



VALUTAZIONE PREVISIONALE DI CLIMA ACUSTICO

Relazione tecnica ai sensi della Legge 26 ottobre 1995 n. 447,
della Legge Regionale 10 agosto 2001 n. 13 e
della D.G.R. n. 8313 dell' 8 marzo 2002

NEL BORGO DI GRADELLA



COMMITTENTE: AZIENDA AGRICOLA DI GRADELLA S.P.A.
Via Maggiore 51/T, 26025, Pandino (Cr)

OGGETTO: Valutazione Previsionale di Clima Acustico dell'Ambito di
Completamento CR.9 nel Borgo di Gradella – Comune di Pandino (CR)

Dott. Ing. Linda Parati, Ph.D.
Dottorato Europeo in Acustica (EDSVS)
Tecnico Competente in Acustica
Via Frecevallli 22-26013 Crema (CR)
l.parati@acusticaparati.it
www.acusticaparati.it



INDICE:

1	PREMESSA	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
3	DEFINIZIONI E CRITERI DI VALUTAZIONE	7
4	INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	9
4.1	DATI IDENTIFICATIVI PROPRIETA'	9
4.2	INQUADRAMENTO.....	9
4.3	CLASSIFICAZIONE ACUSTICA.....	10
4.4	FASCE DI PERTINENZA STRADALE	10
4.5	CONSIDERAZIONI	11
5	CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA.....	13
5.1	STRUMENTAZIONE DI MISURA.....	13
5.2	MODALITA' DI SVOLGIMENTO DELLE MISURE	14
5.3	LOCALIZZAZIONE TEMPORALE.....	14
5.4	POSIZIONI DI MISURA E LIVELLI RILEVATI.....	14
5.5	CONSIDERAZIONI	19
6	PREVISIONE DI CLIMA ACUSTICO	20
6.1	MODELLI DI PREVISIONE DEL RUMORE.....	20
6.2	ANALISI PREVISIONALE MEDIANTE SOFTWARE DI SIMULAZIONE.....	21
6.3	CLIMA ACUSTICO FUTURO.....	22
6.3.1	Traffico locale dei residenti futuri.....	23
6.3.2	Clima della giornata	24
6.4	CONSIDERAZIONI	25
7	CONCLUSIONI.....	26

Allegati:

Allegato 1: Certificati di taratura della strumentazione

1 PREMESSA

Il Borgo di Gradella, sito nel Comune di Pandino, dal 2005 è annoverato tra i borghi più belli d'Italia, come *Unico Borgo "Rurale"*.

Proprio per la sua particolarità nel PGT del Comune di Pandino è contenuto un **Piano Ordinatore per il recupero del Borgo di Gradella**. Come descritto nel sito ufficiale del comune, così si legge:

*L'obiettivo che l'Amministrazione si era prefissata, assegnando ai tecnici uno specifico incarico, era quello di delineare un quadro unitario per la **valorizzazione delle caratteristiche morfologiche, storiche e tipologiche del borgo**. Lo scopo principale era quello di recuperare gli elementi andati perduti e di individuare tutti quegli interventi che avrebbero consentito una valorizzazione ed un rilancio del territorio anche dal punto di vista economico. Per ottenere questi obiettivi sono stati definiti due strumenti.*

Con il primo strumento sono state elencate le linee guida di tutto il borgo e per ogni edificio è stata prodotta una scheda nella quale sono riportate, da una parte tutte le caratteristiche tipologiche e i materiali esistenti (il colore delle facciate, gli infissi, i comignoli o i pluviali per citarne alcuni), dall'altra tutti gli interventi necessari che consentiranno il mantenimento o il ripristino dell'immagine complessiva degli edifici (modifiche o ripristini di elementi architettonici o spazi).

L'altro strumento riguarda l'aspetto prettamente progettuale. All'interno del borgo sono stati individuati degli spazi strategici, sia pubblici che privati, associati a dei progetti specifici.

Il disegno complessivo pianifica il recupero e la valorizzazione dell'impianto storico attraverso la realizzazione di un collegamento pedonale da nord a sud del paese, accanto alla roggia Gradella, che metterà in relazione tutti gli spazi aperti delle corti, attorno alle quali il paese si è generato e nelle quali la vita dei cittadini si è sviluppata.

Tra gli elementi strategici di progetto collegati e messi a sistema con le dotazioni infrastrutturali, culturali e socio-economiche, sono stati identificati la piazza pedonalizzata e il parcheggio comunale accessibile anche da via Maggiore con più posti auto e alberature, un agriturismo, la riqualificazione del campo da calcio con nuovi spogliatoi, l'edificio della scuola per le associazioni o da destinare alle visite delle scolaresche, un centro congressi con sala riunioni o proiezioni nella cascina Sant'Anna, un museo della civiltà contadina nei fabbricati agricoli della Valletta, l'ambito di espansione residenziale per la costruzione di nuove abitazioni integrate nel contesto esistente, uno spazio per mercato-fiere accanto a via degli Orti.

Si è consapevoli del fatto che un progetto di questa valenza sarà attuabile solamente in molti anni, ma altresì consci del fatto che ogni intervento, che si sarebbe potuto fare o lasciato fare ai singoli privati, avrebbe con il tempo determinato una perdita dell'identità del paese stesso, se non ci fosse stata questa volontà di pianificare una "visione" complessiva.

Nella Relazione introduttiva al Piano Ordinatore sono richiamati degli elaborati che descrivono il Progetto complessivo del Borgo, sia area Nord che Sud, scendendo poi in dettaglio sui diversi aspetti di conservazione e mantenimento, ma anche di sviluppo.

E' qui che si inserisce l'area oggetto d'analisi, come area prevista per l'espansione residenziale del Borgo.

La Valutazione Previsionale di Clima Acustico dell'area denominata CR.9 ha l'obiettivo di verificare la compatibilità ambientale della destinazione d'uso scelta (residenziale) in relazione al grado di rumorosità presente, e di appurare il rispetto dei limiti vigenti e determinati nel Piano di Zonizzazione Acustica del Comune di Pandino.

L'inquadramento del Borgo è sembrato d'uopo per comprendere il contesto in cui il comparto si torva, ma soprattutto i livelli rilevati e riportati nella presente relazione.

Il relatore della presente è in possesso della qualifica di cui all'art. 2, commi 6 e 7 della L. 447/95, per lo svolgimento dell'attività di "Tecnico Competente" nel campo dell'acustica ambientale.

Tale qualifica è stata riconosciuta con Decreto del Presidente della Regione Lombardia n° 10598/2004

Il Tecnico

Dott. Ing. Linda Parati

Dottorato Europeo in Acustica (EDSVS)
Tecnico competente in acustica ambientale
(D.P.G.R. Lombardia n° 10598/04)

Linda Parati

Anno Iscr. 2001

Sezione: A

Settori: a-b

N° 1160

Regione Lombardia

2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

L'inquinamento acustico in ambiente abitativo e nell'ambiente esterno è attualmente regolamentato dalle seguenti normative:

- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 1° marzo 1991, "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno", pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 57 del 8 marzo 1991;
- Legge 26 ottobre 1995 n. 447, "Legge quadro sull'inquinamento acustico", pubblicata nel Supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale, n. 125 del 30 ottobre 1995.
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997, "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore", pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 280 del 1 dicembre 1997;
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 16 marzo 1998, "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico", pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 76 del 1 aprile 1998.
- Decreto del Presidente della Repubblica 18 novembre 1998, n. 459, "Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario";
- L.R. Lombardia 10/8/2001 n. 13, "Norme in materia di inquinamento acustico", pubblicata nel Supplemento Ordinario al Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia n. 33 del 13 agosto 2001;
- Decreto Giunta Regione Lombardia n. 8313 del 8/3/2002;

Le tabelle seguenti riportano i valori limite delle classi acustiche previste dal D.P.C.M. 14.11.1997, ovvero valori previsti in caso di zonizzazioni acustiche dei territori.

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempo di riferimento diurno (06.00-22.00)	Tempo di riferimento notturno (22.00- 06.00)
I - aree particolarmente protette	50	40
II - aree prevalentemente residenziali	55	45
III - aree di tipo misto	60	50
IV - aree di intensa attività umana	65	55
V – aree prevalentemente industriali	70	60
VI – aree esclusivamente industriali	70	70

Valori limite assoluti di immissione – Leq in dB(A)

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempo di riferimento diurno (06.00-22.00)	Tempo di riferimento notturno (22.00- 06.00)
I - aree particolarmente protette	47	37
II – aree prevalentemente residenziali	52	42
III – aree di tipo misto	57	47
IV – aree di intensa attività umana	62	52
V – aree prevalentemente industriali	67	57
VI – aree esclusivamente industriali	70	70

Valori di qualità – Leq in dB(A)

3 **DEFINIZIONI E CRITERI DI VALUTAZIONE**

3.1.1.1 Tempo di riferimento TR (vedi D.M. 16/3/98, allegato A)

"Rappresenta il periodo della giornata all'interno del quale si eseguono le misure. La durata della giornata è articolata in due tempi di riferimento: quello diurno compreso tra le h 6,00 e le h 22,00 e quello notturno compreso tra le h 22,00 e le h 6,00".

3.1.1.2 Tempo di osservazione TO (vedi D.M. 16/3/98, allegato A)

"E' un periodo di tempo compreso in TR nel quale si verificano le condizioni di rumorosità che si intendono valutare."

3.1.1.3 Tempo di misura TM (vedi D.M. 16/3/98, allegato A)

E' un periodo di tempo "... di durata pari o minore del tempo di osservazione in funzione delle caratteristiche di variabilità del rumore ed in modo tale che la misura sia rappresentativa del fenomeno."

3.1.1.4 Livello di rumore residuo (vedi D.M. 16/3/98, allegato A)

"E' il livello continuo equivalente di pressione sonora" ... omissis ... "che si rileva quando si esclude la specifica sorgente disturbante."

3.1.1.5 Livello di rumore ambientale (vedi D.M. 16/3/98, allegato A)

"E' il livello continuo equivalente di pressione sonora" ... omissis ... "prodotto da tutte le sorgenti di rumore" ... omissis ... "E' il livello che si confronta con i limiti massimi di esposizione:

- o nel caso dei limiti differenziali, è riferito a TM ;
- o nel caso dei limiti assoluti è riferito a TR".

3.1.1.6 Rumore con componenti impulsive (vedi D.M. 16/3/98, allegato A)

"Emissione sonora nella quale siano chiaramente udibili e strumentalmente rilevabili eventi sonori di durata inferiore ad un secondo."

3.1.1.7 Rumore con componenti tonali (vedi D.M. 16/3/98, allegato A)

"Emissioni sonore all'interno delle quali siano evidenziabili suoni corrispondenti ad un tono puro o contenuti entro 1/3 di ottava e che siano chiaramente udibili e strumentalmente rilevabili".

Nel caso si riconosca soggettivamente la presenza di componenti tonali o impulsive nel rumore, si procede ad una verifica strumentale.

Nel caso in cui la verifica strumentale confermi la presenza di una componente tonale o impulsiva, il livello sonoro misurato deve essere incrementato di 3 dB(A).

Se la componente tonale risulta compresa tra 20 e 200 Hz, il livello misurato nel periodo notturno deve essere incrementato di ulteriori 3 dB(A).

3.1.1.8 Ambiente abitativo (vedi D.M. 16/3/98, allegato A)

"Ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza di persone o comunità ed utilizzato per le diverse attività umane" ... omissis.

3.1.1.9 Ricettore (D.P.R. 459/98, art. 1)

"Qualsiasi edificio adibito ad ambiente abitativo comprese le relative aree esterne di pertinenza ...".

3.1.1.10 Livello di emissione (LEGGE QUADRO N°447/1995, art. 2, comma 1 lettera e)

valori limite di emissione: il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa;

3.1.1.11 Livello di immissione (LEGGE QUADRO N°447/1995, art. 2, comma 1 lettera f)

valori limite di immissione: il valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori;

3.1.1.12 Valore limite differenziale (LEGGE QUADRO N°447/1995, art. 2, comma 3 lettera b)

I valori limite differenziali sono determinati con riferimento alla differenza tra il livello equivalente di rumore ambientale ed il rumore residuo. Ovvero come differenza tra il rumore ambientale, rilevato al ricettore e generato da tutte le sorgenti presenti nell'intorno, ed il rumore residuo ovvero il rumore al ricettore una volta spenta la sorgente d'interesse.

Il Criterio è rispettato (D.P.C.M. 14.11.1997 Art.4) nel momento in cui tale differenza, rilevata all'interno degli ambienti abitativi, è pari a 5 dB in periodo diurno e 3 dB in periodo notturno.

Vi sono poi delle condizioni di non applicabilità (D.P.C.M. 14.11.1997 art. 4 comma 2 e 3) quali:

- a) se il rumore misurato a finestre aperte sia inferiore a 50 dB(A) durante il periodo diurno e 40 dB(A) durante il periodo notturno;
- b) se il livello del rumore ambientale misurato a finestre chiuse sia inferiore a 35 dB(A) durante il periodo diurno e 25 dB(A) durante il periodo notturno.

Le disposizioni di cui al presente articolo non si applicano alla rumorosità prodotta: dalle infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali e marittime; da attività e comportamenti non connessi con esigenze produttive, commerciali e professionali; da servizi e impianti.

4 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

4.1 DATI IDENTIFICATIVI PROPRIETA'

AZIENDA AGRICOLA DI GRADELLA S.P.A.

Via Maggiore 51/T, 26025, Pandino (Cr)

C.F. 00875060188

PEC aziendaagricoladigradella@open.legalmail.it

4.2 INQUADRAMENTO

L'area in analisi si trova a Nord del cuore del Borgo. Proprio come descritto in premessa, non è casuale la scelta di annoverarlo tra i Borghi più belli d'Italia. Esso infatti non solo mantiene una propria identità ma è stato preservato da attività produttive invasive. Infatti lo stesso è di natura agricola, come confermato dalle aziende agricole presenti.

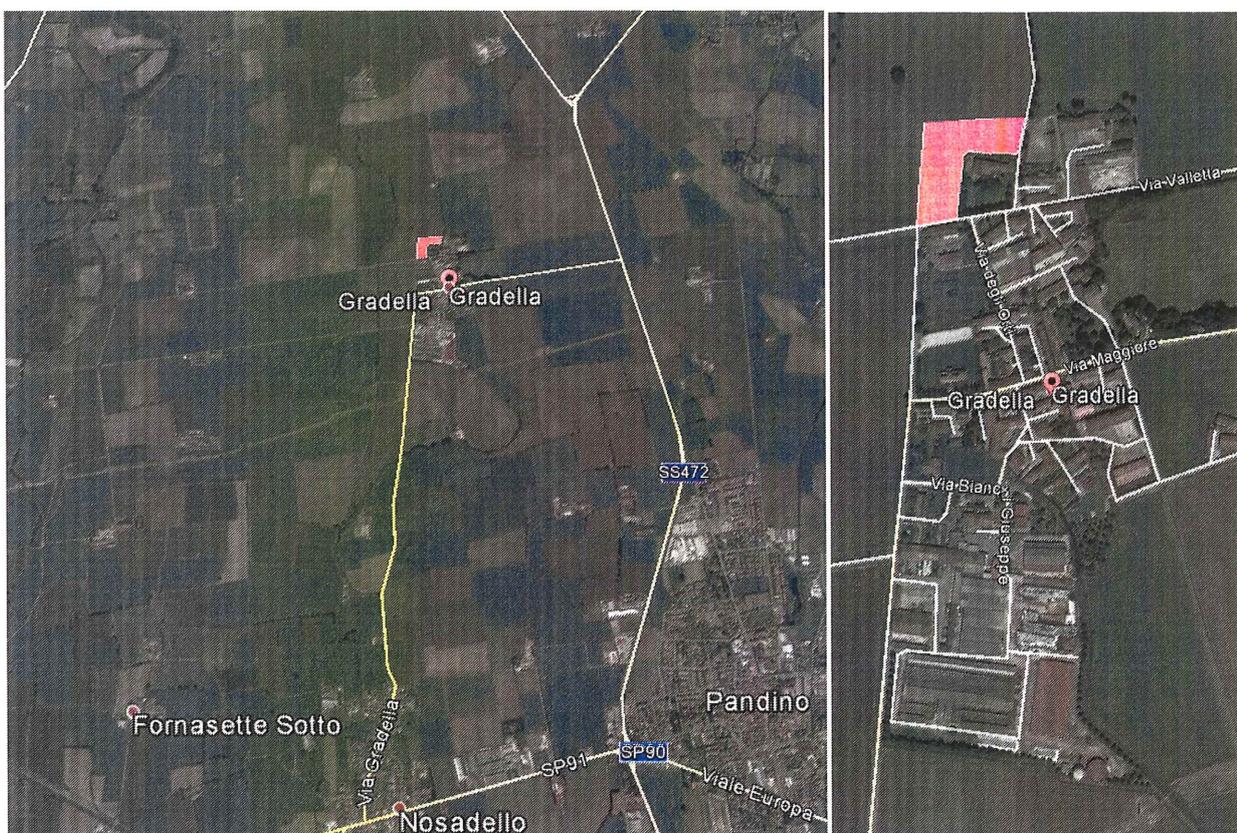


Figura 1: Inquadramento territoriale del Borgo e dell'area in analisi

Gradella è raggiungibile attraverso strade locali in diramazione sia dalla SS472, che dalla SP91.

4.3 CLASSIFICAZIONE ACUSTICA

L'area in oggetto è classificata secondo la Zonizzazione Acustica del Comune di Pandino in **Classe II** ovvero **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 e artigianali) come definito con D.P.C.M. 14 Novembre 1997.

La Classificazione del territorio è stata evinta dalla cartografia della Zonizzazione Acustica riportata sul sito del Comune di Pandino.

LEGENDA

classi di zonizzazione acustica

-  I
-  II
-  III
-  IV
-  V
-  aree agricole
-  aree per manifestazioni di carattere temporaneo all'aperto

-  fascia A di pertinenza acustica ex D.P.R. 30 marzo 2004 n. 142
-  fascia B di pertinenza acustica ex D.P.R. 30 marzo 2004 n. 142



Figura 2: Stralcio di Zonizzazione Acustica -  area in analisi

L'area d'interesse confina ad est e sud con aree anch'esse in classe II, mentre a ovest e nord con aree in classe III. L'estensione della classe III è la riconferma della natura agricola del territorio.

4.4 FASCE DI PERTINENZA STRADALE

Secondo le norme vigenti in materia di Inquinamento Acustico derivante da traffico veicolare, il D.P.R. 142/2004 definisce fasce di pertinenza stradale in base al tipo di strada, ovvero in base alla classificazione assegnata dal D.L. n°285.

Il Comune di Pandino è interessato da più arterie di comunicazione, quella più prossima all'area è la SP exSS472.

La SP 472 è annoverata tra le strade della Provincia di Cremona da assoggettare a Mappatura del Rumore in quanto vi transitano dai 3 ai 6 milioni di veicoli all'anno¹.

Sebbene l'area disti oltre 900 m dal punto più prossimo alla SP472, e quindi non rientri nelle fasce di pertinenza stradale secondo D.P.R. 142/2004, si riporta per completezza l'analisi della Provincia:

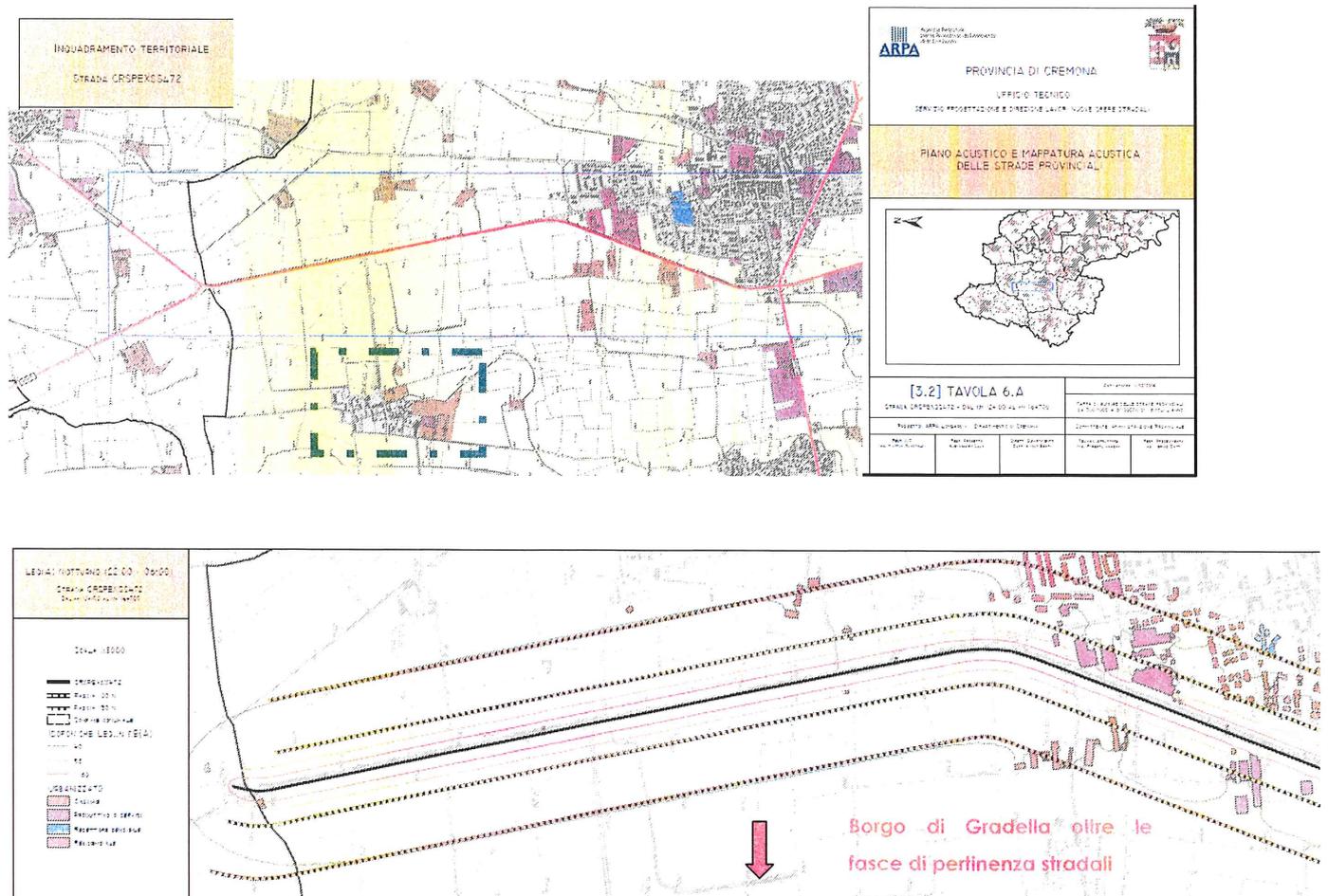


Figura 3: Mappe del Rumore _ Inquadramento territoriale _ fasce di pertinenza stradali **gradella**

4.5 CONSIDERAZIONI

In relazione a quanto indicato dalla Zonizzazione Acustica del Comune di Pandino e dalle valutazioni riportate per la viabilità, si riscontra che gli unici limiti da verificare per l'area in analisi sono quelli dettati dal Piano di Zonizzazione Acustica del Comune di Pandino.

Si evidenzia altresì che, lavorazioni nei campi a parte (attività a carattere temporaneo), non si riscontrano altre sorgenti di rumore nell'intorno.

¹ Informazioni tratte dal Sito ufficiale della Provincia di Cremona:

<http://www.provincia.cremona.it/strade/?view=Pagina&id=5302>

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempo di riferimento diurno (06.00-22.00)	Tempo di riferimento notturno (22.00- 06.00)
Valori limite assoluti di immissione – Leq in dB(A)		
II - aree prevalentemente residenziali	55	45
Valori limite assoluti di emissione – Leq in dB(A)		
II - aree prevalentemente residenziali	50	40

Tabella 1: Valori da D.P.C.M. 14.11.1997

5 CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA

Al fine di verificare il rispetto dei limiti, sono stati eseguiti rilievi fonometrici nell'intorno dell'area ove si riscontrano solo attività agricole e, a grande distanza, la SP 472.

Per caratterizzare l'area sono state eseguite misure lungo un asse parallelo all'area stessa, ma maggiormente esposto al rumore della SP. Quindi si è proceduto eseguendo una misura su Via Maggiore, strada di accesso al Borgo, per acquisire la possibile rumorosità del traffico locale, ed ipotizzarla come futura rumorosità in prossimità del Comparto CR.9 legata ai futuri residenti.

Le misure sono state inserite in un modello di simulazione per verificare lo stato acustico futuro.

5.1 STRUMENTAZIONE DI MISURA

Le misure strumentali, i cui risultati sono riportati nel seguito, sono state eseguite dall'ing. Linda Parati iscritta all'Elenco dei Tecnici competenti in Acustica della Regione Lombardia. Il rapporto di valutazione è stato redatto dall'ing. Linda Parati, Tecnico Competente in Acustica secondo il D.P.G.R. Lombardia n° 10598/04.

Per l'effettuazione delle misure è stata utilizzata la seguente strumentazione di misura, la cui catena risulta essere in classe 1 secondo le normative I.E.C. 651 (fonometri di precisione), I.E.C. 804 (fonometri integratori) e I.E.C. 1260 (analisi in frequenza per bande di ottava e terzi di ottava), in conformità a quanto richiesto dal D.M. 16/3/98. In particolare:

Fonometro integratore e analizzatore di frequenza

Marca: **Bruel & Kiaer**
Modello: **2250**
Numero di serie: **2764940**

Calibratore di precisione

Marca: **Bruel & Kiaer**
Modello: **4231**
Numero di serie: **2556546**

Taratura vedasi All.1

La calibrazione della catena di misura (costituite da microfono, preamplificatore e fonometro) è stata verificata sul posto subito prima dell'inizio dei rilievi e al termine degli stessi, sfruttando il segnale di calibrazione di livello pari a 94 dB alla frequenza di 1 kHz. Lo scarto rilevato tra la verifica iniziale e quella finale è stato di 0,0 dB.

5.2 MODALITA' DI SVOLGIMENTO DELLE MISURE

L'indagine acustica è stata condotta in data 9 Maggio 2017 in periodo diurno, con le seguenti modalità:

- curva di ponderazione (A);
- costante di ponderazione temporale "Fast";
- acquisizione dei dati ogni 100ms.

Il microfono, dotato di opportuna cuffia antivento, è stato collocato su idoneo cavalletto ad una altezza di 1.60 m da terra.

I valori acquisiti durante l'analisi sono stati:

Leq;

Liv. Min.

Liv. Max;

Livelli Statistici 99, 90, 95, 50, 10, 1;

Analisi in frequenza in 1/3 d'ottava

Condizioni meteorologiche:

Buone

Velocità del Vento:

A volte presente_ indicato nelle time history

5.3 LOCALIZZAZIONE TEMPORALE

a. Tempo di riferimento - TR

Le misure sono state effettuate nel tempo di riferimento diurno (06:00-22:00)

b. Tempo di osservazione - TO

L'area è stata posta sotto analisi dalle 13.00 alle 15 del 9 Maggio 2017.

c. Tempo di misura - TM

Come da time history riportate a seguire.

5.4 POSIZIONI DI MISURA E LIVELLI RILEVATI

In Figura 4 sono riportati i punti di misura: M1-M2 ed M3 su un asse parallelo alla SP, e posto a circa 270 m dall'area; quindi la posizione su Via Maggiore per identificare l'effetto del traffico locale. I punti di misura, maggiormente esposti rispetto all'area in analisi, sono stati scelti per valutare la condizione peggiore così da fornire uno stato futuro il più realistico possibile.



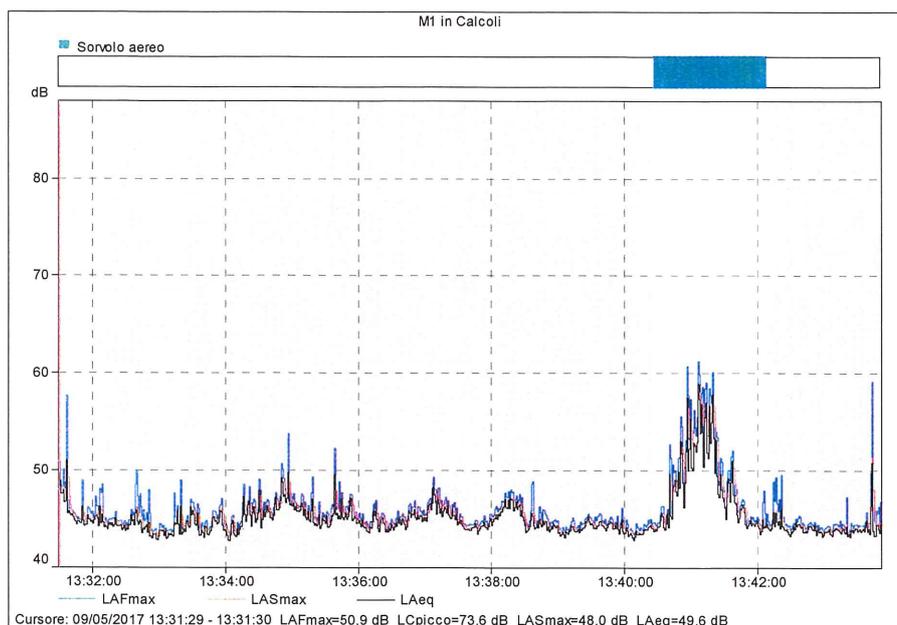
Figura 4: Posizioni di Misura

In relazione a quanto rilevato in periodo diurno, non si è ritenuto necessario ripetere le rilevazioni in periodo di riferimento notturno.

Posizione M1: La posizione M1 risente della vicinanza della paratoia del fosso.



Figura 5: Posizione M1



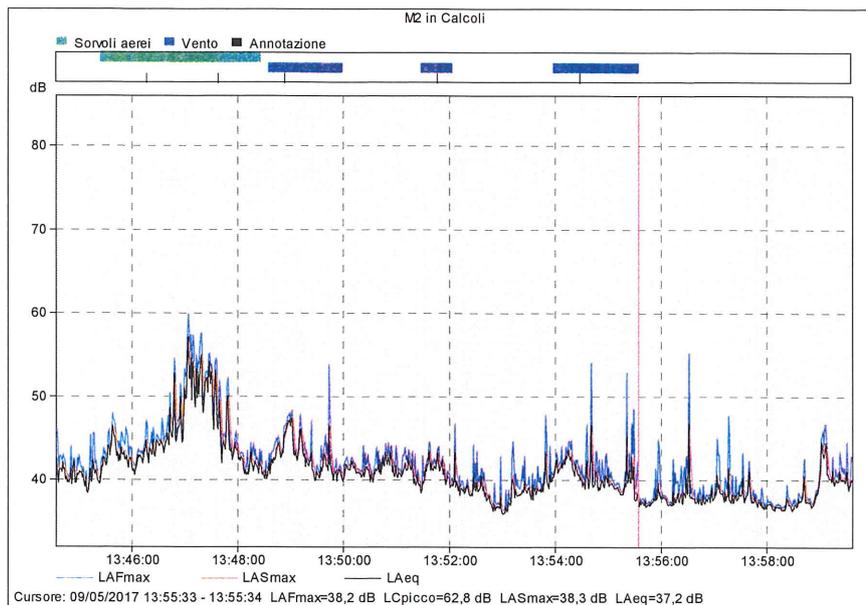
M1	LAeq [dB]	LAFmax [dB]	LA1 [dB]	LA5 [dB]	LA10 [dB]	LA50 [dB]	LA90 [dB]	LA95 [dB]	LA99 [dB]
Totale	46,2	61,3	55,8	49,5	47,1	44,6	43,4	43,2	43
Senza marcatore	44,8	59,2	48,9	46,8	46,1	44,5	43,3	43,1	43
Sorvolo aereo	50,5	61,3	58	56,6	54	47,1	44,2	43,8	43,2

Durante la misura si è verificato un sorvolo aereo. I percentili L90-95 e 99 evidenziano il contributo della paratoia. Il Livello rilevato è pienamente conforme ai limiti della Classe II a cui appartiene, non il punto di misura, ma l'area in analisi.

Posizione M2: Durante la misura si sono verificati sorvoli aerei e componenti "vento" chiaramente distinguibili rispetto all'effettiva rumorosità del luogo.



Figura 6: Vista dalla posizione di misura 2



M2	LAeq [dB]	LAFmax [dB]	LA1 [dB]	LA5 [dB]	LA10 [dB]	LA50 [dB]	LA90 [dB]	LA95 [dB]	LA99 [dB]
Totale	42,9	59,8	53	47,6	44,7	40,3	37,3	36,8	36,1
Senza marcatore	39,4	55,2	43,9	42,1	41,5	38,7	36,9	36,4	36,1
(Tutti) Vento	41,9	54	47,5	45,8	43,9	41,2	39,1	38,5	37,5
Sorvoli aerei	47,4	59,8	55,2	53	52,1	43,9	41,5	41,1	40,1
Vento	43,2	53,8	47,8	47	46,1	42,2	40,3	40	39,2
Vento	41,1	44,6	43,8	43,1	42,6	41,2	39,2	38,9	38,2
Vento	40,7	54	46	42,9	42,5	40	38,5	38,1	37,2

Il livello globale rilevato, nonostante gli eventi, è pienamente conforme ai limiti della classe II. In particolare se si osservano i percentili L90-95 e 99 si nota che il clima acustico è estremamente tranquillo.

Posizione M3: Vista verso l'area. Durante le rilevazioni è transitato un trattore che era impegnato ad arare un campo in lontananza. Ad esso si è susseguito un sorvolo aereo.

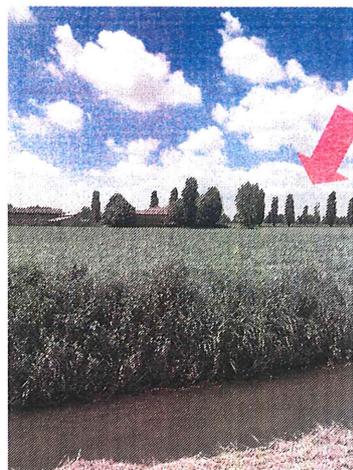
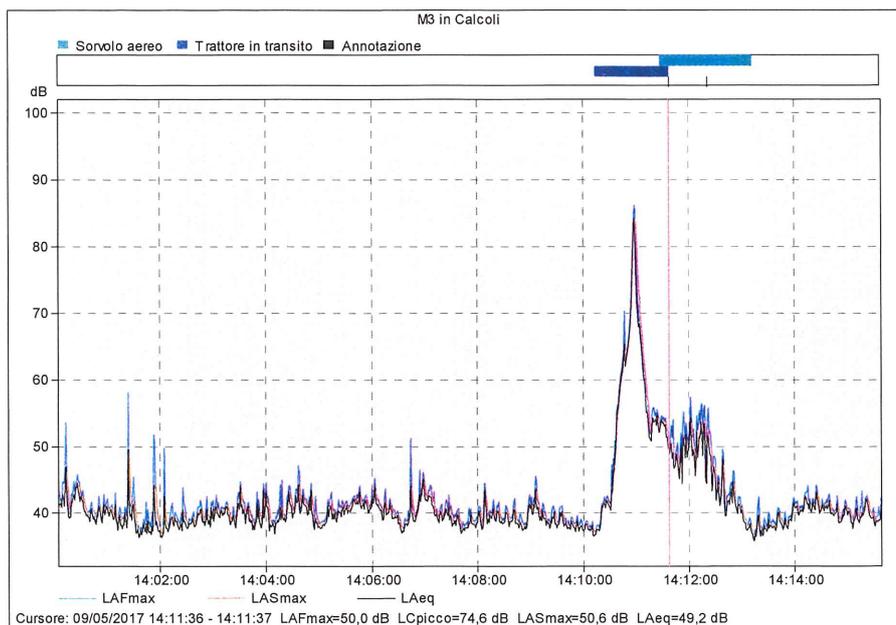


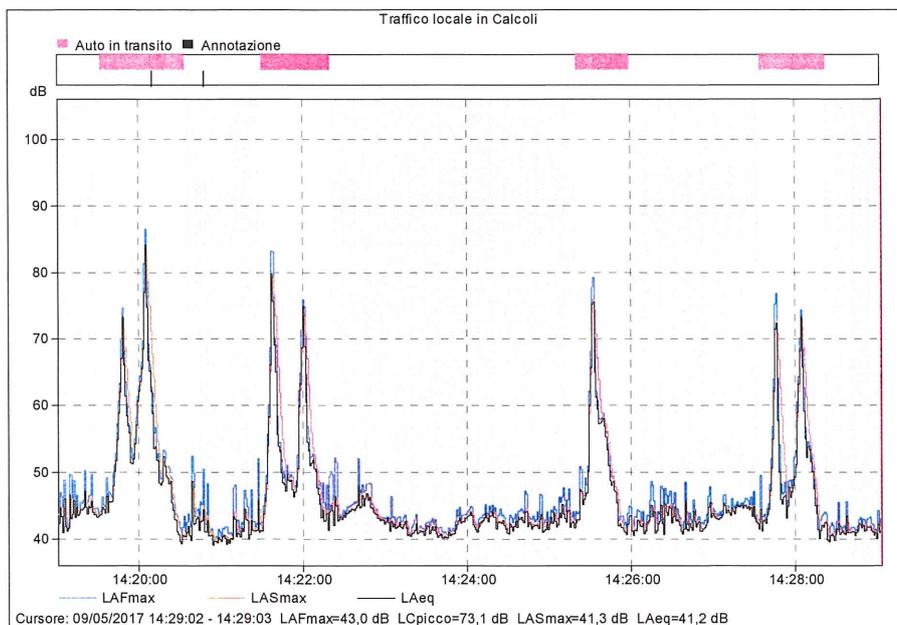
Figura 7: Vista verso l'area



M3	LAeq [dB]	LAFmax [dB]	LA1 [dB]	LA5 [dB]	LA10 [dB]	LA50 [dB]	LA90 [dB]	LA95 [dB]	LA99 [dB]
Totale	59,4	86,2	68,3	53,5	48,6	39,8	37,6	37,2	36,3
Senza marcatore	39,9	58	44	42,4	41,7	39,3	37,5	37,1	36,3
Sorvolo aereo	48,4	57,3	54	53,5	52,8	46,6	38,9	37,7	36,5
Trattore in transito	69,7	86,2	84,2	75,8	68,8	53,7	40,3	37,6	36,8

Anche la misura in M3 non fa altro che riconfermare quanto rilevato negli altri punti.

Posizione Traffico Locale: Come descritto la posizione è stata scelta per implementare il modello di simulazione per lo stato futuro con valori reali presi a ciglio strada.



Nella time history sono chiaramente distinguibili i transiti dei mezzi. Il picco più elevato è dovuto al

transito di un'autobotte di latte (pubblicità latteria sulla fiancata del mezzo).

Traffico Locale	LAeq [dB]	LAFmax [dB]	LA1 [dB]	LA5 [dB]	LA10 [dB]	LA50 [dB]	LA90 [dB]	LA95 [dB]	LA99 [dB]
Totale	61	86,5	75	63	54,6	43,1	40,6	40,2	39,4
Senza marcatore	42,8	52,5	46,8	45,4	44,7	42,4	40,4	40,1	39,3
(Tutti) Auto in transito	65,8	86,5	79	73	66,4	49,1	42,1	41,2	40
Auto in transito	68,1	86,5	84,4	73,9	66,9	51,3	42,1	40,4	39,3
Auto in transito	66	83,2	79,5	74,5	68,5	49,5	43,3	42,3	41,3
Auto in transito	63,3	79,2	75,8	75	64,1	47,9	41,5	41	40,2
Auto in transito	61,6	76,8	73,5	71,6	65,2	47,4	42	41,3	40,5

Il clima della zona è pienamente conforme ai limiti della classe II (vds livello identificato come *Senza marcatore*), come evidenziato anche dai percentili L90-95-99; il resto dei percentili pone in evidenza il rumore a carattere fluttuante tipico del traffico.

5.5 CONSIDERAZIONI

Quanto rilevato evidenzia che la SP 472, come indicato dalle Mappe di rumore della Provincia, non è percepibile, non si riscontrano altre possibili sorgenti di rumore se non legate alla natura (uccellini, cani, ecc...) o a lavorazioni agricole (aratura ecc...).

La zona risponde pienamente alla classificazione assegnata dal Piano di Zonizzazione Acustica del Comune di Pandino.

6 PREVISIONE DI CLIMA ACUSTICO

Per completezza di procedo a valutare lo stato futuro dell'area in analisi sia per il clima presente e rilevato, sia per il contributo che sarà generato dai futuri residenti.

6.1 MODELLI DI PREVISIONE DEL RUMORE

La valutazione previsionale del livello di rumore immesso nell'area circostante da una sorgente particolare può essere effettuata mediante l'ausilio di specifici codici di calcolo relativi alla propagazione del suono in ambienti aperti. La metodologia adottata da suddetti codici per la stima del livello di rumore in un dato punto tiene conto del fatto che la propagazione del suono segue leggi fisiche in base alle quali è possibile valutare l'attenuazione della pressione sonora o dell'intensità acustica a varie distanze dalla sorgente stessa.

A tale proposito, le norme ISO 9613-1/93 e 9613-2/96 stabiliscono una metodologia che consente, con una certa approssimazione, di valutare tale attenuazione tenendo conto dei principali parametri che influenzano la propagazione: divergenza delle onde acustiche, presenza del suolo, dell'atmosfera, di barriere ed altri fenomeni. Esistono diversi modi di schematizzare la generazione e la propagazione del suono:

- a) si può considerare che la potenza sonora emessa sia concentrata in sorgenti puntiformi, in genere omnidirezionali. In tal caso, per ciascuna sorgente la potenza sonora si distribuisce su una sfera o una semisfera; nella propagazione del suono si ha quindi una riduzione dell'intensità acustica proporzionale all'inverso del quadrato della distanza. Il livello di pressione sonora L_p prodotto a distanza r da una data sorgente di potenza sonora L_w , nel caso di propagazione sferica, è dato da:

$$L_p = L_w + DI - 20 \log(r) - 11 \quad (\text{propagazione sferica})$$

Il termine $20 \log(r)$ rappresenta l'attenuazione dovuta alla divergenza sferica delle onde, mentre DI esprime in dB (rispetto ad una direzione di riferimento) il fattore di direttività Q della sorgente. Questo termine può essere trascurato quando gli effetti della direzionalità della sorgente vengono mascherati dalla presenza di fenomeni di diffusione prodotti da oggetti e superfici presenti nel campo sonoro. Nel caso di propagazione semisferica, come si verifica quando una sorgente sonora è appoggiata su un piano riflettente, si ha:

$$L_p = L_w + DI - 20 \log(r) - 8 \quad (\text{propagazione semisferica})$$

- b) si può considerare che la potenza sonora emessa sia concentrata in una o più

sorgenti lineari, corrispondenti alla mezzeria delle aree considerate, qualora lo sviluppo della sorgente sia maggiore in lunghezza rispetto a quello in larghezza. In tal caso, la potenza sonora si distribuisce su una superficie cilindrica o semicilindrica; la riduzione dell'intensità acustica è proporzionale all'inverso della distanza:

$$L_p = L_w - 10 \log(r) - 8 \quad (\text{propagazione cilindrica})$$

$$L_p = L_w - 10 \log(r) - 5 \quad (\text{propagazione semicilindrica})$$

In realtà il livello di pressione sonora è influenzato anche dalle condizioni ambientali e dalla direttività della sorgente per cui le equazioni precedenti assumono una forma più complessa. Ad esempio, con riferimento a sorgenti puntiformi (propagazione sferica), si ottiene:

$$L_p = L_w + DI - 20 \log(r) - A - 11$$

dove A, l'attenuazione causata dalle condizioni ambientali, è dovuta a diversi contributi:

A1 = assorbimento del mezzo di propagazione;

A2 = presenza di pioggia, neve o nebbia;

A3 = presenza di gradienti di temperatura nel mezzo e/o di turbolenza (vento);

A4 = assorbimento dovuto alle caratteristiche del terreno e alla eventuale presenza di vegetazione;

A5 = presenza di barriere naturali o artificiali.

6.2 ANALISI PREVISIONALE MEDIANTE SOFTWARE DI SIMULAZIONE

Nel caso in cui si debba studiare l'impatto acustico di una o più sorgenti, è possibile impiegare per la stima della propagazione del rumore in ambiente esterno noti programmi di calcolo, che impiegano i modelli previsionali citati in precedenza.

Il software impiegato nel caso presente è "IMMI" vers. 5.3 della casa tedesca Wölfel, sviluppato in ambiente operativo "Windows" e dedicato specificamente all'acustica previsionale. Esso permette la modellizzazione acustica in accordo con le principali linee-guida esistenti in Europa e nel mondo, tra cui appunto la ISO 9613 utilizzata nel presente elaborato.

Nel nostro paese non esistono al momento linee guida per il calcolo e la valutazione della propagazione acustica in ambiente esterno ed il riferimento va pertanto alla direttiva europea 2002/49 in tema di inquinamento acustico ambientale (recepita con d. lgs. 194/2005).

Alcune delle caratteristiche salienti del software sono:

- Input dei dati mediante mouse e tastiera, scanner di supporti cartografici, importazione diretta di file DXF o immagine;

- Verifica immediata dei dati introdotti mediante tabulati relativi ai dati geometrici e acustici già finalizzati alla stampa di report;
- Presentazione dell'output in forma tabulare e grafica, attraverso mappe colorate bidimensionali e tridimensionali personalizzabili;
- Possibilità di inclusione ed esclusione di gruppi di sorgenti o di ostacoli;
- Possibilità di modellizzare le emissioni sonore di edifici industriali e non (attualmente è implementata a tale scopo la norma tedesca VDI 2571);
- Calcolo in frequenza secondo la norma ISO 9613-2.

Il software è stato adottato da autorevoli enti, fra cui l'ANPA (ora APAT) e numerose ARPA

6.3 CLIMA ACUSTICO FUTURO

Le simulazioni a seguire rappresentano la situazione futura in due momenti:

- 1) Intenso traffico locale, ipotizzato come momento mattutino e serale di uscita e rientro dei futuri residenti
- 2) Clima della zona senza il traffico locale.

Entrambe le situazioni sono presentate come viste d'insieme e quindi zoom sull'area per meglio comprendere i livelli in facciata agli edifici ipotizzati. Il modello è stato tarato sulla base dei rilievi eseguiti. Il confronto tra quanto rilevato e simulato è riportato in Tabella 2.

	Valori rilevati	Valori risultanti da simulazione stato di fatto
Misura 1	40	40,6
Misura 2	40	39,9
Misura 3	40	39,4
Traffico Locale	61	61

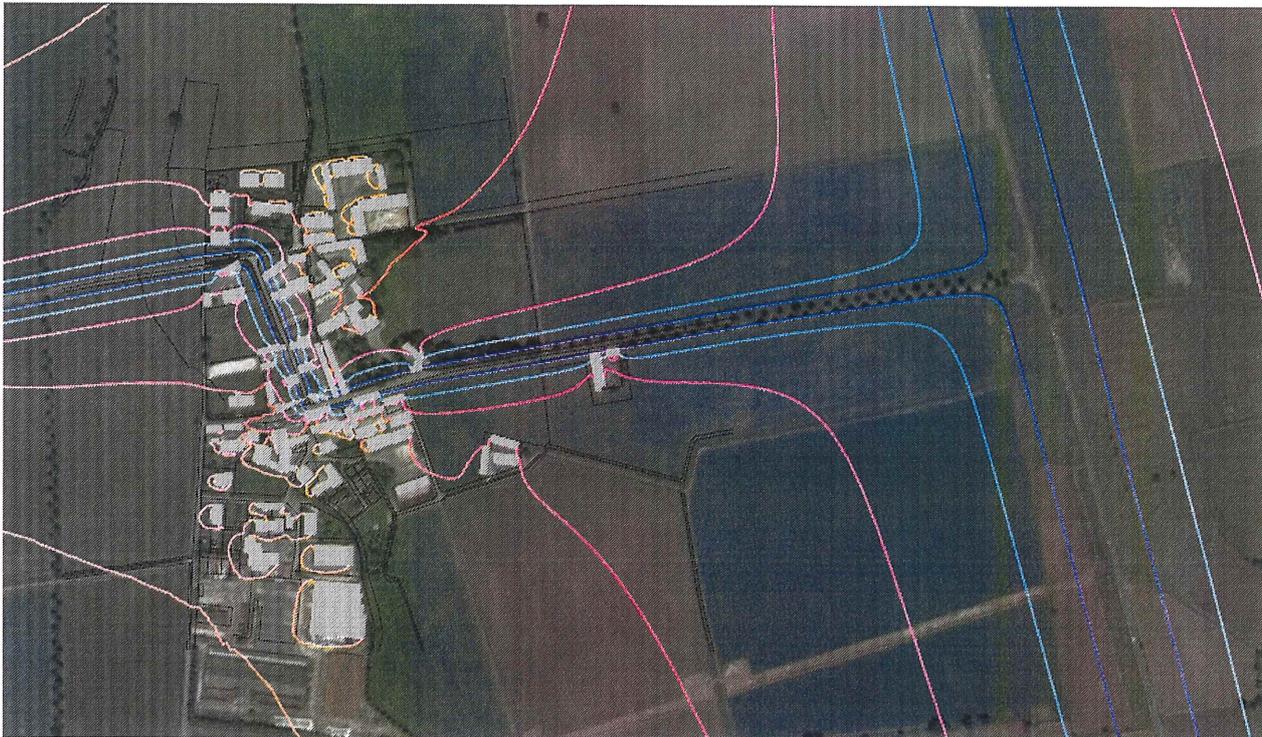
Tabella 2: Taratura del modello: confronto rilevato - simulato

Il confronto conferma l'attendibilità del modello di simulazione.

6.3.1 Traffico locale dei residenti futuri

Curve di isolivello nel periodo diurno durante le ore di punta quota 4 metri dal piano campagna

- LEGENDA:
- Curva di isolivello corrispondente a 25 dBA
 - Curva di isolivello corrispondente a 30 dBA
 - Curva di isolivello corrispondente a 35 dBA
 - Curva di isolivello corrispondente a 40 dBA
 - Curva di isolivello corrispondente a 45 dBA
 - Curva di isolivello corrispondente a 50 dBA
 - Curva di isolivello corrispondente a 55 dBA



Curve di isolivello nel periodo diurno durante le ore di punta quota 4 metri dal piano campagna

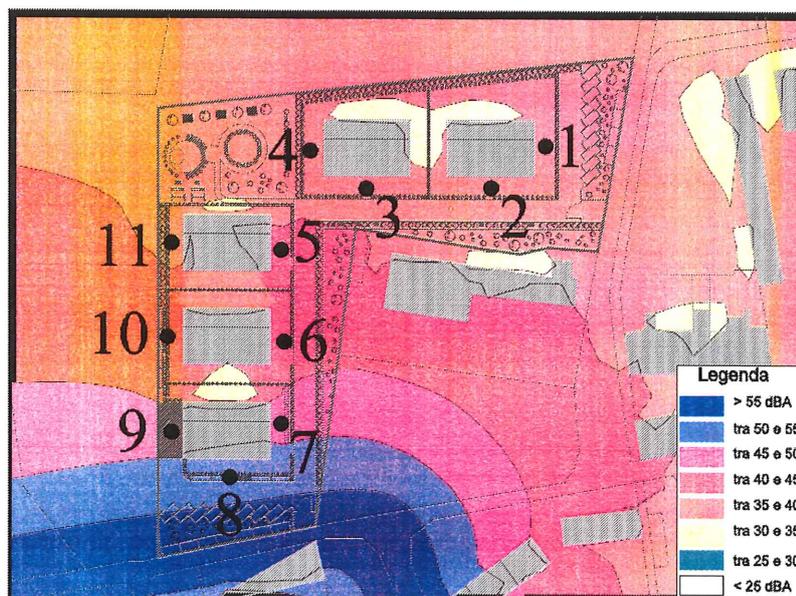


Figura 8: Traffico locale dovuto ai futuri residenti – RAPPRESENTAZIONE DELLE ORE DI PUNTA MATTUTINE E SERALI

Previsione dei livelli futuri ai ricettori	
Posizioni ricevitori	Ora di punta – effetto del traffico locale dei residenti
1	36,3
2	36,4
3	38,1
4	36,9
5	40,2
6	42,5
7	47,5
8	51,1
9	45,7
10	41,2
11	38,8

Tabella 3: Valori in facciata alla quota di 4 m

6.3.2 Clima della giornata

Curve di isolivello nel periodo diurno quota 4 metri dal piano campagna

- LEGENDA:**
- Curva di isolivello corrispondente a 25 dBA
 - Curva di isolivello corrispondente a 30 dBA
 - Curva di isolivello corrispondente a 35 dBA
 - Curva di isolivello corrispondente a 40 dBA
 - Curva di isolivello corrispondente a 45 dBA
 - Curva di isolivello corrispondente a 50 dBA
 - Curva di isolivello corrispondente a 55 dBA



Curve di isolivello nel periodo diurno
quota 4 metri dal piano campagna

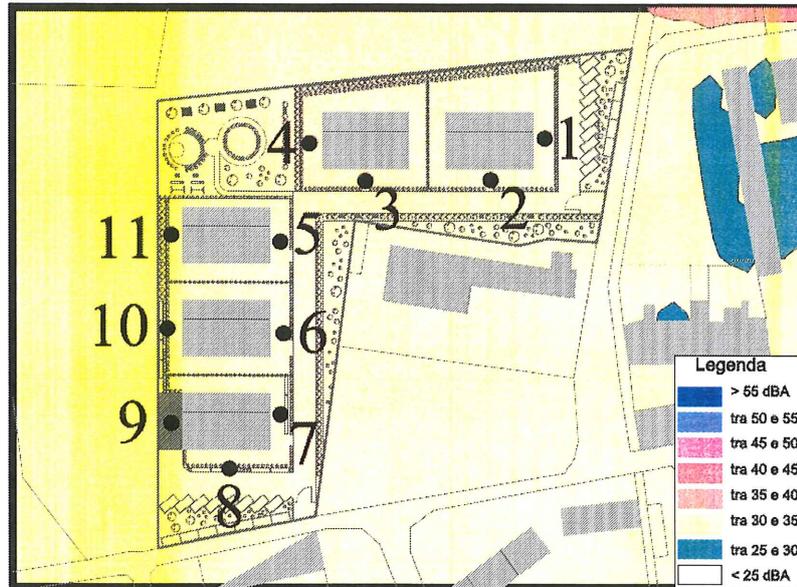


Figura 9: Clima futuro

Previsione dei livelli futuri ai ricettori	
Posizioni ricevitori	Resto della giornata
1	34,7
2	33,5
3	32,7
4	21
5	33,9
6	33,9
7	34
8	32
9	20,8
10	20,5
11	20,2

6.4 CONSIDERAZIONI

Le simulazioni ivi riportate si evince che anche con l'insediamento residenziale il clima della zona non subirà alterazioni e permarrà il completo rispetto dei limiti vigenti.

7 CONCLUSIONI

Lo studio eseguito evidenzia che l'area definita come Ambito di Completamento CR.9 nel Borgo di Gradella è soggetta ad un clima pienamente conforme ai limiti previsti dalla Zonizzazione Acustica e rispondenti alla classe II. Le future residenze godranno di assoluta pace e tranquillità. Si ritiene pertanto che l'area sia più che idonea per la destinazione prescelta.

Crema 12 Maggio 2017

Il tecnico

Dott. Ing. Linda Parati

Dottorato Europeo in Acustica (EDSVS)
Tecnico Competente in Acustica
(D.P.G.R. Lombardia n°10598/04)



ALLEGATO 1: Certificati di taratura



Centro di Taratura LAT N° 224
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato
di Taratura



Pagina 1 di 3
Page 1 of 3

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 224 15-2635-CAL
Certificate of Calibration

- data di emissione
date of issue **2015/07/06**

- cliente
customer **Parati Dott. Ing. Linda
Via Frecavalli, 22
Crema - CR**

- destinatario
addressee **Parati Dott. Ing. Linda
Via Frecavalli, 22
Crema - CR**

- richiesta
application **Prot. 150624/01**

- in data
date **2015/06/24**

Si riferisce a
Referring to

- oggetto
item **Calibratore acustico**

- costruttore
manufacturer **Bruel & Kjaer**

- modello
model **4231**

- matricola
serial number **2556546**

- data di ricevimento oggetto
date of receipt of item **2015/07/03**

- data delle misure
date of measurements **2015/07/06**

- registro di laboratorio
laboratory reference **2635**

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 224 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).
Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 224 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).
This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.
The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.
The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre

Paolo Zambusi



Centro di Taratura LAT N° 224
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato
di Taratura



LAT N° 224

Pagina 1 di 8
Page 1 of 8

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 224 15-2634-FON
Certificate of Calibration

- Data di emissione
date of issue **2015/07/06**

- Cliente
Customer **Parati Dott. Ing. Linda**

- destinatario
addressee **Parati Dott. Ing. Linda**

- richiesta
application **Via Frecavalli, 22
Crema - CR**

- in data
date **2015/06/24**

Si riferisce a
referring to

- oggetto
item **Misuratore di livello di
pressione sonora**

- costruttore
manufacturer **Bruel Kjaer**

- modello
model **2250**

- matricola
serial number **2764940**

- data di ricevimento oggetto
date of receipt of item **2015/07/03**

- data delle misure
date of measurements **2015/07/06**

- registro di laboratorio
laboratory reference **2634**

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 224 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).
Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 224 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).
This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre
Paolo Zambusi