



Regione Toscana

Regione Toscana  
Provincia di Arezzo  
Comuni di Badia Tedalda e Sestino



Impianto Eolico denominato "Poggio delle Campane"  
ubicato nei comuni di Badia Tedalda (AR) e Sestino (AR)  
costituito da 8 (otto) aerogeneratori di potenza nominale 6,2 MW  
per un totale di 49,6 MW con relative opere connesse ed infrastrutture  
indispensabili nei comuni di Badia Tedalda e Sestino

Titolo:

RELAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO

Numero documento:

Commissa	Fase	Tipo doc.	Prog. doc.	Rev.
2 2 4 3 1 3	D	R	0 3 9 9	0 0

Proponente:

**FRI-EL**

FRI-EL S.p.A.  
Piazza della Rotonda 2  
00186 Roma (RM)  
[fri-elspa@legalmail.it](mailto:fri-elspa@legalmail.it)  
P. Iva 01652230218  
Cod. Fisc. 07321020153

PROGETTO DEFINITIVO

Progettazione:



Il consulente:

dr. Ing. ir. Filippo Continisio – TCA



Sul presente documento sussiste il DIRITTO di PROPRIETA'. Qualsiasi utilizzo non preventivamente autorizzato sarà perseguito ai sensi della normativa vigente

	N.	Data	Descrizione revisione	Redatto	Controllato	Approvato
REVISIONI	00	02.02.2023	EMISSIONE PER AUTORIZZAZIONE	F. CONTINISIO	F. CONTINISIO	M. LO RUSSO

**INDICE**

<b>1. PREMESSA</b> .....	3
<b>2. SCOPO</b> .....	4
<b>3. RIFERIMENTI TECNICI E NORMATIVI</b> .....	5
3.a. Normativa nazionale.....	5
3.b. Normativa regionale.....	7
3.c. Normativa comunale.....	7
<b>4. DESCRIZIONE DEL PROGETTO E DELL'ESERCIZIO PREVISTO L'INTERVENTO</b> .....	9
4.a. Cantierizzazione.....	9
4.b. Rumore dalle Turbine eoliche.....	10
4.c. Livelli di potenza sonora dalla turbina ai vari regimi di vento.....	11
4.d. Localizzazione del progetto.....	13
<b>5. DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO IN CUI SI INSERISCE IL PROGETTO</b> .....	15
5.a. Classificazione acustica del territorio.....	15
5.b. Individuazione dei ricettori.....	15
5.a. Caratteristiche anemometriche del sito e producibilità attesa.....	24
5.b. Stima del Rumore Residuo "L <sub>R</sub> " alle diverse velocità del vento "V <sub>w</sub> ".....	24
5.c. Caratteristiche acustiche dello stato di fatto.....	26
5.d. Misure fonometriche ante operam.....	26
5.e. Modalità e Catena di misura.....	27
<b>6. SIMULAZIONE ACUSTICA PREVISIONALE IN FASE DI CANTIERE</b> .....	28
6.a. Modello della rumorosità del cantiere di realizzazione.....	28
6.b. Risultati del calcolo previsionale fase di cantiere.....	29
<b>7. SIMULAZIONE ACUSTICA PREVISIONALE IN FASE DI ESERCIZIO</b> .....	33
7.a. Il software di calcolo SoundPLAN.....	33
7.b. I parametri della simulazione previsionale.....	37
7.c. Risultati del calcolo previsionale fase di esercizio.....	39
<b>I. Valutazione sui limiti di Emissione</b> .....	44
<b>II. Valutazione sui limiti di Immissione</b> .....	49
<b>8. CONCLUSIONI</b> .....	54
All. 1 - Certificati di misura della strumentazione fonometrica.....	56
All. 2 - Scheda di Monitoraggio acustico di fondo attuale.....	60
All. 4 - Estremi di iscrizione all'albo ENTECA del tecnico acustico.....	65

## 1. PREMESSA

Il sottoscritto ing. ir. Filippo CONTINISIO, nato a Altamura il 18/03/1977, in qualità di Tecnico Competente in Acustica ai sensi della Legge n. 447/1995 con D.D. Ass. Ambiente Regione Puglia n. 398 del 10/11/2004 e Iscritto all'Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica al n. 6463, su incarico della Società Progetto Energia S.r.l., con sede legale in Ariano Irpino (AV), Via Serra, 6 (progettista dell'impianto per FRI-EL S.p.A. - Roma), ha prodotto la presente relazione di Impatto Acustico sulla base di dati di progetto e delle misure fonometriche ante operam svolte nelle giornate del 18 e 19 febbraio 2023. Sulla base di tali dati e dei documenti di progetto ricevuti dalla committenza, il Tecnico ha redatto la presente Relazione Previsionale di Impatto Acustico dei livelli acustici che produrrà l'esercizio del progetto per la realizzazione di un impianto di produzione di energia rinnovabile da fonte eolica denominato "Poggio delle Campane" ubicato nei comuni di Badia Tedalda (AR) e Sestino (AR) costituito da 8 (otto) aerogeneratori di potenza nominale 6,2 MW per un totale di 49,6 MW con relative opere connesse ed infrastrutture indispensabili nei comuni di Badia Tedalda e Sestino.

La relazione tecnica è articolata attraverso i seguenti contenuti, richiesti per la Valutazione Previsionale di Impatto Acustico:

- 1) Scopo della valutazione acustica;
- 2) Inquadramento normativo;
- 3) Descrizione del progetto e delle sorgenti rumorose connesse all'attività;
- 4) Descrizione dello stato di fatto;
- 5) Simulazione acustica previsionale per la valutazione del progetto;
- 6) Confronto con i limiti normativi e conclusioni.

## 2. SCOPO

Il presente studio di fattibilità acustica si riferisce alla costruzione ed esercizio di un impianto di produzione di energia rinnovabile da fonte eolica denominato "Poggio delle Campane", costituito da n° 8 aerogeneratori, per una potenza massima complessiva di 49,6 MW, nei comuni di Badia Tedalda (AR) e Sestino (AR), e relative opere di connessione ed infrastrutture indispensabili negli stessi comuni, collegato alla Rete Elettrica Nazionale mediante connessione con uno stallo a 36 kV in antenna sulla futura Stazione di Trasformazione (SE) 132/36 kV della RTN da inserire in entra-esce sulla linea 132 kV "Badia Tedalda-Talamello" ubicata nel comune di Badia Tedalda.

Il tipo di aerogeneratore previsto per l'impianto in oggetto (aerogeneratore di progetto) è ad asse orizzontale con rotore tripala e una potenza nominale massima di 6,2 MW, avente le caratteristiche principali di seguito riportate:

- rotore tripala a passo variabile, di diametro massimo pari a 170 m, posto sopravvento; alla torre di sostegno, costituito da 3 pale generalmente in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro e da mozzo rigido in acciaio;
- navicella in carpenteria metallica con carenatura in vetroresina e lamiera, in cui sono collocati il generatore elettrico, il moltiplicatore di giri, il convertitore elettronico di potenza, il trasformatore BT/MT e le apparecchiature idrauliche ed elettriche di comando e controllo;
- torre di sostegno tubolare troncoconica in acciaio, avente altezza fino all'asse del rotore pari a massimi 125 m;
- altezza complessiva massima fuori terra dell'aerogeneratore pari a 200,00 m;
- diametro massimo alla base del sostegno tubolare: 4,8 m;
- area spazzata massima: 22.697 m<sup>2</sup>.

Ai fini degli approfondimenti progettuali e dei relativi studi specialistici, si sono individuati alcuni specifici modelli commerciali di aerogeneratore ad oggi esistenti sul mercato, idonei ad essere conformi all'aerogeneratore di progetto.

Nello specifico i modelli di aerogeneratore considerati risultano i seguenti:

- Siemens Gamesa SG170 – HH 115 m – 6,2 MW
- General Electric GE158 – HH 120,9 m – 6,1 MW
- Vestas V150 – HH 125 m – 6,0 MW

Le caratteristiche di dettaglio del modello commerciale più sfavorevole, utilizzate al fine di redigere il presente studio, sono quelle dell'aerogeneratore tipo General Electric GE158 – HH 120,9 m – 6,1 MW.

Scopo della presente relazione previsionale d'impatto acustico è quello di accertare le emissioni acustiche prodotte dalla attività di esercizio / produzione di energia elettrica da parte degli aerogeneratori e l'impatto sui ricettori maggiormente esposti alle emissioni sonore riconducibili all'attività stessa. La legislazione in materia d'acustica ha, infatti, l'obiettivo di minimizzare i rischi per la salute dell'uomo, garantendo così la vivibilità degli ambienti abitativi, lavorativi e di svago e una buona qualità della vita per tutti i cittadini. La compatibilità ambientale sotto il profilo acustico è vincolata sia al rispetto dei limiti assoluti di zona, sia al criterio differenziale, ai sensi del D.P.C.M. 14/11/1997 ("Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore", pubblicato sulla G.U. n. 280 del 1 Dicembre 1997).

La presente relazione tecnica viene elaborata da un Tecnico Competente in Acustica iscritto all'elenco ENTeca presso il MASE ai sensi del D.Lgs 42/2017 e della L. quadro n. 447/95.

### 3. RIFERIMENTI TECNICI E NORMATIVI

La campagna di monitoraggio ante operam e la valutazione previsionale di impatto acustico sono state condotte in ottemperanza a quanto previsto dalla normativa vigente in materia di seguito riportata.

#### 3.a. Normativa nazionale

Alla base della legislazione italiana sull'inquinamento acustico vi è la **Legge quadro n. 447 del 26/10/1995** e s.m.i.. In essa sono contenute le definizioni concernenti l'inquinamento acustico, le competenze di Stato, Enti locali e Privati e i rimandi a numerosi decreti attuativi specifici. Si fa di seguito riferimento ai principali.

I limiti massimi assoluti e differenziali, cui fare riferimento nelle valutazioni di inquinamento acustico, sono contenuti nel D.P.C.M. del 14/11/1997 Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore. Per i Comuni che non hanno effettuato la classificazione acustica del territorio nelle 6 Classi previste, valgono le indicazioni dell'art. 6 del D.P.C.M. del 01/03/1991 elencate di seguito.

**Tabella A: Limiti in assenza di zonizzazione acustica comunale**

Zonizzazione	Limite diurno Leq dB(A)	Limite Notturno Leq dB(A)
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A (*): Aree residenziali dal valore storico, artistico e ambientale	65	55
Zona B (*): Aree residenziali completamente o parzialmente sviluppate diverse dalla Zona A	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

(\*) Zone di cui all'art. 2 del decreto ministeriale 2 aprile 1968, n. 1444

Per i comuni che invece hanno adottato la zonizzazione acustica del territorio comunale, si fa riferimento alla classificazione in essa contenuta ed ai valori limite assoluti di immissione ed Emissione riportati nelle tabelle B e C allegate al D.P.C.M. del 14 novembre 1997:

**Tabelle B/C D.P.C.M. del 14 novembre 1997- Valori limite assoluti di emissione / immissione- Leq in dB(A) (Artt. 2-3)**

Classe di destinazione d'uso del territorio	Tempo di riferimento diurno (06:00-22:00)	Tempo di riferimento notturno (22:00-06:00)	Tempo di riferimento diurno (06:00-22:00)	Tempo di riferimento notturno (22:00-06:00)
	Immissione		Emissione	
I Aree particolarmente protette	50	40	45	35
II Aree prevalentemente residenziali	55	45	50	40
III Aree di tipo misto	60	50	55	45
IV Aree di intensa attività umana	65	55	60	50
V Aree prevalentemente industriali	70	60	65	55
VI Aree esclusivamente industriali	70	70	65	65

Per quanto concerne i limiti differenziali, valgono i dettami del D.P.C.M. 14/11/1997: il rispetto dei limiti diurni e notturni all'interno delle abitazioni è valido per tutte le classi/zone a meno di quelle definite esclusivamente industriali.

Le attività di misura del rumore, eseguite ai fini della Legge quadro n. 447/95, devono rispettare quanto previsto dal D.M. del 16/03/1998 Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico, in particolare per quelle misure effettuate presso i ricettori.

Inoltre risultano applicabili:

**DPCM 27/12/1988** "Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art.6, L. 08/07/1986, n. 349, adottate ai sensi dell'art. 3 del DPCM 10/08/1988, n. 377" (G.U. n. 4 del 05/01/1989).

**UNI/TS 11143 recante «Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 7: Rumore degli aerogeneratori».** La specifica tecnica, che è entrata a far parte del corpo normativo (tecnico) nazionale il 14/02/2013, descrive i metodi per stimare il clima acustico e l'impatto acustico generato dal rumore degli aerogeneratori e degli impianti eolici.

Di seguito si riportano alcune importanti definizioni tratte dai decreti succitati:

**Livello di immissione:** è il livello continuo equivalente di pressione ponderato "A" che può essere immesso da una o più sorgenti sonore, misurato in prossimità dei ricettori. È il livello che si confronta con i limiti di immissione.

**Livello di emissione:** è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", dovuto alla sorgente specifica. È il livello che si confronta con i limiti di emissione.

**Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A":** è il valore del livello di pressione sonora ponderato "A" di un suono costante che, nel corso di un tempo specificato T, ha la medesima pressione quadratica media del suono considerato, il cui livello varia in funzione del tempo.

$$L_{Aeq,T} = 10 \log_{10} \left[ \frac{1}{T} \int_0^T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right] dB(A)$$

dove  $L_{Aeq}$  è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A" considerato in un intervallo che inizia all'istante  $t_1$  e termina all'istante  $t_2$ ;

$p_A(t)$  è il valore istantaneo della pressione sonora ponderata "A" del segnale acustico in Pascal;

$p_0$  è il valore della pressione sonora di riferimento.

**Livello di rumore ambientale ( $L_A$ ):** 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, con l'esclusione degli eventi sonori singolarmente identificabili di natura eccezionale rispetto al valore ambientale della zona. È il livello che si confronta con i limiti massimi d'esposizione:

- 1) nel caso dei limiti differenziali è riferito al Tempo di misura  $T_M$ ;
- 2) nel caso dei limiti assoluti è riferito a Tempo di riferimento  $T_R$ .

**Livello di rumore residuo ( $L_R$ ):** è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A" che si rileva quando si esclude la specifica sorgente disturbante. Deve essere misurato con le identiche regole impiegate per la misura del rumore ambientale e non deve contenere eventi sonori atipici.

**Livello differenziale di rumore ( $L_D$ ):** differenza tra il livello di rumore ambientale ( $L_A$ ) e quello di rumore residuo ( $L_R$ ), in base al quale, negli ambienti abitativi, non deve essere superato un  $\Delta L_{Aeq}$  di +5,0 dB(A) nel periodo diurno o +3,0 dB(A) nel periodo notturno.

**Livello di rumore corretto ( $L_C$ ):** è definito dalla relazione

$$L_C = L_A + K_I + K_T + K_B$$

**Fattore correttivo ( $K_I$ ):** è la correzione in dB(A) introdotta per tener conto della presenza di rumori con componenti impulsive, tonali o di bassa frequenza il cui valore è di seguito indicato:

per la presenza di componenti impulsive	$K_I = 3$ dB
per la presenza di componenti tonali	$K_T = 3$ dB
per la presenza di componenti a bassa frequenza	$K_B = 3$ dB

I fattori di correzione non si applicano alle infrastrutture dei trasporti.

**Rumore con componenti impulsive:** emissione sonora nella quale sono chiaramente udibili e strumentalmente rilevabili eventi sonori di durata inferiore al secondo.

**Rumore con componenti tonali:** emissioni sonore all'interno delle quali siano evidenziabili suoni corrispondenti ad un tono puro o contenuti entro 1/3 d'ottava e che siano chiaramente udibili (confronto con curva di Loudness ISO 226) e strumentalmente rilevabili. Si è in presenza di una componente tonale se il livello minimo di una banda supera i livelli minimi delle bande adiacenti per almeno 5 dB. La citata Legge Quadro definisce il periodo di riferimento diurno dalle ore 6.00 alle ore 22.00 ed il periodo di riferimento notturno dalle ore 22.00 alle ore 6.00.

Le attività di misura del rumore eseguite rispettano quanto previsto dal D.M. del 16/03/1998 *Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico* e il D.M. 1 giugno 2022.

**D.M. 1 giugno 2022** "Determinazione dei criteri per la misurazione del rumore emesso dagli impianti eolici e per il contenimento del relativo inquinamento acustico".

Il decreto del Ministero della Transizione Ecologica, attuativo dell'articolo 3 della legge 447/1995, definisce i criteri e le procedure per la misurazione del rumore prodotto da impianti mini e macro eolici e per l'elaborazione dei dati finalizzati alla verifica, anche in fase previsionale, del rispetto dei relativi valori limite. Gli allegati 1, 2 e 3 specificano, in particolare: le caratteristiche della strumentazione idonea alle misurazioni; i parametri da acquisire (acustici e meteorologici); i dati da richiedere al gestore dell'impianto; le postazioni, i tempi e le condizioni di misura; le procedure di misura (con/senza spegnimento degli aerogeneratori potenzialmente impattanti); la valutazione dei dati e la relativa elaborazione.

### 3.b. Normativa regionale

In ottemperanza al DCPM 1 marzo 1991, la Regione Toscana ha approvato, con Legge Regionale n. 89 del 1 dicembre 1998 e s.m.i., le "Norme in materia di inquinamento acustico". Tale documento detta norme finalizzate alla tutela dell'ambiente e della salute pubblica dall'inquinamento acustico prodotto dalle attività antropiche, ne disciplina l'esercizio per contenere la rumorosità entro i limiti normativamente stabiliti e per la conservazione delle zone silenziose.

Con D.G.R. n. 857 del 21.10.2013 "Definizione criteri documentazione impatto acustico e relazione previsionale di clima acustico" sono stati definiti i criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico ai sensi dell'art. 12, comma 2 LR 89/98. Inoltre ai sensi dell'art. 12, comma 3 sono definiti i criteri tecnici per la redazione della relazione previsionale di clima acustico.

Con Decreto del Presidente della Giunta Regionale n. 2/R del 08.01.2014 è stato approvato il "Regolamento regionale di attuazione ai sensi dell'art. 2, comma 1, della LR 89/98 - Norme in materia di inquinamento acustico". Il regolamento, sostituisce, aggiornandole, le linee guida emanate con D.C.R. n. 77/2000 e fornisce indicazioni in materia di classificazione acustica del territorio, coordinamento dei piani comunali di classificazione acustica con gli strumenti urbanistici comunali, modalità di rilascio delle autorizzazioni comunali per lo svolgimento di attività temporanee e di manifestazioni in luogo pubblico o aperto al pubblico nonché per spettacoli a carattere temporaneo o mobile o all'aperto qualora esse comportino l'impiego di macchinari o di impianti rumorosi, piani comunali di risanamento acustico.

Inoltre la Regione Toscana ha pubblicato (prima emissione nel 2004 e successivamente revisionato) il documento "Linee guida per la valutazione dell'impatto ambientale degli impianti eolici", che contiene indicazioni per i proponenti di progetti relativi a impianti eolici, finalizzate alla redazione degli elaborati necessari per le procedure di valutazione di impatto ambientale (VIA).

Con particolare riferimento alla tematica Rumore, le Linee guida forniscono indicazioni circa la definizione dell'area vasta e definiscono i dettagli delle informazioni da inserire nello studio previsionale di impatto acustico.

### 3.c. Normativa comunale

La legge Quadro sull'inquinamento acustico del 26 ottobre 1995, n° 447 impone ai Comuni [art. 6, comma a)] la classificazione del territorio secondo i criteri previsti dall'art. 4, comma 1, lettera a).

Il Comune di Badia Tedalda ha recepito suddetta normativa e con Deliberazione di Consiglio Comunale n. 27 del 15/06/2005 (e successiva variante approvata con DCC n. 135 del 17/09/2011) ha adottato in via definitiva il Piano comunale di classificazione acustica, pertanto si applicano i valori limite assoluti di immissione riportati nella tabella C allegata al D.P.C.M. del 14 novembre 1997. Anche il Comune di Sestino si è dotato del Piano comunale di classificazione acustica, approvato con Deliberazione di Consiglio Comunale n. 16 del 23/04/2005.



#### 4. DESCRIZIONE DEL PROGETTO E DELL'ESERCIZIO PREVISTO L'INTERVENTO

Oggetto della presente relazione è, come detto, la valutazione previsione di impatto acustico dell'opera in progetto che prevede la realizzazione di un impianto di produzione di energia rinnovabile da fonte eolica denominato "Poggio delle Campane" ubicato nei comuni di Badia Tedalda (AR) e Sestino (AR) costituito da 8 (otto) aerogeneratori di potenza nominale 6,2 MW per un totale di 49,6 MW con relative opere connesse ed infrastrutture indispensabili nei comuni di Badia Tedalda e Sestino.

Nello specifico il progetto prevede:

- n° 8 aerogeneratori con potenza di 6,2 MW, tipo tripala, con diametro massimo pari a 170 m ed altezza complessiva massima pari a 200 m;
- viabilità di accesso, con carreggiata di larghezza pari a 5,00 m;
- n° 8 piazzole di costruzione, necessarie per accogliere temporaneamente sia i componenti delle macchine che i mezzi necessari al sollevamento dei vari elementi, di dimensioni di circa 40x70 m. Tali piazzole, a valle del montaggio dell'aerogeneratore, vengono ridotte ad una superficie di 1.500 m<sup>2</sup>, in aderenza alla fondazione, necessarie per le operazioni di manutenzione dell'impianto;
- una rete di elettrodotto interrato a max 36 kV di collegamento interno fra gli aerogeneratori;
- una rete di elettrodotto interrato costituito da dorsali a max 36 kV di collegamento tra gli aerogeneratori e la Cabina di Consegna 36 kV;
- Cabina di Consegna 36 kV;
- impianto di utenza per la connessione;
- impianto di rete per la connessione.

##### 4.a. Cantierizzazione

Nel corso della fase di cantiere si effettua: l'allestimento cantiere, l'adeguamento delle strade esistenti e la realizzazione di nuove strade, la realizzazione delle piazzole di montaggio degli aerogeneratori, la realizzazione delle fondazioni, il trasporto degli aerogeneratori ed il successivo montaggio, la realizzazione dei cavidotti interrati per la posa dei cavi elettrici, la realizzazione della stazione elettrica d'utenza e l'installazione di diversi manufatti (recinzione e cancello, pali di illuminazione e videosorveglianza).

La sistemazione dell'area è finalizzata a rendere praticabili le diverse zone di installazione degli aerogeneratori ovvero ad effettuare una pulizia propedeutica del terreno dalle piante selvatiche infestanti e dai cumuli erbosi.

Oltre ai veicoli per il normale trasporto giornaliero del personale di cantiere, saranno presenti in cantiere

- autogrù per la posa dei componenti degli aerogeneratori;
- macchinari battipalo e/o macchine perforatrici per i pali di fondazione aerogeneratori;
- mezzi pesanti per il trasporto dei materiali da costruzione e dei rifiuti;
- muletti per lo scarico e il trasporto interno del materiale;
- escavatori a benna per la realizzazione dei cavidotti.

Al termine dell'installazione e, più in generale, della fase di cantiere, saranno raccolti tutti gli imballaggi dei materiali utilizzati, applicando criteri di separazione tipologica delle merci, con riferimento al D. Lgs 152 del 3/04/2006, in modo da garantire il corretto recupero o smaltimento in idonei impianti.

#### 4.b. Rumore dalle Turbine eoliche

Il rumore associato all'esercizio degli aerogeneratori è dovuto alle componenti elettromeccaniche ed in particolare dai macchinari alloggiati nella navicella (moltiplicatore, generatore, macchine ausiliarie), nonché dai fenomeni aerodinamici determinati dalla rotazione delle pale, che dipendono a loro volta dalle caratteristiche delle stesse pale e dalla loro velocità periferica.

La rotazione della pala ed il funzionamento della stessa generano sostanzialmente due tipologie di rumore ben definite:

- a) un rumore di tipo diretto;
- b) un rumore di tipo indiretto rispetto all'intensità e direzione del vento.

Con l'espressione di rumore diretto si indicano i contributi rumorosi riconducibili alla rotazione della pala eolica e quindi direttamente legate all'azione del vento, mentre con rumore indiretto si indicano quei contributi non strettamente dipendenti dall'azione del vento ma legati al funzionamento della pala eolica stessa. Nella prima categoria si possono inserire:

1. il rumore generato dal movimento delle pale nel fendere il vento;
2. il rumore degli organi meccanici posti in rotazione;
3. il rumore generato dall'effetto vela sulla torre di sostegno e sulla navicella.

Alla seconda categoria appartengono:

1. il rumore generato dal sistema di raffreddamento del generatore elettrico;
2. il rumore legato dagli organi di posizionamento della navicella e delle pale;
3. il rumore generato dagli apparati elettrici ed elettronici posti per il corretto funzionamento della pala;
4. Il rumore generato dai dispositivi elettrici quali trasformatore, inverter, ecc. necessari per la corretta utilizzazione dell'energia elettrica prodotta per una efficace immissione nella rete elettrica.

La tipologia di Aerogeneratore di progetto è scelta tra i seguenti modelli:

1. -Siemens Gamesa SG170 – HH 115 m – 6,2 MW
2. -General Electric GE158 – HH 120,9 m – 6,1 MW
3. -Vestas V150 – HH 125 m – 6,0 MW

Di seguito si riportano i dati della General Electric GE158 – HH 120,9 m – 6,1 MW, valutata dalla Committenza come rappresentativa

**Tabella 1: Caratteristiche Tecniche degli aerogeneratori General Electric GE158**

Parametro	Opzioni	Mode	Valore
Potenza Sonora Massima	-	-	107 – 103,0 – 101,0 dBA
Potenza elettrica nominale prodotta	-	-	massima 6.1 MW
Velocità nominale di rotazione	-	-	9,9 rpm
Velocità di Cut-In, $V_{in}$	-	-	4 m/s

Gli aerogeneratori a installare possono essere catalogati – secondo la UNI/TS 11143-7:2013: a 3 pale - torre metallica - Orientamento orizzontale dell'asse di rotazione HAWT (Horizontal Axis Wind Turbine) - di taglia grande ( $D > 50$  m e  $P > 1\ 000$  kW).



**Figura 1: Immagine dell'hub della tipologia di turbina**

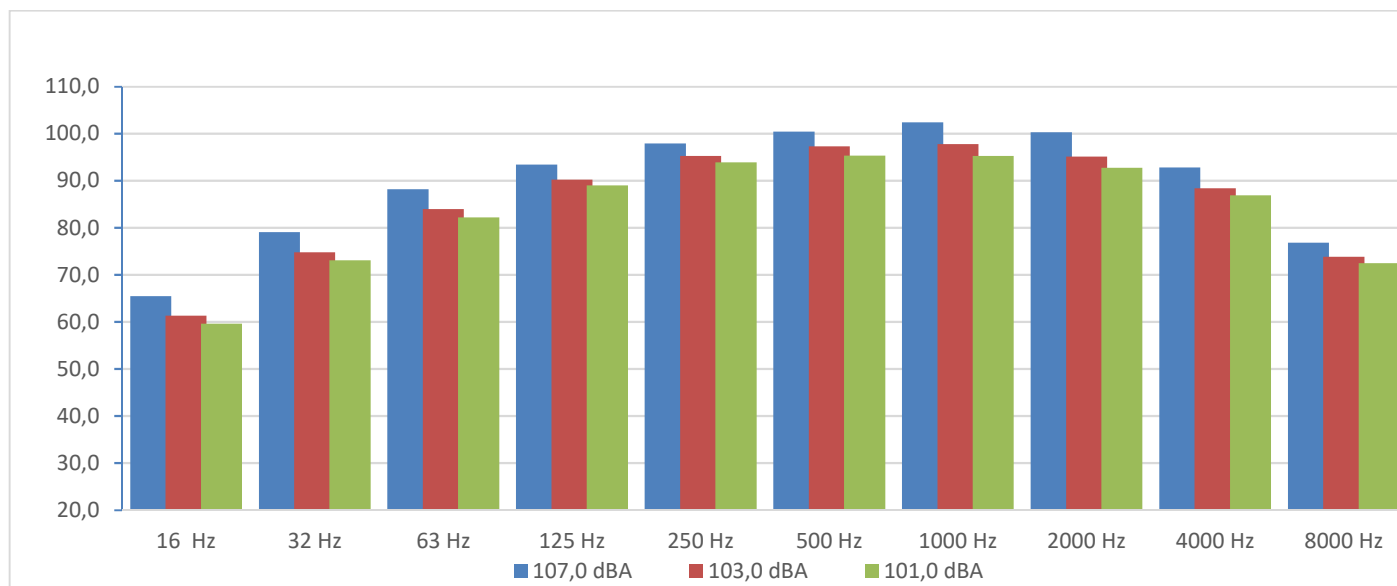
#### 4.c. Livelli di potenza sonora dalla turbina ai vari regimi di vento

Nel parco eolico oggetto di valutazione saranno installati aerogeneratori con potenza sonora non superiore a 107 dBA a pieno regime, mod. GE158 6,1 MW, produttore General Electric fornisce i valori di emissioni in funzione della velocità del vento.

Nella Tabella 2 sotto riportata sono indicati, per la sorgente considerata, il livello di potenza sonora globale in  $L_w$  [dBA]; nella Figura 2 quelli parziali determinati alle ottave in frequenza  $L_{wf}$  [dBA]. Inoltre, la UNI/TS 11143-7:2013 suggerisce di considerare un'area di influenza il cui perimetro disti dai singoli aerogeneratori almeno 500 m e il presente studio previsionale ha ampiamente rispettato tale raggio di calcolo come da indicazioni dell'art. 2 del D.M. 1 giugno 2022. I dati di Potenza sonora in ingresso al modello di calcolo sono forniti dal Produttore GE correlati con le velocità di esercizio.

**Tabella 2: Livello potenza sonora degli aerogeneratori General Electric GE 158**

Aerogeneratore General Electric GE158 Measurement standard IEC 61400-11			
Velocità (m/s) all'hub	Potenza sonora $L_w$ [dBA] 107,0	Potenza sonora $L_w$ [dBA] 103,0	Potenza sonora $L_w$ [dBA] 101,0
4	93,8	93,8	93,8
5	94,5	94,5	94,5
6	97,6	97,6	97,6
7	101,0	101,0	101,0
8	103,8	103,0	101,0
9	106,2	103,0	101,0
10	107,0	103,0	101,0
11	107,0	103,0	101,0
12	107,0	103,0	101,0
13	107,0	103,0	101,0
14	107,0	103,0	101,0
15	107,0	103,0	101,0



**Figura 2: Spettro in frequenza della potenza sonora utilizzato caratteristico della turbina di progetto nelle tre configurazioni di Potenza sonora emessa**

Le ipotesi di funzionamento nella simulazione effettuata sono con quasi tutti gli aerogeneratori funzionanti a 107,0 dBA, per alcune turbine è stato necessario prevedere una potenza sonora inferiore come previsto dal data sheet del costruttore (BT03 e BT07 @103,0 dBA - BT06 @101,0 dBA)

Lo studio del rumore ambientale  $L_A$  presso tutti i ricettori viene svolto a 3 differenti classi di vento tra cui 10 m/s ( $V_w$ ) della velocità del vento, in quanto a partire da tale dato di velocità all'hub il livello di emissione sonora della turbina è costante e pari alla massima potenza e resta invariato all'aumentare della velocità del vento, quindi non contribuisce più al rumore. All'aumentare del vento all'hub (quindi anche a terra) aumenta unicamente il rumore di fondo causato dal vento.

Per poter immettere in rete l'elettricità prodotta da un impianto eolico sono necessari, oltre al generatore che sfrutta l'energia del vento per produrre l'elettricità, i seguenti componenti:

- piccola rete locale controllata elettronicamente (usando degli inverter) cui è direttamente collegato il generatore eolico da cui è erogata corrente con una frequenza soggetta a grande variabilità (in conseguenza della variabilità intrinseca nella sorgente eolica);
- convertitore da corrente alternata (che, avendo una frequenza variabile, non può essere immessa nella rete pubblica) a corrente continua;
- inverter che converte nuovamente la corrente in corrente alternata, ma con frequenza esattamente uguale a quella della rete.

Tali impianti sono localizzati ciascuno in ogni torre dell'aerogeneratore e la relativa rumorosità è molto contenuta ( $L_w$  pari a circa 75dB) e non comporta variazioni al valore di oltre 100 dBA di  $L_w$  del singolo generatore.

La disposizione delle opere di progetto sul terreno si è basata oltre che sui criteri di massimo rendimento dei singoli aerogeneratori, anche su considerazioni relative alla presenza di vincoli ostativi, alla natura del sito, all'orografia, all'esistenza o meno di strade, piste e sentieri, alla presenza di fabbricati, ed anche all'impatto paesaggistico dell'impianto nel suo insieme.

#### 4.d. Localizzazione del progetto

L'area individuata per la realizzazione degli 8 aerogeneratori previsti dal progetto ricade nel territorio dei comuni di Badia Tedalda (AR) e Sestino (AR), così le relative opere di connessione e infrastrutture indispensabili; è collegato alla Rete Elettrica Nazionale mediante connessione con uno stallo a 36 kV in antenna sulla futura Stazione di Trasformazione (SE) 132/36 kV della RTN, inserita in entra-esce sulla linea 132 kV "Badia Tedalda-Talamello", ed ubicata nel Comune di Badia Tedalda.

Si riporta, in Figura 3, lo stralcio della corografia dell'area di impianto e si rimanda all'elaborato cartografico "224313\_D\_D\_0220 Corografia di inquadramento", dove viene riportato l'intero progetto.

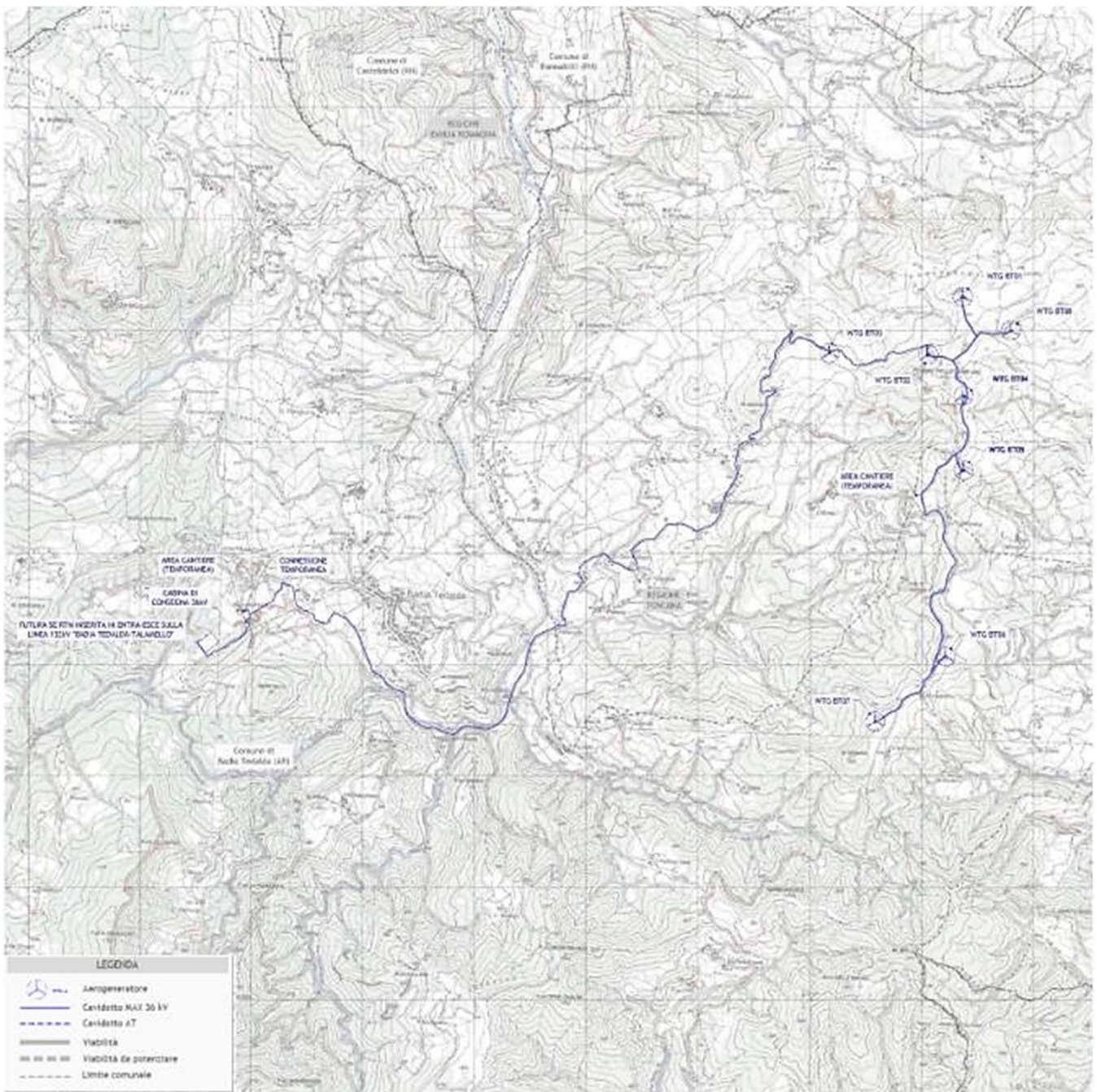
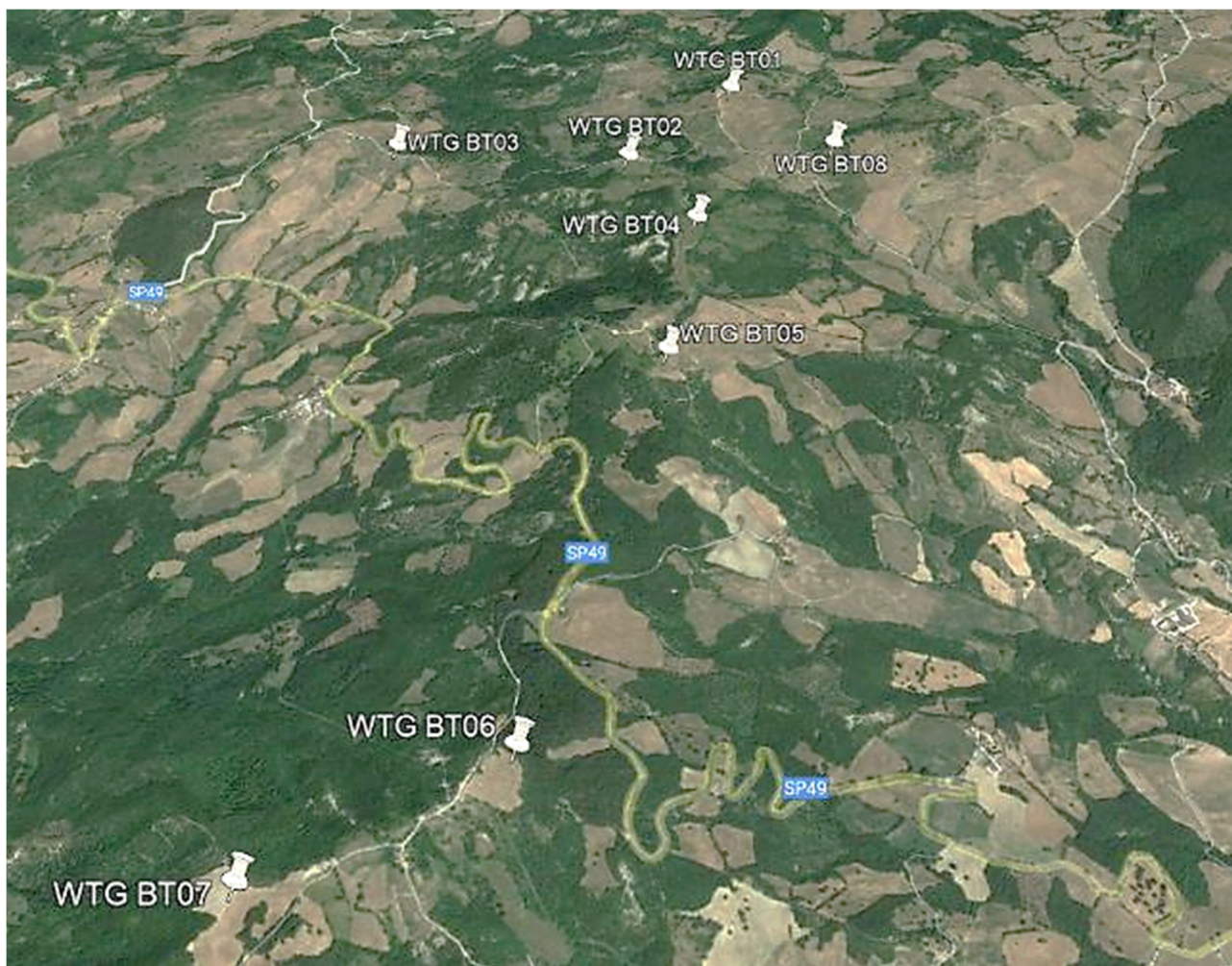


Figura 3: Stralcio corografia d'inquadramento, fuori scala

Si riportano di seguito le coordinate in formato UTM (WGS84), con i fogli e le particelle in cui ricade la fondazione degli aerogeneratori:

**Tabella 3: Ubicazione degli aerogeneratori**

AEROGENERATORE	COORDINATE AEROGENERATORE UTM (WGS84) - FUSO 33		Identificativo catastale		
	Long. E [m]	Lat. N [m]	Comune	Foglio	Particella
WTG BT01	294043	257863	Sestino (AR)	15	11
WTG BT02	278002	4845582	Sestino (AR)	15	50
WTG BT03	277117	4845594	Sestino (AR)	28	23
WTG BT04	278315	4845215	Sestino (AR)	29	23
WTG BT05	278320	4844541	Sestino (AR)	43	22
WTG BT06	278157	4842877	Badia Tedalda (AR)	63	8
WTG BT07	277527	4842292	Badia Tedalda (AR)	62	79-90-91
WTG BT08	278742	4845796	Sestino (AR)	29	88



**Figura 4: Vista aerea dei punti di ubicazione degli aerogeneratori**

## 5. DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO IN CUI SI INSERISCE IL PROGETTO

### 5.a Classificazione acustica del territorio

L'area di ubicazione degli aerogeneratori ricade, secondo quanto previsto dal Piano comunale di classificazione acustica del Comune di Badia Tedalda (approvato con Deliberazione del Consiglio Comunale n. 27 del 15/06/2005) e da quello del Comune di Sestino (approvato con Deliberazione del Consiglio Comunale n. 16 del 23/04/2005) ricade in Classe acustica II - Aree prevalentemente residenziali.

I ricettori ricadono in Classe acustica II o in Classe acustica III (per dettagli vedasi paragrafo successivo).

### 5.b Individuazione dei ricettori

I ricettori esposti considerati per la definizione dell'impatto acustico del Parco Eolico saranno soggetti ai rumori provenienti dalle sorgenti fisse relative alle nuove strutture d'impianto di produzione di energia da fonte rinnovabile.

In prossimità dell'area interessata dell'installazione degli 8 aerogeneratori sono stati individuati 31 ricettori, di cui 11 sono ricettori di tipo abitativo/residenziale; per essi sono svolte le valutazioni di confronto con i Limiti di Norma di immissione (assoluta e differenziale). È stato considerato sensibile anche un ricettore (R15) classificato come Luogo di culto. Per questo i limiti applicabili sono solo quelli diurni.

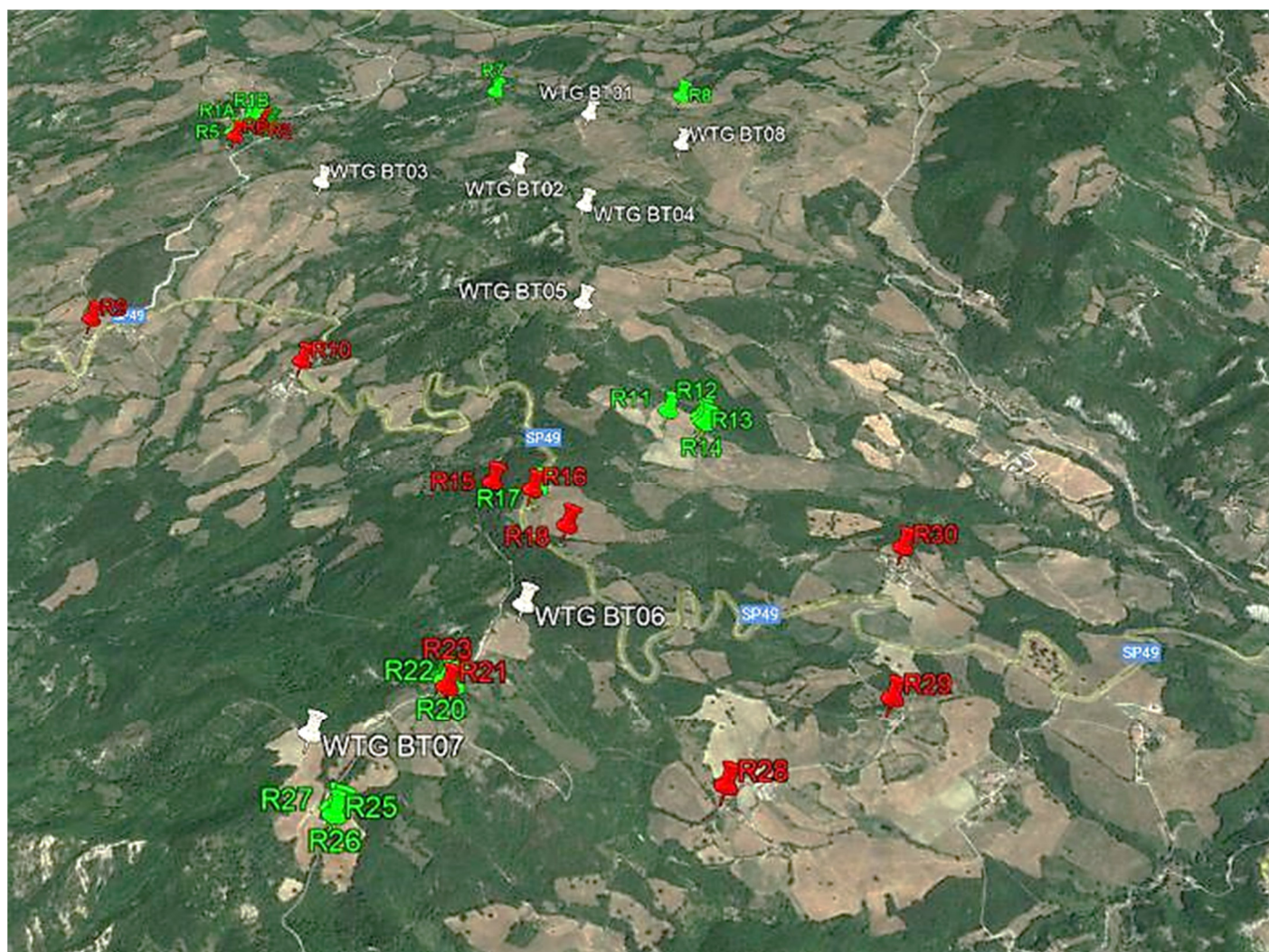
I restanti non sono accatastati come residenze ma spesso depositi o sono collabenti/diruti. Pertanto nella presente valutazione si è posto come discriminante di abitabilità dei Ricettori la relativa categoria catastale compatibile con la presenza di persone per lunghi periodi e la condizione di edificio finito (non diruto o incompleto). Non sono presenti ricettori di classe I, oggetto di particolare tutela dal punto di vista acustico (scuole, ospedali, case di cura e di riposo, ecc.).

Nella tabella di seguito riportata sono elencati il totale dei ricettori individuati, il comune in cui ricadono con identificativo di foglio e particella catastale, la destinazione d'uso (in base alla quale è stata stabilita la residenzialità) e le coordinate in formato UTM (WGS84).

**Tabella 4: Ubicazione e dettaglio degli edifici ricettori**

Ricettore	Comune	Foglio	Particella	Destinazione d'uso	UTM - WGS84		Sensibilità
					Long. E [m]	Lat. N [m]	
1A	Sestino (AR)	14	92	FABB DIRUTO	276687,68	4846195,30	no
1B	Sestino (AR)	14	92	FABB DIRUTO	276714,35	4846190,29	no
2	Sestino (AR)	14	95	A04	276746,08	4846195,42	SI
3	Sestino (AR)	14	99	FABB DIRUTO	276779,08	4846191,76	no
4	Sestino (AR)	14	128	FABB DIRUTO	276785,32	4846212,13	no
5	Sestino (AR)	14	166	NON CENSITO CATASTALMENTE	276633,68	4846080,55	no
6	Sestino (AR)	27	229	A03	276648,15	4846054,23	SI
7	Sestino (AR)	16	98	NON CLASSATO	277847,02	4846417,75	no
8	Sestino (AR)	17	78 - 131	F02 - FABB DIRUTO	278749,98	4846353,37	no
9	Sestino (AR)	27	328	A2 - C3	276258,18	4844739,46	SI
10	Sestino (AR)	41	44	A3 - C6	277177,44	4844410,08	SI
11	Sestino (AR)	43	140	F02	278657,55	4843988,78	no
12	Sestino (AR)	43	83	F02	278781,83	4843962,94	no
13	Sestino (AR)	43	83 - 137	F02	278786,00	4843936,90	no
14	Sestino (AR)	43	83	F02	278799,61	4843923,56	no
15	Badia Tedalda (AR)	61	28	E07	278013,80	4843499,01	SI
16	Badia Tedalda (AR)	64	28	C02 - A03	278158,24	4843479,02	SI
17	Badia Tedalda (AR)	64	130	F02	278177,36	4843493,52	no

Ricettore	Comune	Foglio	Particella	Destinazione d'uso	UTM - WGS84		Sensibilità
					Long. E [m]	Lat. N [m]	
18	Badia Tedalda (AR)	64	112	C06 - A03	278289,13	4843298,51	SI
19	Badia Tedalda (AR)	63	32 - 33	FABB. RURALE	277910,14	4842542,95	no
20	Badia Tedalda (AR)	63	34 - 108 - 38 - 39 - 107	C02 - F02 - FABB RURALE	277921,74	4842524,37	no
21	Badia Tedalda (AR)	63	40 - 41 - 42 - 98	DIRUTO - A04 - A06 - F02 - C02	277930,57	4842501,88	SI
22	Badia Tedalda (AR)	63	106	C02	277950,65	4842508,26	no
23	Badia Tedalda (AR)	63	47	A04	277941,86	4842526,57	SI
24	Badia Tedalda (AR)	63	49	C02	277942,08	4842540,13	no
25	Badia Tedalda (AR)	78	17 - 98	F6 - C02	277623,46	4842029,31	no
26	Badia Tedalda (AR)	78	99 - 104	AREA FAB DM - F02	277642,72	4842024,44	no
27	Badia Tedalda (AR)	78	19 - 99	F02	277630,75	4842006,53	no
28	Badia Tedalda (AR)	65	119	A4	278817,66	4842184,14	SI
29	Badia Tedalda (AR)	65	212	A4 - C2	279384,98	4842546,84	SI
30	Badia Tedalda (AR)	64	86	A3	279497,68	4843252,20	SI



**Figura 5: Vista aerea dell'impianto con ubicazione dei ricettori sensibili (rossi) e non sensibili (verde)**  
 Per ciascun ricettore residenziale individuato è riportata di seguito la distanza dello stesso da ciascun aerogeneratore.



**Tabella 5: Ubicazione e distanze degli edifici ricettori dalle turbine di progetto**

RECETTORI	Num. id.	2	6	9	10	15	16	18	21	23	28	29	30
	Comune	Sestino (AR)	Sestino (AR)	Sestino (AR)	Sestino (AR)	Badia Tedalda (AR)	Badia Tedalda (AR)	Badia Tedalda (AR)	Badia Tedalda (AR)	Badia Tedalda (AR)	Badia Tedalda (AR)	Badia Tedalda (AR)	Badia Tedalda (AR)
	Foglio	14	27	27	41	61	64	64	63	63	65	65	64
	Particella	95	229	328	44	28	28	112	40 - 41 - 42 - 98	47	119	212	86
<b>Distanza Aerogeneratori - Recettori residenziali [m]</b>													
AEROGENERATORI IN PROGETTO	WTG BT01	1569	1664	2462	2033	2614	2622	2799	3615	3590	3945	3709	3082
	WTG BT02	1398	1434	1937	1433	2082	2109	2301	3081	3056	3494	3335	2769
	WTG BT03	707	657	1212	1185	2278	2357	2577	3197	3176	3810	3799	3339
	WTG BT04	1850	1866	2111	1394	1741	1743	1917	2740	2714	3072	2875	2292
	WTG BT05	2283	2255	2071	1150	1085	1074	1243	2076	2050	2409	2261	1746
	WTG BT06	3606	3517	2660	1819	638	602	442	438	411	957	1272	1392
	WTG BT07	3981	3864	2757	2147	1301	1344	1263	455	477	1295	1875	2192
	WTG BT08	2035	2110	2699	2090	2408	2389	2538	3393	3366	3613	3312	2654

Secondo quanto previsto dal Piano di classificazione acustica comunale di Badia Tedalda (approvato con DCC n. 27 del 15/06/2005) i ricettori R15 - R21 - R23 - R30 ricadono in Classe II, mentre i ricettori R16 - R18 - R28 - R29 ricadono in Classe III (Figura 6).

Secondo il Piano di classificazione acustica del Comune di Sestino (approvato con DCC n. 16 del 23/04/2005) i ricettori R2 ed R6 ricadono in Classe II (Figura 7), mentre i ricettori R9 ed R10 ricadono in Classe III (Figura 8).

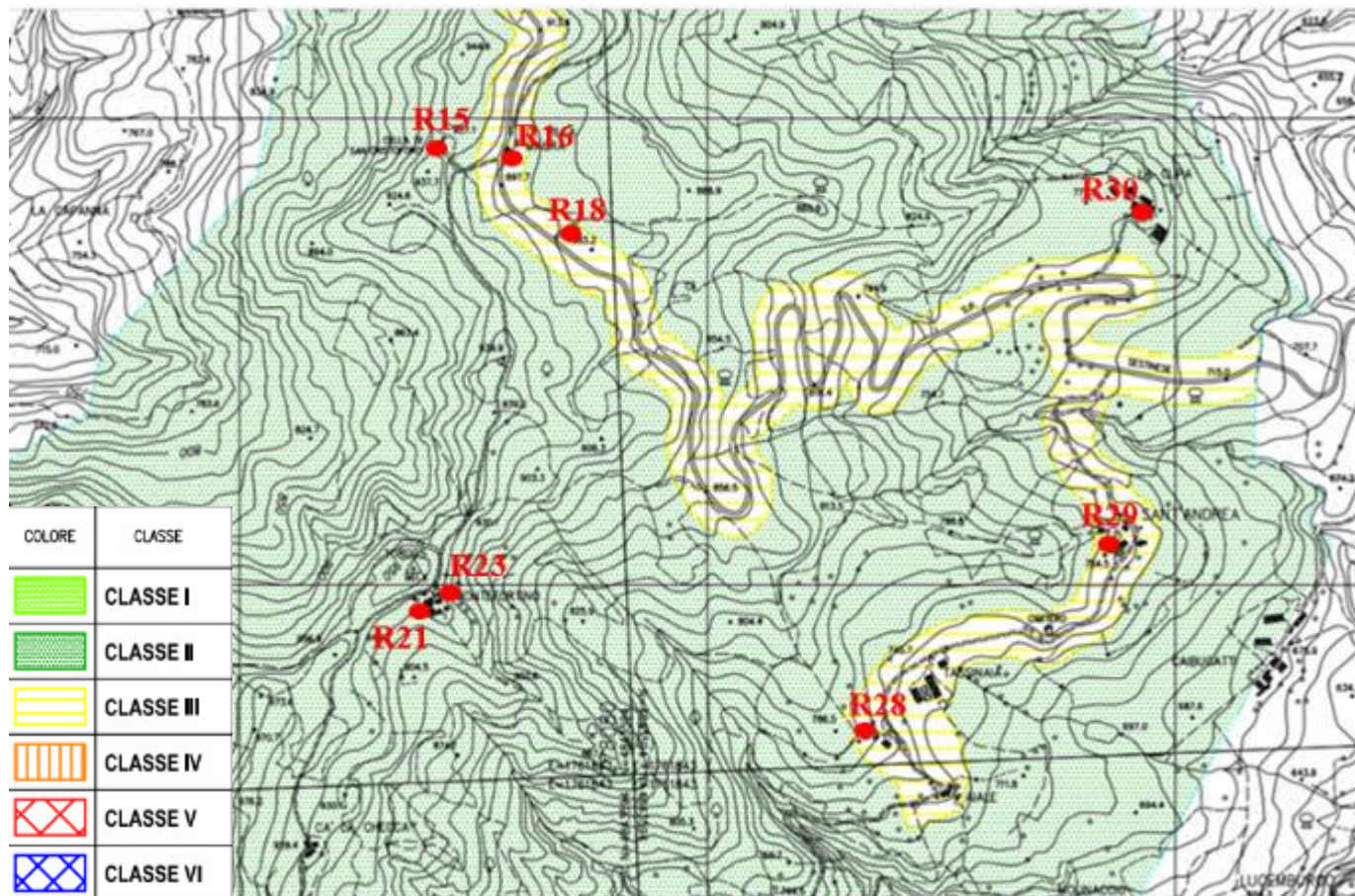


Figura 6: Estratto Cartografia Piano Comunale di classificazione acustica di Badia Tedalda (Elaborato N. 2/5) con individuazione dei ricettori sensibili R15 – R16 – R18 – R21 – R23 – R28 – R29 – R30

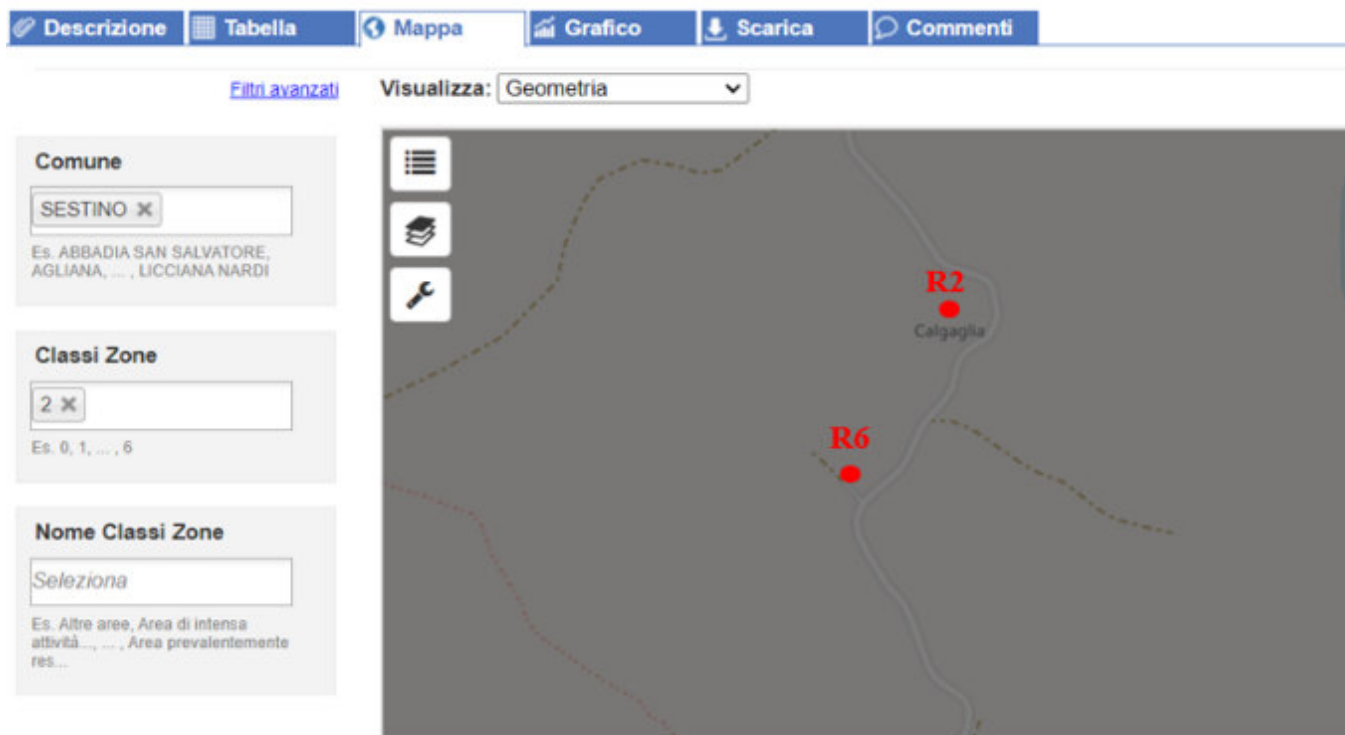


Figura 7: Schermata webgis Regione Toscana – Zone comunali di classificazione acustica con individuazione dei ricettori sensibili R2 – R6 (Classe II)

Fonte: ([http://www.datiopen.it/it/opendata/Regione\\_Toscana\\_Zone\\_comunali\\_di\\_classificazione\\_acustica](http://www.datiopen.it/it/opendata/Regione_Toscana_Zone_comunali_di_classificazione_acustica))

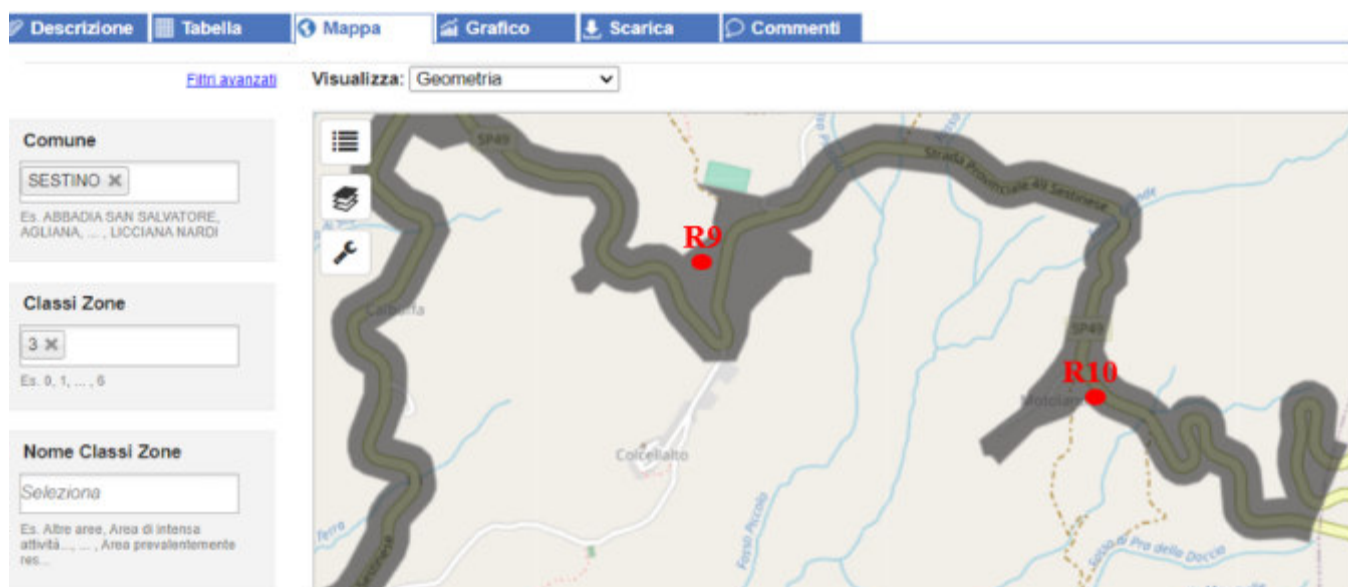


Figura 8: Schermata webgis Regione Toscana – Zone comunali di classificazione acustica con individuazione dei ricettori sensibili R9 – R10 (Classe III).

Fonte: ([http://www.datiopen.it/it/opendata/Regione\\_Toscana\\_Zone\\_comunali\\_di\\_classificazione\\_acustica](http://www.datiopen.it/it/opendata/Regione_Toscana_Zone_comunali_di_classificazione_acustica))

Al fine di dettagliare le caratteristiche utili alla successiva simulazione previsionale, sono state predisposte schede anagrafiche per ciascun ricettore sensibile individuato:

<b>RIC. 2</b>		
	Comune	Sestino
	Catasto	Foglio 14 Particella 95
	Categoria catastale	A04
	Destinazione d'uso	Residenziale
	Numero di piani	3
	Altezza [m]	12
	Stato dell'immobile	Buono
	Classificazione acustica	Classe II Lim. Emissione dB(A): 50-40 Lim. Immissione dB(A): 55-45

<b>RIC. 6</b>		
	Comune	Sestino
	Catasto	Foglio 27 Particella 229
	Categoria catastale	A03
	Destinazione d'uso	Residenziale
	Numero di piani	1+
	Altezza [m]	6
	Stato dell'immobile	Buono
	Classificazione acustica	Classe II Lim. Emissione dB(A): 50-40 Lim. Immissione dB(A): 55-45

<b>RIC. 9</b>		
	Comune	Sestino
	Catasto	Foglio 27 Particella 328
	Categoria catastale	A02 – C03
	Destinazione d'uso	Residenziale
	Numero di piani	2+ mansarda
	Altezza [m]	10
	Stato dell'immobile	Buono
	Classificazione acustica	Classe III Lim. Emissione dB(A): 55-45 Lim. Immissione dB(A): 60-50

## RIC. 10



Comune	Sestino
Catasto	Foglio 41 Particella 44
Categoria catastale	A03 – C06
Destinazione d'uso	Residenziale
Numero di piani	2
Altezza [m]	8
Stato dell'immobile	Buono
Classificazione acustica	Classe III Lim. Emissione dB(A): 55-45 Lim. Immissione dB(A): 60-50

## RIC. 15



Comune	Badia Tedalda
Catasto	Foglio 61 Particella 28
Categoria catastale	E07
Destinazione d'uso	Luogo di culto
Numero di piani	1
Altezza [m]	4
Stato dell'immobile	Buono
Classificazione acustica	Classe II (solo diurno) Lim. Emissione dB(A): 50 Lim. Immissione dB(A): 55

## RIC. 16



Comune	Badia Tedalda
Catasto	Foglio 64 Particella 28
Categoria catastale	A03 – C02
Destinazione d'uso	Residenziale
Numero di piani	2
Altezza [m]	8
Stato dell'immobile	Buono
Classificazione acustica	Classe III Lim. Emissione dB(A): 55-45 Lim. Immissione dB(A): 60-50

## RIC. 18



Comune	Badia Tedalda
Catasto	Foglio 64 Particella 112
Categoria catastale	A03 - C06
Destinazione d'uso	Residenziale
Numero di piani	2
Altezza [m]	8
Stato dell'immobile	Buono
Classificazione acustica	Classe III Lim. Emissione dB(A): 55-45 Lim. Immissione dB(A): 60-50

## RIC. 21



Comune	Badia Tedalda
Catasto	Foglio 63 Particella 40 - 41 - 42 - 98
Categoria catastale	DIRUTO - A04 - A06 - F02 - C02
Destinazione d'uso	Residenziale
Numero di piani	1
Altezza [m]	4
Stato dell'immobile	Buono
Classificazione acustica	Classe II Lim. Emissione dB(A): 50-40 Lim. Immissione dB(A): 55-45

## RIC. 23



Comune	Badia Tedalda
Catasto	Foglio 63 Particella 47
Categoria catastale	A04
Destinazione d'uso	Residenziale
Numero di piani	1
Altezza [m]	4
Stato dell'immobile	Buono
Classificazione acustica	Classe II Lim. Emissione dB(A): 50-40 Lim. Immissione dB(A): 55-45

## RIC. 28



Comune	Badia Tedalda
Catasto	Foglio 65 Particella 119
Categoria catastale	A04
Destinazione d'uso	Residenziale
Numero di piani	2
Altezza [m]	8
Stato dell'immobile	Buono
Classificazione acustica	Classe III Lim. Emissione dB(A): 55-45 Lim. Immissione dB(A): 60-50

## RIC. 29



Comune	Badia Tedalda
Catasto	Foglio 65 Particella 212
Categoria catastale	A04 – C02
Destinazione d'uso	Residenziale
Numero di piani	3
Altezza [m]	12
Stato dell'immobile	Buono
Classificazione acustica	Classe III Lim. Emissione dB(A): 55-45 Lim. Immissione dB(A): 60-50

## RIC. 30



Comune	Badia Tedalda
Catasto	Foglio 64 Particella 86
Categoria catastale	A03
Destinazione d'uso	Residenziale
Numero di piani	2
Altezza [m]	8
Stato dell'immobile	Buono
Classificazione acustica	Classe II Lim. Emissione dB(A): 50-40 Lim. Immissione dB(A): 55-45

## 5.a. Caratteristiche anemometriche del sito e producibilità attesa

Il parametro fondamentale, relativamente all'impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica è costituito dal regime anemometrico dell'area in cui esso si inserisce.

È infatti su di quest'ultimo che si basano i criteri stessi di individuazione del sito e la progettazione del parco eolico nella sua interezza. La caratteristica di un sito di essere capace di ospitare un impianto eolico è intrinsecamente legata a due fattori distinti:

- Ventosità del sito di installazione;
- Corretta ubicazione degli aerogeneratori e delle turbine più performanti per il tipo di zona.

In particolare si riporta di seguito il grafico che riassume i principali parametri anemologici:

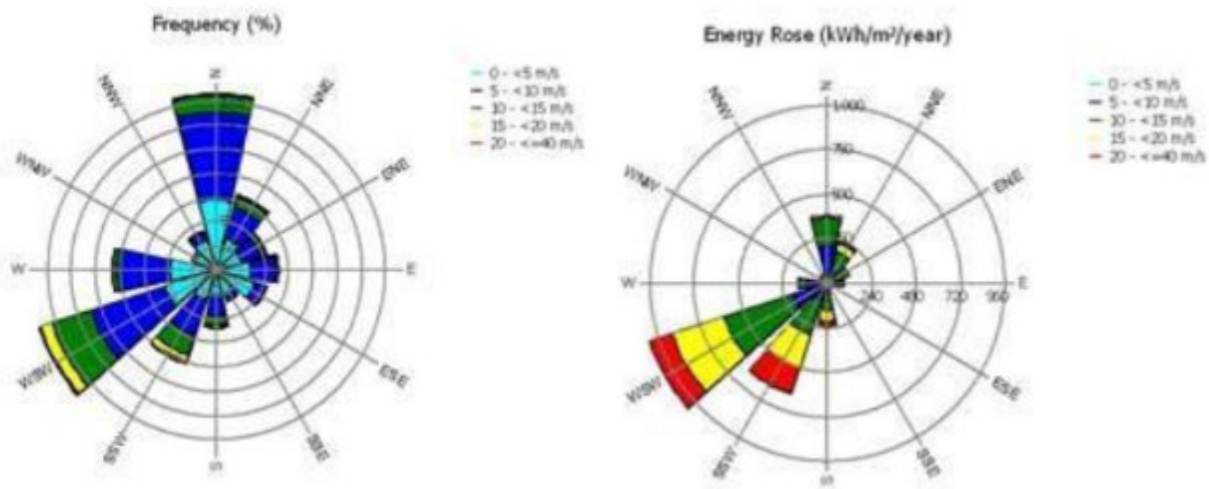


Figura 9: Rosa dei venti espressa sia in termini di frequenza che in termini di energia percentuale

## 5.b. Stima del Rumore Residuo "LR" alle diverse velocità del vento "V<sub>w</sub>"

La rumorosità di un aerogeneratore è percepita o meno in relazione alle condizioni di clima acustico presente durante il suo esercizio, è perciò fondamentale stimare il contributo del livello residuo presente. L'interazione del vento con l'orografia ed i vari ostacoli presenti sul territorio considerato, come anche le attività antropiche di vario genere (uso di macchine agricole, traffico locale, allevamenti di vari tipi di animali), incidono sul livello di rumore residuo che si può, di volta in volta, rilevare.

Pertanto, si evince che il livello di rumore residuo, riscontrabile in una data zona, è legato indivisibilmente alle particolari condizioni atmosferiche e anemologiche presenti in quel determinato periodo del giorno durante il quale si effettuano i rilievi. Nel nostro caso, le fonti più probabili dei rumori generati dal vento sono le interazioni fra vento e vegetazione e l'entità dell'emissione dipende di più dalla forma superficiale della vegetazione esposta al vento che dalla densità del fogliame o dal suo volume. Inoltre, la pressione sonora a banda larga pesata "A", generata dall'impatto del vento sul fogliame è stata indicata essere approssimativamente proporzionale al logaritmo in base 10 della velocità del vento. (*The Potential of Natural Sounds to Mask Wind Turbine Noise – Bolin et al 2010 - On the Masking of Wind Turbine Noise by Ambient Noise – Fégeant 1999*). Pertanto, il contributo del vento all'entità del rumore residuo tende ad aumentare progressivamente in funzione dell'incremento del primo.

Ai sensi del D.M. 1 giugno 2002 si è effettuato uno studio del LR (livello Residuo) correlato alle diverse velocità del vento al suolo nei pressi dei ricettori R18 e R16. Lo studio si è basato su un monitoraggio di 24h in continuo svolto nelle giornate dal 18 al 19 febbraio



2023. Le classi di vento (occorrenze) determinate nei periodi notturno e diurno sono basate sulle statistiche delle ore di misura con medie su 10' come da Allegato 1 del D.M. 1 giugno 2022. Di seguito si riportano le tabelle ottenute secondo tale Allegato.

**Tabella 6: Dettaglio delle occorrenze di vento correlate ai Livelli acustici di fondo al sito di misura A**

**Diurno**

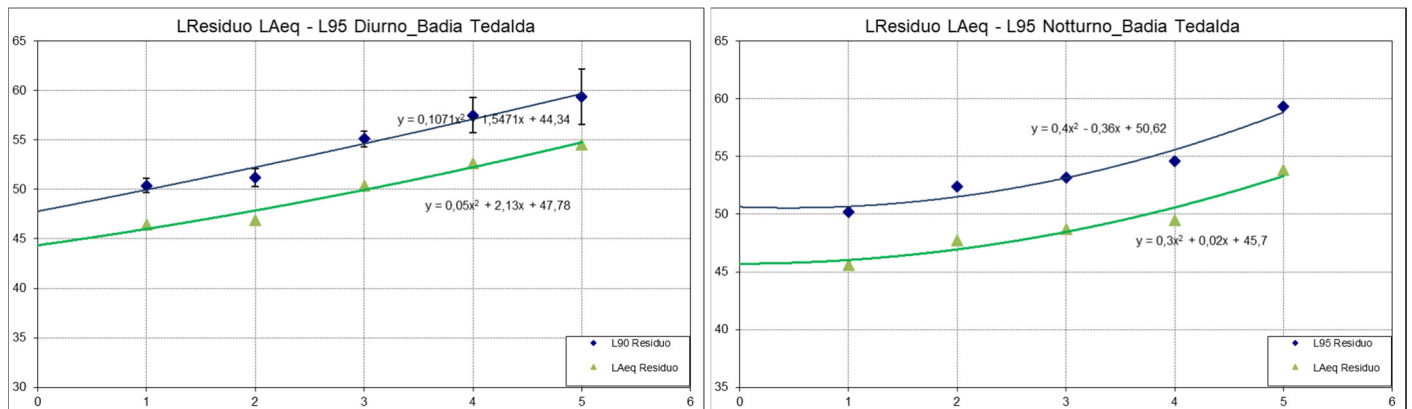
data	LR dB(A)		
	LAeq	L95	Classe di vr
18-19/02/2023	50,4	46,4	0,0 ÷ 1,0
18-19/02/2023	51,2	46,9	1,0 ÷ 2,0
18-19/02/2023	55,1	50,4	2,0 ÷ 3,0
18-19/02/2023	57,5	52,6	3,0 ÷ 4,0
18-19/02/2023	59,4	54,5	4,0 ÷ 5,0

**Notturmo**

data	LR dB(A)		
	LAeq	L95	Classe di vr
18-19/02/2023	50,2	45,6	0,0 ÷ 1,0
18-19/02/2023	52,4	47,7	1,0 ÷ 2,0
18-19/02/2023	53,2	48,7	2,0 ÷ 3,0
18-19/02/2023	54,6	49,5	3,0 ÷ 4,0
18-19/02/2023	59,3	53,8	4,0 ÷ 5,0

In allegato 3 alla presente si riporta la tabella complessiva delle medie e a 10' dei valori ottenuti comprensiva dei dati meteo rilevati alla postazione di misura.

A partire da tali dati si sono rideterminati i valori di fondo al punto di misura (controllo) sul modello di calcolo alle 3 velocità al suolo corrispondenti alle 3 classi di vento alla quota all'hub posto a 120,9 m dal suolo - mediante formulazione logaritmica e rugosità del suolo stimata a 50mm).



**Figura 10: Curve di regressione basati sulle occorrenze di vento rilevate**

Come visibile dai grafici, la conseguenza di quanto affermato è che esiste una diretta correlazione tra il livello di rumore residuo e la velocità del vento, correlazione evidenziabile attraverso le curve di regressione sopra rappresentate in blu, realizzate sul L95 (più conservativo e sul LAeq più peggiorativo) del Livello residuo

**Tabella 7: Calcolo dei valori di fondo alle 3 simulazioni di velocità del vento dalla regressione matematica**

Livello fondo [dBA]		V.Vento [m/s]		Condizione operativa
diurno	notturno	terra	Hub	
59,0	52,5	4,75	10	Velocità di massima rumorosità Turbine 107 dBA
55,4	49,0	3,31	7	Intermedia - velocità di massima rumorosità Turbine 103 dBA
52,0	46,8	1,9	4	Minima - Velocità di cut-in

Allo scopo di analizzare le varie condizioni di vento dell'area e corrispondenti condizioni di esercizio delle turbine si sono pertanto imposti i soprariportati livelli di LAeq stati condizionati dai suoni della natura e vento. Il modello di calcolo SoundPlan ha poi ricostruito per l'intera griglia di calcolo il dato di Livello Residuo unito anche alla rumorosità di fondo residua della principale strada insistente nella zona di modellazione (S.P. 49 Sestinese) per la quale da sopralluoghi sul posto si sono valutati e pertanto modellizzati 16 veicoli/ora nel periodo diurno e 4 veicoli/ora nel periodo notturno.

Alla rumorosità di tale strada valori si somma la rumorosità incrementata dall'effetto del vento sulla natura correlabile dalla Tabella 6 e Tabella 7 e i grafici in Figura 10, in particolare con il valore di LAF95 più correlabile all'incremento del fondo dovuto al vento.

La valutazione dell'impatto del rumore ambientale di rumorosità delle turbine LA presso tutti i ricettori residenziali determinati è stato quindi svolto nelle 3 condizioni operative di 4 – 7 – 10 m/s ( $V_{hub}$ ). La condizione a 10 m/s è la peggiorativa in quanto a partire da tale valore il livello di emissione sonora della turbina è costante e resta invariato all'aumentare della velocità del vento, quindi non contribuisce più al rumore LA presso i ricettori in quanto raggiunge la massima emissione di potenza sonora. All'aumentare del vento aumenterebbe solamente il rumore residuo ad esso correlato mascherando maggiormente la rumorosità dell'aerogeneratore.

### 5.c. Caratteristiche acustiche dello stato di fatto

Il processo d'analisi territoriale che ha portato alla completa caratterizzazione dello scenario ante - operam ha riguardato, come da specifiche indicazioni normative, la lettura fisico-morfologia dei luoghi e l'individuazione dei potenziali recettori, con relativa descrizione degli usi e dell'attuale clima acustico d'area (descritto mediante specifiche verifiche strumentali), oltre che della classe acustica di riferimento. Il Clima acustico attuale delle località di insidenza dell'impianto eolico di progetto nell'agro dei comuni di Badia Tedalda (AR) e Sestino (AR) è caratterizzato unicamente da sorgenti acustiche di origine naturale (animali, vento, ecc.) e di origine antropica: le lavorazioni nei campi e il basso traffico sulle strade vicinali oltre al traffico dalla S.P. 49 Sestina.

### 5.d. Misure fonometriche ante operam

La caratterizzazione della rumorosità ambientale esistente nell'area, in relazione della grande variabilità spaziale e temporale delle emissioni acustiche dovute al traffico veicolare ed ai suoni naturali diurni e notturni, è stata eseguita ricorrendo a rilievi strumentali (misura del rumore in continuo) da parte di Tecnico Competente in Acustica. È stata scelta una posizione di misura fonometrica in posizione rappresentative del clima acustico dell'area di impianto in corrispondenza dei ricettori abitativi (R16 e R18 in località Motolano); in particolare il microfono è stato collocato a circa 3 metri di altezza, per una durata di 24 h in continuo sui i periodi di riferimento diurno e notturno. Le attività di misura si sono svolte nelle giornate e notti dal 18 al 19 febbraio 2023. I risultati fonometrici e statistici e le condizioni meteo della postazione di misura sono riportate nell'allegato 2 e 3 alla presente con le schede di misura effettuate.

In ogni scheda di misura sono riportati i grafici temporali di ciascuna misurazione. I grafici dB-tempo mostrano gli andamenti dei livelli sonori rilevati, in essi la curva sottile rappresenta l'andamento del livello equivalente di breve periodo (campionamento 1 sec); il Livello equivalente, pesato A, complessivo misurato nel periodo di misura. Da tale determinazione sono stati esclusi, se presenti, eventi atipici e straordinari mediante mascheratura degli stessi e valori rilevati a v.vento superiore a 5 m/s. Viene riportato l'inquadramento territoriale del punto di misura, la foto della postazione e le analisi statistiche e in frequenza del rumore rilevato. I livelli equivalenti sono poi stati ricalcolati in medie di 10' per l'inter correlazione con le classi di vento rilevate dalla centralina meteo.

### 5.e. Modalità e Catena di misura

Tutte le misure sono state effettuate con microfono posizionato su asta a ca. 3 [m] di altezza dal suolo, in campo libero lontano da altre superfici disturbanti. Nelle schede in allegato le foto della postazione di misura con la stazione meteo posta a distanza dal punto di misura ad un'altezza di 3m dal suolo. La durata delle misure è stata scelta di 24 ore minime in conformità ai contenuti dell'allegato 1 del D.M. 1 giugno 2022. Lo strumento è stato impostato per la rilevazione del livello equivalente in dB(A) e spettri di frequenza in 1/3 di ottava (20Hz ÷ 20KHz). All'inizio e al termine delle sessioni di misura è stato eseguito il controllo di calibrazione a 114 dB – 1000 Hz, con esito positivo. Il dispositivo era disposto in cabinet per monitoraggi di lungo periodo con alimentazione a pannello solare e protezione atmosferica.

Le misurazioni sono state effettuate con un fonometro integratore, nel seguito descritto nel dettaglio, per integrazione continua e prima del ciclo di misurazioni si è proceduto alla sua calibrazione per mezzo di apposita strumentazione. Le misure sono state effettuate in assenza sia di precipitazioni atmosferiche sia di vento e per l'esterno si è usata una cuffia antivento a protezione del microfono e le modalità operative impiegate sono quelle previste all'allegato **B** del **D.M. Ambiente 16/03/1998**.

La strumentazione sopra citata ed utilizzata per le misurazioni è la seguente:

- misuratore di Livello Sonoro Integratore di classe e precisione 1, secondo le normative IEC 61672-1, IEC 60651 e IEC 60804;
- filtri a banda percentuale costante conformi alla norma IEC 61260;
- microfono conforme alla norma IEC 61094-4;
- calibratore Acustico conforme alla norma IEC 60942
- stazione meteo NETATMO – modulo esterno s/n h96e7b8
- anemometro NETATMO s/n I069cba
- pluviometro NETATMO s/n k0a5f0a

Fonometro integratore	HD 2110 Delta OHM: integratore bi-canale in tempo reale con analisi in frequenza fino a 20 KHz e gestione dati, omologato in classe di precisione 1 secondo direttive IEC 60651 e IEC 60804 (fonometri integratori)
Preamplificatore	HD2110P: preamplificatore microfonico con attacco standard per microfoni da ½”;
Microfono	MK221 del tipo a condensatore polarizzato a 200V e di diametro standard pari a ½”, conforme alla normativa internazionale IEC 61094-4 per il tipo WS2F
Schermo antivento	HD SAV: Schermo antivento per microfono da ½”
Calibratore	HD9101 ad emissione di segnali sinusoidali di riferimento, conforme alla norma IEC 60942:1998, con Frequenza fino a 1000 Hz e livello sonoro 94dB/114dB
Certificazione ACCREDIA	Ultima certificazione ACCREDIA (ex SIT) effettuata: <b>febbraio 2023</b> C/O Centro di Taratura N. 227 – LAI S.a.s. (Come da copia fotostatica)

Si riportano in allegato 1 i certificati di taratura (fonometro integratore e calibratore):

## 6. SIMULAZIONE ACUSTICA PREVISIONALE IN FASE DI CANTIERE

### 6.a. Modello della rumorosità del cantiere di realizzazione

Sulla base di risultati di monitoraggio AO è stato realizzato uno scenario di base nel modello previsionale considerando il traffico veicolare attuale sulle strade principali e secondarie (provinciali e comunali) e del rumore di fondo effettuando così la taratura del modello di calcolo.

Ai fini acustici la modellizzazione ha tenuto conto delle fasi di lavoro come comunicate dalla committenza. Sono state pertanto definite 8 aree e relative simulazioni di cantiere ed ha considerato anche i flussi di traffico e materiali di cantiere. Le 8 aree sono state individuate considerando la localizzazione degli aerogeneratori, l'omogeneità delle lavorazioni durante il cantiere, la tipologia di lavorazioni eseguite e la presenza di ricettori vicini alle lavorazioni. Il numero di veicoli pesanti diurni **orari massimi** sono stati modellizzati all'interno del modello di calcolo secondo le indicazioni del progetto suddivisi nei tratti coinvolti dal traffico di cantiere.

Gli scenari di modellazione acustica terranno quindi conto delle seguenti fasi di cantiere:

- installazione cantiere;
- movimenti terra per la realizzazione delle piazzole degli aerogeneratori;
- realizzazione delle fondazioni in c.a. degli aerogeneratori;
- montaggio degli aerogeneratori;
- movimenti terra per la realizzazione dei fabbricati di servizio annessi;
- scavi e rinterri per la realizzazione delle reti elettriche e di comunicazione, posa di cavidotti e di cavi;
- lavori di adeguamento infrastruttura stradale.

In via generale il cronoprogramma dei lavori di realizzazione prevede dapprima la fase di lavorazioni edili, poi le pose delle linee elettriche e poi il montaggio di torre e pale dell'aerogeneratore.

Di seguito si riporta l'elenco delle attrezzature di cantiere utilizzate per l'esecuzione delle fasi di cui sopra nella modellizzazione acustica delle 8 aree di cantiere individuate presso gli aerogeneratori. La costruzione non avverrà contemporaneamente per tutte 8 le aree ma si è tenuto in conto di un fattore di contemporaneità delle più prossime a vantaggio di sicurezza (area nel Comune di Badia Tedalda e Area nel Comune di Sestino). Si sono definite le 2 macrofasi/scenari principali peggiorative di Opere Civili e Montaggio turbine:

- autogrù per la posa dei componenti degli aerogeneratori;
- macchinari perforatrici per i pali di fondazione aerogeneratori;
- mezzi pesanti per il trasporto dei materiali da costruzione e dei rifiuti;
- escavatori a benna per la realizzazione dei cavidotti.

La fase di montaggio prevede il trasporto dei pezzi di turbina verso i cantieri realizzativi, stimando 15-20 viaggi di trasporto per ciascun aerogeneratore si sono dislocati un numero peggiorativo di 1,5 viaggi/ora (mediamente 10 viaggi/giorno).

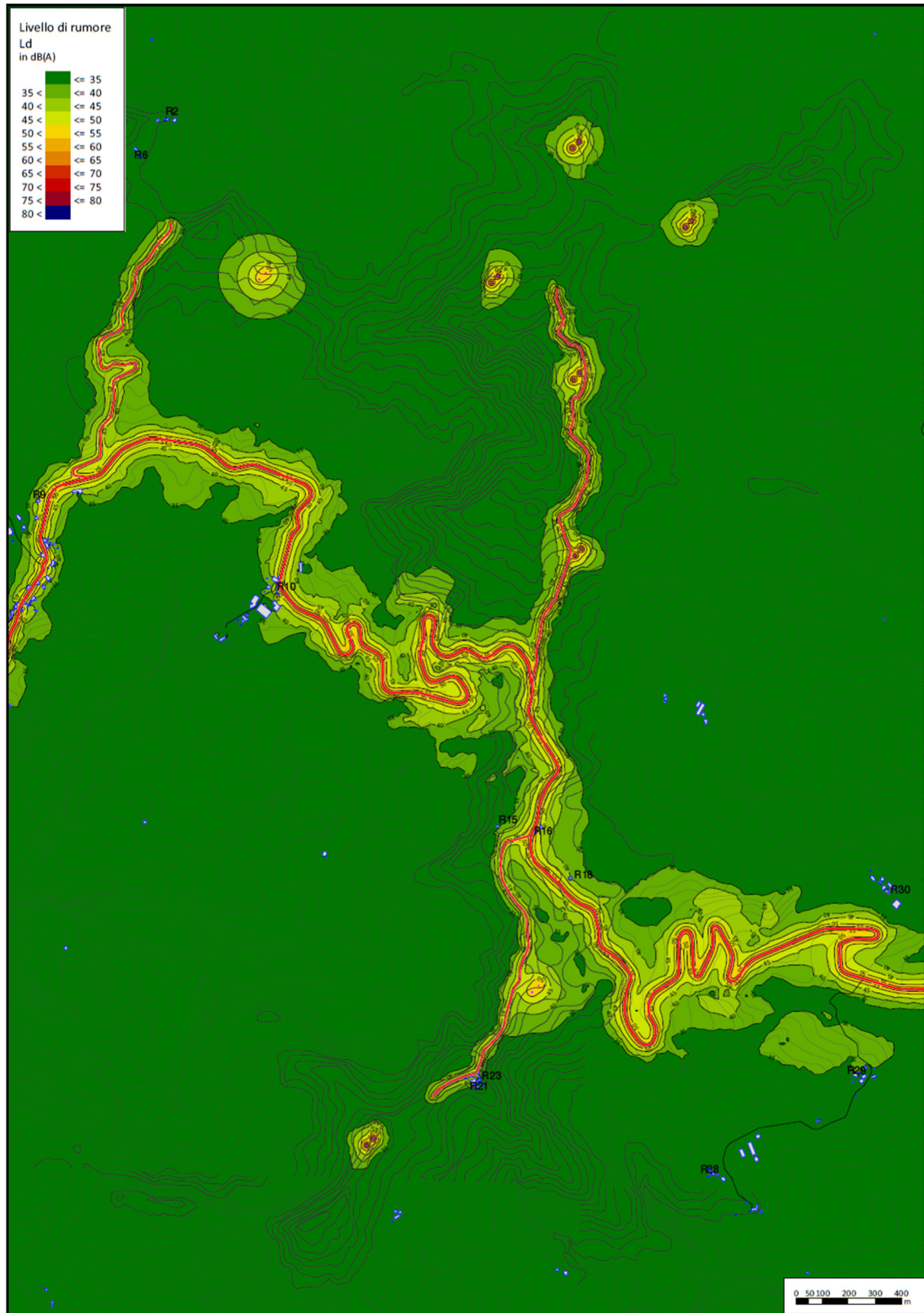
Nella tabella seguente si riportano i dati di rumorosità, numero e delle macchine operatrici e macrofase/scenario di cantiere

Attrezzatura da lavoro	n. attrezzature	Macrofase di Cantiere	Dato di rumorosità Lw dBA	Fattore di contemporaneità orario
Autogru	2	Montaggio	101,0	100%
Autocarro mezzo speciale	4	Montaggio	98,0	30%
Macchine perforatrici	1	Opere civili	110,0	60%
Rullo Compattatore	1	Opere civili	107,0	40%
Autocarro dumper da 50 m <sup>3</sup>	2	Opere civili / Montaggio	103,0	50%
Escavatore con benna da 2 m <sup>3</sup>	3	Opere civili	103,0	50%

Si sottolinea che la fase di dismissione dell'intero parco eolico a fine vita dello stesso produrrà una rumorosità assolutamente sovrapponibile (se non inferiore) a quella stimata in questa fase di realizzazione e montaggio.

### 6.b. Risultati del calcolo previsionale fase di cantiere

Sulla base dei rilievi e le osservazioni sul luogo effettuati, si è potuto determinare il clima acustico globale dell'area per poi implementare i dati di progetto nel software previsionale di propagazione sonora (algoritmo di propagazione utilizzato ISO 9613-2) tramite i dati previsti di cantiere di cui ai paragrafi precedenti. Il modello previsionale tiene in considerazione le caratteristiche geometriche e morfologiche del territorio e permette di calcolare il livello di emissione sonora in funzione delle attrezzature di lavoro previste per le varie fasi di cantiere, comunicato dal Committente e dai progettisti. Il Clima acustico ante operam è stato rilevato / stimato sul sito, tale dato è stato poi modellizzato in taratura ante-operam in particolare con il traffico della S.P. 49 Sestinese. Nella tabella risultati seguente sono riportate le emissioni prodotte ai singoli ricettori dalle otto aree di cantiere modellizzati nel periodo diurno. Sono state riportate le isoaree ad una quota di 3m sul livello del suolo di propagazione sonora con una scala di dB media su 1 ora (condizione più sfavorevole di contemporaneità dei mezzi di lavoro).



**Figura 11: Mappa acustica di propagazione diurna Corso d'Opera – Cantieri MONTAGGIO**

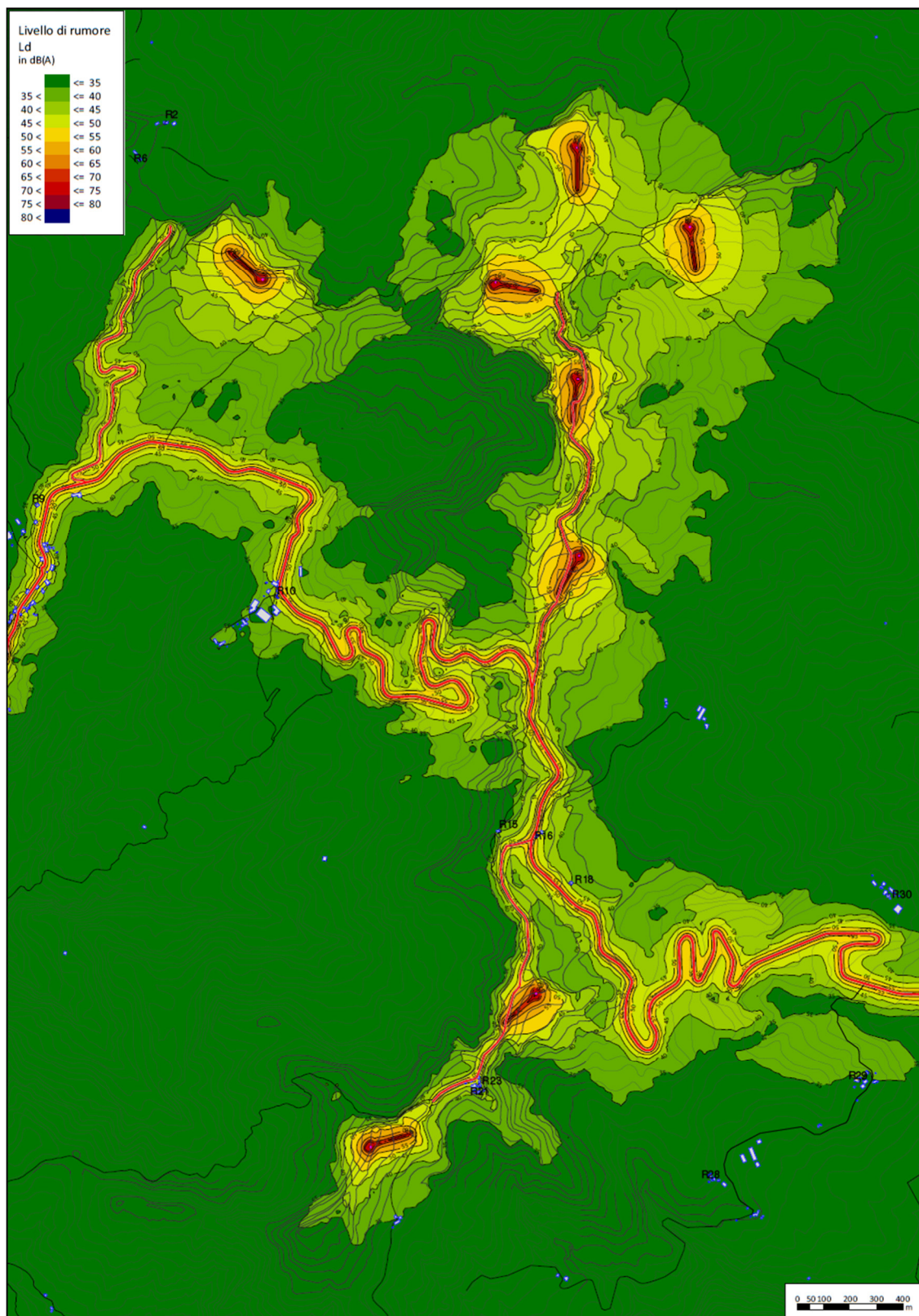


Figura 12: Mappa acustica di propagazione diurna Corso d'Opera – Cantieri OO. CIVILI

**Tabella 8: Livelli di Immissione assoluta per Ricettori sensibili – Attività di cantiere**

Nome	Piano	Ricettori Post con Fondo dB(A) Cantiere Opere Civili	Ricettori Post con Fondo dB(A) Cantiere Montaggio	Limite di Immissione Assoluto	Note Superamento limiti
		L <sub>Aeq</sub> / L <sub>A</sub> Diurno	L <sub>Aeq</sub> / L <sub>A</sub> Diurno	L <sub>Aeq</sub> / L <sub>A</sub> Diurno	
R02	GF	21,5	27,3	Classe II 55	NO
R02	F 1	23	27,6	Classe II 55	NO
R02	F 2	23,3	28,1	Classe II 55	NO
R06	GF	23,6	28,3	Classe II 55	NO
R06	F 1	24,1	28,9	Classe II 55	NO
R09	GF	44,1	45,6	Classe III 60	NO
R09	F 1	45,3	46,7	Classe III 60	NO
R09	F 2	45,5	47	Classe III 60	NO
R10	GF	60,0	59,9	Classe III 60	NO
R10	F 1	56,5	56,4	Classe III 60	NO
R15	GF	34,9	37	Classe II 55	NO
R16	GF	56,5	57,8	Classe III 60	NO
R16	F 1	55,1	56,5	Classe III 60	NO
R18	GF	41,6	43	Classe III 60	NO
R18	F 1	44,8	46,2	Classe III 60	NO
R21	GF	26,8	37,3	Classe II 55	NO
R23	GF	31,9	40,7	Classe II 55	NO
R28	GF	19	28,9	Classe III 60	NO
R28	F 1	20,2	29,1	Classe III 60	NO
R29	GF	30,3	32,4	Classe III 60	NO
R29	F 1	33,3	35,1	Classe III 60	NO
R29	F 2	33,6	35,5	Classe III 60	NO
R30	GF	27,2	29,6	Classe II 55	NO
R30	F 1	28,9	31,2	Classe II 55	NO

Sulla base di quanto sopra i livelli di rumorosità ambientale previsti durante il cantiere di realizzazione dell'Impianto eolico oggetto di valutazione sono stati stimati inferiori al Limite assoluto di Immissione della Classe acustica di appartenenza dei ricettori sensibili individuati.

I valori limite del Livello Differenziale presso i ricettori si ritengono non applicabili per l'attività a carattere temporaneo.



## 7. SIMULAZIONE ACUSTICA PREVISIONALE IN FASE DI ESERCIZIO

Il processo d'analisi territoriale che ha portato alla completa caratterizzazione dello scenario ante-operam ha riguardato, come da specifiche indicazioni normative, la lettura fisico-morfologia dei luoghi e l'individuazione dei potenziali recettori, con relativa descrizione degli usi e dell'attuale clima acustico d'area (descritto mediante specifiche verifiche strumentali), oltre che della classe acustica di riferimento.

A valle di tale processo è stato sviluppato un modello di calcolo previsionale, predisposto con il software di calcolo SoundPLAN, al fine di determinare i livelli acustici ante operam. Su tale base sarà quindi ricostruita la situazione di progetto, inserendo all'interno del calcolo i nuovi aerogeneratori e calcolando così il loro contributo rispetto allo stato di fatto.

La verifica del rispetto delle prescrizioni normative in materia di impatto acustico relativa al Parco Eolico è sviluppata attraverso una dettagliata analisi critica dei risultati di valutazioni modellistiche numeriche che hanno consentito di stimare il contributo al clima acustico dell'area direttamente riconducibile al funzionamento dell'impianto oggetto di valutazione.

Le valutazioni modellistiche hanno considerato le sorgenti di emissione descritte nel Paragrafo 4.b e sono state sviluppate con il supporto del modello previsionale SoundPLAN.

A partire dai dati d'ingresso riportati nei paragrafi precedenti, delle caratteristiche del progetto, si è proceduto a delle simulazioni considerando il contributo dovuto alla presenza delle sorgenti esistenti e tenendo conto dei rilievi eseguiti del rumore di fondo rilevato e parametrizzato a varie condizioni di vento di esercizio:

- a maggiore rumorosità (10 m/s @h Hub, corrispondenti a 4,75 m/s al suolo)
- a velocità intermedia (7 m/s @h Hub, corrispondenti a 3,31 m/s al suolo)
- a velocità minima (4 m/s @h Hub, corrispondenti a 1,9 m/s al suolo) – cut in di esercizio\*

\*: al di sotto di tale ventosità le turbine non sono in esercizio.

Pertanto, è stata realizzata, sul modello SoundPLAN, la simulazione ambientale  $L_A = (L_S + L_R)$ , dove  $L_S$  ed  $L_R$  costituiscono, rispettivamente,  $L_S$  il rumore simulato degli aerogeneratori da installare (**Progetto "Poggio delle Campane"**) e  $L_R$  rumore generato dalle strade e sorgenti presenti sul territorio, in corrispondenza del punto ricettore dove sono stati rilevati i valori di rumore residuo  $L_R$  nei periodi diurno e notturno e le stime dell'incremento di rumore di fondo dovuto al vento al suolo.

### 7.a. Il software di calcolo SoundPLAN

La stima dei livelli sonori è stata eseguita utilizzando il modello SoundPlan (versione 8.0). SoundPlan appartiene a quella classe di modelli previsionali sofisticati, basati sulla tecnica del Ray Tracing, che permettono di simulare la propagazione del rumore in situazioni di sorgente ed orografia complesse.

La peculiarità del modello SoundPlan si basa sul metodo di calcolo per "raggi" (Metodologia ray-tracing). Il sistema di calcolo fa dipartire dal ricevitore una serie di raggi, ciascuno dei quali analizza la geometria della sorgente e quella del territorio, le riflessioni e la presenza di schermi. Studiando il metodo con maggior dettaglio, si vede che ad ogni raggio che parte dal ricettore viene associata una porzione di territorio e così, via via, viene coperto l'intero territorio.

Quando un raggio incontra la sorgente, il modello calcola automaticamente il livello prodotto della parte intercettata. Pertanto, sorgenti lineari come strade e ferrovie vengono discretizzate in tanti singoli punti sorgente, ciascuno dei quali fornisce un contributo. La somma dei contributi associati ai vari raggi va quindi a costituire il livello di rumore prodotto dall'intera sorgente sul ricettore.

Quando un raggio incontra una superficie riflettente come la facciata di un edificio, il modello calcola le riflessioni multiple. A tal proposito l'operatore può stabilire il numero di riflessioni massimo che deve essere calcolato ovvero la soglia di attenuazione al di sotto della quale il calcolo deve essere interrotto.

La possibilità di inserire i dati sulla morfologia dei territori, sui ricettori e sulle infrastrutture esistenti ed in progetto mediante cartografia tridimensionale consente di schematizzare i luoghi in maniera più che mai realistica e dettagliata. Ciò a maggior ragione se si considera che, oltre alla conformazione morfologica, è possibile associare ad elementi naturali ed antropici, specifici comportamenti acustici.

Il modello prevede, infatti, l'inserimento di appositi coefficienti che tengono conto delle caratteristiche più o meno riflettenti delle facciate dei fabbricati o l'assorbimento dovuto alla presenza di aree boschive.

Le informazioni che il modello SoundPlan deve avere per poter fornire le previsioni dei livelli equivalenti sono molte e riguardano le sorgenti sonore, la propagazione delle onde e in ultimo i ricettori. È quindi necessario fornire al programma la topografia dell'area oggetto di studio, comprensiva non solo delle informazioni riguardanti il terreno e gli ostacoli che possono influenzare la propagazione del rumore, ma anche delle caratteristiche di linee stradali e ferroviarie e naturalmente della disposizione e dimensioni degli edifici. Questi ultimi oltre ad essere ostacoli alla propagazione del rumore, sono spesso i bersagli dello studio.

Ogni modello scelto per i vari tipi di sorgenti presenta algoritmi propri per il calcolo dell'effetto del suolo, dell'assorbimento e degli altri fenomeni coinvolti.

### Standard di calcolo ISO 9613-2

Per il calcolo della propagazione del rumore di eventuali sorgenti fisse è stata presa a riferimento la norma tecnica internazionale ISO 9613-2 "*Acoustic Attenuation of sound during propagation outdoors, Part 2; General method of calculation*", dedicata alla modellizzazione della propagazione in ambiente esterno.

Di fatto tale norma non fa riferimento alcuno a sorgenti specifiche di rumore e invece esplicita nel dichiarare che non va applicata al rumore aereo, durante in volo dei velivoli, e al rumore generato da esplosioni di vario tipo. La norma pur non addentrando nella definizione delle sorgenti, specifica i criteri per la riduzione di sorgenti di vario tipo a sorgenti puntiformi, ovvero la semplificazione risulta valida solo se la distanza tra il punto rappresentativo della sorgente ed il ricevitore è maggiore del doppio del diametro massimo dell'area emittente reale.

L'algoritmo suggerito dal metodo di calcolo permette di determinare il livello sonoro in condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione,  $L_{Downwind}$  (DW sottovento) quindi in presenza di moderata inversione termica e con vento che soffia dalla sorgente al ricevitore e direzione entro un angolo di 45° rispetto alla direzione individuata dalla retta che congiunge il centro della sorgente sonora dominante alla regione dove è situato il ricevitore.

Il valore di pressione sonora in condizioni favorevoli alla propagazione si ottiene con la relazione seguente:

$$L_{Downwind} = L_W + D - A$$

$$A = A_{Div} + A_{Atm} + A_{Ground} + A_{Refl} + A_{Screen} + A_{Misc}$$

dove  $L_W$  rappresenta il livello di potenza sonora emessa e  $D$ , detto direttività della sorgente, individua l'aumento dell'irraggiamento nella direzione in esame rispetto al caso di sorgente omnidirezionale e il termine di attenuazione,  $A$ , è anch'esso specifico delle singole bande d'ottava e imputabile ai seguenti fenomeni:

- $A_{Div}$ : contributo legato alla divergenza geometrica delle onde sonore determinabile con la relazione seguente:

$$A_{Div} = 20 \cdot \log \frac{d}{d_0} + 11$$

dove  $d_0$  è la distanza di riferimento pari ad 1m e  $d$  la distanza fra la sorgente ed il ricevitore. La divergenza comporta una diminuzione del livello di pressione sonora di 6 dB ad ogni raddoppio della distanza.

- $A_{Atm}$ , attenuazione derivante dall'assorbimento dell'aria:

$$A_{Atm} = \frac{\alpha d}{1000}$$

dove  $\alpha$  è un fattore dipendente dall'umidità detto coefficiente di attenuazione atmosferica, espresso in dB/km.

- $A_{ground}$ : contributo attenuativo legato all'interferenza fra il suono che giunge direttamente al ricevitore e quello riflesso dal terreno. Nella determinazione di questo parametro si distinguono tre regioni con un proprio fattore di suolo:
  - Terreno duro: acqua, ghiaccio, cemento e tutti gli altri terreni a bassa porosità,  $G=0$ ;
  - Terreno poroso: aree ricoperte d'erba, alberi o altra vegetazione,  $G=1$ ;
  - Terreno misto: aree in cui si ha presenza sia di terreno duro che di terreno poroso,  $G$  compreso tra 0 e 1.
- $A_{refl}$ : apporto delle riflessioni su superfici più o meno verticali tali da aumentare il livello di pressione sonora presso il ricevitore. Questo termine, che apparirà con valore negativo, non considera le riflessioni dovute al terreno e l'effetto schermante delle superfici verticali poste tra la sorgente ed il ricevitore.
- $A_{sccn}$ : attenuazione legata all'interposizione di barriere con densità superficiale pari ad almeno 10 kg/m<sup>2</sup>. Questi elementi dovranno essere larghi, nella direzione perpendicolare alla linea sorgente-ricevitore, più della lunghezza d'onda centrale,  $\lambda$ , della banda considerata e alti a sufficienza per limitare la vista fra questi due elementi.
- $A_{misc}$ : riassume l'attenuazione di fenomeni per i quali non è possibile dare un metodo di calcolo generale. In esso si conteggiano i contributi di:
  - Insedimenti industriali: nei quali l'attenuazione è legata alla diffrazione che si origina in presenza di edifici e installazioni.
  - Insedimenti urbani: ove la propagazione viene influenzata dalle molteplici schermature e riflessioni derivanti dalla presenza di edifici.
  - Fogliame: capace di conferire attenuazioni molto limitate e solo quando la presenza è densa al punto di bloccare la vista.

### Standard di calcolo Nord2000

Il modello Nord2000, così chiamato perché finanziato dalle agenzie di protezione ambientale di cinque paesi nordici e terminato nel 2000, consente la previsione a lunga distanza del rumore generato da tutti i tipi di sorgente. Nato inizialmente per la previsione del rumore da traffico, è stato validato negli ultimi anni per il rumore da impianti eolici, includendo gli effetti dell'influenza meteorologica del vento di sito in maniera più accurata sulla sorgente turbina eolica presso i ricettori.

In tale Modello anche il terreno è rappresentato da una sequenza di segmenti lineari e ad ogni segmento viene assegnato un tipo di superficie (asfalto, erba, sottobosco etc.). I livelli di rumore a breve termine sono stimati sulla base del profilo verticale di velocità del suono, determinato da informazioni relative alla variazione della velocità del vento con l'altezza dal suolo e al profilo verticale della temperatura. Il calcolo di base di NORD2000 considera la propagazione del rumore da una turbina eolica a un recettore (vicino) in base alle condizioni specifiche del terreno, del vento e del clima. Per quanto concerne il livello di rumore sorgente della turbina,

questo è una funzione della velocità del vento alla turbina e delle specifiche della turbina. Il livello di rumore della sorgente è diviso in otto ottave o 24 terzi di ottava.

Il principale obiettivo del modello è quello di ottenere una precisione accettabile entro 3000 m di distanza sorgente-ricettore, tenendo in considerazione profilo del terreno, vento e condizioni climatiche.

Il modello comprende anche attenuazioni per l'assorbimento dell'atmosfera, calcolata similmente alla ISO 9613-1 e per l'effetto del suolo, valutata dalla teoria dei raggi geometrici e dal coefficiente di riflessione delle onde sferiche. Viene inoltre considerata la schermatura prodotta da ostacoli, tramite la teoria di diffrazione in combinazione con la teoria geometrica, e le riflessioni, con l'aggiunta di una sorgente immagine ed una trattazione della zona di Fresnel. In particolare il Modello Nord2000 utilizza il profilo verticale delle velocità del vento logaritmico, per la simulazione dell'effetto meteo sulla propagazione.

L'attenuazione dipende anche da una serie di parametri climatici:

- Direzione del vento
- Velocità del vento
- Umidità
- Temperatura
- Forza di turbolenza (vento)
- Forza di turbolenza (temperatura)
- Deviazione standard delle fluttuazioni del vento
- Lunghezza inversa di Monin Obukov
- Scala di temperatura  $T^*$

È importante sottolineare che molti di questi parametri sono variabili nel tempo e quindi un calcolo standard NORD2000 calcola il rumore per una situazione specifica che potrebbe essere presente solo per un breve periodo (normalmente peggiorativa)

Gli ultimi cinque di questi parametri sono piuttosto articolati nella loro definizione, pertanto per facilità di calcolo sono spesso ridotti alle impostazioni standard per giorno e notte, cielo sereno e nuvoloso.

Con queste impostazioni per livello di rumore sorgente, terreno e atmosfera, i dati vengono inviati al motore di calcolo NORD2000, che restituisce il livello di rumore risultante al ricevitore dalla turbina calcolato.

#### **Parametri di calcolo**

L'umidità relativa applicata 70% e la temperatura 15°C è consigliato anche nelle nuove linee guida per il calcolo della finitura del rumore delle turbine eoliche con Nord2000. I calcoli sono eseguiti in positivo gradiente di temperatura paragonabile a una moderata inversione. Il livello di rumore a un gradiente di temperatura positivo è generalmente più alto rispetto a un gradiente di temperatura negativo. Il valore utilizzato 0,05 °C/m è anche il valore massimo approvato secondo al metodo di misurazione dell'emissione di rumore da turbine eoliche (Elforsk 98:24). La rugosità o impedenza del terreno è indicata in Nord2000 come efficace resistività di flusso. Ci sono 8 classi di rugosità, A-H, dove A è molto terreno soffice e H è un terreno molto duro. La classe D è relativa a un terreno normale. Nei calcoli la classe D è usata per il terreno normale, la classe H per zone d'acqua e la classe B per aree muschiate/paludose.

#### **Standard di calcolo NMPB96**

Nel modello NMPB la relazione utilizzata per il calcolo del livello di potenza sonora dell'i-esimo trattino di strada (assimilato a sorgente puntiforme) è data da:

$$L_{Awi} = [(E_{VL} + 10 \log Q_{VL}) (+) (E_{PL} + 10 \log Q_{PL})] + 20 + 10 \log (I_i) + R(j)$$

dove:

(+) indica l'operazione di somma energetica;

$L_{Awi}$  = livello di potenza sonora (ponderata A) dell'i-esimo tratto di strada di lunghezza  $l_i$  (in metri);

$E_{VL}$ ,  $E_{PL}$  = livelli di emissione calcolati con l'abaco del C.ET.UR. per i veicoli leggeri e pesanti ( $E_{VL}$ ,  $E_{PL}$  =  $L_{Aeq}$  di un'ora prodotto dal transito di 1 veicolo rispettivamente leggero o pesante, misurato a 30 metri dal limite della carreggiata e a 10 metri di altezza);

$Q_{VL}$ ,  $Q_{PL}$  = flusso orario rispettivamente di veicoli leggeri e pesanti (n° veicoli/ora);

$R(j)$  = valore dello spettro di rumore stradale normalizzato tratto dalla EN 1793-3.

Per una modellizzazione corretta occorre quindi introdurre i seguenti dati di input

- flusso orario di veicoli leggeri e pesanti e relative velocità di transito;
- tipologia di traffico;
- numero di carreggiate;
- distanza del centro della carreggiata dal centro strada;
- profilo della sezione stradale.

Mentre *la guide de Bruit* del 1980 definiva il problema della propagazione in termini di livello globale in dB(A), il modello NMPB tiene conto del comportamento della propagazione al variare della frequenza a causa dell'effetto fondamentale che tale parametro assume in relazione alla propagazione a distanza.

Il criterio di distanza adottato per la suddivisione della sorgente lineare in sorgenti puntiformi è:

$$L = 0.5 d$$

dove L è la lunghezza del tratto omogeneo di strada e d la distanza tra sorgente e ricevitore.

Il suolo viene modellizzato assumendo che il termine "G" possa valere zero oppure uno (vedi ISO 9613). Il valore zero viene dato nel caso in cui si ipotizzi assorbimento nullo ovvero per suoli compatti, il valore uno viene assegnato nel caso di assorbimento totale.

### 7.b.I parametri della simulazione previsionale

Nel caso specifico le valutazioni previsionali sono state effettuate utilizzando l'implementazione prevista dal modello dalla norma Nord2000 inserendo i venti dominanti secondo le frequenze e la rosa dei venti del sito anemometrico di cui al par. 5.

I calcoli relativi alla mappatura di impatto acustico sono stati realizzati con le seguenti impostazioni:

- Maglia di calcolo: quadrata a passo 10x10 m;
- Riflessioni: vengono considerate riflessioni del 3° ordine sulle superfici riflettenti;
- Coefficienti assorbimento degli edifici: si considera in forma generalizzata un valore di perdita per riflessione intermedia pari a 2 al fine di considerare la presenza di facciate irregolari con balconi e altre parti aggettanti;
- Coefficiente di assorbimento copertura terreno: sono stati assegnati considerando in SoundPLAN un coefficiente G (Ground Absorption Coefficient) pari a zero in presenza di superfici dure (pavimentazioni pedonali e stradali, banchine ferroviarie, ecc), coefficiente pari a 1 in presenza di superfici soffici o molto fonoassorbenti (area parco, ballast scalo ferroviario, ecc.), coefficiente intermedio pari a 0,5 alle aree in cui sono generalmente compresenti superfici caratterizzate da impedenza variabile (aree private/pubbliche intercluse tra i fronti edificati).

La scala di colore adottata nella mappatura è a campi omogenei delimitati da isolivello a passo 5 dB(A).

Divergenza geometrica: Il decremento del livello di rumore con la distanza ( $A_{div}$ ) avviene secondo una propagazione sferica.

Assorbimento atmosferico: Attenuazione del livello di rumore in funzione della temperatura e dell'umidità dell'aria ( $A_{atm}$ ).

In NMPB (simulazione stradale delle strade Provinciali e strade di contrada) le condizioni standard sono 15°C e 70% di umidità. Vanno considerati valori opportuni di coefficienti di assorbimento in accordo alla ISO 9613-1 per valori diversi della temperatura e umidità relativa (da lasciare questa frase solo se è stato utilizzato il modello stradale nella simulazione)

Effetto del terreno: L'attenuazione del terreno è valutata in modo differente in relazione alle condizioni meteorologiche di propagazione. In condizioni favorevoli il termine è calcolato in accordo al metodo indicato nell'ISO 9613-2. In condizioni omogenee è introdotto un coefficiente G del terreno, che è nullo per superfici riflettenti.

Nell'ambito del modello previsionale SoundPlan, le turbine eoliche sono specificatamente valutate in conformità agli standard Nord2000, ISO 9613-2, ÖNORM ISO 9613-2, IoA Windturbines e lo "Statutory Order on Noise from Wind Turbines" N. 1284.

La sorgente di una turbina eolica viene posizionata all'altezza del mozzo, risulta inoltre necessario inserire nella scheda "Addizionali" il diametro del rotore.

Per valutare la situazione di massimo impatto, nelle simulazioni sono stati usati i massimi valori di potenza sonora previsti dalle schede tecniche delle turbine eoliche; dall'analisi dei documenti è stato riscontrato che il rotore raggiunge il massimo valore di potenza sonora a velocità del vento in quota maggiori o uguali a 10 m/s. Tutte le simulazioni sono quindi state eseguite utilizzando tale velocità del vento in quota come riferimento in maniera tale da avere il maggior valore assoluto di immissione. È quindi stato utilizzato un valore di 5 m/s per la velocità del vento a livello del suolo al fine di stimare il livello del rumore di fondo ed avere quindi una stima del valore di immissione differenziale. Per ottenere una visualizzazione realistica in 3D è possibile utilizzare il tipo di oggetto "turbina eolica" per impostare la direzione del rotore.

Al fine di documentare in maniera esaustiva l'impatto sulla componente acustica associato all'esercizio dell'impianto si è ritenuto opportuno simulare i seguenti scenari:

- Scenario 1 ANTE OPERAM: sulla base dei sopralluoghi effettuati, delle misure fonometriche e di dati di letteratura è stato ricostruito nel software lo stato di fatto inserendo nel modello il solo rumore di fondo rilevato e incrementato dal contributo generato dal vento alla condizione 5 m/s al suolo.
- Scenario 2 POST OPERAM 4m/s: partendo dallo Scenario 1 ANTE OPERAM sono state inserite le nuove sorgenti "turbine eoliche" calcolando le emissioni acustiche complessive (63 Hz ÷ 8 kHz) contemporanee generate dai nuovi aerogeneratori considerati costanti nelle 24 ore. Come evidenziato in Tabella 2 tali emissioni si verificano in presenza di velocità del vento a 4 m/s al rotore, corrispondente a 1,9 m/s al suolo.
- Scenario 3 POST OPERAM 7m/s: partendo dallo Scenario 1 ANTE OPERAM sono state inserite le nuove sorgenti "turbine eoliche" calcolando le emissioni acustiche complessive (63 Hz ÷ 8 kHz) contemporanee generate dai nuovi aerogeneratori considerati costanti nelle 24 ore. Come evidenziato in Tabella 2 tali emissioni si verificano in presenza di velocità del vento a 7 m/s al rotore, corrispondente a 3,31 m/s al suolo.
- Scenario 4 POST OPERAM 10m/s: partendo dallo Scenario 1 ANTE OPERAM sono state inserite le nuove sorgenti "turbine eoliche" calcolando le emissioni acustiche complessive (63 Hz ÷ 8 kHz) massime contemporanee generate dai nuovi aerogeneratori considerati costanti nelle 24 ore. Come evidenziato in Tabella 2 tali emissioni si verificano in presenza di velocità del vento a 4 m/s al rotore, corrispondente a 4,75 m/s al suolo.

I risultati dello Scenario 1 rappresentano una fotografia dello stato attuale in assenza di vento, i risultati degli scenari 2-3-4 rappresentano lo stato acustico al termine della Realizzazione del presente progetto. Gli esiti degli Scenari 2-3-4 risultano

rappresentativi dei livelli sonori che si potranno determinare nell'ambito di studio nelle tre condizioni analizzate. Tali valori, in presenza di ricettori residenziali, risultano utili sia la verifica del rispetto dei valori limite assoluti di immissione sia, mediante il confronto con i valori ricavati dallo Scenario 1, per l'eventuale verifica dei valori di immissione differenziale in ambiente abitativo.

### 7.c. Risultati del calcolo previsionale fase di esercizio

Per lo scenario peggiorativo gli esiti delle valutazioni sono rappresentati di seguito mediante mappe cromatiche delle aree isofoniche relative ai periodi diurno e notturno in cui le sorgenti sonore connesse al progetto (Turbine eoliche) sono state considerate attive e a massima emissione sonora con una previsione peggiorativa (cfr. figure seguenti – Nord in alto del foglio ↑).

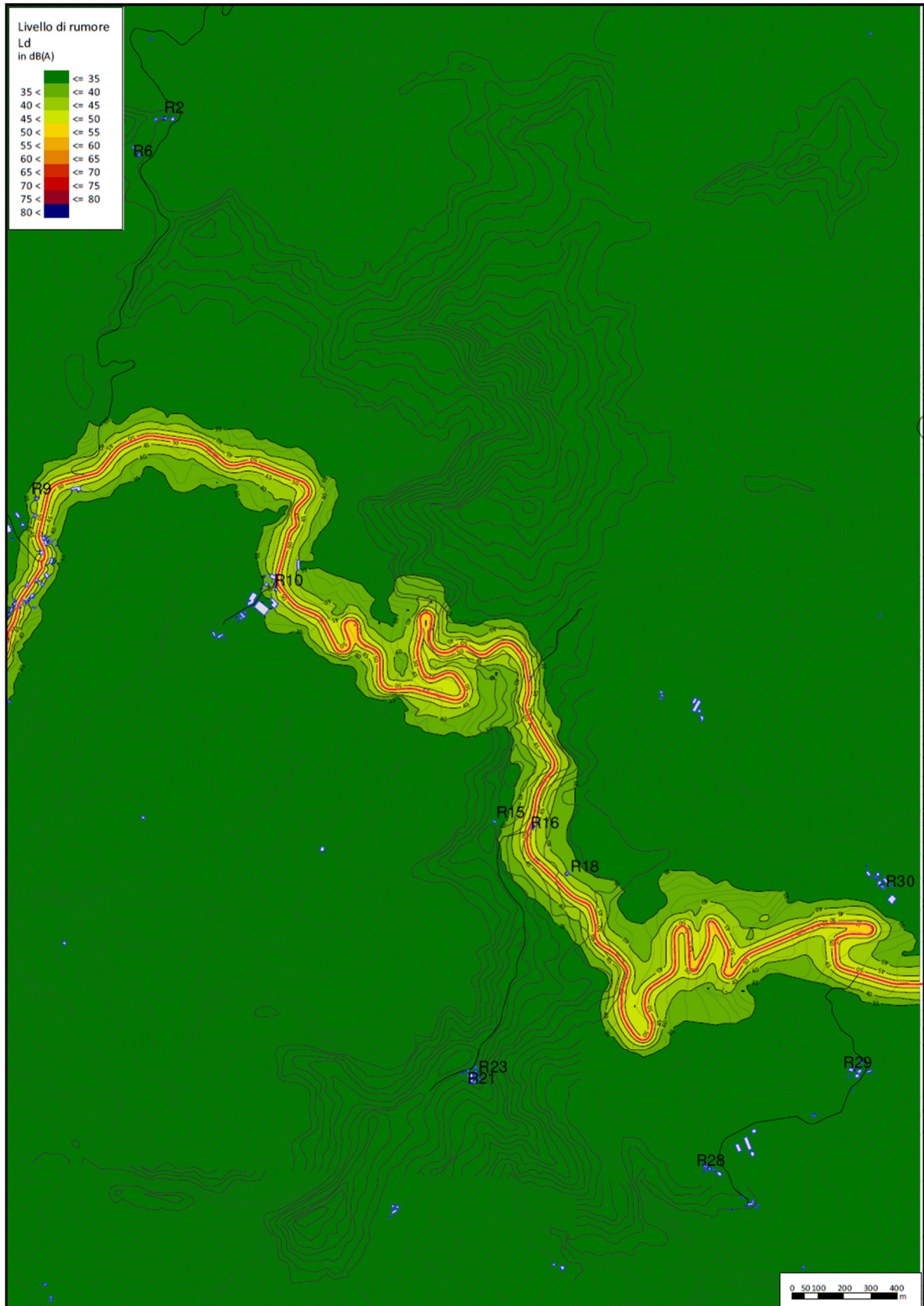
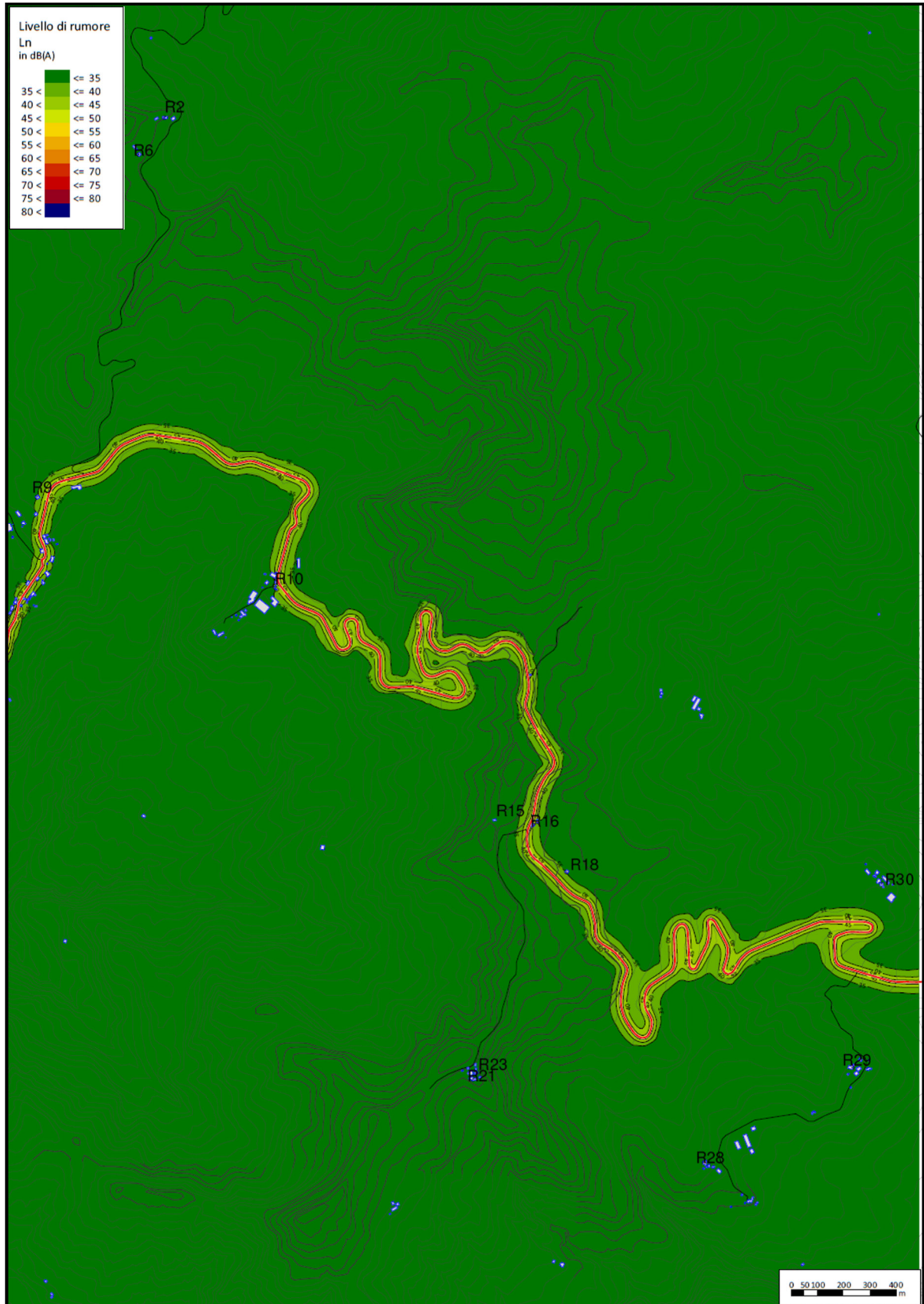


Figura 13: Mappe acustiche di propagazione scenario 1 (FONDO diurno solo traffico)





**Figura 14: Mappe acustiche di propagazione scenario 1 (FONDO notturno solo traffico)**

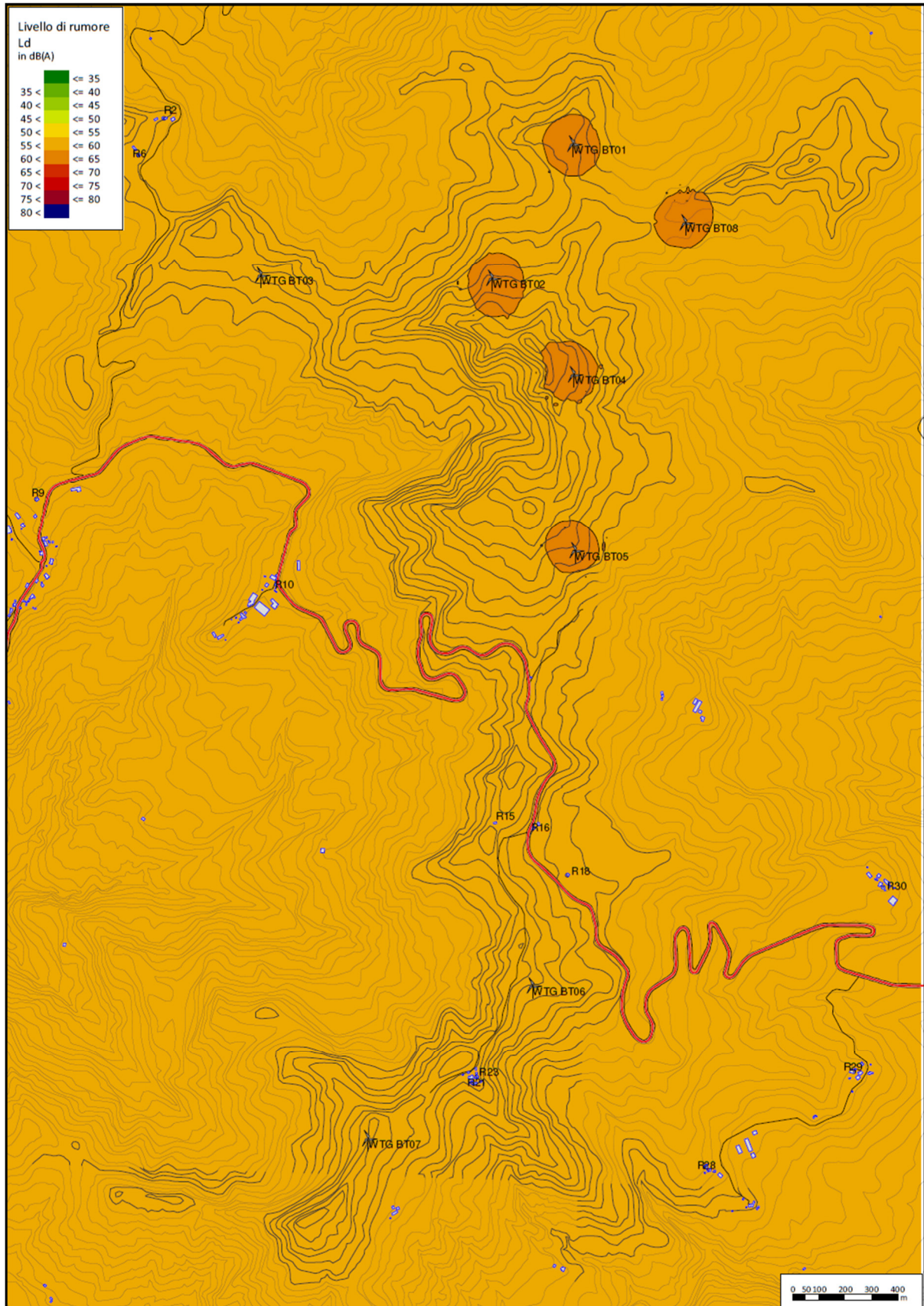
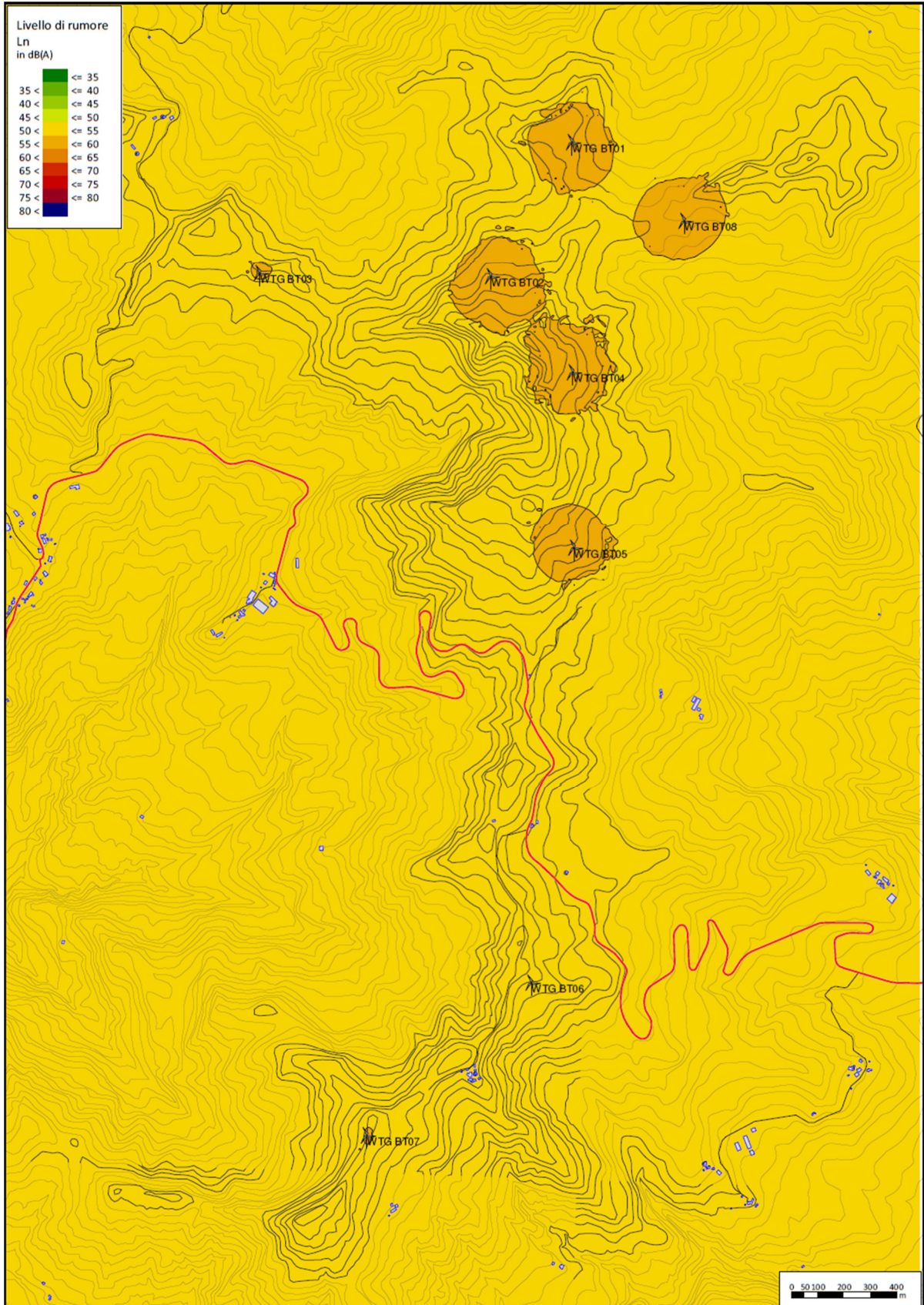
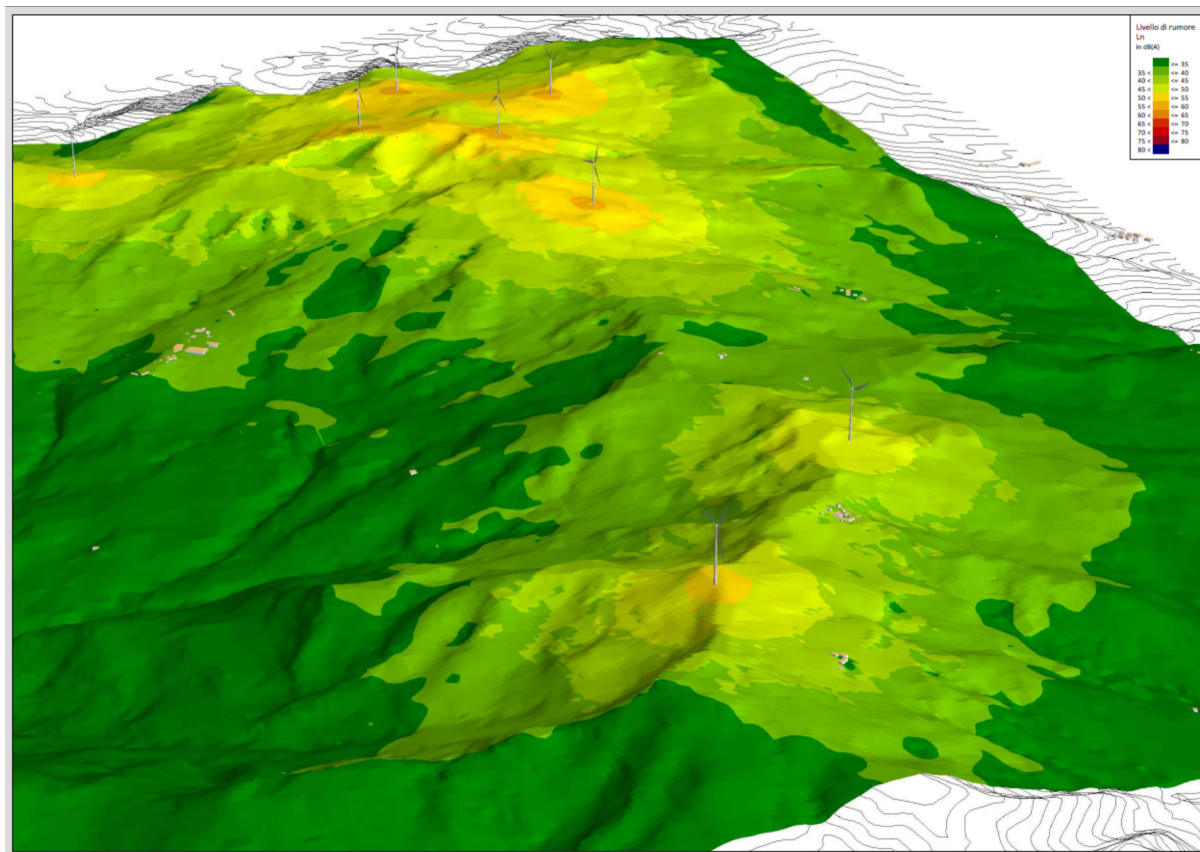


Figura 15: Mappe acustiche di propagazione scenario 4 (POST Operam 10 m/s Diurno con vento)



**Figura 16: Mappe acustiche di propagazione scenario 4 (POST Operam 10 m/s Notturno con vento)**

Si riporta di seguito anche la vista 3D della mappa dello scenario di emissione 4 POST Operam diurni di simulazione.



**Figura 17: Vista 3D di propagazione scenario 4 Emissione POST OPERAM 10 m/s Diurno**

## **I. Valutazione sui limiti di Emissione**

Il software di calcolo permette di determinare puntualmente il contributo sonoro dell'impianto a meno del rumore di fondo (valutato poi per il rispetto dei limiti di immissione). Come visibile dalle mappe di calcolo il contributo della sonorità degli impianti limitatamente alle aree accessibili a comunità (strade, aree pubbliche) viene investito limitatamente dal contributo sonoro dei generatori eolici in quanto questi ricadono in aree agricole destinate alla coltivazione e lontano dagli abitati (circa 1,6 km a est dall'abitato di Ville di Sopra e 5 km a Ovest di Badia Tedalda). Per i Comuni di Badia Tedalda e Sestino, in cui ricadono i ricettori vi sono Limiti Applicabili dalla Zonizzazione acustica vigente.

**Tabella 9: Livelli di Emissione per Ricettori Sensibili**

Nome	Piano	Esposizione Facciata	Dato di Emissione sonora POST Operam Massimo dB(A) ( $v_{hub} = 10 \text{ m/s}$ )		Limite di Emissione  L <sub>Aeq</sub> / L <sub>A</sub> Diurno / Notturno
			L <sub>Aeq</sub> / L <sub>A</sub> diurno	L <sub>Aeq</sub> / L <sub>A</sub> notturno	
R02	GF	S	38,8	38,8	Classe II 50 / 40
R02	F 1	S	39,0	39,0	Classe II 50 / 40
R02	F 2	S	39,1	39,1	Classe II 50 / 40
R06	GF	SE	37,9	37,9	Classe III 55 / 45
R06	F 1	SE	38,2	38,2	Classe III 55 / 45
R09	GF	NE	33,2	33,2	Classe III 55 / 45
R09	F 1	NE	33,7	33,7	Classe III 55 / 45
R09	F 2	NE	34,1	34,1	Classe III 55 / 45
R10	GF	E	36,5	36,5	Classe III 55 / 45
R10	F 1	E	37,1	37,1	Classe III 55 / 45
R15*	GF	S	33,1	33,1	Classe II 50
R15*	GF	N	35,5	35,5	Classe II 50
R16	GF	NW	33,2	33,2	Classe III 55 / 45
R16	F 1	NW	33,7	33,7	Classe III 55 / 45
R16	GF	SE	36,1	36,1	Classe III 55 / 45
R16	F 1	SE	36,2	36,2	Classe III 55 / 45
R18	GF	SW	36,8	36,8	Classe III 55 / 45
R18	F 1	SW	37,2	37,2	Classe III 55 / 45
R21	GF	W	39,4	39,4	Classe II 50 / 40
R23	GF	NE	39,8	39,8	Classe II 50 / 40
R28	GF	N	32,2	32,2	Classe III 55 / 45
R28	F 1	N	32,8	32,8	Classe III 55 / 45
R29	GF	W	29,3	29,3	Classe III 55 / 45
R29	F 1	W	29,7	29,7	Classe III 55 / 45
R29	F 2	W	30,1	30,1	Classe III 55 / 45
R30	GF	W	26,3	26,3	Classe II 50 / 40
R30	F 1	W	28,0	28,0	Classe II 50 / 40

\*: cappella – valutato solo il limite diurno

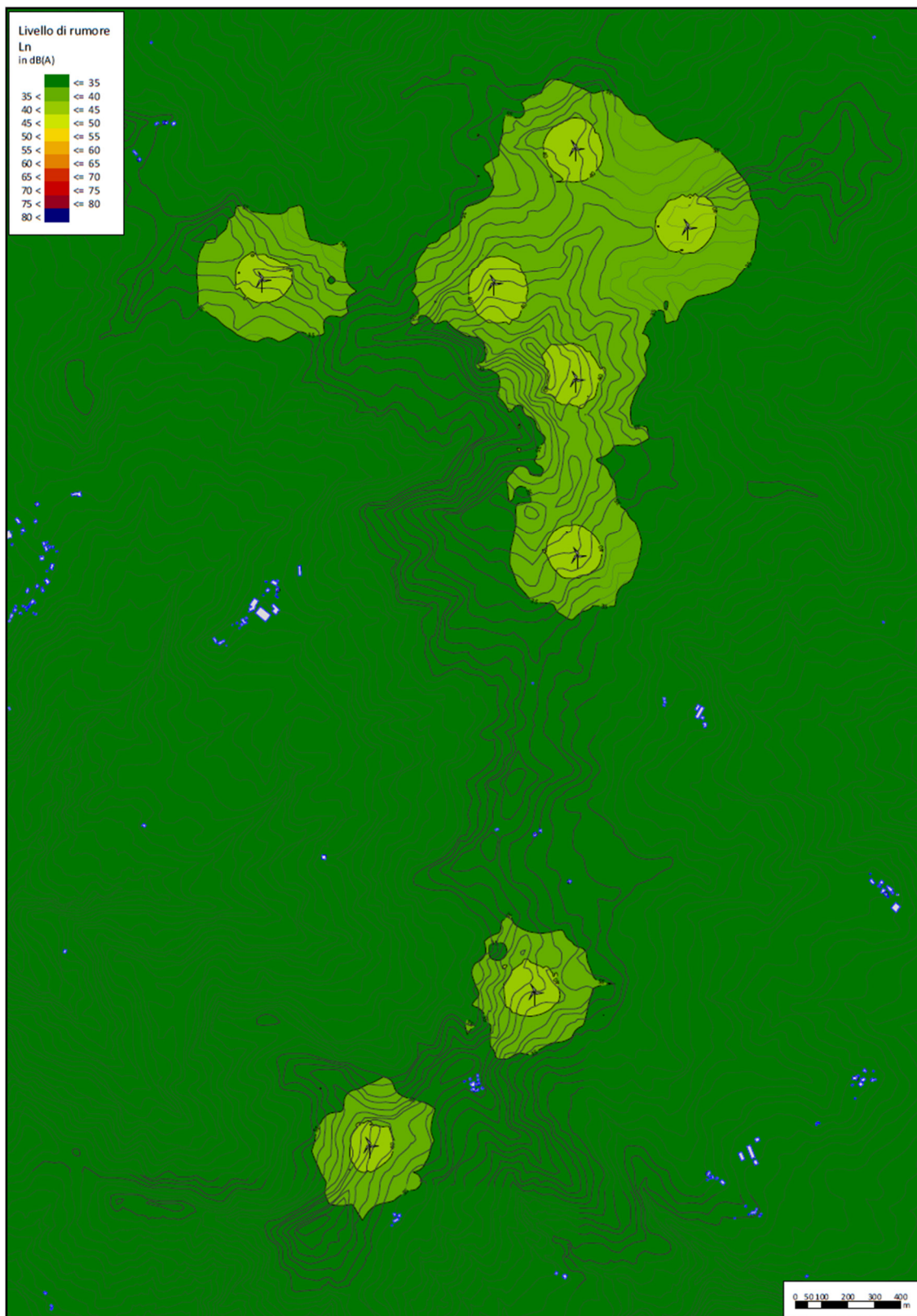


Figura 18: Mappa acustica di propagazione solo emissione scenario 2 (POST Operam 4 m/s)

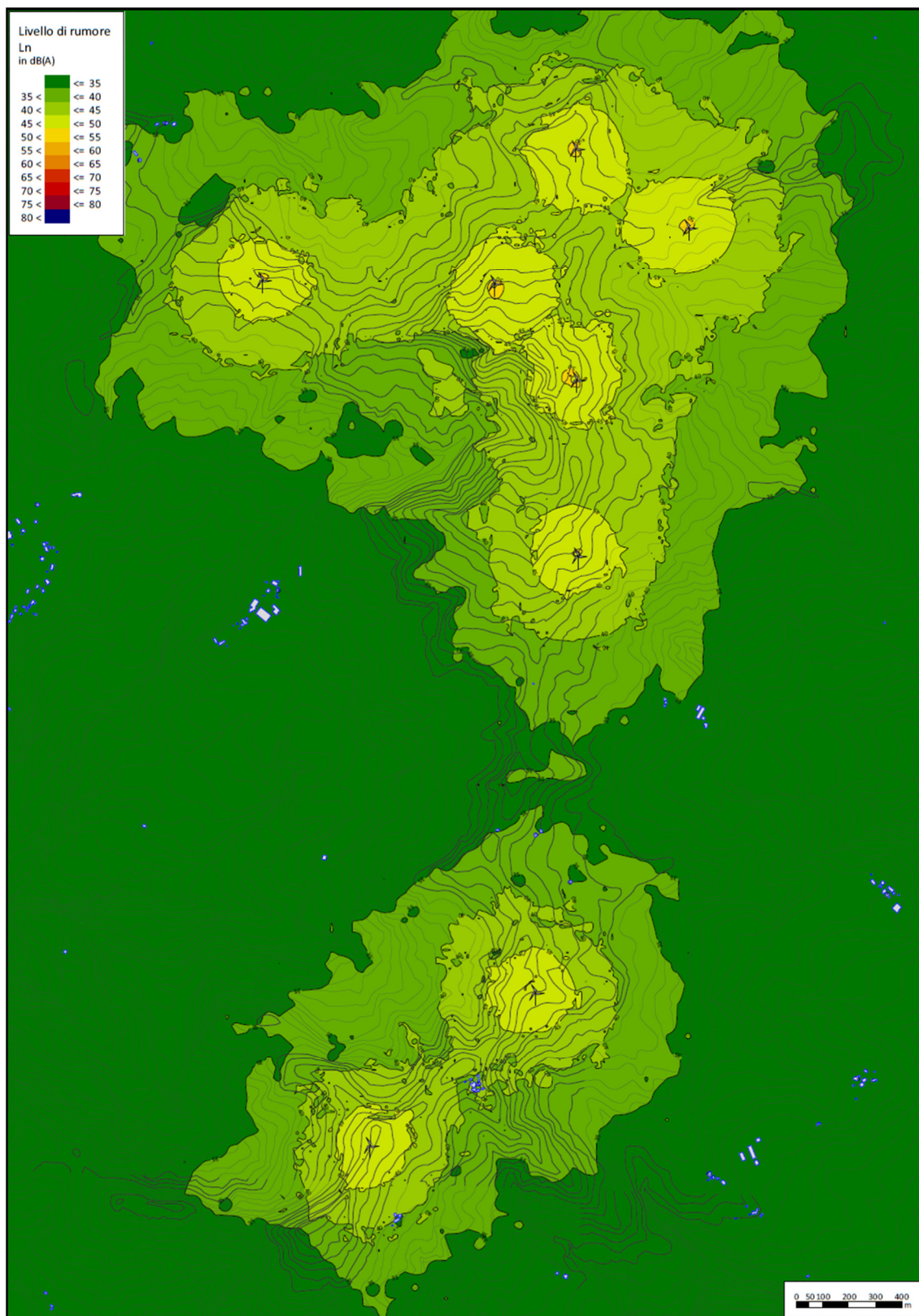


Figura 19: Mappa acustica di propagazione solo emissione scenario 3 (POST Operam 7 m/s)

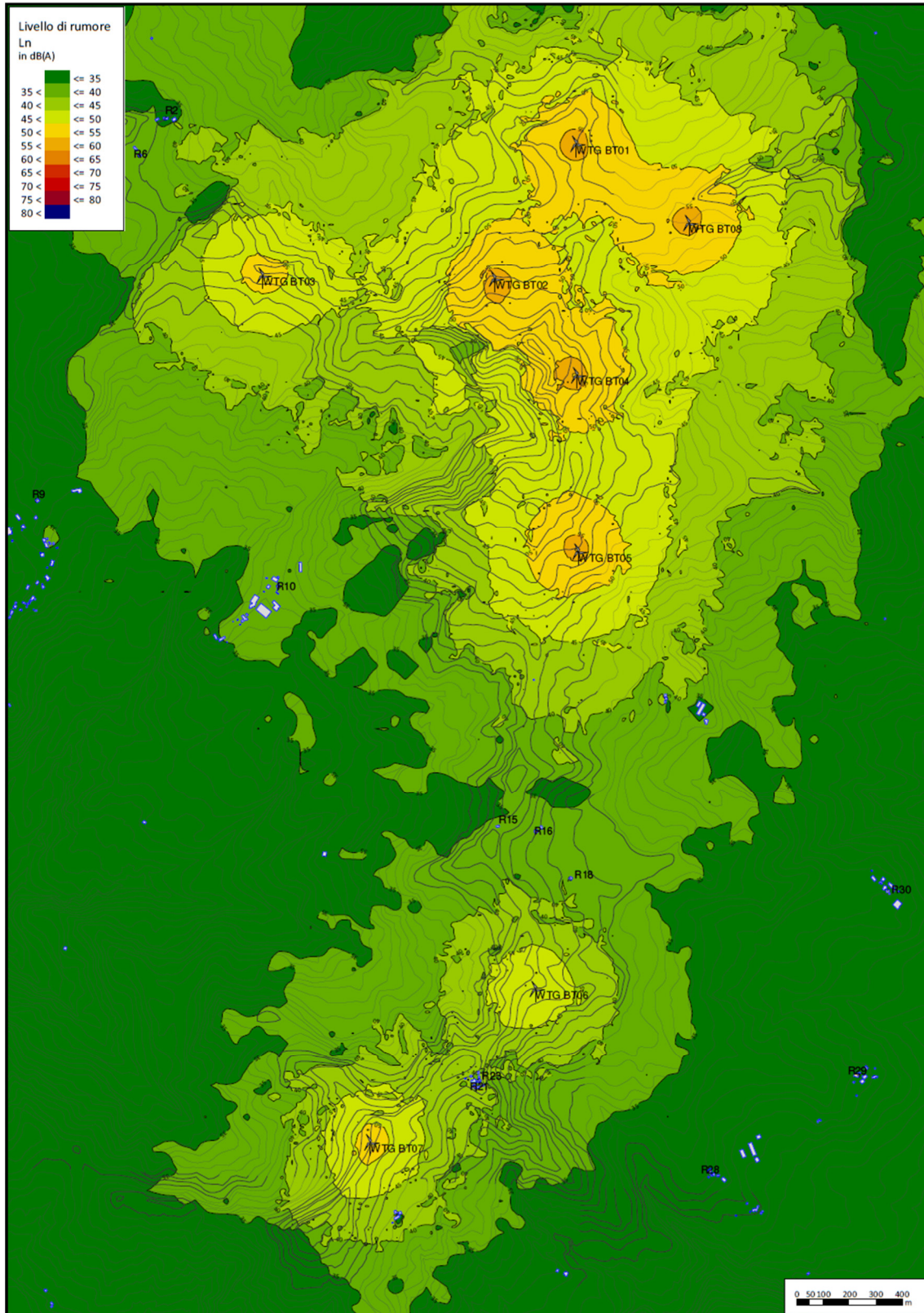


Figura 20: Mappa acustica di propagazione solo emissione scenario 4 (POST Operam 10 m/s)



## II. Valutazione sui limiti di Immissione

I Valori limite di Immissione sonora vengono valutati presso i ricettori individuati come residenziali nel par. 5.b. Per essi il modello di calcolo ha permesso la determinazione del dato di immissione in facciata (1m dal filo muro esterno) per ogni piano e per facciata esposta all'impianto o comunque per quella con dato peggiorativo, per il confronto con il Limite ASSOLUTO di Immissione sonora.

Il limite DIFFERENZIALE di immissione invece utilizza ancora un LAeq valutato su un tempo di misura rappresentativo del fenomeno sonoro della specifica sorgente che normalmente viene valutato all'interno degli ambienti abitativi.

La valutazione di applicabilità a finestre chiuse è stata esclusa dal D.M. 1 giugno 2022, pertanto i valori limite differenziali di immissione di cui all'art. 4, comma 1, del D.P.C.M. 14/11/1997 non si applicano nei seguenti casi, in quanto ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile:

- se il rumore misurato all'interno a finestre aperte sia inferiore a 50 dB(A) durante il periodo diurno e 40 dB(A) durante il periodo notturno;

Valutare come valore di applicabilità il valore in facciata è una scelta molto conservativa in quanto è noto da letteratura e Normativa Tecnica che al variare della posizione reciproca tra sorgente e finestra aperta si possono avere riduzioni anche di 8-9 dB (caso in cui la sorgente è tangente alla finestra).

**Tabella 10: Livelli di Immissione assoluta per i Ricettori abitativi**

Nome	Piano	Recettori solo Fondo dB(A) ( $V_{hub} = 4$ m/s)		Recettori POST 4 + Fondo dB(A) ( $V_{hub} = 4$ m/s)		Recettori solo Fondo dB(A) ( $V_{hub} = 7$ m/s)		Recettori POST 7 + Fondo dB(A) ( $V_{hub} = 7$ m/s)		Recettori solo Fondo dB(A) ( $V_{hub} = 10$ m/s)		Recettori POST 10 con Fondo dB(A) ( $V_{hub} = 10$ m/s)		Limite di Immissione Assoluto	Note Superamento limiti
		L <sub>Aeq</sub> / L <sub>R</sub> diurno	L <sub>Aeq</sub> / L <sub>R</sub> notturno	L <sub>Aeq</sub> / L <sub>A</sub> diurno	L <sub>Aeq</sub> / L <sub>A</sub> notturno	L <sub>Aeq</sub> / L <sub>A</sub> diurno	L <sub>Aeq</sub> / L <sub>A</sub> notturno	L <sub>Aeq</sub> / L <sub>A</sub> diurno	L <sub>Aeq</sub> / L <sub>A</sub> notturno	L <sub>Aeq</sub> / L <sub>A</sub> diurno	L <sub>Aeq</sub> / L <sub>A</sub> notturno	L <sub>Aeq</sub> / L <sub>A</sub> diurno	L <sub>Aeq</sub> / L <sub>A</sub> notturno	L <sub>Aeq</sub> / L <sub>A</sub> Diurno / Notturno	
R02	GF	52,0	46,8	52,0	46,9	55,4	49,0	55,4	49,2	59,0	52,5	59,0	52,7	Classe II 55 / 45	SI *
R02	F 1	52,0	46,8	52,0	46,9	55,4	49,0	55,4	49,2	59,0	52,5	59,0	52,7	Classe II 55 / 45	SI *
R02	F 2	52,0	46,8	52,0	46,9	55,4	49,0	55,4	49,2	59,0	52,5	59,0	52,7	Classe II 55 / 45	SI *
R06	GF	52,0	46,8	52,0	46,8	55,4	49,0	55,4	49,2	59,0	52,5	59,0	52,6	Classe II 55 / 45	SI *
R06	F 1	52,0	46,8	52,0	46,8	55,4	49,0	55,4	49,2	59,0	52,5	59,0	52,7	Classe II 55 / 45	SI *
R09	GF	52,4	47,0	52,4	47,1	55,6	49,1	55,6	49,2	59,1	52,6	59,1	52,6	Classe III 60 / 50	SI *
R09	F 1	52,5	47,1	52,5	47,1	55,6	49,2	55,7	49,3	59,1	52,6	59,1	52,6	Classe III 60 / 50	SI *
R09	F 2	52,5	47,1	52,5	47,2	55,7	49,2	55,7	49,3	59,1	52,6	59,1	52,7	Classe III 60 / 50	SI *
R10	GF	59,7	52,9	59,7	52,9	60,5	53,6	60,5	53,6	62,0	55,1	62,0	55,2	Classe III 60 / 50	SI *
R10	F 1	56,5	50,2	56,5	50,2	58,0	51,3	58,0	51,4	60,3	53,7	60,4	53,8	Classe III 60 / 50	SI *
R15	GF	52,0	46,8	52,0	46,9	55,4	49,0	55,4	49,1	59,0	52,5	59,0	52,6	Classe II 55	SI *
R16	GF	56,4	50,0	56,4	50,0	58,0	51,2	58,0	51,2	60,3	53,6	60,3	53,7	Classe III 60 / 50	SI *
R16	F 1	55,6	49,4	55,6	49,4	57,4	50,7	57,4	50,8	60,0	53,4	60,0	53,4	Classe II 55 / 45	SI *
R18	GF	52,2	46,9	52,2	47,0	55,5	49,1	55,6	49,3	59,0	52,5	59,1	52,6	Classe III 60 / 50	SI *
R18	F 1	52,5	47,1	52,5	47,2	55,6	49,2	55,7	49,5	59,1	52,6	59,1	52,7	Classe III 60 / 50	SI *
R21	GF	52,0	46,8	52,0	46,9	55,4	49,0	55,5	49,3	59,0	52,5	59,0	52,7	Classe II 55 / 45	SI *
R23	GF	52,0	46,8	52,0	47,0	55,4	49,0	55,5	49,5	59,0	52,5	59,0	52,7	Classe II 55 / 45	SI *
R28	GF	52,0	46,8	52,0	46,8	55,4	49,0	55,4	49,1	59,0	52,5	59,0	52,5	Classe III 60 / 50	SI *
R28	F 1	52,0	46,8	52,0	46,8	55,4	49,0	55,4	49,1	59,0	52,5	59,0	52,5	Classe III 60 / 50	SI *

Nome	Piano	Recettori solo Fondo dB(A) ( $V_{hub} = 4$ m/s)		Recettori POST 4 + Fondo dB(A) ( $V_{hub} = 4$ m/s)		Recettori solo Fondo dB(A) ( $V_{hub} = 7$ m/s)		Recettori POST 7 + Fondo dB(A) ( $V_{hub} = 7$ m/s)		Recettori solo Fondo dB(A) ( $V_{hub} = 10$ m/s)		Recettori POST 10 con Fondo dB(A) ( $V_{hub} = 10$ m/s)		Limite di Immissione Assoluto	Note Superamento limiti
		L <sub>Aeq</sub> / L <sub>R</sub> diurno	L <sub>Aeq</sub> / L <sub>R</sub> notturno	L <sub>Aeq</sub> / L <sub>A</sub> diurno	L <sub>Aeq</sub> / L <sub>A</sub> notturno	L <sub>Aeq</sub> / L <sub>A</sub> diurno	L <sub>Aeq</sub> / L <sub>A</sub> notturno	L <sub>Aeq</sub> / L <sub>A</sub> diurno	L <sub>Aeq</sub> / L <sub>A</sub> notturno	L <sub>Aeq</sub> / L <sub>A</sub> diurno	L <sub>Aeq</sub> / L <sub>A</sub> notturno	L <sub>Aeq</sub> / L <sub>A</sub> diurno	L <sub>Aeq</sub> / L <sub>A</sub> notturno	L <sub>Aeq</sub> / L <sub>A</sub> Diurno / Notturmo	
R29	GF	52,0	46,8	52,0	46,8	55,4	49,0	55,4	49,0	59,0	52,5	59,0	52,5	Classe III 60 / 50	SI *
R29	F 1	52,0	46,8	52,0	46,8	55,4	49,0	55,4	49,0	59,0	52,5	59,0	52,5	Classe III 60 / 50	SI *
R29	F 2	52,0	46,8	52,0	46,8	55,4	49,0	55,4	49,0	59,0	52,5	59,0	52,5	Classe III 60 / 50	SI *
R30	GF	52,0	46,8	52,0	46,8	55,4	49,0	55,4	49,0	59,0	52,5	59,0	52,5	Classe III 60 / 50	SI *
R30	F 1	52,0	46,8	52,0	46,8	55,4	49,0	55,4	49,0	59,0	52,5	59,0	52,5	Classe III 60 / 50	SI *

\*: superamento dovuto unicamente dall'incremento di rumore di fondo determinato dal vento determinato come da paragrafo 5.b su dati di monitoraggio ante operam di 24 ore

Pertanto rispetto ai ricettori individuati sono ricavabili i seguenti livelli di previsione di impatto identificando il **rispetto** o l'**inapplicabilità** degli stessi valori limite. La Tabella 10 mostra che i livelli di immissione in facciata (nelle 3 condizioni di funzionamento stimate per l'intero periodo di riferimento diurno (16h) o notturno (8h) sono condizionate unicamente dal livello di fondo dovuto al vento, l'impatto del rumore delle turbine è assolutamente irrilevante come verificabile nella tabella 11.

Nella Tabella 11 si evidenzia il rispetto o la non applicabilità del Limite differenziale per tutti i ricettori residenziali analizzati, **in tutti** il criterio differenziale è applicabile ai sensi all'art. 4, comma 1, del D.P.C.M. 14/11/1997 e D.M. 01/06/2023 ed è nullo o inferiore a 0,3 dB, Il nuovo Decreto Ministeriale 01/06/2022 per la sorgente da rumore eolico ha assimilato il dato in facciata a quello a finestre aperte.

**Tabella 11: Livelli di Immissione differenziale per Ricettori abitativi**

Nome	Piano	Livello Differenziale Condizione POST 4 m/s L <sub>Aeq</sub> dB(A) L <sub>D</sub> = L <sub>A</sub> - L <sub>R</sub>		Livello Differenziale Condizione POST 7 m/s L <sub>Aeq</sub> dB(A) L <sub>D</sub> = L <sub>A</sub> - L <sub>R</sub>		Livello Differenziale Condizione POST 10 m/s L <sub>Aeq</sub> dB(A) L <sub>D</sub> = L <sub>A</sub> - L <sub>R</sub>		Limite Differenziale ex DPCM 14.11.97	Note Superamento limiti
		diurno	notturno	diurno	notturno	diurno	notturno	L <sub>Aeq</sub> / L <sub>D</sub> Diurno / Notturno	
R02	GF	0,0	0,1	0,1	0,2	0,0	0,2	+5 / +3	NO *
R02	GF	0,0	0,1	0,1	0,2	0,0	0,2	+5 / +3	NO *
R02	F 1	0,0	0,1	0,1	0,2	0,0	0,2	+5 / +3	NO *
R02	F 2	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,1	+5 / +3	NO *
R06	GF	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,2	+5 / +3	NO *
R06	F 1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	+5 / +3	NO *
R09	GF	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	+5 / +3	NO *
R09	F 1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	+5 / +3	NO *
R09	F 2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	+5 / +3	NO *
R10	GF	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	+5 / +3	NO *
R10	F 1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	+5 / +3	NO *
R15	GF	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	+5 / +3	NO *
R16	GF	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	+5 / +3	NO *
R16	F 1	0,0	0,1	0,1	0,2	0,0	0,1	+5 / +3	NO *
R18	GF	0,0	0,1	0,1	0,3	0,0	0,1	+5 / +3	NO *

Nome	Piano	Livello Differenziale Condizione POST 4 m/s L <sub>Aeq</sub> dB(A) L <sub>D</sub> = L <sub>A</sub> - L <sub>R</sub>		Livello Differenziale Condizione POST 7 m/s L <sub>Aeq</sub> dB(A) L <sub>D</sub> = L <sub>A</sub> - L <sub>R</sub>		Livello Differenziale Condizione POST 10 m/s L <sub>Aeq</sub> dB(A) L <sub>D</sub> = L <sub>A</sub> - L <sub>R</sub>		Limite Differenziale ex DPCM 14.11.97	Note Superamento limiti
		diurno	notturno	diurno	notturno	diurno	notturno	L <sub>Aeq</sub> / L <sub>D</sub> Diurno / Notturno	
R18	F 1	0,0	0,1	0,1	0,3	0,0	0,2	+5 / +3	NO *
R21	GF	0,0	0,2	0,1	0,5	0,1	0,2	+5 / +3	NO *
R23	GF	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	+5 / +3	NO *
R28	GF	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	+5 / +3	NO *
R28	F 1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	+5 / +3	NO *
R29	GF	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	+5 / +3	NO *
R29	F 1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	+5 / +3	NO *
R29	F 2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	+5 / +3	NO *
R30	GF	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	+5 / +3	NO *

NO \* : Criterio differenziale APPLICABILE per una o più classi di vento analizzate – Nessun superamento dei Limiti

## 8. CONCLUSIONI

Per la verifica dei limiti di immissioni assoluti e differenziali è necessario conoscere i livelli di fondo dell'area di studio. Sulla base degli esiti dei rilievi documentati nel Paragrafo 5 svolti ai sensi del D.M. 1 giugno 2022, si è considerato come livelli di fondo i valori di LAeq/LAF95 rilevati nella postazione di misura nei pressi dei ricettori abitativi R16 e R18 nelle varie classi di vento al suolo correlate con tre velocità all'hub di esercizio inclusa quella relativa alla condizione operativa più svantaggiosa a  $V_w = 4 - 7 - 10$  m/s all'hub. A partire da 10 m/s di vento all'hub, infatti, la Potenza sonora dichiarata dal costruttore è massima ( $L_w = 107,0$  dB). Per alcune Turbine è stata impostata una potenza sonora ridotta (BT03 e BT07 @103,0 dBA - BT06 @101,0 dBA) in quanto ricadenti in Zonizzazione di Classe II.

Dal confronto dei risultati ottenuti con i parametri di Legge applicabili, è possibile affermare che: **il livello di immissione presso tutti i ricettori residenziali individuati**, del Progetto di nuovo Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica denominato "Poggio delle Campane", costituito da 8 (otto) aerogeneratori per una potenza nominale totale di 49,6 MW da realizzarsi nei Comuni Badia Tedalda (AR) e Sestino (AR) durante la sua normale attività, **saranno compatibili con i Limiti di 55 dB(A) e 45 dB(A) previsti per la specifica zona di insidenza "Classe II" e di 60 dB(A) e 50 dB(A) previsti per la specifica zona di insidenza "Classe III"** dei Piani di classificazione acustica dei comuni di Badia Tedalda e Sestino di insidenza dei ricettori. Alcuni superamenti dei limiti di immissione emersi da calcolo sono unicamente dovuti alla rumorosità del vento calcolata per le classi di vento.

**I Limiti di Emissione per i periodi diurno e notturno di 50 dB(A) e 40 dB(A)** sono applicabili e rispettati sia per la Classe II e sia per la Classe III ai ricettori e nelle aree a loro limitrofe.

Per quanto concerne i Limiti di Immissione Differenziale, la valutazione è più complessa in quanto questi vanno misurati e verificati all'interno delle abitazioni e lo studio previsionale si ferma al dato di facciata per ciascun ricettore ai sensi del D.M. 1 giugno 2022 valutando l'applicabilità solo nella condizione a finestre aperte (il nuovo Decreto per la sorgente da rumore eolico ha assimilato il dato in facciata a quello a finestre aperte). Il differenziale è applicato solo per edifici / ambienti abitativi stabili (escludendo quindi depositi o costruzioni agricole non terminate) come i ricettori non abitativi evidenziati in tabella 4 al par. 5.b.

Il contributo degli aerogeneratori al livello di rumore interno ad un locale dipende dalla posizione dell'aerogeneratore rispetto alla finestra, cosicché per gli aerogeneratori direttamente visibili dall'interno del locale l'attenuazione introdotta dalla parete (muratura più finestra) è stimabile.

Con tali stime e a valle delle valutazioni di calcolo svolte, visto il numero di ricettori analizzati i risultati sono riportati nelle Tabella 10 e Tabella 11 precedenti così sintetizzate per tutte e tre le simulazioni di esercizio/classi di vento analizzate:

- il Livello differenziale diurno stimato all'interno è sempre inferiore ai + 5 dB;
- il Livello differenziale notturno stimato all'interno è sempre inferiore ai + 3 dB;

I valori determinati con il presente studio sono per via previsionale e affetti da un errore (in positivo e in negativo) dell'ordine di alcuni dB, soprattutto a causa della notevole distanza tra sorgenti e ricettori (minimo di 411m). In base alle considerazioni fatte, ai dati di input forniti dalla committenza ed ai risultati delle rilevazioni strumentali e di calcolo, la presente relazione tecnica fornisce i risultati della valutazione dell'impatto acustico prodotto dal Progetto dell'Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica denominato "Poggio delle Campane", costituito da 8 (otto) aerogeneratori per una potenza nominale totale di 49,6 MW da realizzarsi nei comuni di Badia Tedalda e Sestino con relative opere connesse ed infrastrutture indispensabili negli stessi comuni della società "FRI-EL S.p.A."

È stato determinato il Livello assoluto di immissione utilizzando la tecnica del campionamento di periodi acusticamente omogenei e gli algoritmi di calcolo di cui al cap. 6 già citati, per tutti i ricettori più prossimi. I valori ottenuti sono inferiori ai limiti applicabili di zona. I Limiti differenziali, come detto, sono rispettati o non sono applicabili ai sensi dell'art. 4 comma 2 del DPCM del 14/11/1997.

Sulla base di quanto analizzato anche i livelli di rumorosità ambientale previsti durante il cantiere di realizzazione dell'Impianto eolico oggetto di valutazione sono stati stimati inferiori al Limite assoluto diurno di zona "Classe III" e "Classe II" ai sensi d.p.c.m. del 14/11/1997 per i ricettori del comune di Badia Tedalda e Sestino di insistenza (cfr. par. 6.b). I valori limite del Livello Differenziale presso i ricettori si ritengono non applicabili per l'attività a carattere temporaneo.

Per quanto sopra, non si prevedono specifiche opere di mitigazione ma si prevede che le imprese esecutrici attuino le seguenti misure mitigative preventive e di buona prassi allo scopo di non variare le ipotesi emissive qui fatte. Tali risultanze saranno anche verificate mediante l'attuazione del PMA in fase di CO.

#### Interventi di mitigazione preventive e di buona prassi

- selezione di macchine ed attrezzature omologate in conformità alle direttive della Comunità Europea e ai successivi recepimenti nazionali;
  - impiego, se possibile, di macchine movimento terra ed operatrici gommate piuttosto che cingolate;
  - installazione, se già non previsti e in particolare sulle macchine di una certa potenza, di silenziatori sugli scarichi.
- Manutenzione dei mezzi e delle attrezzature:
- eliminazione degli attriti attraverso operazioni di lubrificazione;
  - sostituzione dei pezzi usurati e che lasciano giochi;
  - controllo e serraggio delle giunzioni;
  - bilanciatura delle parti rotanti delle apparecchiature per evitare vibrazioni eccessive;
  - verifica della tenuta dei pannelli di chiusura dei motori;
  - svolgimento di manutenzione alle sedi stradali interne alle aree di cantiere e sulle piste esterne, mantenendo la superficie stradale livellata per evitare la formazione di buche.
- Modalità operazionali e predisposizione del cantiere:
- imposizione di direttive agli operatori tali da evitare comportamenti inutilmente rumorosi (evitare di far cadere da altezze eccessive i materiali o di trascinarli quando possono essere sollevati...);
  - pianificazione delle lavorazioni più rumorose nelle ore centrali della mattina e del pomeriggio

La presente relazione vale per le condizioni di realizzazione indicati dalla committenza e descritti nei par. 4 e 5, la valutazione va rinnovata in caso di modifiche sostanziali del progetto. La presente relazione tecnica si compone di n. 55 (cinquantacinque) pagine oltre agli allegati.



ing. Filippo CONTINISIO

TECNICO COMPETENTE  
IN ACUSTICA

(D.D. REGIONE PUGLIA N. 398 DEL 10/11/2004)  
N. 6463 DI ISCRIZIONE ALL'ENTECA

**All. 1 - Certificati di misura della strumentazione fonometrica**

Laboratorio Ambiente Italia  
 Laboratorio di Acustica  
 Via dei Bonzagna, 22 00133 ROMA

06 2023263      06 2023263  
 www.laisas.com      info@laisas.com

**CENTRO DI TARATURA LAT 227**  
 Calibration Centre  
**Laboratorio Accreditato di Taratura**  
 Accredited Calibration Laboratory



LAT 227

Membro degli Accordi di Mutuo  
 Riconoscimento EA, IAF ed ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC  
 Mutual Recognition Agreements

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 227/3263**  
 Certificate of Calibration

Pagina 1 di 11  
 Page 1 of 11

- Data di Emissione: **2023/02/07**  
*date of Issue*

- cliente **Ing. Matteo Ruggeri**  
*customer*  
**Via Michelangelo Tilli, 61**  
**00156 - Roma (RM)**

- destinatario **Idem**  
*addressee*

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT 227 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 ed 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.

**- Si riferisce a:**  
*Referring to*

- oggetto **Fonometro**  
*Item*

- costruttore **DELTA OHM**  
*manufacturer*

- modello **HD 2110**  
*model*

- matricola **06080430764**  
*serial number*

- data delle misure **2023/02/07**  
*date of measurements*

- registro di laboratorio **CT 37/23**  
*laboratory reference*

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT 227 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 citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i Campioni di Riferimento da cui inizia la catena di riferibilità del Centro ed 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 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 al 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.*

Direzione Tecnica  
 (Approving Officer)



Stefano Saffioti





**Laboratorio Ambiente Italia**  
 Laboratorio di Acustica  
 Via dei Bonzagna, 22 00133 ROMA

06 2023263 06 2023263  
 www.laisas.com info@laisas.com

**CENTRO DI TARATURA LAT 227**  
 Calibration Centre  
**Laboratorio Accreditato di Taratura**  
 Accredited Calibration Laboratory



LAT 227

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF ed ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 227/3263**

Certificate of Calibration

Pagina 2 di 11

Page 2 of 11

Di seguito vengono riportate le seguenti informazioni:

In the following information is reported about:

- la descrizione dell'oggetto in taratura (se necessaria);
- description of the item to be calibrated (if necessary);
- l'identificazione delle procedure in base alle quali sono state eseguite le tarature;
- technical procedures used for calibration performed;
- Strumenti e Campioni che garantiscono la catena della riferibilità del Centro;
- instruments and reference standards that guarantee the traceability chain of the Centre;
- gli estremi dei certificati di taratura di tali strumenti e campioni e l'Ente che li ha emessi;
- the relevant calibration certificates of those instruments and standards with the issuing Body;
- luogo di taratura (se effettuata fuori dal laboratorio);
- site of calibration (if different from the Laboratory);
- condizioni ambientali e di taratura;
- calibration and environmental conditions;
- i risultati delle tarature e la loro incertezza estesa.
- calibration results and their expanded uncertainty.

**Strumenti sottoposti a verifica**

Instrumentation under test

Strumento	Costruttore	Modello	Serie/Matricola	Classe
Fonometro	DELTA OHM	HD 2110	06080430764	Classe 1
Microfono	Microtech Gefell	MK 221	32538	WS2F
Preamplicatore	Delta OHM	HD2110P	-	-

**Normative e prove utilizzate**

Standards and used tests

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure : **Fonometri 61672 Ed.1 MF - MOT § 8 - Rev. 13**

The measurement result reported in this Certificate were obtained following the Procedures:

Il gruppo di strumenti analizzato è stato verificato seguendo le normative: **IEC 61672-3:2006 - - CEI EN 61672-3:2007**

The devices under test was calibrated following the Standards:

**Catena di Riferibilità e Campioni di Riferimento - Strumentazione utilizzata per la taratura**

Traceability and First Line Standards - Instrumentation used for the measurements

Strumento	Tipo	Marca e modello	N. Serie	Certificato N.	Data Emis.	Ente validante
Multimetro	Rif	Agilent 34401A	MY47019456	LAT 015/030/2022	22/07/04	TECHNOSKY
Barometro	Rif	Druck DPI #2	2804857	LAT 124/22002614	22/06/29	DELTA OHM
Generatore	Lav	Stanford Research DS360	88398	C1 10122	22/09/28	LAI
Attenuatore	Lav	ASIC 1001	D0105	C197/22	22/09/27	LAI
Termoigrometro	Rif	Testo 625	1645335	22-SU-123-124	22/06/29	CAMAR Elettronica
Calibratore Multifunzione	Rif	BeK 4226	26701B	LAT 185/11628	22/04/14	SONORA

**Capacità metrologiche ed incertezze del Centro**

Metrological abilities and uncertainties of the Centre

Grandezze	Strumento	Gamme Livelli	Gamme Frequenze	Incertezze
Livello di Pressione Acustica	Fonometri CEI EN 61672-3 Ed.1	(25 + 140) dB	63 Hz + 16kHz	0.14 + 0.76 dB

L' Operatore

  
 Stefano Saffioti

Direzione Tecnica

  
 Stefano Saffioti



**Laboratorio Ambiente Italia**  
 Laboratorio di Acustica  
 Via dei Bonzagna, 22 00133 ROMA

06 2023263                      06 2023263  
 www.laisas.com                info@laisas.com

**CENTRO DI TARATURA LAT 227**  
 Calibration Centre  
**Laboratorio Accreditato di Taratura**  
 Accredited Calibration Laboratory



LAT 227

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF ed ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 227/3264**  
 Certificate of Calibration

Pagina 1 di 13  
 Page 1 of 13

- Data di Emissione: **2023/02/07**  
*date of Issue*

- cliente **Ing. Matteo Ruggeri**  
*customer* **Via Michelangelo Tilli, 61**  
**00156 - Roma (RM)**

- destinatario **Idem**  
*addressee*

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT 227 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 ed 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.

- Si riferisce a:  
*Referring to*

- oggetto **Fonometro (Filtri 1/3 oct)**  
*Item*

- costruttore **DELTA OHM**  
*manufacturer*

- modello **HD 2110**  
*model*

- matricola **06080430764**  
*serial number*

- data delle misure **2023/02/07**  
*date of measurements*

- registro di laboratorio **CT 38/23**  
*laboratory reference*

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT 227 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 citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i Campioni di Riferimento da cui inizia la catena di riferibilità del Centro ed 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 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 al 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.*

Direzione Tecnica  
 (Approving Officer)

  
 Stefano Saffioti



**Laboratorio Ambiente Italia**  
Laboratorio di Acustica  
Via dei Bonzagna, 22 00133 ROMA

06 2023263                      06 2023263  
www.laisas.com                info@laisas.com

**CENTRO DI TARATURA LAT 227**  
Calibration Centre  
**Laboratorio Accreditato di Taratura**  
Accredited Calibration Laboratory



LAT 227

Membro degli Accordi di Mutuo  
Riconoscimento EA, IAF ed ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC  
Mutual Recognition Agreements

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 227/3262**  
Certificate of Calibration

Pagina 1 di 5  
Page 1 of 5

- Data di Emissione: **2023/02/07**  
*date of Issue*

- cliente **Ing. Matteo Ruggeri**  
*customer* **Via Michelangelo Tilli, 61**  
**00156 - Roma (RM)**

- destinatario **Idem**  
*addressee*

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT 227 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 ed 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.

- Si riferisce a:  
*Referring to*

- oggetto **Calibratore**  
*Item*

- costruttore **DELTA OHM**  
*manufacturer*

- modello **HD 9101**  
*model*

- matricola **06018454**  
*serial number*

- data delle misure **2023/02/07**  
*date of measurements*

- registro di laboratorio **CT 36/23**  
*laboratory reference*

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT 227 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 citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i Campioni di Riferimento da cui inizia la catena di riferibilità del Centro ed 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 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 al livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore k vale 2.

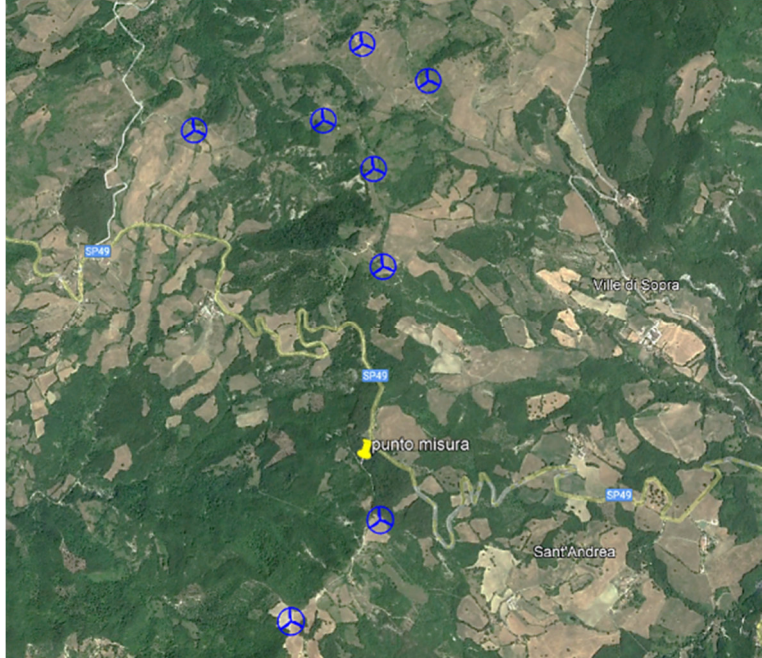

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%.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

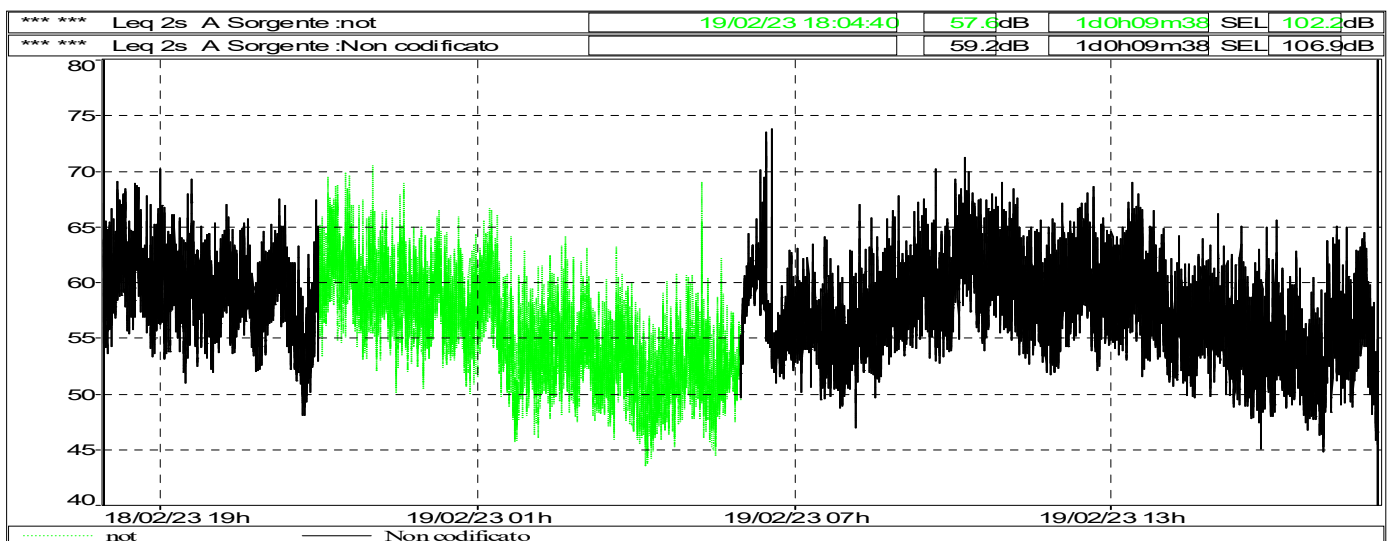
Direzione Tecnica  
*(Approving Officer)*



Stefano Saffioti

## All. 2 - Scheda di Monitoraggio acustico di fondo attuale

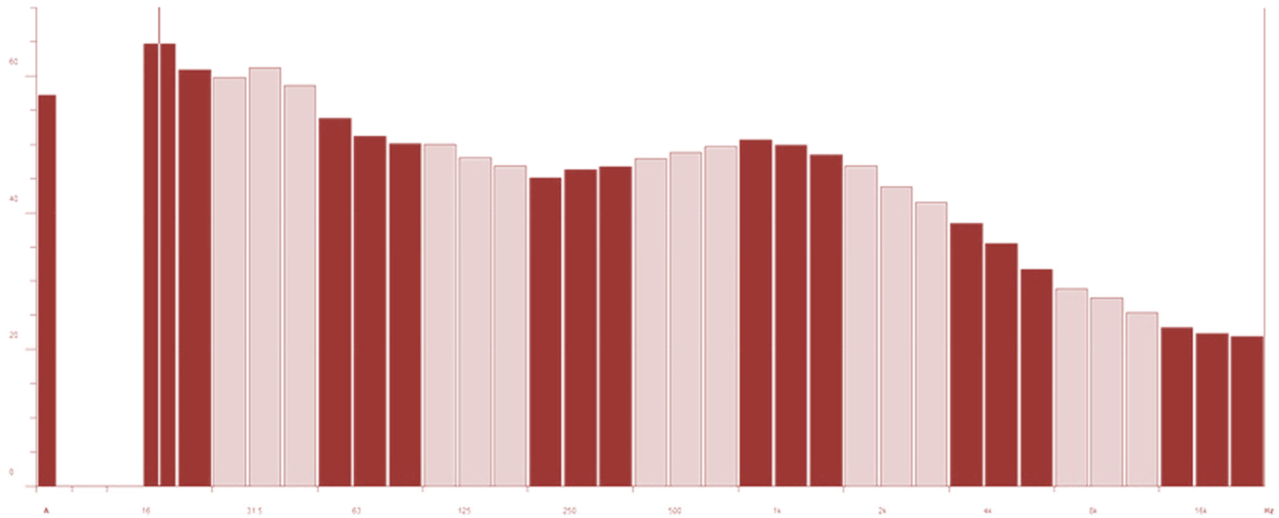
<b>Punto di Misura A - Badia Tedalda</b>	
Nelle vicinanze dei ricettori abitativi R16 e R18 in località Motolano - h microfono 4m circa dal suolo	
Lat. 43°42'32.34"N - Long. 12°14'42.89"E	Classe Acustica: II
Loc. Motolano - Badia Tedalda (FC)	
	
<b>Inquadramento territoriale</b>	<b>Foto postazione di misura</b>
Tempo di Misura	24h
Data Ora di Inizio Misura	18/02/2023 - 17:55:04
Clima acustico 24h - postazione di misura 1 Misura 24h Presso punto di misura A nell'agro di Badia Tedalda - Il Clima acustico è caratterizzato da vento / suoni della natura, animali, uccelli - Traffico non udibile	



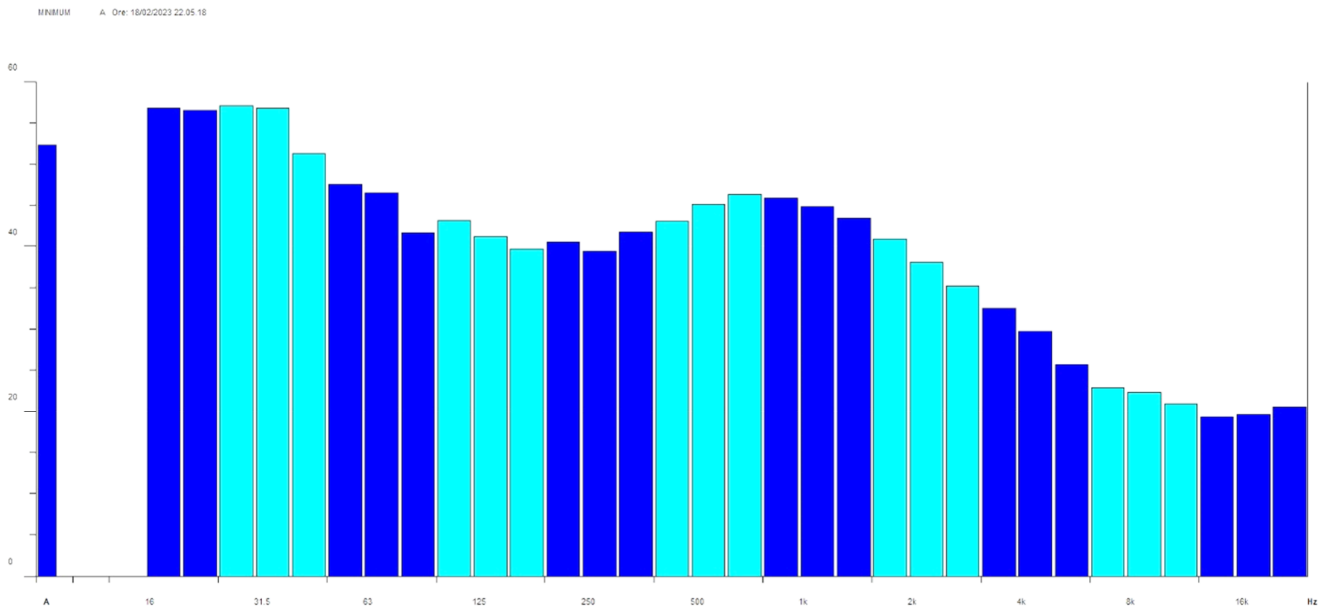
LAeq 06-22 = **58.9 dBA** diurno  
 LAeq 22-06 = **57.2 dBA** notturno

LAFmin,Tm = 43.3 dBA

LAFmax,Tm = 75.6 dBA



Spettro sonoro Lmin periodo diurno



Spettro sonoro Lmin periodo notturno

### All. 3 – Tabella dati di misura fonometrici e meteo mediati su 10'

Intervalli 10' – 20230218-19 Clima acustico Punto A - Badia Tedalda 24h				Wind speed terra	Wind direction	Outdoor temperature	Outdoor humidity
data	ora	LAeq - dBA	L95 - dBA	m/s	360°	°C	%
18/02/2023	17:55:04	61,2	55,6	3,1	226	7,2	83
18/02/2023	18:05:04	62,2	57,4	3,5	238,5	7,7	81
18/02/2023	18:15:04	63,1	57,2	3,6	239,5	7,6	82
18/02/2023	18:25:04	62,4	57,6	3,5	240,5	7,5	82
18/02/2023	18:35:04	61,2	57,2	4,2	246,5	7,3	82
18/02/2023	18:45:04	59,7	55	4,5	248,5	7,3	84
18/02/2023	18:55:04	61,4	56,7	4,7	249,5	6,8	84
18/02/2023	19:05:04	60,2	54,3	5	248,5	7	85
18/02/2023	19:15:04	60,4	56	5,3	250	6,6	84
18/02/2023	19:25:04	59,5	53,5	4,9	249	6,6	84
18/02/2023	19:35:04	60,3	54,7	4,7	245,5	6,7	84
18/02/2023	19:45:04	59,2	54,3	4,5	244	6,6	83
18/02/2023	19:55:04	58,9	53,7	4,7	248	6,4	83
18/02/2023	20:05:04	59,7	55,3	4,7	249	6,5	84
18/02/2023	20:15:04	60,2	54,4	4,9	249	6,4	84
18/02/2023	20:25:04	59,3	56	4,4	246	6	84
18/02/2023	20:35:04	60,3	56,3	4,6	245	6	84
18/02/2023	20:45:04	57,1	52,7	4,3	244,5	5,8	85
18/02/2023	20:55:04	59,3	54,1	4,7	245,5	5,6	86
18/02/2023	21:05:04	58,9	57,4	3,4	231	5,5	87
18/02/2023	21:15:04	60,6	55,9	3,4	233,5	6,1	83
18/02/2023	21:25:04	57,4	52,5	2,9	241,5	5,6	87
18/02/2023	21:35:04	54,5	49,1	2,5	239	5,3	89
18/02/2023	21:45:04	55,3	50,6	3,5	243,5	5,1	90
18/02/2023	21:55:04	61	55	4,2	248,5	5	90
18/02/2023	22:05:04	62	56,7	4,6	250	4,9	89
18/02/2023	22:15:04	63	57,1	4,6	247,5	4,8	89
18/02/2023	22:25:04	62,2	56,9	5,1	249,5	4,8	88
18/02/2023	22:35:04	61,3	56,3	5,1	249	4,8	88
18/02/2023	22:45:04	59,5	54,2	4,8	249	4,8	88
18/02/2023	22:55:04	61,2	55,8	4,4	243,5	4,9	89
18/02/2023	23:05:04	59,9	53,8	4,2	246	4,8	89
18/02/2023	23:15:04	60,1	55	4,6	248,5	4,9	89
18/02/2023	23:25:04	59,1	53	4,9	250	4,9	89
18/02/2023	23:35:04	60,3	54,1	4,5	247	5	89
18/02/2023	23:45:04	58,8	53,8	4,2	245	5,1	89
18/02/2023	23:55:04	58,6	53,1	4,2	245	5,2	89
19/02/2023	00:05:04	59,3	54,3	4,5	244,5	5,2	90
19/02/2023	00:15:04	59,7	53,4	4,2	244,5	5,1	90
19/02/2023	00:25:04	57,7	54	4,6	248	5,1	90
19/02/2023	00:35:04	59	54,3	4,5	247,5	5,1	90
19/02/2023	00:45:04	56,3	51,6	4,4	246	5,2	90
19/02/2023	00:55:04	58,5	52,4	4,2	243	5,3	89
19/02/2023	01:05:04	60,3	56,3	3,8	243,5	5,4	88
19/02/2023	01:15:04	59,8	54,1	4,2	242,5	5,5	89
19/02/2023	01:25:04	56,1	50,6	4,5	242,5	5,5	89

19/02/2023	01:35:04	53,4	46,8	4,1	246	5,5	89
19/02/2023	01:45:04	54,2	48	3,8	244,5	5,6	89
19/02/2023	01:55:04	54,4	49,7	2,9	243,5	5,6	89
19/02/2023	02:05:04	52,5	48	2,8	243	5,7	88
19/02/2023	02:15:04	54,6	49,5	2,9	240	5,7	89
19/02/2023	02:25:04	55,2	49,9	3,4	241,5	5,7	89
19/02/2023	02:35:04	56,2	49,8	3,5	244	5,7	89
19/02/2023	02:45:04	54	49	3,7	241	5,6	90
19/02/2023	02:55:04	55,4	50,9	3,4	242,5	5,5	91
19/02/2023	03:05:04	54,3	49,2	3,5	242	5,5	91
19/02/2023	03:15:04	52,5	48,7	3,9	244,5	5,4	91
19/02/2023	03:25:04	53	48,1	3,4	242,5	5,5	91
19/02/2023	03:35:04	54,6	47,6	3,5	244,5	5,6	90
19/02/2023	03:45:04	53,8	48,8	3,4	240,5	5,6	89
19/02/2023	03:55:04	52,5	46,9	2,1	240,5	5,6	89
19/02/2023	04:05:04	48,9	44,8	0,9	241,5	5,6	89
19/02/2023	04:15:04	50,7	46	0,6	243,5	5,5	89
19/02/2023	04:25:04	52,1	47,1	1,2	244	5,5	89
19/02/2023	04:35:04	51,7	46,7	1	242	5,5	89
19/02/2023	04:45:04	52,2	48,6	3,4	241,5	5,3	90
19/02/2023	04:55:04	54,5	49,7	3,4	241,5	5,3	90
19/02/2023	05:05:04	53,5	48,6	1,8	243	5,1	91
19/02/2023	05:15:04	54	47,3	3,7	245,5	5,1	91
19/02/2023	05:25:04	51,1	46,2	0,8	244	5,1	91
19/02/2023	05:35:04	52,8	48,7	2,6	243	5,1	91
19/02/2023	05:45:04	52,7	49,5	2,8	243,5	5	91
19/02/2023	05:55:04	55	50,2	3,4	246	4,9	91
19/02/2023	06:05:04	60,2	58	3,4	244	5	91
19/02/2023	06:15:04	61,4	57,9	3,4	245	4,9	91
19/02/2023	06:25:04	61	55	3,8	246,5	4,9	92
19/02/2023	06:35:04	54,3	52,2	3,7	245,5	4,8	92
19/02/2023	06:45:04	50,5	47,1	0,8	244,5	5	91
19/02/2023	06:55:04	50,3	45,8	0,9	245	5,1	91
19/02/2023	07:05:04	56,9	53,4	3,5	241,5	5,1	91
19/02/2023	07:15:04	57,3	54	3,5	242,5	5,1	91
19/02/2023	07:25:04	55	50,5	3,5	243,5	5,3	90
19/02/2023	07:35:04	56,6	51,7	3,8	245,5	5,5	90
19/02/2023	07:45:04	51,4	49,5	2,2	244,5	5,8	89
19/02/2023	07:55:04	54,7	50,6	3,8	244	6	88
19/02/2023	08:05:04	56	51,4	3,9	244,5	6,4	87
19/02/2023	08:15:04	57,3	52,8	3,9	243,5	6,8	85
19/02/2023	08:25:04	57	51,6	4,2	243,5	7,1	84
19/02/2023	08:35:04	57,8	52,6	3,8	243,5	7,3	83
19/02/2023	08:45:04	60,2	54,6	3,9	240	7,6	82
19/02/2023	08:55:04	58,4	54,6	4,5	241	7,6	82
19/02/2023	09:05:04	58,8	54,4	4,6	244,5	7,7	81
19/02/2023	09:15:04	60,3	55,5	4,5	242	7,9	80
19/02/2023	09:25:04	61,1	56	4,6	242	8,3	79
19/02/2023	09:35:04	59,9	54,7	4,9	241,5	8,5	78
19/02/2023	09:45:04	59,9	54,8	4,8	242	8,8	78
19/02/2023	09:55:04	61,2	54,9	4,8	243	9,2	76

19/02/2023	10:05:04	63,5	58,6	4,6	240,5	9,7	74
19/02/2023	10:15:04	63,9	59,3	5,5	242	10,9	69
19/02/2023	10:25:04	61,7	56,3	5,5	241,5	11,6	66
19/02/2023	10:35:04	61,1	55,8	5,2	241	11,6	66
19/02/2023	10:45:04	62,1	57,8	4,9	243,5	11,5	67
19/02/2023	10:55:04	60,9	56,8	5,6	243	12	64
19/02/2023	11:05:04	61,7	56,4	5,2	240,5	11	67
19/02/2023	11:15:04	59,3	54,4	5,2	241,5	11,6	67
19/02/2023	11:25:04	58,9	54,2	5,1	239	10,6	70
19/02/2023	11:35:04	58,9	54,1	4,8	238	9,5	74
19/02/2023	11:45:04	58,5	52,9	4,9	239,5	9,1	77
19/02/2023	11:55:04	58,5	53	4,2	239	9,5	76
19/02/2023	12:05:04	60,1	55,2	4,2	241,5	11,2	70
19/02/2023	12:15:04	60,7	55,9	4,6	240,5	11,2	69
19/02/2023	12:25:04	61,6	57,5	4,9	241	10,4	72
19/02/2023	12:35:04	60	54	5,6	240	9,3	76
19/02/2023	12:45:04	59,9	54,7	5,2	240	8,9	78
19/02/2023	12:55:04	59,6	54,9	4,9	241	8,8	79
19/02/2023	13:05:04	59,4	54,7	4,8	241,5	9,1	78
19/02/2023	13:15:04	61	55,4	4,8	242,5	8,8	79
19/02/2023	13:25:04	61,6	56,3	5,1	244,5	8,6	81
19/02/2023	13:35:04	59,1	53,3	5,1	245	8,3	82
19/02/2023	13:45:04	59,9	54,6	4,6	243,5	8,1	84
19/02/2023	13:55:04	58,4	53,5	4,9	242,5	8,1	84
19/02/2023	14:05:04	55,7	51,5	4,6	243,5	8,1	84
19/02/2023	14:15:04	57,1	51,6	3,7	240,5	8,1	84
19/02/2023	14:25:04	56	50,9	3,8	243	8	85
19/02/2023	14:35:04	57,2	52,6	4,1	243	8	86
19/02/2023	14:45:04	57,6	51,9	3,8	240	8,3	85
19/02/2023	14:55:04	57,3	52,9	3,9	240	8,8	82
19/02/2023	15:05:04	56,9	51,5	4,2	242	8,5	83
19/02/2023	15:15:04	55,4	50,5	3,9	242,5	8,5	83
19/02/2023	15:25:04	56,5	50,4	3,8	239,5	8,4	83
19/02/2023	15:35:04	54,8	49,2	3,9	242,5	8,2	85
19/02/2023	15:45:04	55	48	3,5	241	8	85
19/02/2023	15:55:04	55,9	49,2	3,8	241	7,9	86
19/02/2023	16:05:04	56	50,1	3,7	242	7,8	86
19/02/2023	16:15:04	54,1	49,9	3,7	240,5	7,8	85
19/02/2023	16:25:04	55,4	49,9	3,7	242,5	7,7	85
19/02/2023	16:35:04	51,2	46,4	1,7	239,5	7,6	84
19/02/2023	16:45:04	52,9	48,1	1,9	238,5	7,5	85
19/02/2023	16:55:04	51,2	46,4	1,2	241	7,4	85
19/02/2023	17:05:04	57,4	50,7	2,8	243	7,3	85
19/02/2023	17:15:04	56,8	50,9	3,7	244	7,2	85
19/02/2023	17:25:04	56	50,4	3,8	243,5	7	85
19/02/2023	17:35:04	57,5	52,1	3,5	243	6,9	86
19/02/2023	17:45:04	58	52,1	3,8	244	6,6	87
19/02/2023	17:55:04	52,2	46,7	4,4	247,5	6,6	88



**All. 4 - Estremi di iscrizione all'albo ENTECA del tecnico acustico**[\(index.php\)](#) / [Tecnici Competenti in Acustica \(tecnici\\_viewlist.php\)](#) / [Vista](#)

<b>Numero Iscrizione Elenco Nazionale</b>	6463
<b>Regione</b>	Puglia
<b>Numero Iscrizione Elenco Regionale</b>	BA097
<b>Cognome</b>	Continisio
<b>Nome</b>	Filippo
<b>Titolo studio</b>	Laurea in ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Estremi provvedimento</b>	D.D. n. 398 del 10.11.2004 - Regione Puglia
<b>Nazionalità</b>	Italiana
<b>Email</b>	mail@acusticambiente.net
<b>Telefono</b>	
<b>Cellulare</b>	347 920 1135
<b>Dati contatto</b>	Studio Tecnico Acusticambiente.net
<b>Data pubblicazione in elenco</b>	10/12/2018