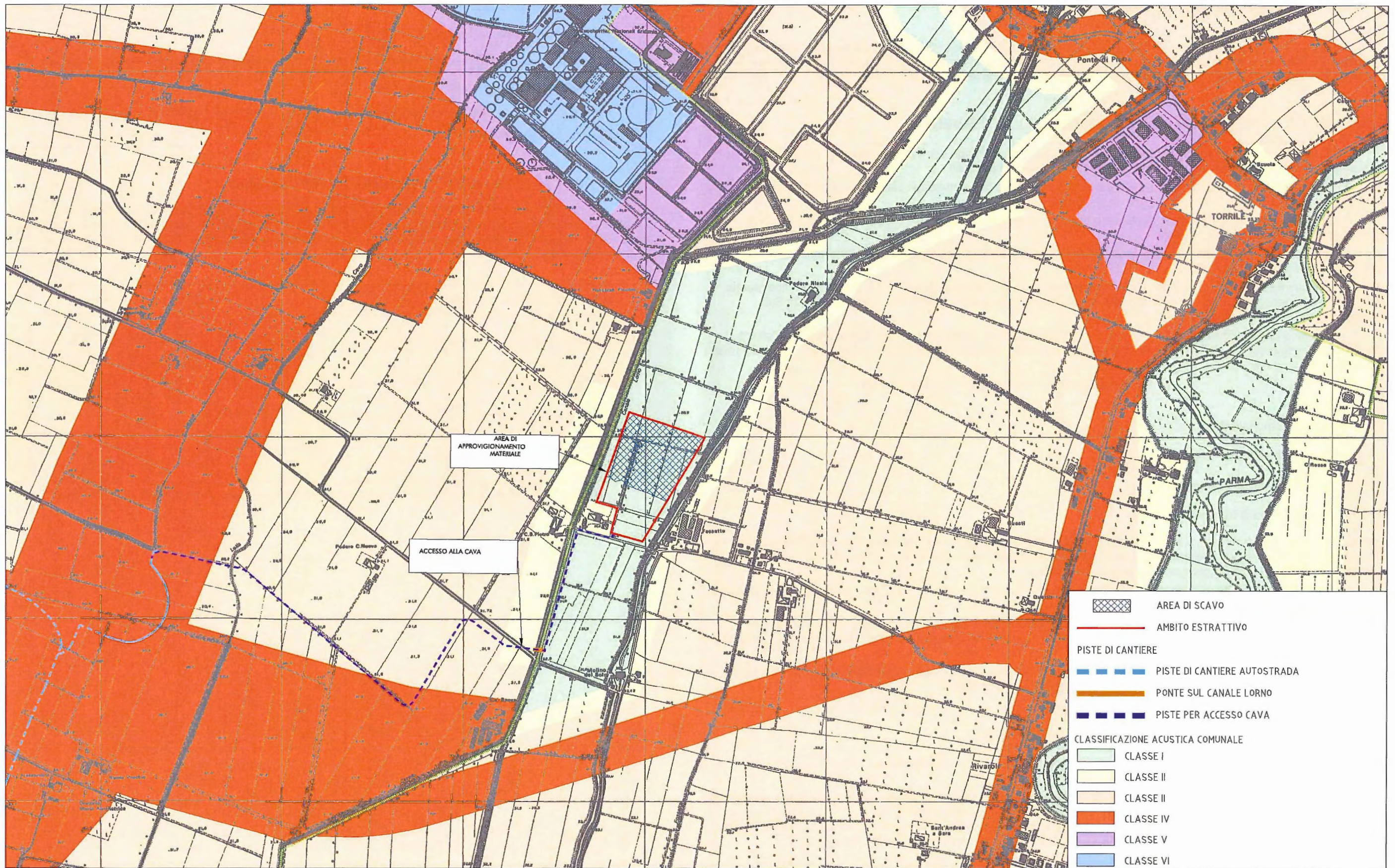


Figura 2.1: Estratto Piano di Zonizzazione Acustica - scala 1:10.000

### 3. ANALISI DELLE SORGENTI ACUSTICHE

L'area in esame ricade in un ambito geografico a prevalente destinazione rurale, attraversato in senso meridiano e parallelo da strade comunali d'interesse locale. È presente invece al confine tra i comuni di Torrile e Sissa-Trecasali lo zuccherificio Eridania: area industriale dalla quale derivano emissioni acustiche.

#### 3.1. MEZZI D'OPERA PER L'ATTUAZIONE DELL'INTERVENTO

In fase di cantiere le emissioni acustiche sono causate dall'impiego di mezzi d'opera per l'asportazione e lo stoccaggio del terreno vegetale, le operazioni di scavo del materiale argilloso.

Occorre inoltre considerare le emissioni prodotte nel trasporto dei materiali estratti (emissioni da traffico indotto).

Una stima del parco macchine necessario per realizzare l'intervento della cava può essere effettuata in funzione dei quantitativi di argilla scavati.

Il progetto prevede l'estrazione di circa 221.000 m<sup>3</sup> di terreni argillosi da destinare interamente alla realizzazione dei rilevati della TIBRE.

Dai dati disponibili sui quantitativi totali di terreni argillosi è possibile effettuare una stima del traffico indotto dalla cantierizzazione dell'opera. La viabilità pubblica non sarà interessata, se non l'attraversamento della S.C. Mazzacavallo in località Molino del Sole.

Il traffico orario di mezzi pesanti indotto dall'attività estrattiva può essere valutato applicando la relazione seguente, tenendo presente che il fattore "2" è posto per tenere in considerazione il tragitto in andata e ritorno dei mezzi di trasporto:

$$\text{Traffico orario A/R} = 2 \times (Vt) / (G \times O \times Ct) = 24 \text{ v/h}$$

dove:

1. Vt = volume trasportato (terre, m<sup>3</sup>);
2. G = 135 d/year: coltivazione lotto A1;
3. O = 10 h/day: orario lavorativo giornaliero;
4. Ct = 14 m<sup>3</sup> capacità di trasporto dei mezzi.

Il traffico veicolare medio stimato di 24 veicoli/ora non rappresenta tuttavia il valore di punta. Per il rifornimento dei cantieri della TIBRE all'interno della cava potranno essere attuati nella cava due fronti di scavo con conseguente raddoppio del traffico fino a raggiungere picchi di 48 veicoli/ora.

La viabilità asservita al trasporto della risorsa non sarà funzionale solo al "Polo A1 – Lotto 1a", ma anche agli altri lotti del Polo A1, i lotti 1b e 2.

Secondo quanto riportato nel Progetto di Attuazione del Polo A1 approvato, il volume netto estraibile è complessivamente pari a 1.112.0000 m<sup>3</sup> (volume dei lotti 1°, 1b e 2) e tali materiali saranno tutti destinati ai cantieri della TIBRE.

Se dal volume complessivo autorizzato si escludono i materiali già scavati il quantitativo utile sfruttabile nell'intero polo è pari a circa 1.023.000 m<sup>3</sup>, in un arco temporale di circa 2 anni.

#### 3.2. ANALISI DEI VALORI D'IMMISSIONE ACUSTICA

L'attività di monitoraggio è stata finalizzata al riconoscimento delle emissioni di rumore delle sorgenti di trasporto attualmente presenti sul territorio.

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 immissioni acustiche presso i ricettori esposti (come riferimento ante-operam), contenuti nel bacino acustico dell'area di cava e della viabilità fino al sito di utilizzo, rappresentato dal cantiere della TIBRE e, al tempo stesso, come riferimento ante-operam.

Le misure fonometriche sono state compiute nelle adiacenze della cava e della TIBRE finalizzate alla caratterizzazione delle immissioni acustiche.

I punti di monitoraggio sono stati scelti 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.

#### 3.2.1. LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI RILIEVO FONOMETRICO

Sono stati complessivamente identificati 7 punti di monitoraggio. La misura MRUM0066 è desunta dallo studio d'impatto acustico del progetto definitivo della TIBRE e si tratta di una misura del rumore da traffico in continuo per 24 ore. Le altre misure effettuate in data 19/11/2014 sono a stop della durata di circa 15 minuti e sono collocate in adiacenza alla cava.

Riferimenti punti di monitoraggio			Parametri riassuntivi		Confronto con i limiti di zona											
Codice Punto	Prov	Comune	LAeq D	LAeq N	I		II		III		IV		V		VI	
					D 50	N 40	D 55	N 45	D 60	N 50	D 65	N 55	D 70	N 60	D 70	N 70
MRUM0066	Pr	Trecasali	45.0	41.5												
MRUM00P1	Pr	Torrile	48.2													
MRUM00P2	Pr	Trecasali	41.3													
MRUM00P3	Pr	Torrile	41.1													
MRUM00P4	Pr	Torrile	40.8													
MRUM00P5	Pr	Trecasali	49.4													
MRUM00P6	Pr	Torrile	43.3													

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

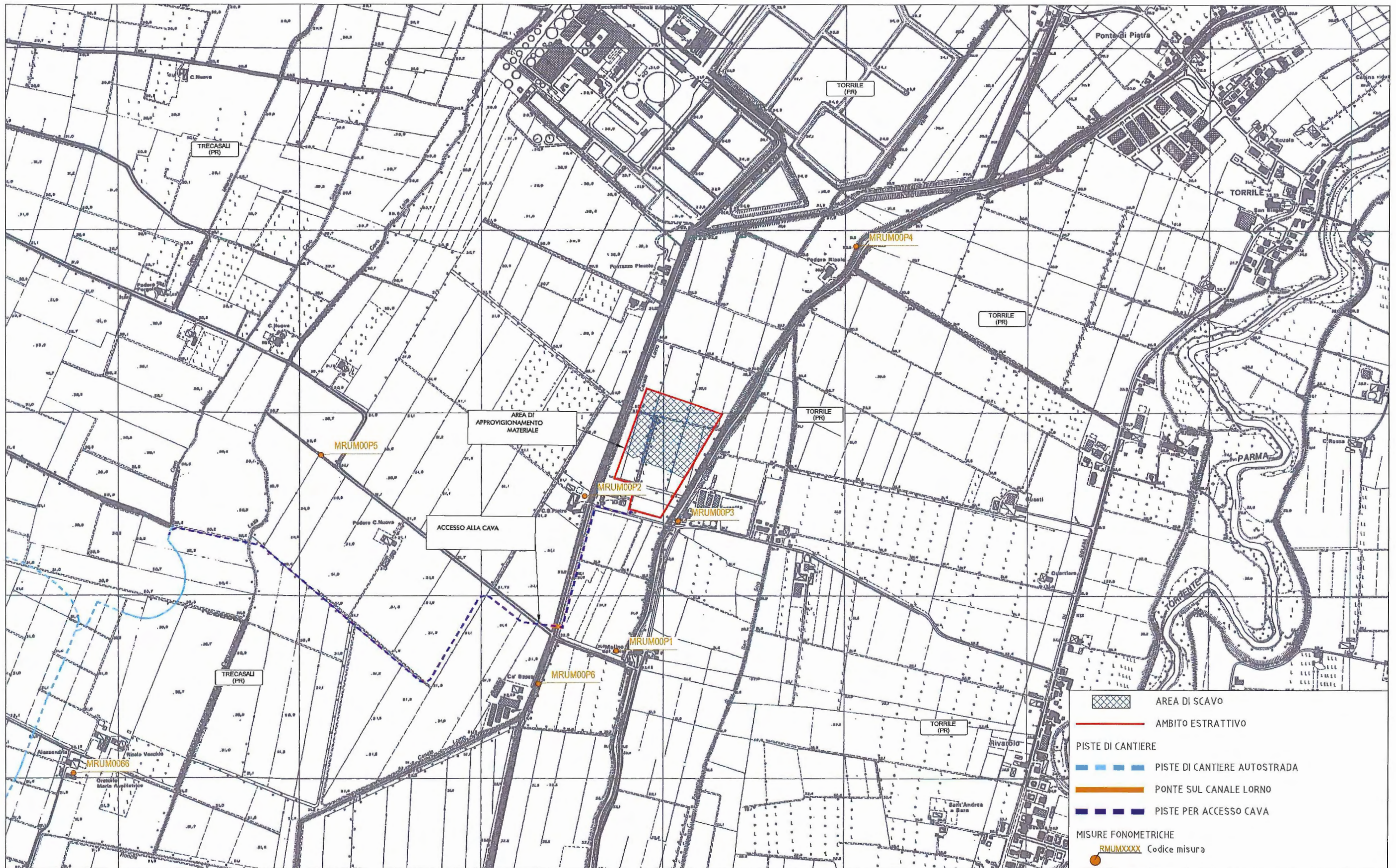


Figura 3.1: Misure fonometriche - scala 1:10.000

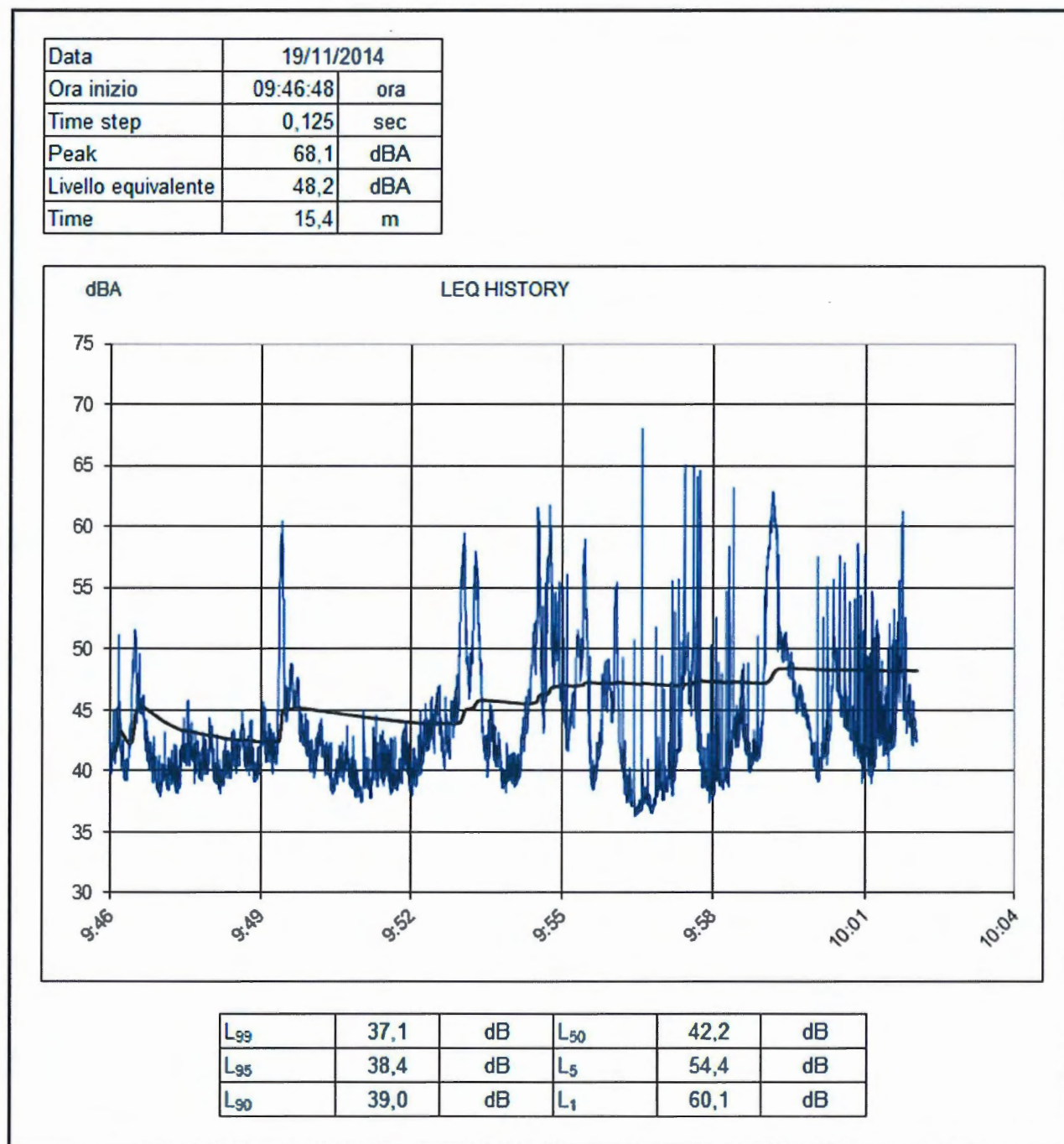
**3.2.2. STAZIONE FONOMETRICA MRUM00P1**


Figura 3.2: Leq history time di una misura a spot alla postazione MRUM00P1

La postazione MRUM00P1 si colloca presso i ricettori RRUM0R11, RRUM0R12, classificati in classe I "Aree particolarmente protette" con limite diurno di 50 dBA e limite notturno di 40 dBA e i ricettori RRUM0R13 e RRUM0R14, classificati in classe II "Aree prevalentemente residenziali" con limite diurno di 55 dBA e limite notturno di 45 dBA. Il rilievo fonometrico ha messo in evidenza che i livelli d'immissione non superano i limiti diurni indicati dal piano di zonizzazione acustica comunale.

Occorre rilevare che la principale sorgente di rumore è indotta dal traffico viario sulla S.C. Mazzacavallo.

Il livello equivalente è pari a  $L_{eq} = 48,2$  dBA, mentre il livello residuo pari al livello al cinquantésimo percentile è pari a  $L_R = 42,2$  dBA.

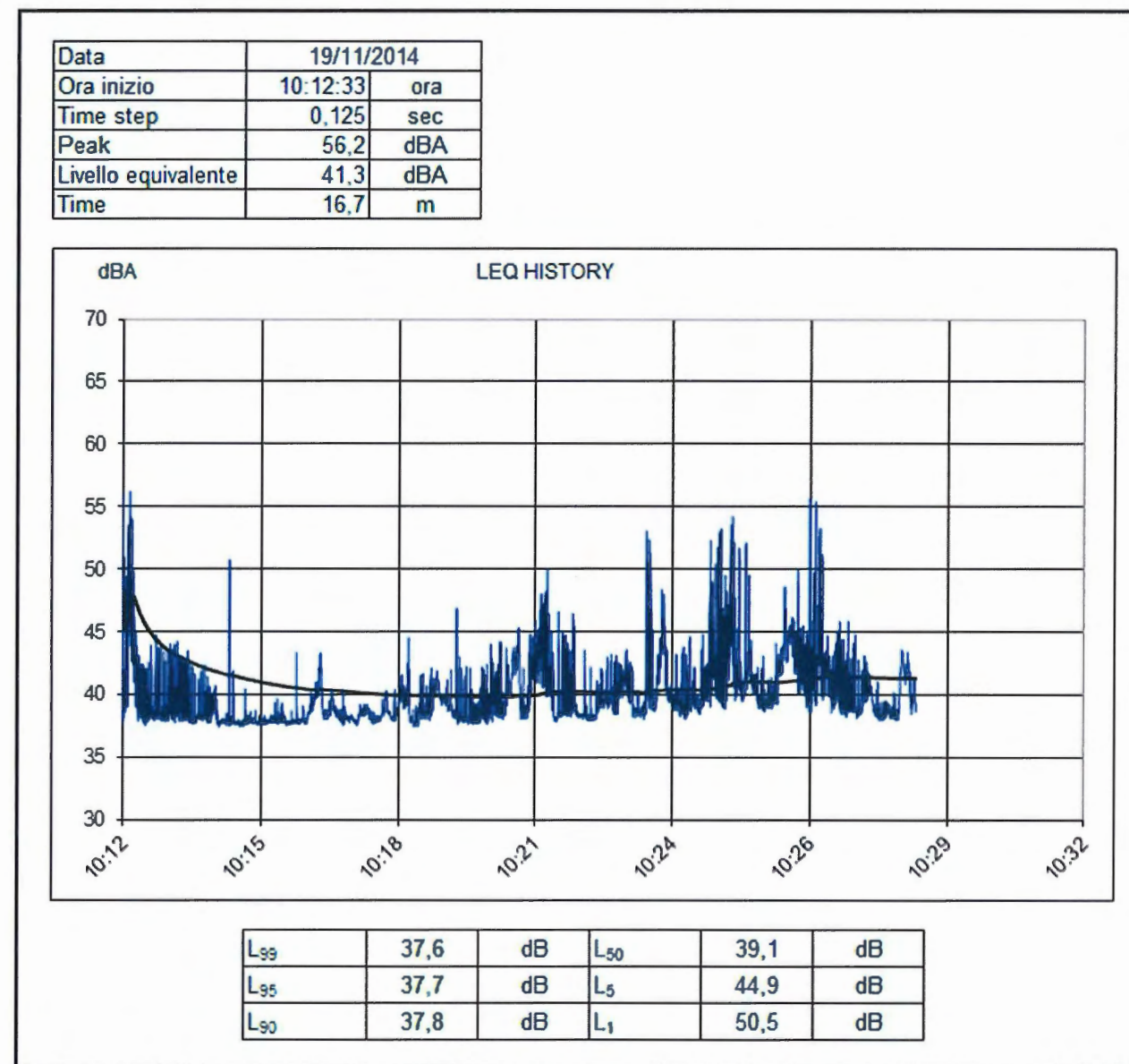
**3.2.3. STAZIONE FONOMETRICA MRUM00P2**


Figura 3.3: Leq history time di una misura a spot alla postazione MRUM00P2

La postazione MRUM00P2 si colloca presso il ricettore RRUM0R04, RRUM0R05 classificati in classe II "Aree di tipo misto" con limite diurno di 55 dBA e limite notturno di 45 dBA. Il rilievo fonometrico ha messo in evidenza che i livelli d'immissione non superano i limiti diurni indicati dal piano di zonizzazione acustica comunale.

Il livello equivalente è pari a  $L_{eq} = 41,3$  dBA.



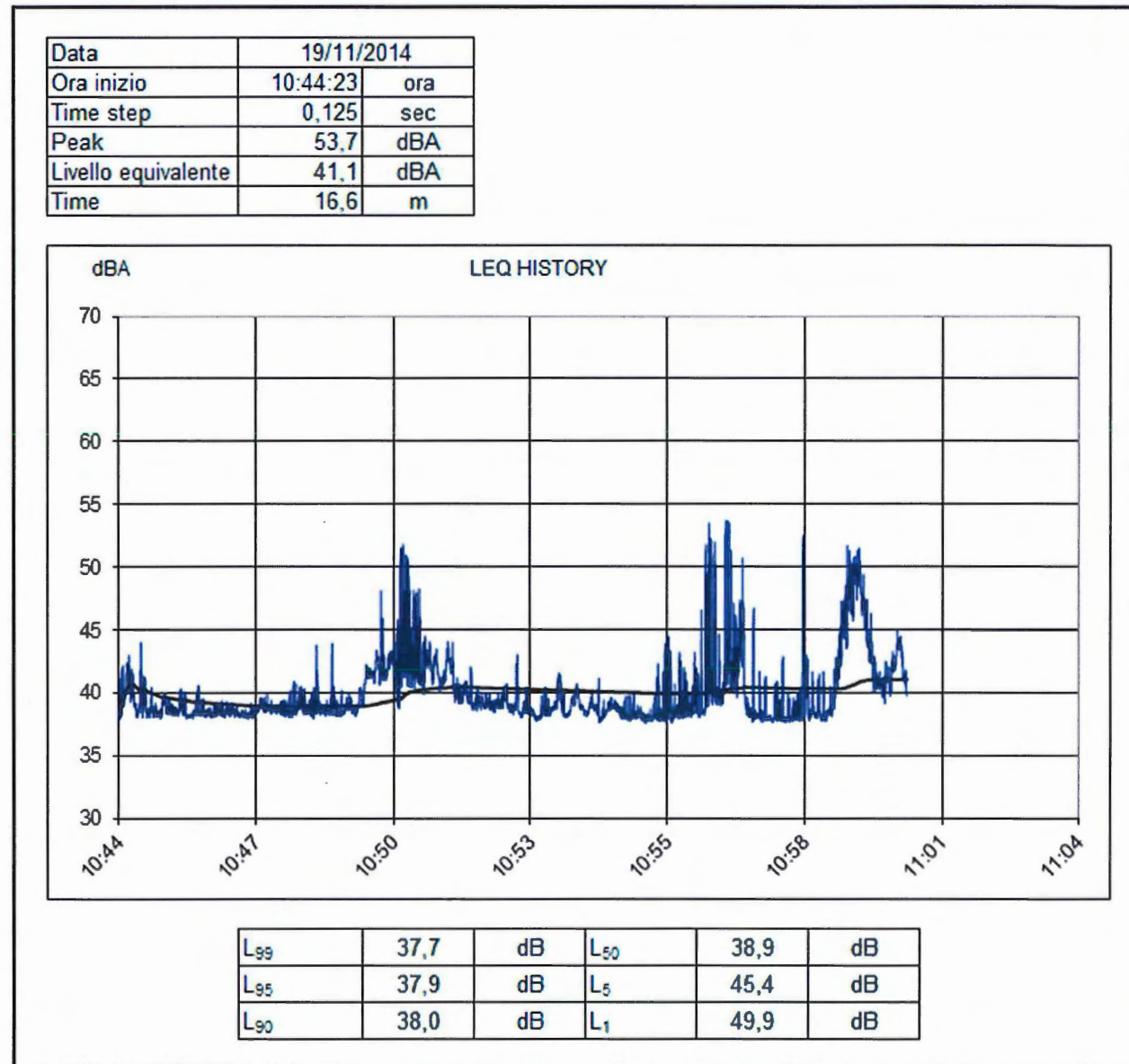
**3.2.4. STAZIONE FONOMETRICA MRUM00P3**


Figura 3.4: Leq history time di una misura a spot alla postazione MRUM00P3

La postazione MRUM00P3 si colloca presso i ricettori RRUM0R07, classificato in classe II "Aree di tipo misto" con limite diurno di 55 dBA e limite notturno di 45 dBA, e i ricettori RRUM0R08, RRUM0R09, RRUM0R10 classificati in classe III "Aree di tipo misto" con limite diurno di 60 dBA e limite notturno di 50 dBA. Il rilievo fonometrico ha messo in evidenza che i livelli d'immissione non superano i limiti diurni indicati dal piano di zonizzazione acustica comunale.

Il livello equivalente è pari a  $L_{eq} = 41,1$  dBA.

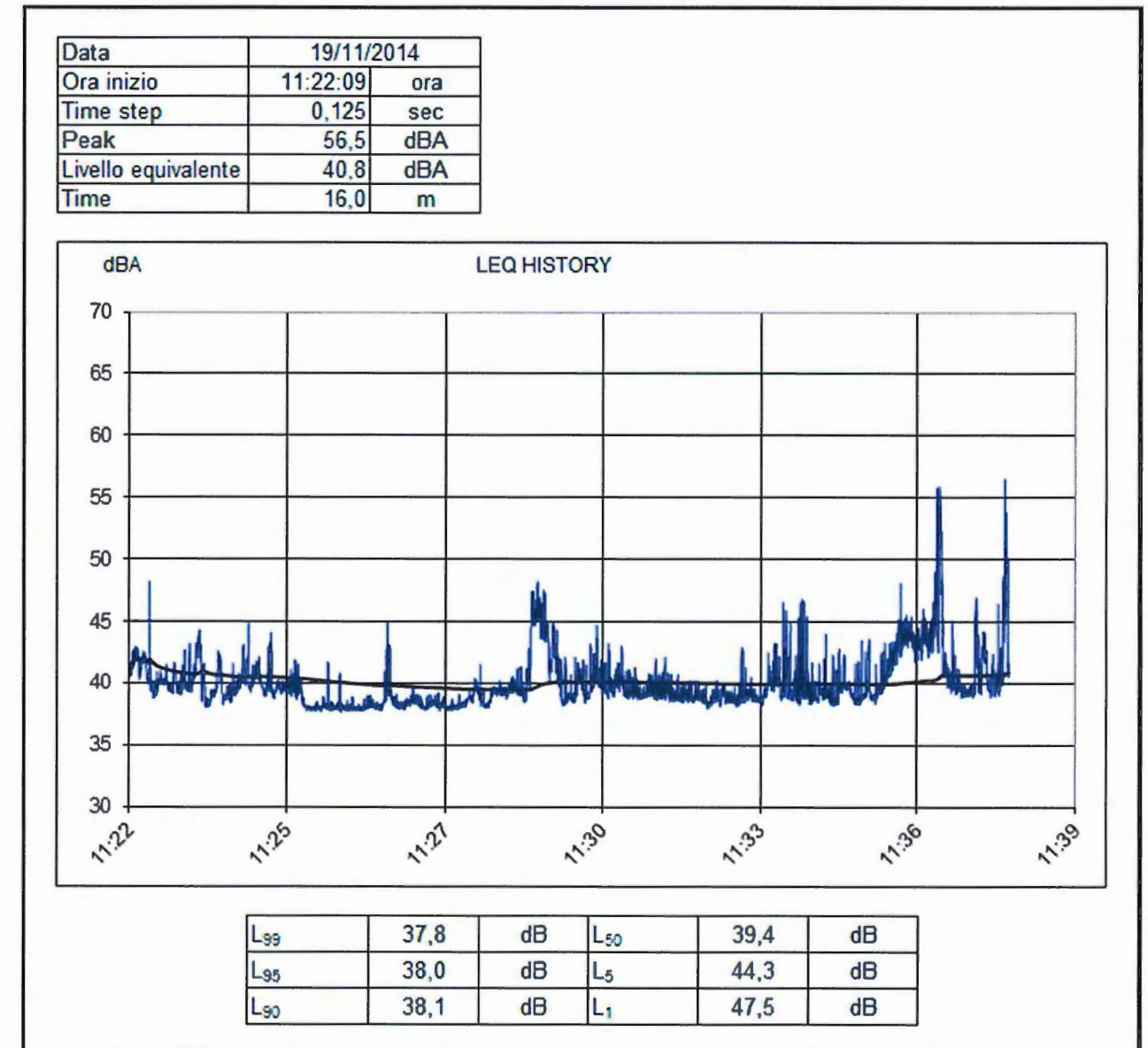
**3.2.5. STAZIONE FONOMETRICA MRUM00P4**


Figura 3.5: Leq history time di una misura a spot alla postazione MRUM00P4

La postazione MRUM00P4 si colloca presso il ricettore RRUM0R06 classificato in classe I "Aree particolarmente protette" con limite diurno di 50 dBA e limite notturno di 40 dBA. Il rilievo fonometrico ha messo in evidenza che i livelli d'immissione non superano i limiti diurni indicati dal piano di zonizzazione acustica comunale.

Il livello equivalente è pari a  $L_{eq} = 40,8$  dBA.

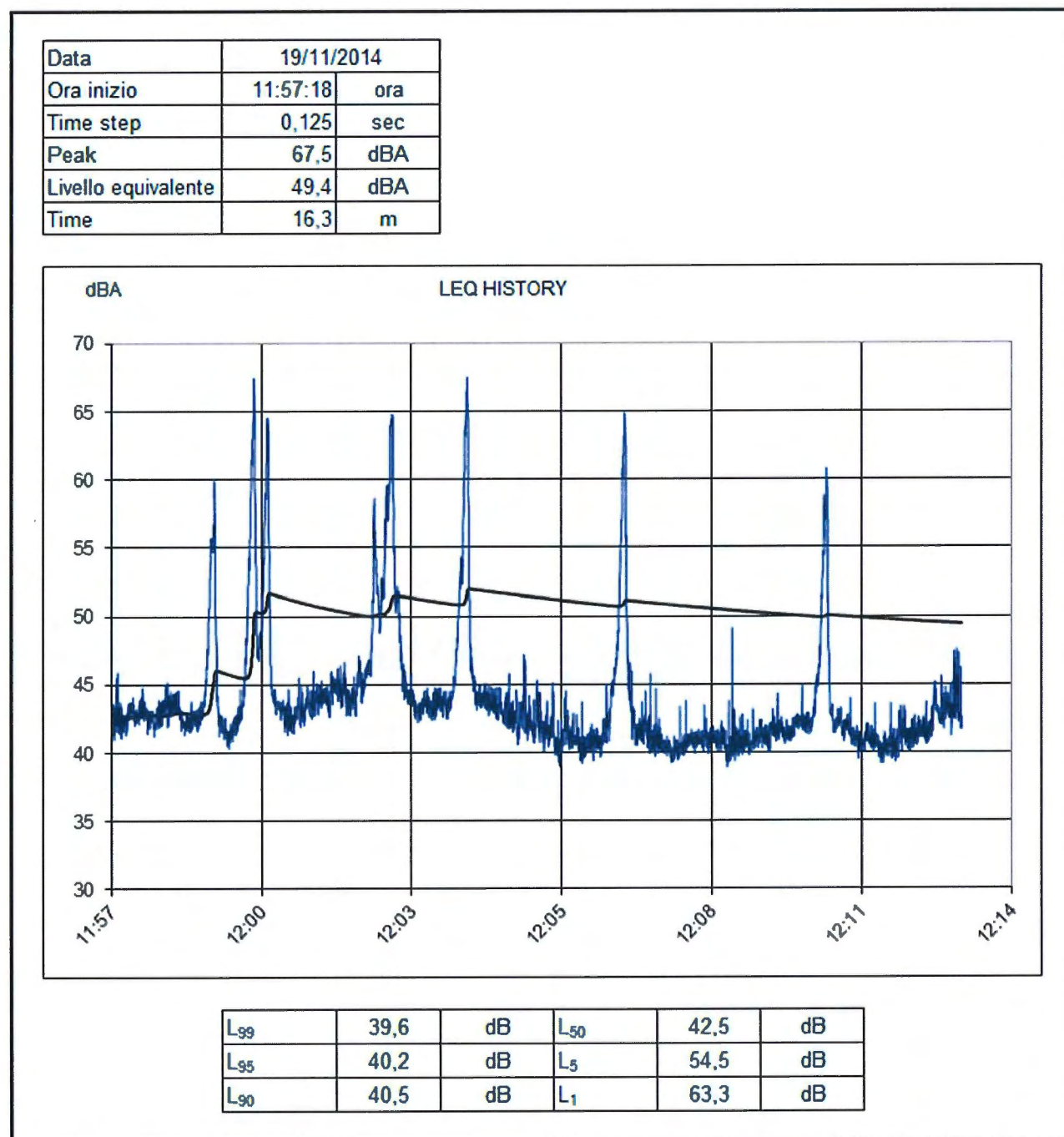
**3.2.6. STAZIONE FONOMETRICA MRUM00P5**


Figura 3.6: Leq history time di una misura a spot alla postazione MRUM00P5

La postazione MRUM00P5 si colloca presso il ricettore RRUM0R78, classificato in classe IV "Aree d'intensa attività umana" con limite diurno di 65 dBA e limite notturno di 55 dBA e presso i ricettori RRUM0R01, RRUM0R02, classificati in classe III "Aree di tipo misto" con limite diurno di 60 dBA e limite notturno di 50 dBA. Il rilievo fonometrico ha messo in evidenza che i livelli d'immissione non superano i limiti diurni indicati dal piano di zonizzazione acustica comunale.

Il livello equivalente è pari a  $L_{eq} = 49,4$  dBA, mentre il livello residuo pari al livello al cinquantesimo percentile è pari a  $L_R = 42,5$  dBA.

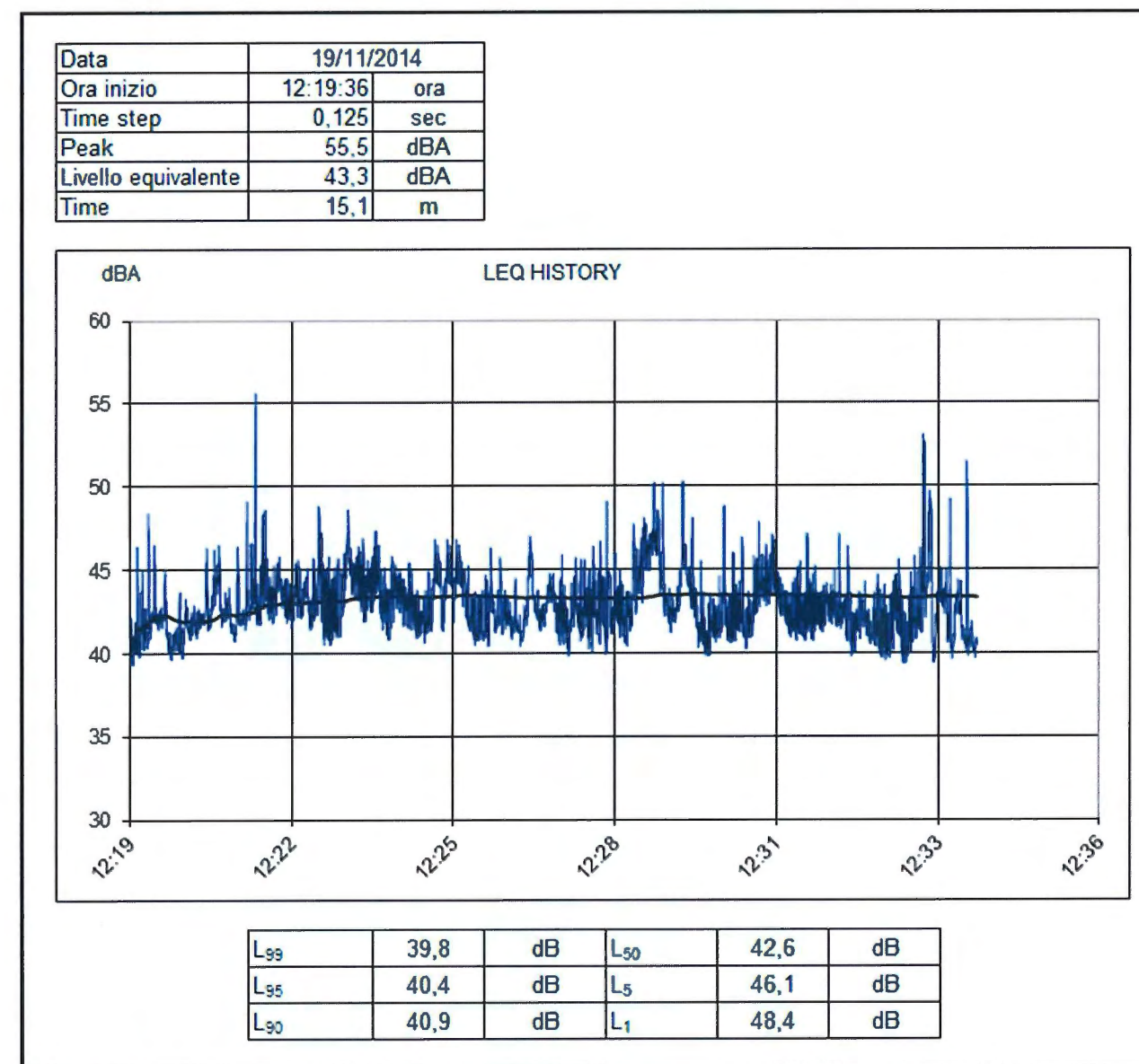
**3.2.7. STAZIONE FONOMETRICA MRUM00P6**


Figura 3.7: Leq history time di una misura a spot alla postazione MRUM00P6

La postazione MRUM00P6 si colloca presso il ricettore RRUM0R03, classificato in classe IV "Aree d'intensa attività umana" con limite diurno di 65 dBA e limite notturno di 55 dBA. Il rilievo fonometrico ha messo in evidenza che i livelli d'immissione non superano i limiti diurni indicati dal piano di zonizzazione acustica comunale.

Il livello equivalente è pari a  $L_{eq} = 43,3$  dBA.

**3.2.8. STAZIONE FONOMETRICA MRUM0066**

La stazione fonometrica MRUM0066 si colloca lungo il tracciato della TIBRE in località Alessandria (Comune di Torrice). Il livello equivalente è pari a  $L_{eq} = 45,0$  dBA.

#### 4. DESCRIZIONE DELL'ATTIVITA' LAVORATIVA

L'intervento estrattivo comporta 4 tipologie di lavorazione:

1. preparazione dell'area di cava;
2. scavo e messa a dimora del cappellaccio;
3. coltivazione Lotto 1A;
4. sistemazione finale Lotto 1A.

L'attività lavorativa di durata pari a 207 g è definita a carattere temporaneo, di cui al D.G.R. n. 2002/45 del 21/1/2002 " *Criteria per il rilascio delle autorizzazioni per particolari attività ai sensi dell'art. 11, comma 1, della L.R. del 09/05/2001, n. 15 recante disposizioni in materia d'inquinamento acustico*".

Il riferimento legislativo detta gli indirizzi agli Enti locali per il rilascio, da parte degli enti locali, delle autorizzazioni comunali in deroga ai limiti fissati dalla classificazione acustica del territorio per lo svolgimento di attività temporanee e di manifestazioni in luogo pubblico o aperto al pubblico e per spettacoli a carattere temporaneo ovvero mobile qualora comportino l'impiego di sorgenti sonore o effettuino operazioni rumorose.

##### 4.1. PREPARAZIONE DELL'AREA DI CAVA

La preparazione dell'area di cava consiste nella messa in opera del ponte Baley e nella realizzazione della strada di accesso. Il tempo necessario per tali operazioni consiste in circa 30 giorni lavorativi durante i quali saranno utilizzati i mezzi d'opera elencati nella successiva Tabella 4.1

Tabella 4.1 – Rilievi eseguiti nel 2001 su macchine della VIP.

Sorgente	Dist. m	Leq dBA	Lw dBA
Escavatore con HP = 91 – 111 kw*	-	-	102,0
Autocarro con gru	4	80,2	103,2
Autocarro	4	74,1	97,1

\* Valore desunto da direttiva macchine

Le attività principali consistono in:

- montaggio ponte Baley: 1 giorno di lavoro;
- realizzazione della strada di accesso; 1 – 2 giorni di lavoro.

Sulla base dei dati di potenza acustica citati nelle Tab. 4.1 è possibile determinare una stima conservativa dei livelli di potenza sonora nella fase più critica, come riportato nella tabella 4.2.

Tabella 4.2: Potenza acustica (ponderata) associate alle attività di cantiere.

Attività	L <sub>WA, TOTALE</sub>
Montaggio ponte con autocarro gru e autocarro	104,2 dBA
Realizzazione strada di accesso con Escavatore e 2 autocarri	104,2 dBA

##### 4.2. LAVORAZIONI NELL'AREA DI CAVA

Le lavorazioni nell'area di cava consistono nella rimozione del cappellaccio per ricollocarlo ai margini del lotto estrattivo, nella coltivazione della risorsa e nella sistemazione finale.

Il tempo necessario per tali operazioni consiste in circa 180 giorni lavorativi durante i quali saranno utilizzati i mezzi d'opera elencati nella successiva Tabella 4.3.

Tabella 4.3 – Rilievi eseguiti nel 2001 su macchine della VIP.

Sorgente	Dist. m	Leq dBA	Lw dBA
Pala caricatrice e/o apripista con HP = 91 – 111 kw*	-	-	104,0
Escavatore con HP = 91 – 111 kw*	-	-	102,0
Autocarro	4	74,1	97,1

\* Valore desunto da direttiva macchine

Sulla base dei dati di potenza acustica citati nelle Tab. 4.3 è possibile determinare una stima conservativa dei livelli di potenza sonora nella fase più critica, come riportato nella tabella 4.4.

Tabella 4.4: Potenza acustica (ponderata) associate alle attività di cantiere.

Attività	L <sub>WA, TOTALE</sub>
Rimozione del cappellaccio con pala caricatrice e/o apripista	104,0 dBA
Escavazione della risorsa con escavatore e gru e 2 autocarri in avvicendamento	104,2 dBA
Sistemazione finale con pala caricatrice e/o apripista	104,0 dBA

Nel corso dell'attività estrattiva potranno essere attivati anche due fronti di scavo, perciò la fase di maggiore criticità è rappresentata dalle operazioni contemporanee di 2 escavatori e 4 camion per il tra sporto della risorsa. Nella successiva Tabella 4.5 è indicato il livello di potenza sonora associato all'attività contemporanea di due fronti di scavo.

Tabella 4.5: Potenza acustica (ponderata) associate alle attività di cantiere.

Attività	L <sub>WA, TOTALE</sub>
Rimozione del cappellaccio con pala caricatrice e/o apripista	104,0 dBA

#### 5. ANALISI DEI RICETTORI

I ricettori esposti sono stati individuati considerando le abitazioni che rientrano in un raggio di 400 metri dal perimetro esterno delle aree di intervento e lungo la viabilità di trasporto Cava - TIBRE. Le seguenti Tabelle 5.1 e 5.2 riportano la località, il Comune di appartenenza, la distanza minima dall'area di scavo e dalla viabilità utilizzata dai mezzi di trasporto.

Tabella 4.1 - Caratterizzazione dei ricettori esposti dalle emissioni indotte dalla cava.

Ricettore	Località	Comune di appartenenza	Distanza minima dalla cava	Distanza minima dalla strada utilizzata dai mezzi di trasporto
RRUMOR02	Podere C. Nuove	Trecasali	-	228
RRUMOR03	Ca Bassa	Trecasali	-	175
RRUMOR04	C. S. Pietro	Trecasali	200	61
RRUMOR05	C. S. Pietro	Torrile	99	34
RRUMOR06	Podere Risaia	Torrile	463	-
RRUMOR07	Fossetta	Torrile	100	165
RRUMOR08	Fossetta	Torrile	239	-
RRUMOR09	Fossetta	Torrile	296	-
RRUMOR10	Fossetta	Torrile	418	-

RRUM0R11	Molino del Sole	Torrile	497	193
RRUM0R12	Molino del Sole	Torrile	480	202
RRUM0R13	Molino del Sole	Torrile	473	259
RRUM0R14	Molino del Sole	Torrile	523	205

Nella successiva Tabella 5.2 sono riepilogati tutti i ricettori esposti (unità residenziali) con i livelli immissione anteoperam registrati mediante stazione fonometrica, con i rispettivi limiti assoluti diurni e notturni, dettati dalla legislazione vigente in materia, e con esplicitate le condizioni abitative.

Tabella 5.2: Ricettori esposti e sensibili con rispettivi limiti assoluti

Ricettore	Leq ante-operam	Limite assoluto diurno	Limite assoluto notturno	Zona Acustica	Limite assoluto diurno per attività di cantiere	Tipologia	Condizioni abitative
		dB(A)	dB(A)		dB(A)		
RRUM0R02	49,4	60,0	50,0	III	70	Residenziale	Abitato
RRUM0R03	43,3	65,0	55,0	IV	70	Uffici	Abitato
RRUM0R04	41,3	55,0	45,0	II	70	Residenziale	Disabitato
RRUM0R05	41,3	55,0	45,0	II	70	Residenziale-Rudere	Disabitato
RRUM0R06	40,8	50,0	40,0	I	70	Residenziale	Disabitato
RRUM0R07	41,1	55,0	45,0	II	70	Residenziale	Disabitato
RRUM0R08	41,1	60,0	50,0	III	70	Residenziale	Abitato
RRUM0R09	41,1	60,0	50,0	III	70	Residenziale	Abitato
RRUM0R10	41,1	60,0	50,0	III	70	Residenziale	Abitato
RRUM0R11	48,2	50,0	40,0	I	70	Residenziale	Abitato
RRUM0R12	48,2	50,0	40,0	I	70	Residenziale	Abitato
RRUM0R13	48,2	55,0	45,0	II	70	Residenziale	Abitato
RRUM0R14	48,2	55,0	45,0	II	70	Residenziale	Abitato

**ELEMENTI DI ACUSTICA: CENSIMENTO EDIFICATO**

RRUMXXXX CODICE RICETTORE    RRUMXXXX CODICE RICETTORE NUOVO

- Ricettore a destinazione residenziale - Altezza 1 p iano
- Ricettore a destinazione residenziale - Altezza 2 p iani
- Ricettore a destinazione residenziale - Altezza 3 p iani
- Ricettore a destinazione residenziale - Altezza 4 p iani
- Ricettore a destinazione produttiva/commerciale/terziaria Altezza 1 piano equivalente
- Ricettore a destinazione produttiva/commerciale/terziaria Altezza 2 piani equivalenti
- Ricettore a destinazione produttiva/commerciale/terziaria Altezza 3 piani equivalenti
- Ricettore a destinazione produttiva/commerciale/terziaria Altezza 4 piani equivalenti
- Ricettore a destinazione agricola Altezza 1 piano equivalente
- Ricettore a destinazione agricola Altezza 2 piani equivalenti
- Ricettore a destinazione agricola Altezza 3 piani equivalenti
- Ricettore sensibile (scuola) - Altezza 2 piani
- Ricettore specialistico (chiese, cimiteri e oratori) Altezza 2 piani equivalenti
- Edifici oggetto di esproprio
- Altro

- AREA DI SCAVO
- AMBITO ESTRATTIVO
- PISTE DI CANTIERE**
- PISTE DI CANTIERE AUTOSTRADA
- PONTE SUL CANALE LORNO
- PISTE PER ACCESSO CAVA

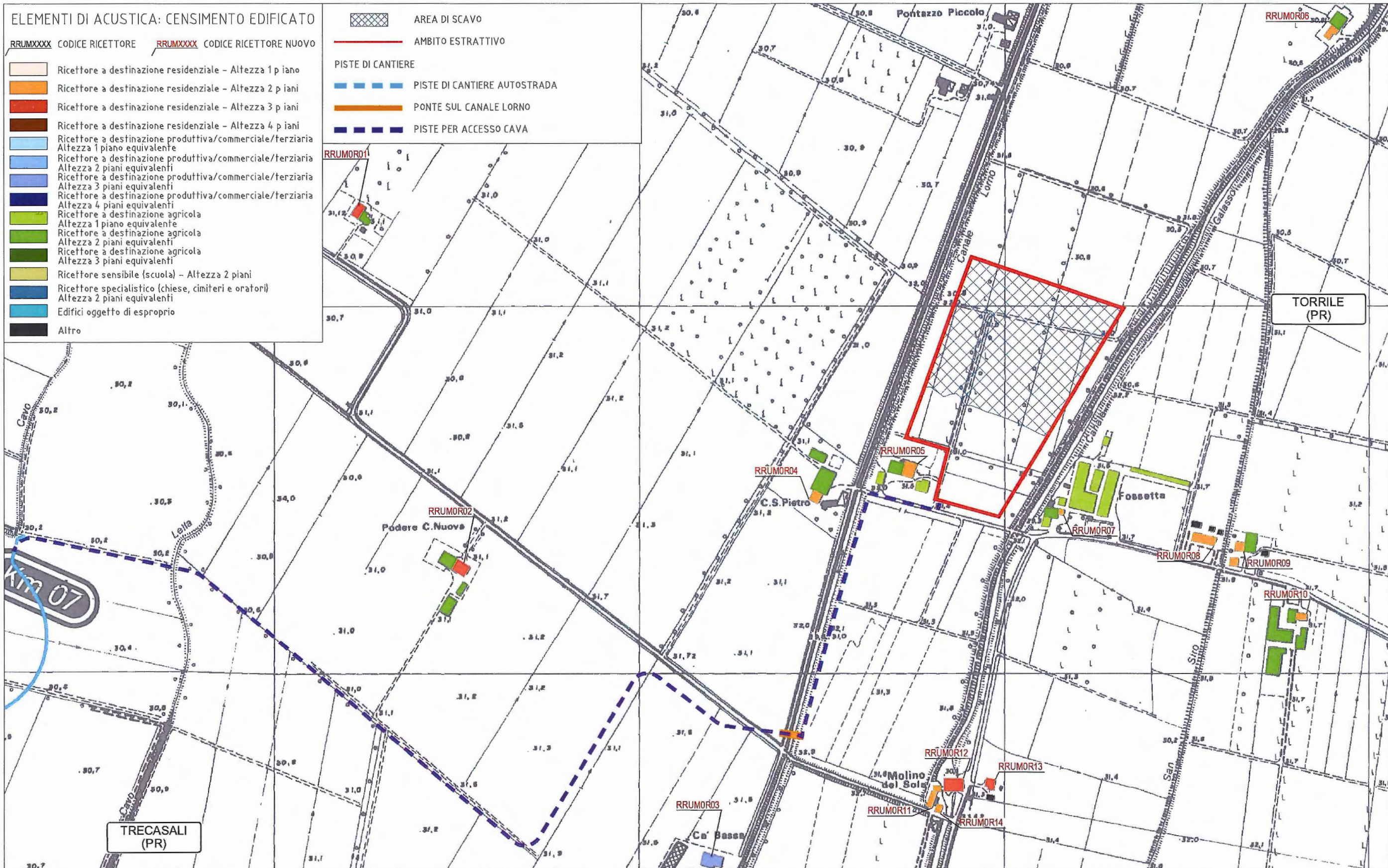


Figura 5.1: Ricettori esposti - scala 1:5.000

## 6. DETERMINAZIONE DELL'IMPATTO ACUSTICO

### 6.1. IMPATTO ACUSTICO GENERATO DAL TRASPORTO DEI MATERIALI INERTI SULLA VIABILITÀ PUBBLICA E DI CANTIERE

Il percorso utilizzato dai mezzi di trasporto dalla cava alle piste di cantiere della TIBRE, rappresentato in Fig. 3.1, comprende interamente piste di cantiere senza l'utilizzo della viabilità pubblica. È previsto solo l'attraversamento della S.C. Mazzacavallo in località Molino del Sole.

Applicando gli algoritmi del modello SEL (v. Allegato B1), alimentato con i dati di traffico indicati, si ottiene per i potenziali ricettori esposti la situazione d'impatto descritta in seguito.

Nei calcoli tabulati sono stati considerati i seguenti parametri:

- velocità media di percorrenza: compresa tra 30 e 50 km/h;
- veicoli industriali pesanti:  $SEL_{VIP} = 83,9$  dBA (v. Allegato B1 tabella B1);
- Veicoli totali transitanti presso i ricettori esposti in fregio alla viabilità: 48 v/h;
- fondo stradale in asfalto liscio.

La relazione per il calcolo del livello sonoro equivalente nello spazio  $L_{Aeq}$ , mediante modello matematico SEL (v. Allegato B1), è la seguente.

$$L_{Aeq} = 10 \times \log \left[ \frac{1}{3600} \left( 24 \times 10^{\frac{83,9}{10}} + \right) \right] + \Delta L_v + \Delta L_s + \Delta L_G + \Delta L_z - \Delta L_{distanza} - \Delta L_{suolo} - \Delta L_{aria}$$

dove:

- $\Delta L_v$  = fattore di correzione per le diverse velocità medie del flusso da traffico;
- $\Delta L_s$  = fattore di correzione per il tipo di manto stradale;
- $\Delta L_G$  = fattore di correzione per la pendenza della strada;
- $\Delta L_z$  = fattore di correzione per il tipo di strada aperta o chiusa da mure cittadine;
- $\Delta L_{distanza} = 10 \times \log[(d + D)/(D \times \cos \delta)]$ ;
- $\Delta L_{suolo} = (1 - e^{-d/300}) \times (1 + 20/h_m)$ ;
- $\Delta L_{aria} = 0,005 \times d$ ;
- $d$  = distanza tra ciglio della strada e ricettore;
- $h_m$  = altezza media sorgente ricettore;
- $\delta$  = angolo formato dall'orizzontale e dalla congiungente tra sorgente e ricettore;
- $D$  = distanza tra ciglio della strada (punto di osservazione) e mezzera stradale;
- $V_m$  = velocità media flusso traffico;
- $h_r$  = altezza ricettore;
- $h_s$  = altezza sorgente.

### 6.2. IMPATTO ACUSTICO GENERATO DALL'ATTIVITÀ IN CAVA

Il calcolo del Livello equivalente indotto dall'attività di scavo e dai lavori di impermeabilizzazione dei bacini è stato effettuato utilizzando la seguente relazione (modello matematico ISO9613; v. Allegato B2):

$$L_p = L_w + DC - A_{div} + A_{atm} + A_{gr} = L_w + \left[ 10 \times \log \left( 1 + \frac{d^2 + (h_s - h_r)^2}{d^2 + (h_s + h_r)^2} \right) \right] - \left[ 20 \times \log \left( \frac{d}{d_0} \right) + 11 \right] - \left[ \frac{\alpha \times d}{1000} \right] - \left[ 4,8 - \left( \frac{2 \times h_m}{d} \right) \times \left( 17 + \frac{300}{d} \right) \right]$$

dove:

- $L_p$  = livello sonoro nella posizione del ricevitore;
- $L_w$  = livello di potenza sonora della sorgente;
- DC = indice di direttività della sorgente;
- $A_{div}$  = attenuazione dovuta alla divergenza geometrica;
- $A_{atm}$  = attenuazione dovuta all'assorbimento atmosferico;
- $A_{gr}$  = attenuazione dovuta all'effetto del suolo;
- $d$  = distanza tra sorgente e ricevitore;
- $h_m$  = altezza media tra sorgente e ricevitore;
- $h_s$  = altezza sorgente;
- $h_r$  = altezza ricevitore;
- $\alpha$  = coefficiente di attenuazione (8,686/1000 dB);

### 6.3. RISULTATI OTTENUTI

Il calcolo del livello sonoro ai ricettori è stato effettuato sulla base delle seguenti considerazioni:

- gli aspetti climatici considerati sono "l'Umidità relativa media annua durante il periodo diurno", pari a UR = 50%, e la "Temperatura media annua durante il periodo diurno", pari a Tm = 15°;
- le sorgenti acustiche nella situazione maggiormente critica sono legate alle operazioni di montaggio del ponte Baley ( $L_w = 104,2$  dBA), realizzazione della strada di accesso ( $L_w = 104,2$  dBA), rimozione del cappellaccio ( $L_w = 104,0$  dBA), coltivazione della risorsa ( $L_w = 107,2$  dBA) e sistemazione finale ( $L_w = 104,0$  dBA);
- le varie attività fonte di emissione acustica non sono coincidenti in termini temporali; solamente durante la coltivazione della risorsa può verificarsi la sovrapposizione delle operazioni di sistemazione finale o di rimozione del cappellaccio;

Nelle successive Tabelle sono riportati i risultati forniti dall'applicazione della norma ISO 9613, ottenuti nel rispetto delle considerazioni sopraelencate.

Tabella 6.1 – Sintesi della situazione d'impatto per i ricettori situati nelle zone adiacenti alla cava nella fase di montaggio del ponte Baley

Ricettore	livello attività	livello ante operam	livello totale	Limiti di zona day	Superam.	Leq differenz	Limiti diff.	Superam.	Limite assoluto diurno per attività di cantiere	Superam.
RRUM0R02	38,2	49,4	49,7	60,0	NO	0,3	5	NO	70	NO
RRUM0R03	47,9	43,3	49,2	65,0	NO	5,9	5	SI	70	NO
RRUM0R04	42,6	41,3	45,0	55,0	NO	3,7	5	NO	70	NO
RRUM0R05	40,6	41,3	44,0	55,0	NO	2,7	5	NO	70	NO
RRUM0R06	-	40,8	-	50,0	-	-	5	-	70	-
RRUM0R07	38,5	41,1	43,0	55,0	NO	1,9	5	NO	70	NO
RRUM0R08	-	41,1	-	60,0	-	-	5	-	70	-
RRUM0R09	-	41,1	-	60,0	-	-	5	-	70	-
RRUM0R10	-	41,1	-	60,0	-	-	5	-	70	-
RRUM0R11	46,6	48,2	50,5	50,0	SI	2,3	5	NO	70	NO
RRUM0R12	43,8	48,2	49,6	50,0	NO	1,4	5	NO	70	NO
RRUM0R13	45,8	48,2	50,2	55,0	NO	2,0	5	NO	70	NO
RRUM0R14	46,0	48,2	50,2	55,0	NO	2,0	5	NO	70	NO

Tabella 6.2 – Sintesi della situazione d'impatto per i ricettori situati nelle zone adiacenti alla cava nella fase di realizzazione della pista di accesso

Ricettore	livello attività	livello ante operam	livello totale	Limiti di zona day	Superam.	Leq differenz	Limiti diff.	Superam.	Limite assoluto diurno per attività di cantiere	Superam.
RRUM0R02	43,4	49,4	50,4	60	NO	1,0	5	NO	70	NO
RRUM0R03	46,0	43,3	47,9	65	NO	4,6	5	NO	70	NO
RRUM0R04	56,3	41,3	56,4	55	SI	15,1	5	SI	70	NO
RRUM0R05	62,5	41,3	62,5	55	SI	21,2	5	SI	70	NO
RRUM0R06	-	40,8	-	50	-	-	5	-	70	-
RRUM0R07	46,6	41,1	47,7	55	NO	6,6	5	SI	70	NO
RRUM0R08	-	41,1	-	60	-	-	5	-	70	-
RRUM0R09	-	41,1	-	60	-	-	5	-	70	-
RRUM0R10	-	41,1	-	60	-	-	5	-	70	-
RRUM0R11	45,1	48,2	49,9	50	NO	1,7	5	NO	70	NO
RRUM0R12	44,6	48,2	49,8	50	NO	1,6	5	NO	70	NO
RRUM0R13	42,2	48,2	49,2	55	NO	1,0	5	NO	70	NO
RRUM0R14	44,5	48,2	49,7	55	NO	1,5	5	NO	70	NO

Tabella 6.3 – Sintesi della situazione d'impatto per i ricettori situati nelle zone adiacenti alla cava nella fase di coltivazione; il livello di attività della cava comprende la concomitanza della fase di scavo con quella di rimozione del cappellaccio o di sistemazione finale

Ricettore	livello traffico	livello attività cava	livello attività totale	livello ante operam	livello totale	Limiti di zona day	Sup.	Leq differ.	Limiti diff.	Sup.	Limite assoluto diurno per attività di cantiere	Sup.
RRUM0R02	40,7	-	40,7	49,4	49,9	60	NO	0,5	5	NO	70	NO
RRUM0R03	43,0	-	43,0	43,3	46,1	65	NO	2,8	5	NO	70	NO
RRUM0R04	50,7	49,4	53,1	41,3	53,4	55	NO	12,1	5	SI	70	NO
RRUM0R05	54,3	56,2	58,4	41,3	58,5	55	SI	17,2	5	SI	70	NO
RRUM0R06	-	41,0	41,0	40,8	43,9	50	NO	3,1	5	NO	70	NO
RRUM0R07	43,4	56,1	56,4	41,1	56,5	55	SI	15,4	5	SI	70	NO
RRUM0R08	-	47,7	47,7	41,1	48,5	60	NO	7,4	5	SI	70	NO
RRUM0R09	-	45,5	45,5	41,1	46,9	60	NO	5,8	5	SI	70	NO
RRUM0R10	-	42,1	42,1	41,1	44,6	60	NO	3,5	5	NO	70	NO
RRUM0R11	42,1	40,3	44,3	48,2	49,7	50	NO	1,5	5	NO	70	NO
RRUM0R12	41,8	40,6	44,2	48,2	49,7	50	NO	1,5	5	NO	70	NO
RRUM0R13	39,6	40,8	43,2	48,2	49,4	55	NO	1,2	5	NO	70	NO
RRUM0R14	41,6	39,7	43,8	48,2	49,5	55	NO	1,3	5	NO	70	NO

Alla luce dei dati contenuti nelle precedenti tabelle sono possibili le seguenti considerazioni:

- ai Ricettori esposti non è mai superato il limite assoluto diurno per attività di cantiere in nessuna delle tipologie di lavoro descritte nei capitoli precedenti;
- nella fase di montaggio del ponte Baley avviene il superamento del livello differenziale di 5 dBA, di cui all'art. 2 comma 3 lettera b) della L. N. 447 del 26/10/1995, al ricettore RRUM0R03;
- nella fase di realizzazione della pista di accesso avviene il superamento del livello differenziale di 5 dBA, di cui all'art. 2 comma 3 lettera b) della L. N. 447 del 26/10/1995, ai ricettori RRUM0R04, RRUM0R05, e RRUM0R07 (tutti

disabitati) e del limite assoluto di zona, stabilito dal D.P.C.M. 01/03/91 per la classe II "aree prevalentemente residenziali" ai ricettori RRUM0R04 e RRUM0R05 (entrambi disabitati);

- nella fase di coltivazione della cava avviene il superamento del livello differenziale di 5 dBA, di cui all'art. 2 comma 3 lettera b) della L. N. 447 del 26/10/1995, ai ricettori RRUM0R04, RRUM0R05, RRUM0R07, RRUM0R08 e RRUM0R09 (di tali ricettori solo RRUM0R08 è abitato);
- nella fase di coltivazione della cava avviene il superamento del limite assoluto di zona, stabilito dal D.P.C.M. 01/03/91 per la classe II "aree prevalentemente residenziali" ai ricettori RRUM0R05 e RRUM0R07 (entrambi disabitati).

Analizzando nel loro complesso la durata delle operazioni di coltivazione della cava, la situazione abitativa dei ricettori esposti, i livelli d'immissione del rumore sono conformi alla legislazione vigente in materia.

L'unica situazione, anche se conforme alla legge, ma che comporta un impatto sul clima acustico è quella relativa al ricettore RRUM0R08 nel quale si verifica il superamento del limite differenziale.

#### 6.4. MISURE DI MITIGAZIONE

In base alle analisi svolte emerge che i livelli d'immissione del rumore sono conformi alla legislazione vigente in materia l'impatto acustico

L'unica situazione, anche se conforme alla legge, ma che comporta un impatto sul clima acustico è quella relativa al ricettore RRUM0R08 nel quale si verifica il superamento del limite differenziale.

Al fine di mitigare tale situazione d'impatto è possibile prescrivere che una parte del cappellaccio sia utilizzato per la formazione di una duna sul lato est della cava, in modo da ridurre il livello differenziale.

Tale duna dovrà essere estesa per tutto il lato est della cava con un'altezza non inferiore a 2 metri.

La soluzione consente di migliorare il clima acustico al ricettore esposto come illustrato nella successiva tabella 6.5.

Tabella 6.5 – Sintesi della situazione d'impatto al ricettore RRUM0R08 mediante l'interposizione di una duna

Ricettore	livello traffico	livello attività cava	livello attività totale	livello ante operam	livello totale	Limiti di zona day	Sup.	Leq differ.	LimitE diff.	Sup.	Limite assoluto diurno per attività di cantiere	Sup.
RRUM0R08	-	40,2	40,2	41,1	43,7	60	NO	2,6	5	NO	70	NO

Dall'esame della tabella 6.5 si evince che l'interposizione di una duna risulta ampiamente sufficiente per la mitigazione delle immissioni acustiche al ricettore RRUM0R08.

## 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.

Classe	Classi di destinazione d'uso del territorio	Limiti assoluti (dBA)		Limiti differenziali (dBA)	
		notturno	diurno	notturno	diurno
I	Aree particolarmente protette	40	50	3	5
II	Aree prevalentemente residenziali	45	55	3	5
III	Aree di tipo misto	50	60	3	5
IV	Aree di intensa attività umana	55	65	3	5
V	Aree prevalentemente industriali	60	70	3	5
VI	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, industriali, 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 dBA), una singola sorgente sonora non può superare (da sola) i 60 dB(A), mentre l'assieme di tutte le sorgenti sonore non può superare i 65 dB(A); 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 classe VI, ed inoltre quando il livello di immissione, misurato a finestre aperte, è inferiore a 50 dB(A) di giorno ed a 40 dB(A) di notte, ovvero quando, a finestre chiuse, tali valori sono inferiori rispettivamente a 35 dB(A) diurni e 25 dB(A) notturni; sulla base di 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.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)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo 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 della strada)	Sottotipi a fini acustici (secondo norme Cm 1980 e direttive Put)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole, ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
			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

## ALLEGATO B – MEDODI DI ANALISI DELLO STATO AMBIENTALE

### B1 - Modello SEL per il disturbo causato da sorgenti lineari - strade

La valutazione del disturbo causato dal traffico stradale, oltre ai parametri sopra descritti e misurati sperimentalmente, è stata eseguita attraverso il modello SEL, che sulla base delle caratteristiche del traffico effettivo (numero dei mezzi all'ora, discretizzati tra veicoli industriali leggeri, veicoli industriali pesanti automobili, motociclette e motorini, velocità di percorrenza), e sulle condizioni al contorno (tipologia del manto stradale, presenza o meno di edifici, morfologia), consente di ricostruire la situazione del rumore ambientale nello spazio.

Il modello necessita ovviamente di essere calibrato attraverso il confronto tra i valori misurati sperimentalmente mediante apparecchio misuratore (fonometro) e quelli calcolati in considerazione delle condizioni fisiche del punto di misura.

La relazione per il calcolo del livello sonoro equivalente nello spazio  $L_{Aeq}$ , mediante modello matematico SEL è la seguente:

$$L_{Aeq} = 10 \times \log \left[ \frac{1}{3600} \left( N_{auto} \times 10^{\frac{SEL(auto)}{10}} + N_{vil} \times 10^{\frac{SEL(vil)}{10}} + N_{vip} \times 10^{\frac{SEL(vip)}{10}} + N_{moto} \times 10^{\frac{SEL(moto)}{10}} \right) \right]$$

$$+ \Delta L_v + \Delta L_s + \Delta L_G + \Delta L_Z - \Delta L_{distanza} - \Delta L_{suolo} - \Delta L_{aria}$$

dove:

$\Delta L_v$  = fattore di correzione per le diverse velocità medie del flusso da traffico;

$\Delta L_s$  = fattore di correzione per il tipo di manto stradale;

$\Delta L_G$  = fattore di correzione per la pendenza della strada;

$\Delta L_z$  = fattore di correzione per il tipo di strada aperta o chiusa da mure cittadine;

$\Delta L_{distanza} = 10 \times \log[(d + D)/(D \times \cos \delta)]$ ;

$\Delta L_{suolo} = (1 - e^{-d/300}) \times (1 + 20/h_m)$ ;

$\Delta L_{aria} = 0,005 \times d$ ;

$d$  = distanza tra ciglio della strada e ricettore;

$h_m$  = altezza media sorgente ricettore;

$\delta$  = angolo formato dall'orizzontale e dalla congiungente tra sorgente e ricettore;

$N_{auto}$  = numero auto per ora;

$N_{vil}$  = numero veicoli industriali leggeri per ora;

$N_{vip}$  = numero veicoli industriali pesanti per ora;

$N_{moto}$  = numero motocicli e ciclomotori per ora;

$D$  = distanza tra ciglio della strada (punto di osservazione) e mezzera stradale;

$V_m$  = velocità media flusso traffico;

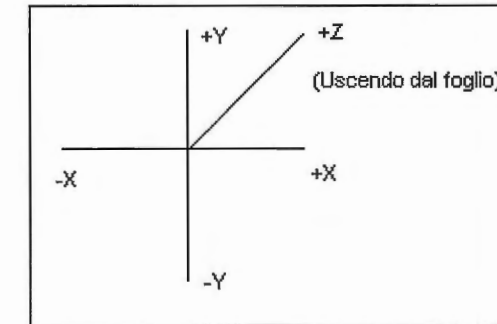
$h_r$  = altezza ricettore;

$h_s$  = altezza sorgente.

Tabella ALL. B1 - Valori medi di SEL per alcune tipologie di autoveicoli in funzione della velocità di marcia su superficie stradale pianeggiante di asfalto

Tipologia	Acc.	Dec.	Acc.	Dec.	Velocità costante km/h			
	0 ÷ 30	30 ÷ 0	30 ÷ 50	50 ÷ 30	50 ÷ 70	70 ÷ 90	90 ÷ 110	> 110
Motocicli	78,8	81,1	79,9	85,1	76,3	86,0	86,8	88,2
Autovetture	73,3	75,0	78,6	78,7	73,1	80,2	81,3	81,3
Camion 2 assi	86,8	88,6	90,7	88,7	80,2	77,1	77,8	78,3
Camion 3 assi	88,1	90,9	85,8	87,9	82,2	84,6	83,6	83,6
TIR	91,5	91,0	87,7	88,6	83,9	86,1	86,5	87,7

Il modulo di calcolo utilizza un sistema di coordinate cartesiane espresso in metri per l'implementazione della distribuzione del rumore nello spazio. Gli assi sono orientati come nella seguente figura:



Assi cartesiani di riferimento adottati nel modello.

Le coordinate dei vari oggetti (sorgenti, barriere, edifici, ecc.) sono espresse in metri.

Per la valutazione di alcuni effetti (orografia, effetto del terreno, fondo sonoro) sono stati assegnati al reticolo di calcolo una matrice (i,j) che contenga un valore della grandezza in esame per ogni cella.

Dati i valori dell'origine del reticolo di calcolo ( $x_0, y_0$ ), la dimensione della singola cella ( $dx, dy$ ) e il numero totale di celle ( $n_x, n_y$ ) le coordinate delle singole celle del reticolo sono espresse dalle relazioni seguenti:

$$x = x_0 + (i - 1) \cdot dx$$

$$y = y_0 + (j - 1) \cdot dy$$

### B2 - Modello ISO 9613 per il disturbo causato dalle sorgenti fisse

La norma ISO 9613 (prima edizione 15 dicembre 1996), intitolata "Attenuation of sound during propagation outdoors", consiste di due parti:

1. Calculation of the absorption of sound by the atmosphere;
2. General method of calculation.

La prima parte tratta con molto dettaglio l'attenuazione del suono causata dall'assorbimento atmosferico; la seconda parte tratta vari meccanismi d'attenuazione del suono durante la sua propagazione nell'ambiente esterno (diffrazione, schermi, effetto suolo). Il trattamento del suono descritto nella seconda parte è riconosciuto dalla stessa norma come "più approssimato ed empirico" rispetto a quanto descritto nella prima parte.

Scopo della ISO 9613-2 è fornire un metodo ingegneristico per calcolare l'attenuazione del suono durante la propagazione in esterno. La norma calcola il livello continuo equivalente della pressione sonora pesato in curva A che si ottiene assumendo sempre condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione del suono, cioè propagazione sottovento o in condizioni di moderata inversione al suolo. In tali condizioni la propagazione del suono è curvata verso il terreno.

Il metodo contiene una serie di algoritmi in banda d'ottava per il calcolo dei seguenti effetti:

- attenuazione per divergenza geometrica;
- attenuazione per assorbimento atmosferico;
- attenuazione per effetto del terreno;
- riflessione del terreno;
- attenuazione per presenza di ostacoli che si comportano come schermi.

Le sorgenti sonore trattate dalla ISO 9613-2 sono sorgenti puntiformi descritte tramite i valori di direttività e di potenza sonora in banda d'ottava (dB):

- la potenza sonora in banda d'ottava (dB) è convenzionalmente specificata in relazione ad una potenza sonora di riferimento di un picowatt; i valori vanno inseriti per ogni banda d'ottava (62,5Hz ; 125Hz; 250Hz; 500Hz; 1kHz; 2kHz; 4kHz; 8kHz);
- la direttività (dB) è un termine che dipende dalla frequenza e dalla direzione e rappresenta la deviazione del livello equivalente di pressione sonora (SPL) in una specifica direzione rispetto al livello prodotto da una sorgente omnidirezionale.

Le equazioni di base utilizzate dal modello della ISO 9613-2 sono:

$$L_p(f) = L_w(f) + D(f) - A(f)$$

dove:

- $L_p$  = livello di pressione sonora equivalente in banda d'ottava (dB) generato nel punto p dalla sorgente w alla frequenza  $f$ ;
- $L_w$  = livello di potenza sonora in banda d'ottava alla frequenza  $f$  (dB) prodotto dalla singola sorgente w relativa ad una potenza sonora di riferimento di un picowatt;
- D = indice di direttività della sorgente w (dB);
- A = attenuazione sonora in banda d'ottava (dB) alla frequenza  $f$  durante la propagazione del suono dalla sorgente w al ricevitore p;

Il termine di attenuazione A è espresso dalla seguente equazione:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}$$

dove:

- $A_{div}$  = attenuazione dovuta alla divergenza geometrica;
  - $A_{atm}$  = attenuazione dovuta all'assorbimento atmosferico;
  - $A_{gr}$  = attenuazione dovuta all'effetto del suolo;
  - $A_{bar}$  = attenuazione dovuta alle barriere;
  - $A_{misc}$  = attenuazione dovuta ad altri effetti (descritti nell'appendice della norma).
- Il valore totale del livello sonoro equivalente ponderato in curva A si ottiene sommando i contributi di tutte le bande d'ottava e di tutte le sorgenti presenti secondo l'equazione seguente:

$$Leq(dBA) = 10 \log \left( \sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^8 10^{0,1(L_p(j)+A(f))} \right) \right)$$

dove:

- n = numero di sorgenti;
- j = indice che indica le otto frequenze standard in banda d'ottava da 63 Hz a 8kHz;
- $A_f$  = indica il coefficiente della curva ponderata A.

#### Divergenza geometrica

L'attenuazione per divergenza è calcolata secondo la seguente formula:

dove:

$$A_{div} = 20 \log \left( \frac{d}{d_0} \right) + 11 \quad dB$$

- d = distanza tra la sorgente e il ricevitore in metri;
- $d_0$  = distanza di riferimento (pari a 1 metro).

#### Assorbimento atmosferico

L'attenuazione per assorbimento atmosferico è calcolata secondo la formula:

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

dove:

- d = distanza di propagazione in metri;
- $\alpha$  = coefficiente di assorbimento atmosferico in decibel per chilometro per ogni banda d'ottava.

#### Assorbimento del terreno

La ISO 9613-2 prevede due metodi per il calcolo dell'attenuazione dovuta all'assorbimento del terreno: il metodo completo e il metodo alternativo.

Il metodo completo si basa sull'ipotesi che nelle condizioni meteorologiche di propagazione del suono previste dalla norma l'attenuazione dovuta all'interferenza del suono si realizzi principalmente in due aree limitate una vicina alla sorgente e una vicina al ricevitore. Queste due aree hanno rispettivamente estensione massima pari a trenta volte l'altezza della sorgente sul suolo e trenta volte l'altezza del ricevitore sul suolo. L'equazione utilizzata è la seguente:

$$A_{gr} = A_s + A_r + A_m$$

dove :

- $A_s$  = attenuazione calcolata nella regione della sorgente;
  - $A_r$  = attenuazione calcolata nella regione del ricevitore;
  - $A_m$  = attenuazione calcolata nella regione di mezzo (che può anche non esserci).
- La Tab. ALL. B2 riporta lo schema di calcolo descritto nella norma.

Tabella ALL. B2 – Schema di calcolo per la determinazione dell'attenuazione nella regione della sorgente e del ricevitore.

Hz	$A_s, A_r$ (dB)	$A_m$ (dBI)
63	-1,5	-3q
125	-1,5+G·a(h)	-3q(1-Gm)
250	-1,5+G·b(h)	-3q(1-Gm)
500	-1,5+G·c(h)	-3q(1-Gm)
1000	-1,5+G·d(h)	-3q(1-Gm)
2000	-1,5(1-G)	-3q(1-Gm)
4000	-1,5(1-G)	-3q(1-Gm)
8000	-1,5(1-G)	-3q(1-Gm)

dove :

$$a(h) = 1,5 + 3 \cdot e^{-0,12(h-5)^2} (1 - e^{-d/50}) + 5,7 \cdot e^{-0,09h^2} (1 - e^{-2,8 \cdot 10^{-6} \cdot d^2})$$

$$b(h) = 1,5 + 8,6 \cdot e^{-0,09h^2} (1 - e^{-d/50})$$

$$c(h) = 1,5 + 14 \cdot e^{-0,46h^2} (1 - e^{-d/50})$$

$$d(h) = 1,5 + 5 \cdot e^{-0,9h^2} (1 - e^{-d/50})$$

h = nel calcolo di  $A_s$  rappresenta l'altezza sul suolo in metri della sorgente, nel calcolo di  $A_r$  rappresenta l'altezza sul suolo in metri del ricevitore;

d = è la proiezione sul piano della distanza in metri tra sorgente e ricevitore;

$$q = 1 - \frac{30(h_s + h_r)}{d}$$

q = se  $d \leq 30 \cdot (h_s + h_r)$  il termine q vale 0 altrimenti vale

G = Ground factor, fattore che descrive le proprietà acustiche del terreno compreso tra 0 (Hard ground) e 1 (Porous Ground).

Il metodo alternativo, rispetto a quello completo, è maggiormente semplificato e calcola l'attenuazione dovuta

al terreno ponderata in curva A (e non quindi in banda d'ottava):

$$A_{gr} = 4,8 - \frac{2 \times h_m}{d} \times \left( 17 + \frac{300}{d} \right)$$

dove:

$h_m$  = altezza media del raggio di propagazione in metri;

$d$  = distanza tra la sorgente e il recettore in metri;

#### Assorbimento dovuto a schermi

Le condizioni per considerare un oggetto come schermo sono le seguenti:

- la densità superficiale dell'oggetto è almeno pari a 10 Kg/m<sup>2</sup>;
- l'oggetto ha una superficie uniforme e compatta (si ignorano quindi molti impianti presenti in zone industriali);
- la dimensione orizzontale dell'oggetto normale al raggio acustico è maggiore della lunghezza d'onda della banda nominale in esame.

Il modello di calcolo valuta solo la diffrazione dal bordo superiore orizzontale secondo l'equazione :

$$A_{bar} = D_z - A_{gr}$$

dove:

$D_z$  = attenuazione della barriera in banda d'ottava;

$A_{gr}$  = attenuazione del terreno in assenza della barriera.

L'equazione che descrive l'effetto dello schermo è la seguente:

$$D_z = 10 \times \log(3 + (C_2 / \lambda) \times C_3 \times z \times K_{met}) \quad dB$$

dove:

$C_2$  = uguale a 20;

$C_3$  = vale 1 in caso di diffrazione semplice mentre in caso di diffrazione doppia vale:

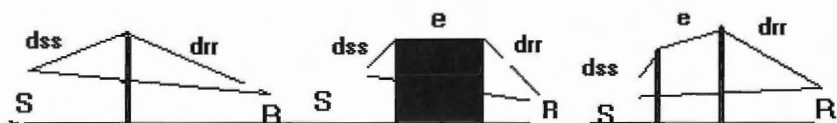
$$C_3 = (1 + (5 \times \lambda / e)^2) / (1/3 + (5 \times \lambda / e)^2)$$

$\lambda$  = lunghezza d'onda nominale della banda d'ottava in esame;

$z$  = differenza tra il percorso diretto del raggio acustico e il percorso diffratto calcolato come mostrato nelle immagini seguenti;

$K_{met}$  = correzione meteorologica data da  $K_{met} = \exp(-1/2000) \sqrt{d_{ss} \times d_{sr} \times d / (2z)}$ ;

$e$  = distanza tra i due spigoli in caso di diffrazione doppia.



Schema esemplificativo dei tipi di schermi e delle grandezze in gioco.

#### Attenuazione dovuta a propagazione attraverso vegetazione

L'attenuazione dovuta alla vegetazione è molto limitata e si verifica solo se la vegetazione è molto densa al punto da bloccare la vista. L'attenuazione si verifica solo nei pressi della sorgente e nei pressi del recettore secondo la seguente Tab. ALL. B3.

Tabella ALL. B3 – Confronto tra lo spessore della barriera "d" in metri e il corrispondente valore di attenuazione in dB/m per banda d'ottava (per valori di d superiori a 200 metri si assume comunque d = 200 metri).

(m)	63 (Hz)	125 (Hz)	250 (Hz)	500 (Hz)	1000 (Hz)	2000 (Hz)	4000 (Hz)	8000 (Hz)
10 ≤ d ≤ 20	0	0	1	1	1	1	2	3
20 ≤ d ≤ 200	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,09	0,12

#### Attenuazione dovuta a propagazione attraverso siti industriali

L'attenuazione è linearmente proporzionale alla lunghezza del percorso curvo d che attraversa il sito industriale secondo la seguente Tab. ALL. B4.

Tabella ALL. B4 – Valore di attenuazione in dB/m per banda d'ottava (tale attenuazione non deve comunque superare 10 dB).

63 (Hz)	125 (Hz)	250 (Hz)	500 (Hz)	1000 (Hz)	2000 (Hz)	4000 (Hz)	8000 (Hz)
0	0,015	0,025	0,025	0,02	0,02	0,015	0,015

#### Attenuazione dovuta a propagazione attraverso siti edificati

L'attenuazione dovuta all'attraversamento di zone edificate è calcolata secondo la formula:

$$A_{haus} = 0,1 \times B \times d$$

dove:

$B$  = densità degli edifici nella zona data dal rapporto tra la zona edificata e la zona libera;

$d$  = lunghezza del raggio curvo che attraversa la zona edificata sia nei pressi della sorgente che nei pressi del recettore, calcolato come descritto in precedenza.

Si tenga presente che:

- il valore dell'attenuazione non deve superare i 10 dB;
- se il valore dell'attenuazione del suolo calcolato come se le case non fossero presenti è maggiore dell'attenuazione calcolata con l'equazione sopra, allora tale ultimo termine viene trascurato.

### B3 - Descrizione della tecnica di misura fonometrica

La campagna di misura fonometrica si basa su una tecnica chiamata campionamento spazio-temporale. Mediante questa tecnica il valore del livello continuo equivalente  $L_{Aeq}$  su periodi medio lunghi non è misurato direttamente, come invece avviene in un rilevamento continuo, bensì è stimato sulla base di una serie di dati rilevati in prefissati intervalli di tempo, solitamente molto brevi rispetto all'intero periodo a cui è riferito il  $L_{Aeq}$ .

Nella tecnica di campionamento sono distinti in genere i seguenti periodi temporali, definiti anche nel D.M.Amb. del 16.3.1998:

- Tempo a lungo termine  $T_L$ : la cui durata è stabilita in relazione agli obiettivi dell'indagine;
- Tempo di riferimento  $T_R$ : individuato all'interno di  $T_L$  rappresenta il periodo della giornata all'interno del quale si eseguono le misurazioni; il Decreto distingue inoltre tra tempo di riferimento diurno  $T_{Rd}$  (tra le 06 e le 22) e tempo di riferimento notturno  $T_{Rn}$  (tra le 22 e le 06), e si ha per cui:

$$\sum_{i=1}^r T_{Rdi} = T_{Ld} \quad \sum_{i=1}^r T_{Rni} = T_{Ln}$$

- Tempo di osservazione  $T_O$ : collocato all'interno di ogni singolo tempo  $T_{Ri}$  e definibile in uno o più tempi  $T_{Oj}$ :

$$\sum_{j=1}^o T_{Oj} \leq T_{Ri}$$

- Tempo di misurazione  $T_M$ : collocato all'interno di un tempo di ciascun tempo  $T_{Oj}$  e vale:

$$\sum_{k=1}^m T_{Mk} \leq T_{Oj}$$

Ad ogni k-esimo intervallo di misura  $T_{Mk}$ , di durata  $t_k$ , è associato il corrispondente livello equivalente  $L_{Aeq, TMk}$ . L'ipotesi alla base è che il valore del livello equivalente  $L_{Aeq}$  corrispondente all'insieme dei K-esimi livelli misurati  $L_{Aeq, TMk}$  coincida con il livello equivalente riferito al tempo di osservazione  $T_{Oj}$  contenente i k-esimi tempi  $T_{Mk}$ , ossia:

$$L_{Aeq, T_{Oj}} = 10 \log \left[ \frac{1}{T_{Mtot}} \cdot \sum_{k=1}^m t_k \cdot 10^{(L_{Aeq, TMk} / 10)} \right]$$

in cui  $T_{Mtot}$  è il tempo totale di misurazione contenuto in  $T_{Oj}$  pari a:

$$T_{Mtot} = \sum_{k=1}^m t_k$$

dall'insieme dei j-esimi livelli  $L_{Aeq, T_{Oj}}$  si ricava il livello equivalente riferito al tempo di riferimento  $T_{Ri}$ :

$$L_{Aeq, T_{Ri}} = 10 \log \left[ \frac{1}{T_{Ri}} \cdot \sum_{j=1}^o t_j \cdot 10^{(L_{Aeq, T_{Oj}} / 10)} \right]$$

analogamente si ricava il livello equivalente  $L_{Aeq, T_L}$  riferito al tempo di riferimento  $T_L$  mediante la relazione:

$$L_{Aeq, T_L} = 10 \log \left[ \frac{1}{r} \cdot \sum_{i=1}^r 10^{(L_{Aeq, T_{Ri}} / 10)} \right]$$

In pratica, per ciascuna zona da analizzare, si sceglie una postazione particolarmente rilevante in termini di stretta relazione causa-effetto; in pratica, si sceglie un edificio affacciato sulla viabilità principale, in modo che il microfono rilevi un segnale massimamente correlato con il flusso veicolare e le attività industriali che costituiscono le sorgenti sonore principali.

Utilizzando uno strumento portatile, nel corso delle 24 ore sono eseguiti rilievi "spot", in modo da verificare la distribuzione spaziale del livello sonoro nell'area. Ciascun rilievo "spot" ha una durata tipica di 10 - 15 minuti.

Ipotizzando che la legge di distribuzione spaziale del rumore resti invariata nel corso delle 24 ore, conoscendo il livello della posizione di riferimento negli stessi 10 - 15 minuti in cui si è svolto ciascun rilievo "spot", diventa possibile calcolare per differenza anche il livello equivalente riferito all'intero tempo di riferimento diurno o notturno in ciascuna posizione secondaria, con un errore piuttosto contenuto, soprattutto se si è scelta con cura la postazione di rilievo primario, in modo che il segnale da essa rilevato sia ben correlato con le principali sorgenti di rumore della zona.

#### B4 - Catena strumentale

La catena strumentale utilizzata per i rilievi fonometrici risponde alle norme IEC 804 e 651 Classe 1 ed è costituita da:

- FONOMETRO: Marca Delta QHM – Modello HD9020K1 – n. di serie 0401020009;
- TIPOLOGIA: CLASSE 1 secondo le norme IEC n. 651;  
CLASSE 1 secondo le norme IEC n. 804;  
CLASSE 1 secondo le norme IEC n. 225;
- MICROFONO: Marca Delta OHM – Modello MK221 – n. di serie 25073;
- CALIBRATORE: Marca Delta OHM – Modello HD9101 – Tarato: livello 94,0 a 114 dB – Freq. 1000 Hz;
- TARATURA: Calibrazione effettuata dalla ditta Delta OHM – via Marconi, 5 Caselle di Selvazzano (PD).

Le misure sono state eseguite in condizioni meteorologiche normali, con cielo sereno ed in assenza di precipitazioni atmosferiche.

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.