

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 Direttore Tecnico:

**IMPRESA PIZZAROTTI & C. S.p.A.**  
**Il Responsabile di Progetto**  
**Dott. Ing. Luca Bondanelli**

Il Geologo:

PROGETTAZIONE DI:



A.T.I.:

**idroesse**  
engineering  
MANDATARIA

**ROKSOUL** S.p.A.  
MANDANTE

**VIA**  
INGEGNERIA S.r.l.  
MANDANTE

Il Progettista:

Ing. Fabio Nigrelli

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Palermo n. 3581



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 Integrazioni Prestazioni Specialistiche:

Impresa Pizzarotti & C. S.p.A.

Ing. Pietro Mazzoli

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 821



Titolo Elaborato:

**Cantierizzazione  
Cantiere**

**Ambito operativo 1 – Area di cantierizzazione 1B  
Relazione tecnica previsionale impatto acustico**

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     | CN        | 02      | C        | RE       | 008           | B    |

| Rev. | Data       | DESCRIZIONE REVISIONE  | Redatto | Controllato | Approvato |
|------|------------|--|---------|-------------|-----------|
| B    | 10/12/2014 | Lettera Comune Trecasali prot. 9938/2014 del 21/10/2014 -P.to 34 | Y.ZORZI | F.NIGRELLI  | MAZZOLI   |
| A    | 16/06/2014 | RIEMMISSIONE PROGETTO ESECUTIVO                                  | Y.ZORZI | F.NIGRELLI  | MAZZOLI   |

## SOMMARIO

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1   | Quadro Normativo e Metodologia.....  | 3  |
| 1.1 | Premessa.....  | 3  |
| 1.2 | Analisi dei limiti di legge.....   | 4  |
| 1.3 | Metodologia di indagine.....   | 5  |
| 2   | Livelli di rumore ante Operam.....   | 6  |
| 2.1 | Descrizione risultati del monitoraggio ante operam.....  | 6  |
| 2.2 | Valutazione clima acustico Ante Operam.....  | 8  |
| 3   | Emissione sonora attività di cantiere.....   | 9  |
| 3.1 | Emissione del cantiere 1B.....   | 10 |
| 3.2 | Interventi di Mitigazione.....   | 12 |
| 4   | Stima del valore assoluto di immissione "Post Operam".....                                     | 14 |
| 5   | Stima del Valore Differenziale di Immissione.....  | 17 |
| 5.1 | Calcolo del rumorosità interna a finestre aperte a partire dalla pressione sonora esterna..... | 19 |
| 6   | Considerazioni Conclusive.....   | 20 |

# 1 QUADRO NORMATIVO E METODOLOGIA

## 1.1 PREMESSA

La presente relazione attiene la valutazione di impatto acustico che verrà prodotta dal cantiere denominato 1B per la realizzazione del raccordo autostradale tra la A15 "Autostrada della Cisa" e la A22 "Autostrada del Brennero" - Fontevivo (PR) - Nogarole Rocca (VR) – 1° Lotto da Fontevivo (PR) all'Autostazione "Trecasali-Terre Verdiane". Nel cantiere non è prevista la realizzazione di impianti di produzione ma solamente un'area di caratterizzazione e stoccaggio delle terre ASC4, oltre ai prefabbricati con gli uffici; la figura 1 riporta la ripartizione dell'area di cantiere.

Il cantiere 1B ha quindi la funzione di deposito dei materiali di risulta dagli scavi, dei materiali da costruzione, delle attrezzature e dei mezzi d'opera; l'emissione sonora sarà principalmente prodotta dalle macchine operatrici, dall'attività di carico e scarico dei materiali di scavo, dei materiali in deposito ai cantieri sul tracciato.

L'attività lavorativa sarà su di un turno di 8 ore in periodo diurno, mentre in periodo notturno le uniche emissioni potranno essere dovute agli impianti di climatizzazione dei prefabbricati nell'area Ovest del cantiere.

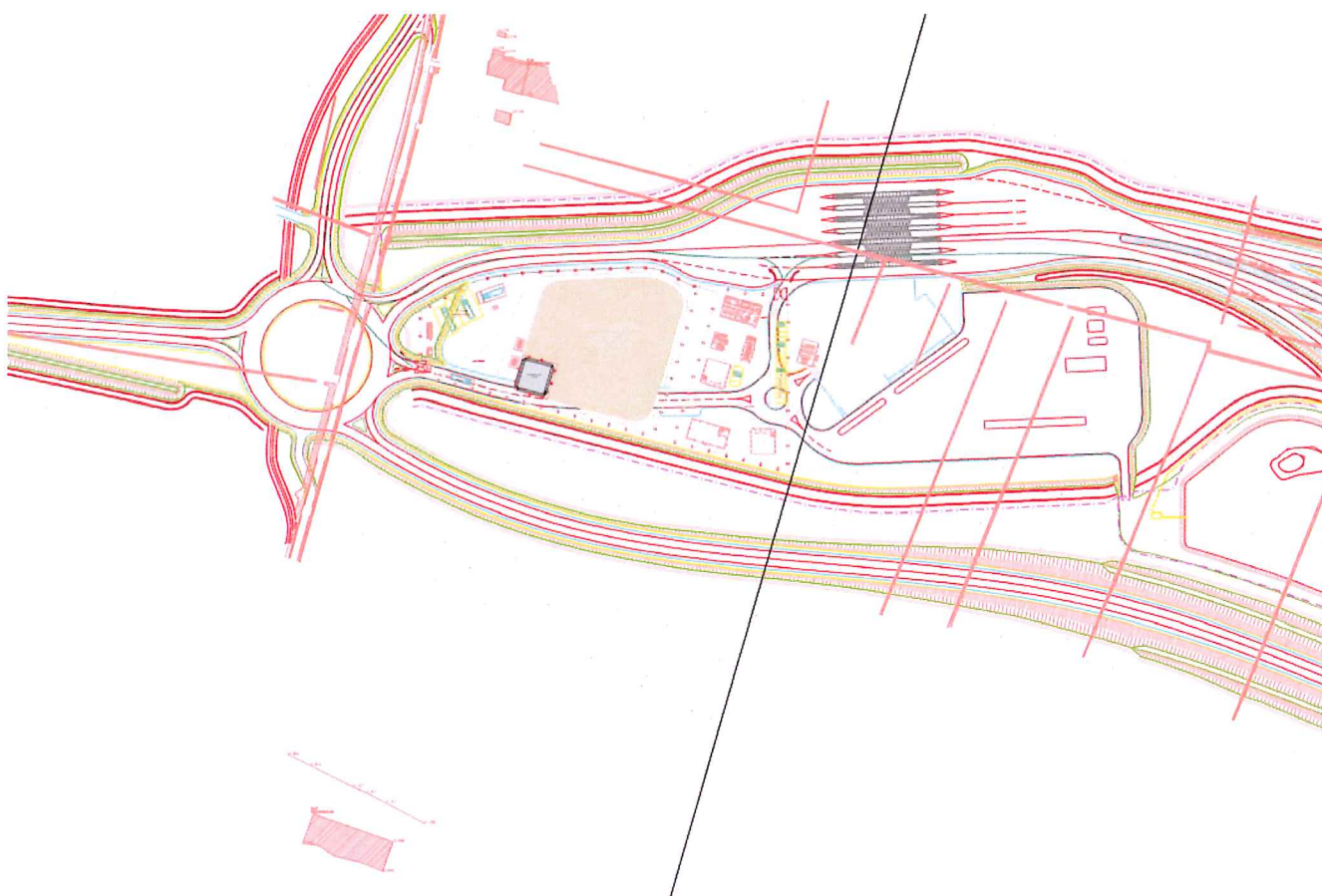


Figura 1 Planimetria dell'area del cantiere 1B

## 1.2 ANALISI DEI LIMITI DI LEGGE

Per lo studio sono stati verificati le seguenti disposizioni normative principali:

- Legge Quadro sull'inquinamento acustico del 26 ottobre 1995 n° 447;
- L.R.E.R. 09/05/2001 n°15 "Disposizioni in materia di inquinamento acustico"
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"
- D.M. 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico"
- La vigente zonizzazione acustica comunale.
- il D.P.R. 30/03/04, n°142 "Disposizioni per il contenimento e la previsione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare" stabilisce la dimensione delle fasce di pertinenza stradale ed i limiti di immissione per il rumore dovuto al traffico, applicabili all'interno. È identificata come strada di tipo A induce quindi una prima fascia di pertinenza A di 100m in cui i limiti prescritti per rumore da traffico veicolare sono di 70dB(A) per il periodo diurno e 60dB(A) per il periodo notturno ed una seconda fascia B di 150m in cui i limiti prescritti sono di 65dB(A) per il periodo diurno e 55dB(A) per il periodo notturno...

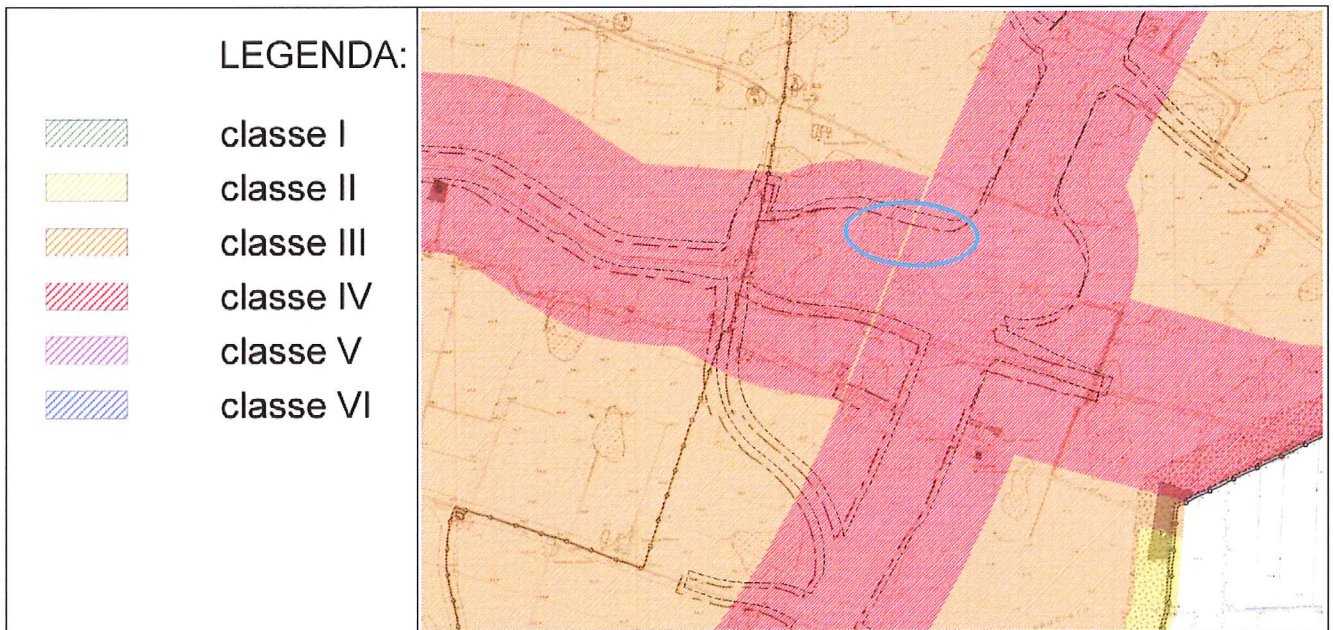
L'art. 2 della legge 447/95 prevede due differenti limiti per il valore di immissione da rilevare in corrispondenza dei ricettori:

- "assoluto" da verificare per un intero periodo di riferimento, sono individuati due periodi di riferimento (tra le 6 e le 22, e tra le ore 22 e le 6 del giorno successivo);
- "differenziale" dato dalla differenza del valore di Leq misurato con la sorgente sonora in funzione e con la sorgente sonora spenta.

Il valore assoluto di immissione è stabilito dal DPCM 14-11-97 per le diverse classi acustiche per i due periodi di riferimento; la classe acustica viene stabilita dal Comune attraverso la zonizzazione acustica del territorio; compete allo Stato, attraverso appositi DPR, la definizione dei valori limiti assoluti di emissione per talune sorgenti sonore elencate dall'art.11 delle legge 447/95.

Il Comune di Trecasali ha approvato la zonizzazione acustica del territorio comunale nell'anno 2008, che già allora prevedeva l'assegnazione alla classe quarta acustica per uno spessore di 50m da entrambi i lati del tracciato del raccordo autostradale in progetto; la carta riporta anche la fascia della Cispadana, il territorio esterno è assegnato alla terza classe acustica. Nel 2013 il comune di Trecasali ha adottato variante alla zonizzazione acustica che però non determina modifiche rilevanti, ma solo alcune rettifiche delle fasce stradali e del tracciato del raccordo in progetto, in figura 2 si riporta lo stralcio della versione al momento adottata, con ellisse di colore azzurro viene identificata la zona dove verrà insediato il cantiere, essa è assegnata alla IV<sup>a</sup> classe acustica. Alcuni dei ricettori individuati sono invece collocati nella terza classe acustica. Come noto i limiti massimi di immissione per la IV<sup>a</sup> classe, sono di 65dBA in periodo diurno e 55dBA in periodo notturno, quelli per la III<sup>a</sup> classe, sono di 60dBA in periodo diurno e 50dBA in periodo notturno.





**Figura 2 stralcio della Zonizzazione Acustica del comune di TreCasali**

### 1.3 METODOLOGIA DI INDAGINE

Per la caratterizzazione acustica dello stato di fatto nell'area d'indagine non sono state eseguite campagne di misura dedicate, in quanto erano disponibili i dati del monitoraggio acustico ante-operam eseguite per la predisposizione dello studio di impatto acustico del nuovo raccordo autostradale. Siccome però non sono intervenute trasformazioni significative rispetto al momento in cui sono avvenute le misurazioni si ritiene possibile utilizzare tali rilevazioni.

La congiuntura economica negativa dal 2008 ha ridotto l'attività degli stabilimenti e si è riverberata anche sul traffico che non ha subito incrementi anzi generalmente risulta diminuito. A tal riguardo il dato complessivo del consumo carburanti per autotrazione è passato dalle 38.593 tonnellate del 2004 alle 31.336 tonnellate nel 2012 con una riduzione di oltre il 18%, più elevata per la benzina che per il gasolio.

In particolare per il cantiere 1B sono state usate le misure di 24 ore eseguite nei punti: 0066 in località "Risaia Vecchia" in comune di Tre Casali; 0072 in viottolo Bologna in comune di Tre Casali.

## 2 LIVELLI DI RUMORE ANTE OPERAM

### 2.1 DESCRIZIONE RISULTATI DEL MONITORAGGIO ANTE OPERAM

Come anticipato nel paragrafo precedente per la caratterizzazione modellistica dei livelli di rumore presenti in assenza dei cantieri sono stati utilizzati i risultati delle misure eseguite per il monitoraggio acustico ante operam allegato alla documentazione di progetto. A tale documentazione si rimanda per una descrizione completa delle condizioni di misura e dei risultati di dettaglio; di seguito, in figura 3 ed in figura 4, si riportano, in modo sintetico, i risultati e la localizzazione dei due punti di misura utilizzati nello studio, i punti di misura 0066 e 0072-

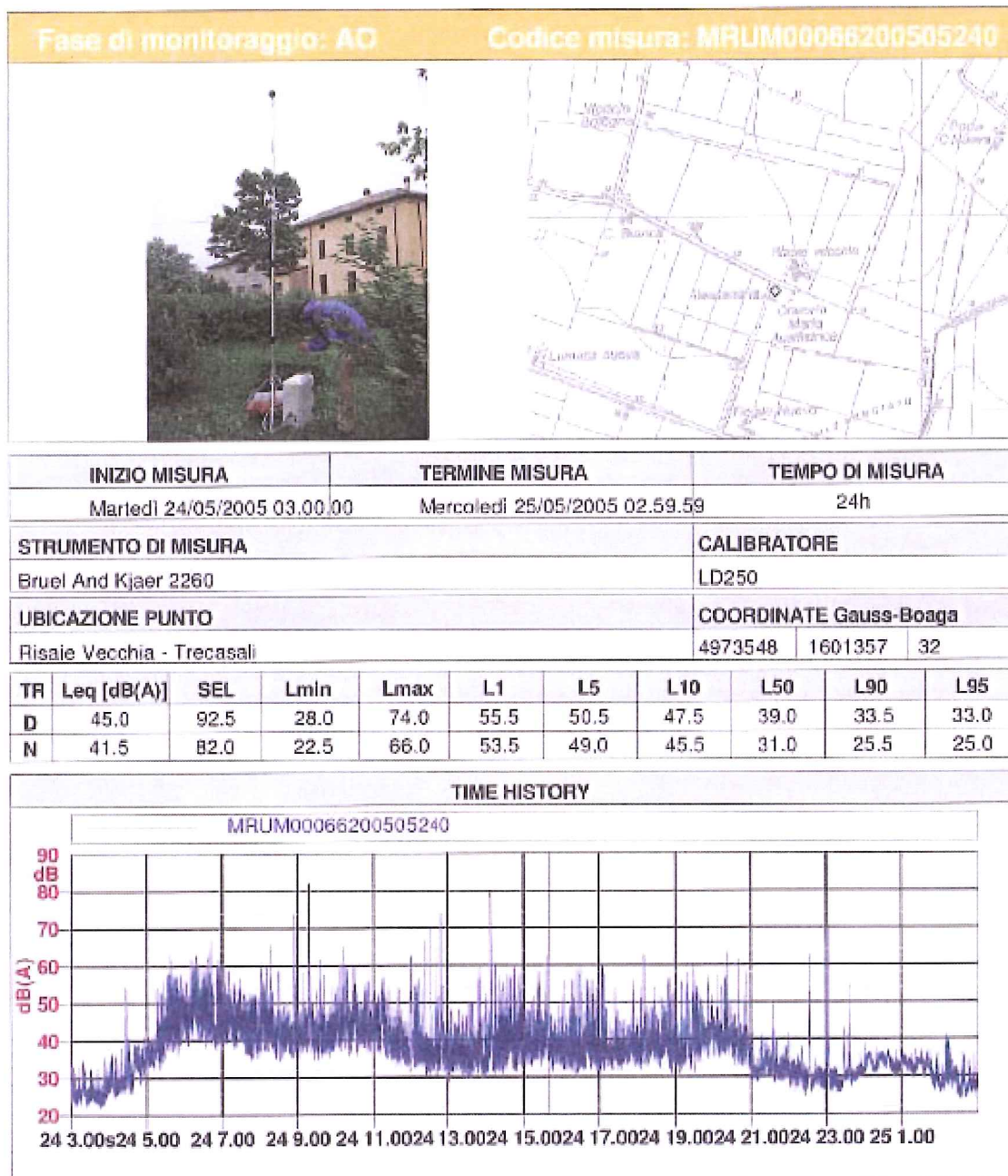


Figura 3 Localizzazione e sintesi dei risultati misura 0066 in comune di Trecasali



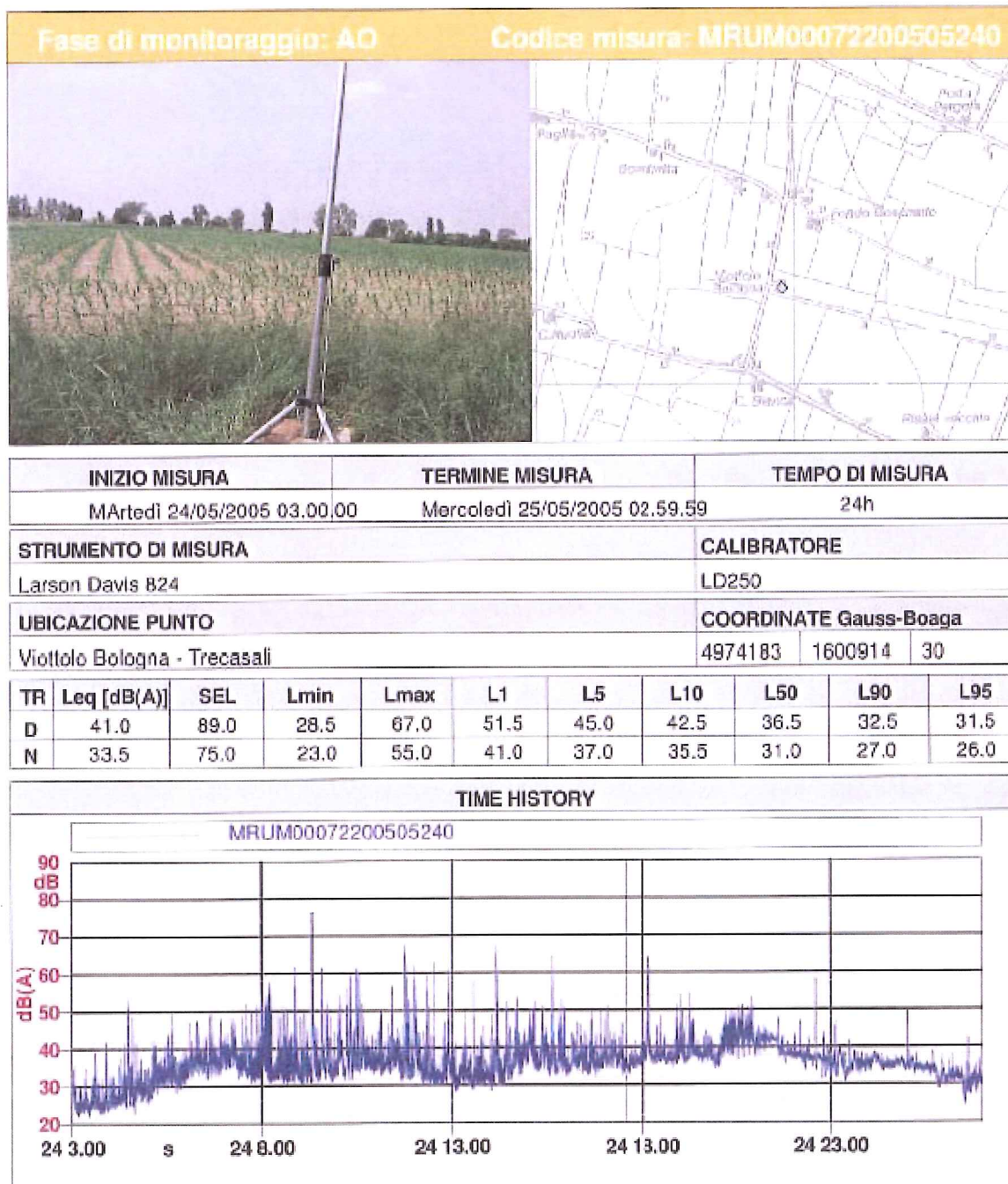
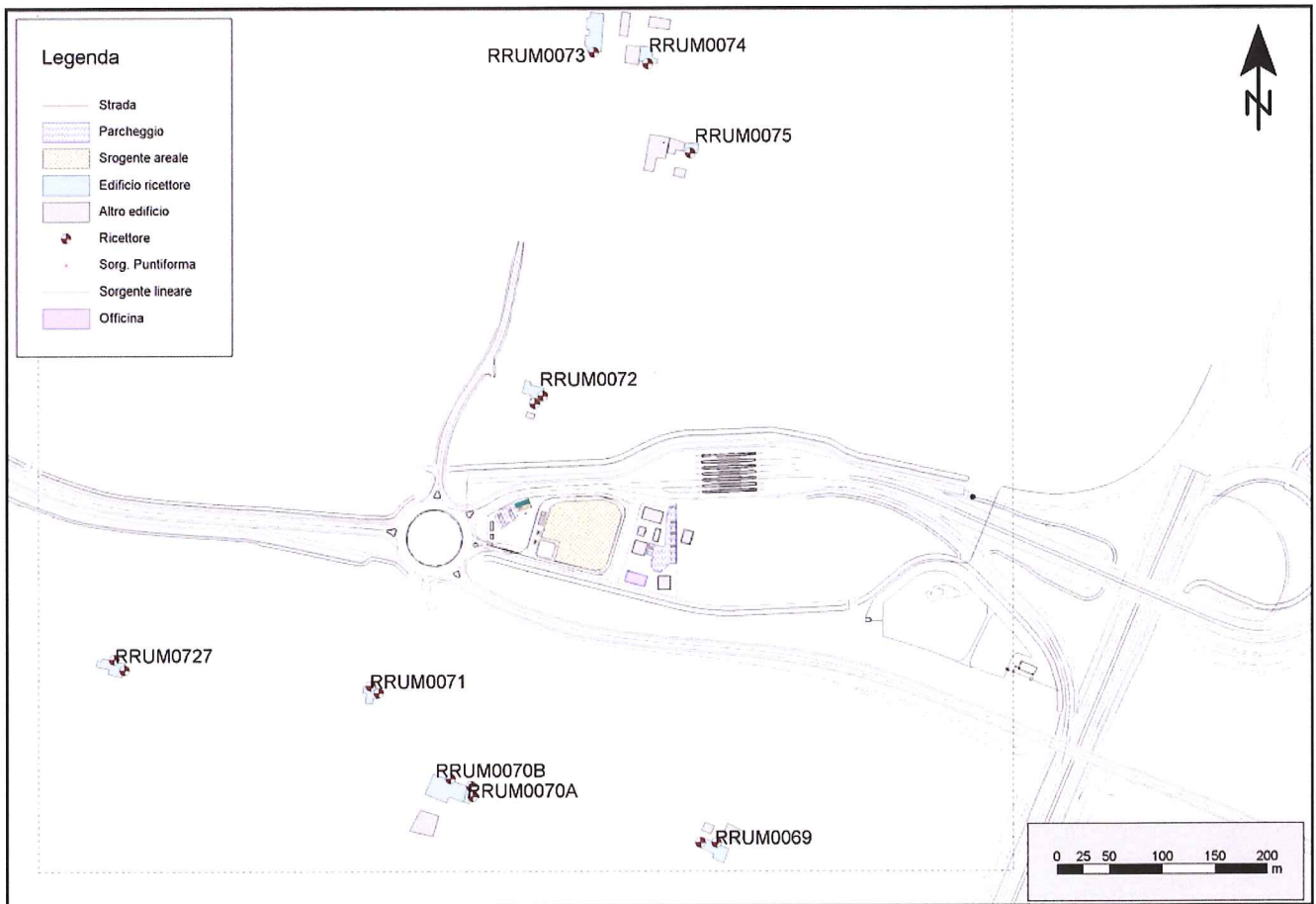


Figura 4 Localizzazione e sintesi dei risultati misura 0072 in comune di Trecasali

I livelli di rumore misurati sono molto bassi ed escludono la presenza di infrastrutture di trasporto; la ridotta emissione sonora è in ogni caso prevalentemente diurna e connessa ad attività agricola; come noto essa è concentrata in alcuni periodi stagionali in concomitanza con le principali lavorazioni. I risultati che determinano valori di Leq in periodo diurno inferiori a 45 dBA testimoniano che durante le misure non erano in corso lavorazioni agricole caratterizzate da emissioni sonore significate. I livelli misurati corrispondono pertanto ai valori di maggior silenzio in zona nell'intero arco dell'anno.

## 2.2 VALUTAZIONE CLIMA ACUSTICO ANTE OPERAM

Considerando le destinazioni d'uso residenziali e direzionali, sono evidenziati in azzurro Figura 5 i fabbricati che risulteranno più esposti, nelle diverse angolazioni, alle emissioni del cantiere a distanza inferiore a 600m. In corrispondenza di ciascuno di questi fabbricati sono state analizzate le facciate più esposte considerando tutti i piani esistenti al fine di valutare, a partire dai dati raccolti della campagna di misure descritta, i valori di clima acustico dello stato di fatto.



**Figura 5 Localizzazione ricettori considerati nell'indagine emissione cantiere 1B**

Osservando i risultati della campagna di misure è possibile notare che:

1. Nell'area non sono presenti allo stato attuale sorgenti di rumore rilevanti ed il clima acustico è definito dal rumore di fondo e dalle emissioni di alcune strade locali, rumore agricolo e emissioni di alcune stalle di modeste dimensioni.
2. La misura MRUM0072 lontana sia da stalle che dalla viabilità locale evidenzia i valori minimi di rumorosità ed è caratterizzata da una notevole differenza tra il periodo diurno dove di rilevano attività agricole e quello notturno.
3. La misura MRUM0066 soggetta anche alla componente delle stalle e del modesto traffico presenta valori leggermente superiori con una differenza tra giorno e notte notevolmente minore.



4. In entrambi i punti di misura il livello statistico L95 sia diurno che notturno è simile.:

Considerato quanto osservato è possibile affermare che il clima acustico dei ricettori individuati è calcolabile in buona approssimazione secondo la seguente procedura:

- Per i ricettori in prossimità di stalle o viabilità locale si considera rappresentativo del clima acustico il livello di Leq diurno e notturno rilevato nel punto MRUM0066.
- Per i ricettori esposti solo al rumore delle attività agricole e di fondo si considera rappresentativo del clima acustico il livello di Leq diurno e notturno rilevato nel punto MRUM0072.

In tutti i casi è stata considerata l'attenuazione legata all'effetto suolo, quantificato secondo la norma UNI 9613-2:1996 per i primi tre piani fuori terra rispetto ad una misura effettuata a 4m di altezza nella condizione di: sorgente generica a distanza rilevante (>150m).

**Tabella 1** Correzione tra Leq a 4m e ai vari piani

| Leq <sub>pi</sub> – Leq <sub>4m</sub> | Piano Terra | Piano 1° | Piano 2° |
|---------------------------------------|-------------|----------|----------|
| Sorgente generica distante (>150m)    | - 2,5       | 0,0      | +0,5     |

La stima del rumore di residuo minimo in corrispondenza dei ricettori individuati ha seguito la procedura equivalente di seguito descritta:

- Per i ricettori in prossimità di stalle o viabilità locale si considera rappresentativo del clima acustico il livello L95q diurno e notturno rilevato nel punto MRUM0066.
- Per i ricettori esposti solo al rumore delle attività agricole e di fondo si considera rappresentativo del clima acustico il livello L95 diurno e notturno rilevato nel punto MRUM0072.
- In tutti i casi è stata considerata l'attenuazione legata all'effetto suolo, quantificato secondo la norma UNI 9613-2:1996 per i primi tre piani fuori terra rispetto ad una misura effettuata a 4m di altezza nella condizione di: sorgente generica a distanza rilevante (>150m) riportata in Tabella 1.

### 3 EMISSIONE SONORA ATTIVITÀ DI CANTIERE

Al fine di indagare il livelli di disturbo determinato dalle attività lavorative del cantiere in indagine è stato realizzato un modello di simulazione dell'area limitrofa come evidenziato in Figura 5. il software utilizzato è Soundplan versione 7.0, che consente la modellizzazione acustica in accordo con decine di standard nazionali deliberati per il calcolo delle sorgenti di rumore e, basandosi sul metodo del Ray Tracing che è in grado di definire la propagazione del rumore sia su grandi aree, fornendone la mappatura, sia per singoli punti fornendo i livelli globali e la loro scomposizione direzionale.

Il modello di simulazione ha tenuto conto di:

- edifici esistenti ed in progetto
- orografia del territorio
- emissioni dovute all'cantiere in indagine

**Edifici:** è stato preso in considerazione l'effetto di schermo e riflessione degli edifici a distanza inferiore a 600 m dalla baricentro dell'area occupata dal cantiere. Sono inoltre stati inseriti i fabbricati temporanei e gli impianti di dimensioni non trascurabili che saranno realizzati nell'area cantieristica. E' inoltre stato considerato l'effetto dei cumuli di inerti nelle aree deposito, ulteriori dettagli riguardo questo punto sono riportati al paragrafo successivo

sulle mitigazioni

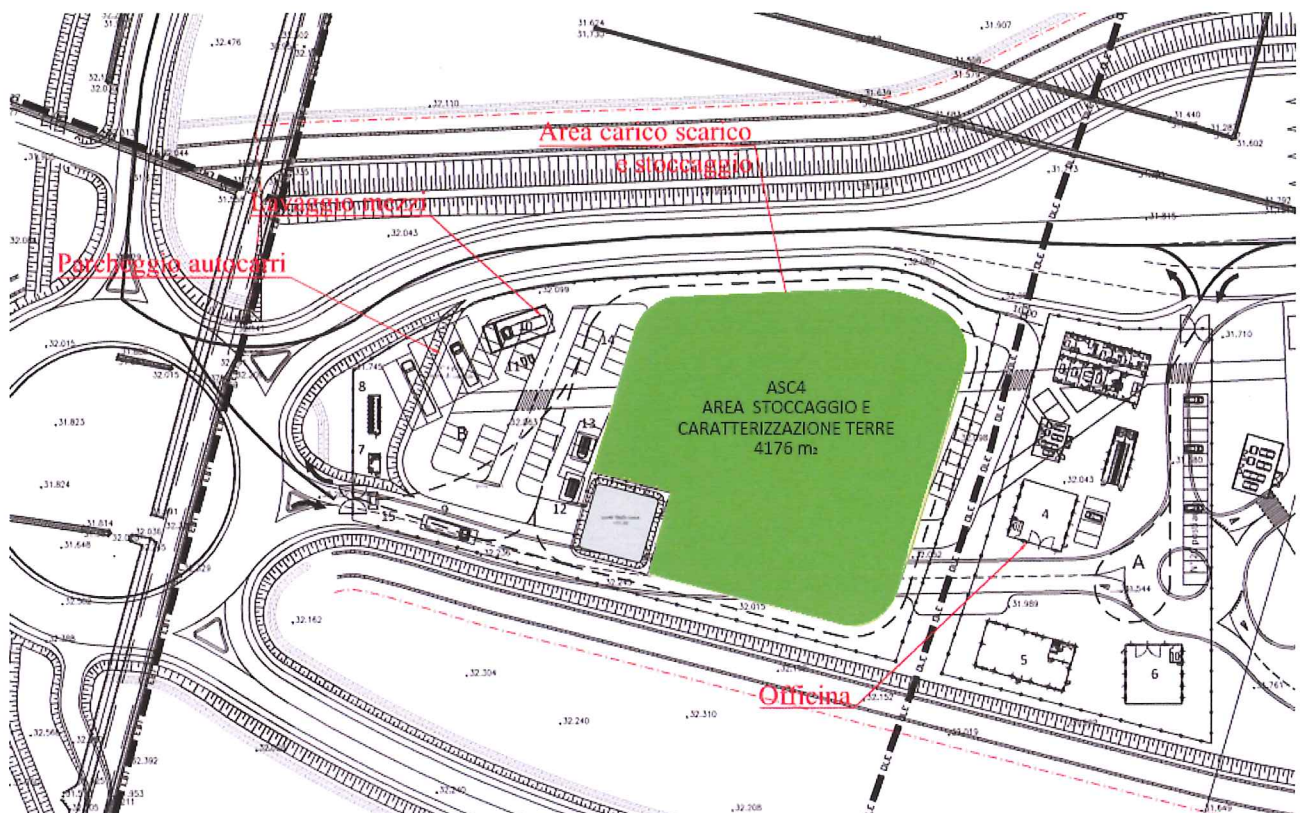
**Orografia:** Il piano campagna dell'area di indagine non presenta particolari dislivelli ed è compreso tra 32+37 m.s.l.m. Sebbene queste differenze di quota non determinano un effetto rilevante sull'attenuazione delle onde acustiche è stata comunque inserita nel modello una mappa 3D semplificata dell'orografia del territorio in particolare per omogeneità con quanto effettuato per gli altri cantieri dell'intervento.

### 3.1 EMISSIONE DEL CANTIERE 1B

Come esposto in premessa il cantiere è suddiviso in due aree, una ad est dedicata a stoccaggio e caratterizzazione delle terre e attività di carico e scarico oltre alla presenza di un parcheggio per autocarri ed un'area lavaggio, mentre l'area ad ovest sarà occupata da baracche una direzionale e una di servizi oltre a due magazzini ed una officina.

La condizione di emissione considerata ha ipotizzato, durante le otto ore di attività di cantiere, l'accesso di quattro mezzi pesanti l'ora due per attività di carico e scarico e due diretti al lavaggio.

La Figura 6 evidenzia le sorgenti sonore individuate come caratterizzanti dell'emissione del cantiere, che di seguito vengono descritte singolarmente individuando: il livello di emissione, le tempistiche di funzionamento e la



metodologia seguita per l'inserimento nel modello di simulazione.

**Figura 6 Individuazione delle principali sorgenti sonore del cantiere**

**Carico e Scarico:** Le operazioni di scarico vero e proprio sono state quantificate considerando un valore di



potenza sonora di 92,0 dB(A) valore reperito nella libreria del software e ricavato da dati pubblicati dall'istituto austriaco OAL(organismo per il trattamento interdisciplinare delle problematiche relative al rumore) nelle linee guida disponibili sul sito ([www.forum-schall.org](http://www.forum-schall.org)). Relativamente alle tempistiche di lavoro è stato ipotizzato che una manovra di scarico e/o carico duri 20minuti per autocarro e che mediamente durante il turno di lavoro ci sia un flusso di 2 mezzi l'ora. Nel modello è stata inserita una sorgente areale in corrispondenza dell'area destinata a stoccaggio e caratterizzazione alla quota di 1,0m dal p.c.

**Mezzi in movimento:** la viabilità interna di cantiere sarà percorsa dagli autocarri sia diretti alla zona di carico e scarico sia all'area di lavaggio, il numero di transiti orari nelle 8 ore di turno considerati è di: 4 autocarri 2 verso l'area di scarico e 2 verso l'area di lavaggio. L'emissione legata ai veicoli in circolazione è stata calcolata utilizzando lo standard francese NMPB Routes 1996 per la modellizzazione del rumore da traffico stradale, metodo di calcolo incluso nella raccomandazione della Commissione Europea del 6 agosto 2003 e nell'allegato II della direttiva 2002/49/CE.

**Parcheggi:** E' prevista un'area sosta adiacente alla piazzola di lavaggio dotata di 6 posti per mezzi di cantiere ed un'altra area da 20 posti auto nella zona prefabbricati. La simulazione del rumore emesso dai veicoli in manovra e transito è avvenuta inserendo una sorgente areale in corrispondenza dell'area sosta, la cui emissione sonora è stata stimata come descritto studio tedesco "Bayrische parkplazlanstudie" del 2007 che valuta la potenza sonora in funzione del numero di posti auto, del tipo di destinazione d'uso e dell'utilizzo orario previsto.

**Impianti climatizzazione baracche:** gli impianti di climatizzazione dei prefabbricati saranno la principale sorgente di rumore proveniente dagli stessi, l'emissione è stata considerata inserendo nel modello delle sorgenti areali in corrispondenza della copertura delle baracche con le seguenti potenze sonore:

- 52 dB(A)/mq sia per uso residenziale che ufficio, questo valore permette di approssimare con buona accuratezza il livello di potenza sonora di un impianto di climatizzazione di dimensioni adeguate in funzione della volumetria della baracca.
- 58 dB(A)/mq, per uso bagni/docce, il sovradimensionamento rispetto al caso precedente tiene conto della condizione acusticamente più gravosa in cui la fornitura di ACS sia garantita da una pompa di calore.

La condizione di carico degli impianti durante il giorno è stata semplificata considerando tre differenti destinazioni d'uso rappresentando in tutti i casi la condizione più critica di una giornata estiva. La Tabella 2 riporta l'andamento orario ipotizzato.

**Tabella 2 Utilizzo orario impianti climatizzazione baracche**

| Utilizzo orario impianti climatizzazione baracche residenziali destinazione diurna (es. mense) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ora  | 00-01 | 01-02 | 02-03 | 03-04 | 04-05 | 05-06 | 06-07 | 07-08 | 08-09 | 09-10 | 10-11 | 11-12 |
| Utilizzo orario  | 10%   | 10%   | 10%   | 10%   | 10%   | 15%   | 20%   | 30%   | 40%   | 50%   | 65%   | 80%   |
| Ora  | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 | 19-20 | 20-21 | 21-22 | 22-23 | 23-24 |
| Utilizzo orario  | 95%   | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 90%   | 80%   | 70%   | 50%   | 40%   | 20%   | 15%   |
| Utilizzo orario impianti climatizzazione baracche uso ufficio                                  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Ora  | 00-01 | 01-02 | 02-03 | 03-04 | 04-05 | 05-06 | 06-07 | 07-08 | 08-09 | 09-10 | 10-11 | 11-12 |
| Utilizzo orario  | 0%    | 0%    | 0%    | 0%    | 0%    | 0%    | 20%   | 30%   | 40%   | 50%   | 65%   | 80%   |

|                 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ora             | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 | 19-20 | 20-21 | 21-22 | 22-23 | 23-24 |
| Utilizzo orario | 95%   | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 90%   | 80%   | 70%   | 50%   | 0%    | 0%    | 0%    |

**Magazzini e Officina:** Le due baracche evidenziate in verde in figura saranno destinate a magazzino, in questo caso nessuna emissione sonora rilevante è stata ipotizzata mentre quelle evidenziate in viola sarà occupata da un officina meccanica, in questo caso il livello di emissione è stato stimato ipotizzando un rumore ambientale nel locale di 75 dB(A) ed una percentuale di infissi aperti cautelativamente pari ad 1/6 della superficie perimetrale. E' stato pertanto inserita nel modello una sorgente areale in corrispondenza delle pareti con potenza di emissione  $L_w=67,3$  dB(A)/mq attiva per 8 per in periodo diurno.

**Lavaggio mezzi cantiere:** E' prevista un'area per lavaggio autocarri e mezzi cantiere indicata in Figura 6, il livello di emissione è stato stimato in una potenza sonora  $L_w=95$  dB(A), il valore è stato ricavato incrementando cautelativamente di 10 dB(A) la potenza sonora determinata dal rapporto tecnico No. L4054 dell'Istituto regionale per l'ambiente di Hessen per un portale di lavaggio auto. Per quanto riguarda i tempi di funzionamento è stato ipotizzata la durata di 10 minuti per ciascun lavaggio ed un numero medio di 16 lavaggi al giorno. Nel modello è stata inserita una sorgente areale alla quota di 2,0m in corrispondenza della piazzola di lavaggio.

### 3.2 INTERVENTI DI MITIGAZIONE

Il modello realizzato ha permesso di calcolare la pressione sonora attesa ai ricettori differenziando il contributo delle varie sorgenti ed evidenziando quelle più rilevanti in corrispondenza dei ricettori critici. Con i dati raccolti è stato possibile individuare ed ottimizzare per via iterativa una serie di interventi di mitigazione che oltre a garantire una adeguata attenuazione del disturbo proveniente dalle attività di cantiere siano anche compatibili con le necessità lavorative e di sicurezza. La soluzione individuata è di seguito descritta:

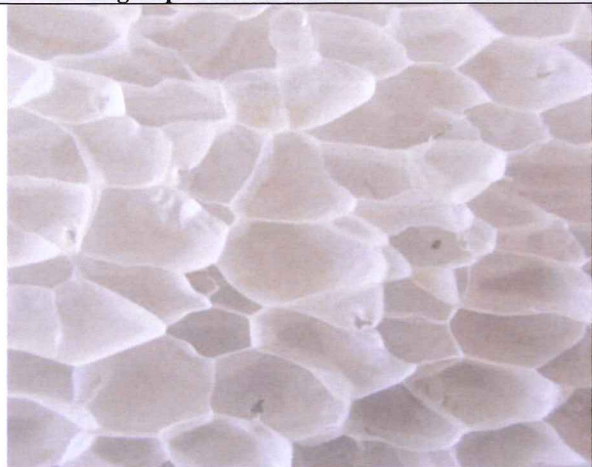
- Le attività di carico dei mezzi si svolgeranno a motore spento
- Sarà realizzata una barriera alta 3,0m e lunga 15 sul a nord della piazzola lavaggio con un trattamento fonoassorbente verso la zona di lavoro. Considerando la posizione all'aperto esposta ad acqua e polvere è stato ipotizzato l'uso di un pannello tipo Whisper 40 mm fissato in aderenza ad un pannello di sostegno di massa non inferiore a 8 kg/mq. Ad ogni modo l'uso di un qualunque pannello non deperibile in ambiente umido ed in grado di garantire un coefficiente di fonoassorbimento compatibile con quello in Tabella 3 non influenzerà il risultato di mitigazione.

**Tabella 3 Coefficiente fonoassorbimento sulle pareti terrazzo**

| Materiale                            | Coefficiente fono assorbimento alle differenti frequenze |        |        |         |         |         |
|--------------------------------------|--|--------|--------|---------|---------|---------|
|                                      | 125 Hz   | 250 Hz | 500 Hz | 1000 Hz | 2000 Hz | 4000 Hz |
| Trattamento parete terrazzo impianti | 0,20   | 0,50   | 1,0    | 1,05    | 1,05    | 0,9     |



**Immagini pannello fonoassorbente schiuma semirigida a cellule calibrate chiuse in polietilene espanso**



## 4 STIMA DEL VALORE ASSOLUTO DI IMMISSIONE “POST OPERAM”

Nella condizione post operam, sono stati analizzati i livelli di emissione in presenza del cantiere: utilizzando il modello descritto sono stati infatti calcolati i livelli di emissione dovuti esclusivamente alle attività provenienti dal cantiere. Il livello di pressione sonora è stato calcolato considerando la condizione di media diurna nella condizione di lavoro descritta al paragrafo precedente che prevede 16 autocarri in lavaggio ed altrettanti in carico e/o scarico durante le 8 ore di turno giornaliero.

Il valore di Leq diurno e notturno (dovuto ai soli impianti di climatizzazione delle baracche nell'area ovest del cantiere) nella condizione di progetto è stato ricavato sommando la pressione sonora determinata dal modello con i livelli ante operam individuati a partire dai dati della campagna di misura secondo la procedura descritta al paragrafo 2.2.

**Tabella 4 risultati numerici Leq assoluto**

| Ric.      | Dir | Piano | Limite Zona |          | Ante Operam |          | Solo Cantiere |          | Post Operam |          |
|-----------|-----|-------|-------------|----------|-------------|----------|---------------|----------|-------------|----------|
|           |     |       | Diurno      | Notturno | Diurno      | Notturno | Diurno        | Notturno | Diurno      | Notturno |
| RRUM0069  | NO  | 1     | 60          | 50       | 42,5        | 39,0     | 29,6          | 9,8      | 42,7        | 39,0     |
| RRUM0069  | NO  | 2     | 60          | 50       | 45,0        | 41,5     | 31,2          | 10,8     | 45,2        | 41,5     |
| RRUM0069  | NO  | 3     | 60          | 50       | 45,5        | 42,0     | 32,6          | 11,9     | 45,7        | 42,0     |
| RRUM0069  | NE  | 1     | 60          | 50       | 38,5        | 31,0     | 24,5          | 7,2      | 38,7        | 31,0     |
| RRUM0069  | NE  | 2     | 60          | 50       | 41,0        | 33,5     | 29,2          | 10,5     | 41,3        | 33,5     |
| RRUM0069  | NE  | 3     | 60          | 50       | 41,5        | 34,0     | 32,2          | 11,8     | 42,0        | 34,0     |
| RRUM0070A | N   | 1     | 60          | 50       | 42,5        | 39,0     | 30,5          | 9,5      | 42,8        | 39,0     |
| RRUM0070A | N   | 2     | 60          | 50       | 45,0        | 41,5     | 32,6          | 10,1     | 45,2        | 41,5     |
| RRUM0070A | E   | 1     | 60          | 50       | 42,5        | 39,0     | 27,5          | 9,2      | 42,6        | 39,0     |
| RRUM0070A | E   | 2     | 60          | 50       | 45,0        | 41,5     | 30            | 9,9      | 45,1        | 41,5     |
| RRUM0070B | N   | 1     | 60          | 50       | 42,5        | 39,0     | 30,6          | 8,9      | 42,8        | 39,0     |
| RRUM0070B | N   | 2     | 60          | 50       | 45,0        | 41,5     | 32,7          | 9,5      | 45,2        | 41,5     |
| RRUM0070B | N   | 3     | 60          | 50       | 45,5        | 42,0     | 35            | 10       | 45,9        | 42,0     |
| RRUM0071  | N   | 1     | 60          | 50       | 38,5        | 31,0     | 33,2          | 8,5      | 39,6        | 31,0     |
| RRUM0071  | N   | 2     | 60          | 50       | 41,0        | 33,5     | 35,2          | 9        | 42,0        | 33,5     |
| RRUM0071  | E   | 1     | 60          | 50       | 42,5        | 39,0     | 33,2          | 8,6      | 43,0        | 39,0     |
| RRUM0071  | E   | 2     | 60          | 50       | 45,0        | 41,5     | 35,2          | 9,2      | 45,4        | 41,5     |
| RRUM0072  | S   | 1     | 60          | 50       | 38,5        | 31,0     | 43            | 13,6     | 44,3        | 31,0     |
| RRUM0072  | S   | 2     | 60          | 50       | 41,0        | 33,5     | 45,3          | 14,7     | 46,7        | 33,5     |
| RRUM0072  | E   | 1     | 60          | 50       | 38,5        | 31,0     | 42,4          | 13,7     | 43,9        | 31,0     |
| RRUM0072  | E   | 2     | 60          | 50       | 41,0        | 33,5     | 44,4          | 14,8     | 46,0        | 33,5     |
| RRUM0073  | S   | 1     | 60          | 50       | 42,5        | 39,0     | 21,1          | 2,3      | 42,5        | 39,0     |
| RRUM0073  | S   | 2     | 60          | 50       | 45,0        | 41,5     | 22,4          | 2,5      | 45,0        | 41,5     |
| RRUM0074  | S   | 1     | 60          | 50       | 42,5        | 39,0     | 24,7          | 1,4      | 42,6        | 39,0     |
| RRUM0074  | S   | 2     | 60          | 50       | 45,0        | 41,5     | 25,9          | 3,3      | 45,1        | 41,5     |
| RRUM0075  | S   | 1     | 60          | 50       | 38,5        | 31,0     | 23,7          | 6,3      | 38,6        | 31,0     |
| RRUM0075  | S   | 2     | 60          | 50       | 41,0        | 33,5     | 25,2          | 7,1      | 41,1        | 33,5     |
| RRUM0727  | E   | 1     | 60          | 50       | 42,5        | 39,0     | 22,7          | 2,3      | 42,5        | 39,0     |
| RRUM0727  | E   | 2     | 60          | 50       | 45,0        | 41,5     | 24,8          | 2,8      | 45,0        | 41,5     |
| RRUM0727  | E   | 3     | 60          | 50       | 45,5        | 42,0     | 26,6          | 3        | 45,6        | 42,0     |
| RRUM0727  | N   | 1     | 60          | 50       | 38,5        | 31,0     | 22,6          | 2,1      | 38,6        | 31,0     |
| RRUM0727  | N   | 2     | 60          | 50       | 41,0        | 33,5     | 24,6          | 2,6      | 41,1        | 33,5     |
| RRUM0727  | N   | 3     | 60          | 50       | 41,5        | 34,0     | 26,4          | 2,8      | 41,6        | 34,0     |

I risultati evidenziano che l'impatto del cantiere in periodo diurno risulta molto limitato determinando nonostante la condizione particolarmente silenziosa dell'ante operam incrementi inferiori ad 1 dB(A). Unica eccezione è il ricevitore RRUM0072 per il quale l'incremento è dell'ordine di 5 dB(A); anche in questo caso il rispetto del limite di zona è assicurato con ampio margine. In periodo notturno induce livelli di pressione sonora inferiori in tutti i casi a 15 dB(A) del tutto ininfluenti rispetto alla rumorosità notturna rilevata nell'area di indagine, che, anche in corrispondenza dei ricevitori più silenziosi, è ampiamente superiore. Risultano pertanto confermati gli interventi di mitigazioni individuati.

I risultati di Leq in periodo diurno sono inoltre rappresentati attraverso una planimetria di seguito riportata che rappresenta l'andamento del Leq totale diurno con curve di isolivello ad intervalli di 2,5 dB(A). I dati sono stati calcolati a 4,0m di altezza dal suolo quota che rappresenta inoltre la condizione prevista ai sensi del DM 16/03/1998.

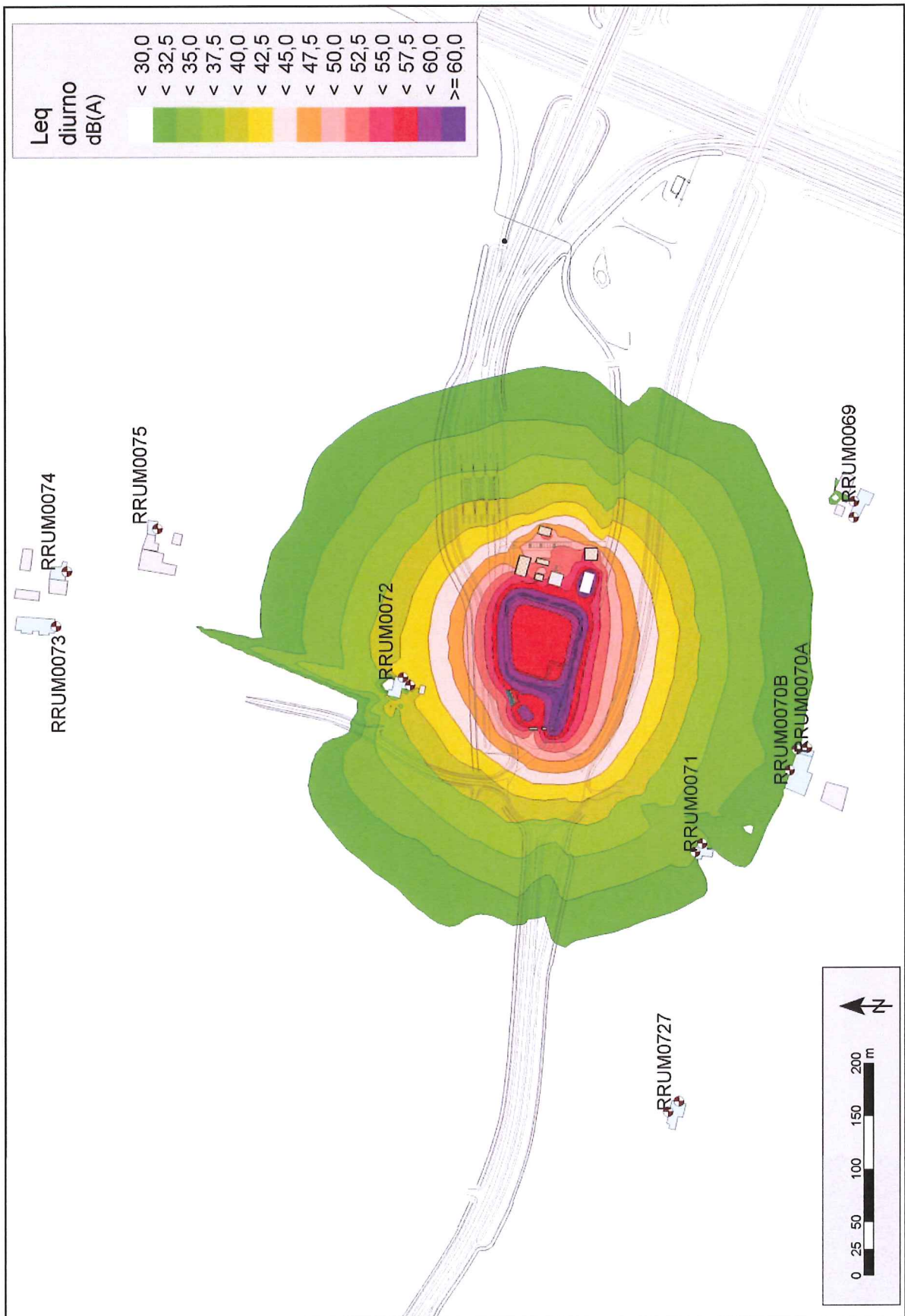


Figura 7 Planimetria Leq diurno determinato solo dalle sorgenti dei cantiere 1B



## 5 STIMA DEL VALORE DIFFERENZIALE DI IMMISSIONE

Primo passo per la valutazione del differenziale di immissione dovuto al comparto in progetto è la definizione del rumore residuo minimo la cui individuazione in corrispondenza dei ricettori individuati è descritta al paragrafo 2.2

La definizione di rumore differenziale presuppone la misura della rumorosità all'interno di un locale con il microfono ad 1,0 m dalla finestra aperta, nel calcolo dei livelli di  $L_{eq}$  dei ricettori è stato sottratto l'indice di correzione  $K_F(-1,9 \text{ dB(A)})$  che tiene conto dell'effetto dovuto alla misura all'interno di un locale tipo. Maggiori dettagli sull'indice  $K_F$  sono riportati nel paragrafo 5.1.

Poichè il DPCM 14-11-97 definisce come valore minimo per l'applicabilità del differenziale, un rumore ambientale di 50 dB(A) in periodo diurno e di 40 dB(A) in periodo notturno, la condizione più critica per il rispetto del limite è per ciascun ricettore il massimo tra: il livello che sommato al contributo degli impianti in esame determina il superamento della condizione di soglia, 45 dB(A) diurno e 37 dB(A) notturno ed infine il valore di residuo minimo rilevato.

Per calcolare il livello di rumorosità dovuto alle attività connesse al cantiere in studio è stato modificato il modello considerando le seguenti condizioni di massima rumorosità:

- Periodo diurno: contemporanea attività di carico di un autocarro nell'area impianto a pieno carico 320 ton/ora un numero di mezzi in carico pari a 13,5 all'ora e tutti gli impianti di climatizzazione baracche ed officina a pieno carico.
- Periodo notturno: tutti gli impianti di climatizzazione dei prefabbricati dell'area ovest del cantiere considerati a pieno carico.

Il modello è stato aggiornato al fine di calcolare i livelli di rumore ambientale in corrispondenza dei ricettori individuati nella condizione di massima rumorosità descritta. Dovendo considerare anche in questo caso la rumorosità interna ad 1,0 m dalla finestra aperta, nel calcolo dei livelli di  $L_{eq}$  dei ricettori non è stata considerata la componente di riflessione della facciata corrispondente a ciascun ricettore ed è stato sottratto l'indice di correzione  $K_F(-1,9 \text{ dB(A)})$

In Tabella 5 si riportano i valori ottenuti di rumore residuo minimo e critico, rumore ambientale e differenziale. I risultati evidenziano in periodo notturno valori pressoché nulli ed in periodo diurno di poco superiori ma comunque poco rilevanti ( $\leq 0,5 \text{ dB(A)}$ ), unica eccezione è anche in questo caso il ricettore RRUM0072 per il quale il differenziale compreso tra  $+1,7 \div 2,6 \text{ dB(A)}$  risulterà comunque ampiamente inferiore al limite diurno.

**Tabella 5 risultati numerici differenziale di immissione**

| Ric.      | Dir | Piano | Residuo Minimo |          | Residuo Critico |          | Ambientale Critic. |          | Differenziale |          |
|-----------|-----|-------|----------------|----------|-----------------|----------|--------------------|----------|---------------|----------|
|           |     |       | Diurno         | Notturmo | Diurno          | Notturmo | Diurno             | Notturmo | Diurno        | Notturmo |
| RRUM0069  | NO  | 1     | 28,6           | 20,6     | 45,0            | 37,0     | 45,1               | 37,0     | 0,1           | 0,0      |
| RRUM0069  | NO  | 2     | 31,1           | 23,1     | 45,0            | 37,0     | 45,2               | 37,0     | 0,2           | 0,0      |
| RRUM0069  | NO  | 3     | 31,6           | 23,6     | 45,0            | 37,0     | 45,2               | 37,0     | 0,2           | 0,0      |
| RRUM0069  | NE  | 1     | 27,1           | 21,6     | 45,0            | 37,0     | 45,1               | 37,0     | 0,1           | 0,0      |
| RRUM0069  | NE  | 2     | 29,6           | 24,1     | 45,0            | 37,0     | 45,2               | 37,0     | 0,2           | 0,0      |
| RRUM0069  | NE  | 3     | 30,1           | 24,6     | 45,0            | 37,0     | 45,2               | 37,0     | 0,2           | 0,0      |
| RRUM0070A | N   | 1     | 28,6           | 20,6     | 45,0            | 37,0     | 45,2               | 37,0     | 0,2           | 0,0      |
| RRUM0070A | N   | 2     | 31,1           | 23,1     | 45,0            | 37,0     | 45,3               | 37,0     | 0,3           | 0,0      |
| RRUM0070A | E   | 1     | 28,6           | 20,6     | 45,0            | 37,0     | 45,1               | 37,0     | 0,1           | 0,0      |
| RRUM0070A | E   | 2     | 31,1           | 23,1     | 45,0            | 37,0     | 45,2               | 37,0     | 0,2           | 0,0      |
| RRUM0070B | N   | 1     | 28,6           | 20,6     | 45,0            | 37,0     | 45,2               | 37,0     | 0,2           | 0,0      |
| RRUM0070B | N   | 2     | 31,1           | 23,1     | 45,0            | 37,0     | 45,3               | 37,0     | 0,3           | 0,0      |
| RRUM0070B | N   | 3     | 31,6           | 23,6     | 45,0            | 37,0     | 45,5               | 37,0     | 0,5           | 0,0      |
| RRUM0071  | N   | 1     | 27,1           | 21,6     | 45,0            | 37,0     | 45,4               | 37,0     | 0,4           | 0,0      |
| RRUM0071  | N   | 2     | 29,6           | 24,1     | 45,0            | 37,0     | 45,5               | 37,0     | 0,5           | 0,0      |
| RRUM0071  | E   | 1     | 28,6           | 20,6     | 45,0            | 37,0     | 45,4               | 37,0     | 0,4           | 0,0      |
| RRUM0071  | E   | 2     | 31,1           | 23,1     | 45,0            | 37,0     | 45,5               | 37,0     | 0,5           | 0,0      |
| RRUM0072  | S   | 1     | 27,1           | 21,6     | 45,0            | 37,0     | 46,7               | 37,1     | 1,7           | 0,1      |
| RRUM0072  | S   | 2     | 29,6           | 24,1     | 45,0            | 37,0     | 47,6               | 37,1     | 2,6           | 0,1      |
| RRUM0072  | E   | 1     | 27,1           | 21,6     | 45,0            | 37,0     | 46,7               | 37,1     | 1,7           | 0,1      |
| RRUM0072  | E   | 2     | 29,6           | 24,1     | 45,0            | 37,0     | 47,4               | 37,1     | 2,4           | 0,1      |
| RRUM0073  | S   | 1     | 28,6           | 20,6     | 45,0            | 37,0     | 45,0               | 37,0     | 0,0           | 0,0      |
| RRUM0073  | S   | 2     | 31,1           | 23,1     | 45,0            | 37,0     | 45,0               | 37,0     | 0,0           | 0,0      |
| RRUM0074  | S   | 1     | 28,6           | 20,6     | 45,0            | 37,0     | 45,0               | 37,0     | 0,0           | 0,0      |
| RRUM0074  | S   | 2     | 31,1           | 23,1     | 45,0            | 37,0     | 45,1               | 37,0     | 0,1           | 0,0      |
| RRUM0075  | S   | 1     | 27,1           | 21,6     | 45,0            | 37,0     | 45,0               | 37,0     | 0,0           | 0,0      |
| RRUM0075  | S   | 2     | 29,6           | 24,1     | 45,0            | 37,0     | 45,0               | 37,0     | 0,0           | 0,0      |
| RRUM0727  | E   | 1     | 28,6           | 20,6     | 45,0            | 37,0     | 45,0               | 37,0     | 0,0           | 0,0      |
| RRUM0727  | E   | 2     | 31,1           | 23,1     | 45,0            | 37,0     | 45,1               | 37,0     | 0,1           | 0,0      |
| RRUM0727  | E   | 3     | 31,6           | 23,6     | 45,0            | 37,0     | 45,1               | 37,0     | 0,1           | 0,0      |
| RRUM0727  | N   | 1     | 27,1           | 21,6     | 45,0            | 37,0     | 45,0               | 37,0     | 0,0           | 0,0      |
| RRUM0727  | N   | 2     | 29,6           | 24,1     | 45,0            | 37,0     | 45,1               | 37,0     | 0,1           | 0,0      |
| RRUM0727  | N   | 3     | 30,1           | 24,6     | 45,0            | 37,0     | 45,1               | 37,0     | 0,1           | 0,0      |
| RRUM0069  | NO  | 1     | 28,6           | 20,6     | 45,0            | 37,0     | 45,1               | 37,0     | 0,1           | 0,0      |
| RRUM0069  | NO  | 2     | 31,1           | 23,1     | 45,0            | 37,0     | 45,2               | 37,0     | 0,2           | 0,0      |
| RRUM0069  | NO  | 3     | 31,6           | 23,6     | 45,0            | 37,0     | 45,2               | 37,0     | 0,2           | 0,0      |
| RRUM0069  | NE  | 1     | 27,1           | 21,6     | 45,0            | 37,0     | 45,1               | 37,0     | 0,1           | 0,0      |
| RRUM0069  | NE  | 2     | 29,6           | 24,1     | 45,0            | 37,0     | 45,2               | 37,0     | 0,2           | 0,0      |
| RRUM0069  | NE  | 3     | 30,1           | 24,6     | 45,0            | 37,0     | 45,2               | 37,0     | 0,2           | 0,0      |

## 5.1 CALCOLO DEL RUMOROSITÀ INTERNA A FINESTRE APERTE A PARTIRE DALLA PRESSIONE SONORA ESTERNA

La definizione di rumore differenziale presuppone la misura della rumorosità all'interno di un locale con il microfono ad 1,0m dalla finestra aperta, è possibile ricavare questo valore a partire dalla pressione sonora esterna fornita dai modelli previsionali di rumore come descritto di seguito.

La pressione sonora rilevata all'interno ad un metro dalla finestra aperta sarà data da una componente diretta ed una diffusa.

$$L_2 = L_{2Dir} + L_{2Diff}$$

La componente diretta è quantificabile per eccesso concentrando la potenza sonora che attraversa la finestra nel suo baricentro e quindi calcolando la divergenza geometrica considerando la sola emisfera in direzione del microfono. E' stato ipotizzato che la superficie finestrata sia 1/6 di quella calpestabile, maggiorata del 25% rispetto alla superficie minima richiesta per l'illuminamento naturale di 1/8.

$$L_{2Dir} = L_1 + 10 \cdot \log\left(\frac{S_f}{2 \cdot \pi}\right) = L_1 - 4,3 \left[ S_u = 14m^2 \right]$$

La componente diffusa è invece funzione del locale considerando una stanza media di 14mq, altezza 2,7m e riverbero di 0,7s si ottiene:

$$L_{2Diff} = L_1 + 10 \cdot \log(S_f) + 10 \cdot \log\left(\frac{T_{60}}{0,16 \cdot V}\right) = L_1 + 10 \cdot \log\left(\frac{S_u}{6}\right) + 10 \cdot \log\left(\frac{0,7}{0,16 \cdot S_u \cdot 2,7}\right)$$

$$L_{2Diff} = L_1 - 5,7 \left[ S_u = 14m^2 \right]$$

Complessivamente quindi il livello di rumorosità interno secondo le ipotesi elencate è calcolabile a partire da quello esterno secondo la:

$$L_2 = L_1 - K_F = L_1 - 1,9$$

Dove: L2 è la pressione sonora all'interno del locale, L1 quella all'esterno calcolata senza tenere conto della riflessione legata alla facciata in questione, KF l'indice di correzione ricercato pari quindi a -1,9 dB(A).



## 6 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La presente relazione attiene la valutazione di impatto acustico che verrà prodotta dal cantiere denominato 1B per la realizzazione del raccordo autostradale tra la A15 "Autostrada della Cisa" e la A22 "Autostrada del Brennero" - Fontevivo (PR) - Nogarole Rocca (VR) – 1° Lotto da Fontevivo (PR) all'Autostazione "Trecasali-Terre Verdiane".

Il cantiere 1B ha quindi la funzione di deposito dei materiali di risulta dagli scavi, i materiali da costruzione, delle attrezzature e dei mezzi d'opera; l'emissione sonora sarà principalmente prodotta dalle macchine operatrici, dall'attività di carico e scarico dei materiali di scavo, dei materiali in deposito ai cantieri sul tracciato.

L'attività lavorativa sarà su di un turno di 8 ore in periodo diurno, mentre in periodo notturno le uniche emissioni potranno essere dovute agli impianti di climatizzazione dei prefabbricati nell'area Ovest del cantiere.

L'indagine effettuata ha permesso di individuare una serie di interventi di mitigazione che oltre a garantire una adeguata attenuazione del disturbo proveniente dalle attività di cantiere siano anche compatibili con le necessità lavorative e di sicurezza. La descrizione degli interventi previsti è riportata al paragrafo 3.2.

I risultati di Leq assoluto evidenziano che l'impatto del cantiere in periodo diurno risulta molto limitato determinando, nonostante la condizione particolarmente silenziosa dell'ante operam, incrementi inferiori ad 1 dB(A). Unica eccezione è il ricevitore RRUM0072 per il quale comunque il rispetto del limite di zona è assicurato con ampio margine. In periodo notturno si prevedono livelli di pressione sonora dovuta al solo cantiere inferiori in tutti i casi a 15 dB(A) del tutto ininfluenti rispetto alla rumorosità notturna rilevata nell'area di indagine.

Relativamente al differenziale di immissione l'indagine ha evidenziato in periodo notturno valori pressoché nulli ed in periodo diurno di poco superiori, ma comunque poco rilevanti ( $\leq 0,5$  dB(A)), unica eccezione è anche in questo caso il ricevitore RRUM0072 per il quale il differenziale compreso tra  $+1,7 \div 2,6$  dB(A) risulterà comunque ampiamente inferiore al limite diurno.

Complessivamente si può pertanto affermare che gli interventi di mitigazione individuati sono sufficienti per garantire un adeguato comfort acustico in corrispondenza di tutti i ricettori limitrofi.