



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN  
PARCO EOLICO DENOMINATO  
"PIANCALDOLI" DI POTENZA PARI A 30  
MW, CON OPERE DI PROGETTO  
RICADENTI NEL COMUNE DI FIRENZUOLA  
(FI)

VALUTAZIONE DI IMPATTO ACUSTICO

Project No. P25\_BWA\_010

Doc. No. P25010-A-RL-0\_AL-01

REV.	DATE	PREPARED BY	CHECKED BY	APPROVED BY
1	20-02-2026	L. Teti	T. Mazzoni	P. Basile
0	22-12-2025	L. Teti	T. Mazzoni	P. Basile

Prepared for: BayWa r.e. AG - Lyra Rinnovabili S.r.l.



STEAM srl  
Via Carlo Matteucci 38D  
Pisa 56124  
ITALY  
VAT no. IT01028420501

## INDICE

PREMESSA 7

INTRODUZIONE .....	8
1    NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	10
1.1    NORMATIVA NAZIONALE.....	10
1.2    NORMATIVA REGIONALE.....	10
1.3    NORMATIVA TECNICA .....	11
1.4    DEFINIZIONE DI RICETTORE.....	11
1.5    LIMITI 12	
1.5.1    LIMITI DI EMISSIONE .....	13
1.5.2    LIMITI ASSOLUTI DI IMMISSIONE .....	14
1.5.3    LIMITI DIFFERENZIALI DI IMMISSIONE.....	15
1.6    LIMITI IN CASO DI ASSENZA DI PCCA.....	16
1.7    NORMATIVA RELATIVA AGLI IMPIANTI EOLICI .....	16
2    FASE DI ESERCIZIO IMPIANTO EOLICO .....	19
2.1    MODELLO ACUSTICO PREVISIONALE .....	19
2.1.1    MODELLO DI SORGENTE PER GLI AEROGENERATORI IN FASE DI ESERCIZIO .....	21
2.2    INQUADRAMENTO GENERALE .....	24
2.2.1    INQUADRAMENTO ACUSTICO DELL'AREA DI STUDIO .....	26
2.2.2    VENTOSITÀ DEL SITO .....	27
2.3    INDIVIDUAZIONE DEI RICETTORI.....	28
2.3.1    AREA DI INFLUENZA .....	28
2.3.2    CENSIMENTO DEI RICETTORI .....	30
2.3.3    AREA ZPS.....	32
2.4    CAMPAGNA DI MONITORAGGIO .....	33
2.4.1    POSTAZIONI DI MISURA .....	33
2.4.2    MODALITÀ E STRUMENTAZIONE .....	34
2.4.3    RISULTATI DELLE MISURE .....	36
2.4.3.1    Postazione P1.....	36
2.4.3.2    Postazione P2.....	38
2.4.3.3    Postazione P3.....	39
2.4.3.4    Postazione P4.....	41
2.5    RISULTATI DEL MODELLO ACUSTICO .....	43
2.5.1    RISULTATI DEL MODELLO .....	43
2.5.2    MAPPA ACUSTICA.....	44
2.6    VERIFICA DEI LIMITI .....	45

2.6.1	LIMITE DI EMISSIONE.....	45
2.6.2	LIMITE ASSOLUTO DI IMMISSIONE.....	47
2.6.2.1	Periodo diurno.....	48
2.6.2.2	Periodo notturno.....	48
2.6.3	LIMITE DIFFERENZIALE DI IMMISSIONE.....	49
2.6.3.1	Periodo diurno.....	50
2.6.3.2	Periodo notturno.....	50
2.6.4	CONFIGURAZIONE DELLE MODALITÀ OPERATIVE.....	51
2.6.4.1	Limite di emissione.....	53
2.6.4.2	Limite assoluto di immissione.....	53
2.6.4.3	Limite differenziale di immissione.....	54
2.7	INCERTEZZE ASSOCIATE.....	57
2.7.1	STIMA DELLE INCERTEZZE ASSOCIATE.....	57
2.7.1.1	Incertezza associata al livello di rumore residuo.....	58
2.7.1.2	Incertezza associata al livello calcolato dal modello.....	58
2.7.2	LIMITE DI EMISSIONE.....	59
2.7.3	LIMITE DI IMMISSIONE.....	59
2.7.4	LIMITE DIFFERENZIALE DI IMMISSIONE.....	61
3	FASE DI CANTIERE.....	62
3.1	MODELLO DI SORGENTE.....	63
3.2	INDIVIDUAZIONE DEI RICETTORI.....	66
3.3	RISULTATI DEL MODELLO ACUSTICO.....	68
3.4	VERIFICA DEI LIMITI – REALIZZAZIONE PIAZZOLE AEROGENERATORI.....	68
3.4.1	LIMITE DI EMISSIONE.....	68
3.4.2	LIMITE ASSOLUTO DI IMMISSIONE.....	69
3.4.3	LIMITE DIFFERENZIALE DI IMMISSIONE.....	70
3.5	VERIFICA DEI LIMITI – REALIZZAZIONE SOTTOSTAZIONE ELETTRICA.....	71
3.5.1	LIMITE DI EMISSIONE.....	71
3.5.2	LIMITE DI IMMISSIONE.....	71
3.5.3	LIMITE DIFFERENZIALE DI IMMISSIONE.....	72
3.6	ELENCO DEGLI ACCORGIMENTI TECNICI E PROCEDURALI PER RIDURRE LA RUMOROSITÀ.....	73
4	CONCLUSIONI.....	75
	ALLEGATO 1 – ATTESTATI TECNICI COMPETENTI IN ACUSTICA AMBIENTALE.....	77
	ALLEGATO 2 – CERTIFICATI DI TARATURA DELLA STRUMENTAZIONE.....	78
	ALLEGATO 3 – RAPPORTI DI PROVA.....	83
	ALLEGATO 4 – VERIFICA DI COMPATIBILITÀ PCCA.....	89

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1	Livelli di potenza dell'aerogeneratore Nordex N163_5.X_M6 - per le modalità operative al variare della velocità del vento al mozzo ..... 24
Figura 2	Ubicazione degli aerogeneratori del parco eolico in progetto..... 25
Figura 3	Estratto dei Piani Comunali di Classificazione Acustica dei Comuni di Firenzuola (FI) e Castel del Rio (BO) nell'area di progetto ..... 27
Figura 4	Rosa dei venti e distribuzione di velocità del vento ad altezza mozzo della turbina F05 ..... 28
Figura 5	Determinazione dell'area di influenza per l'individuazione dei ricettori ..... 29
Figura 6	Inquadramento generale per l'individuazione dei ricettori ..... 31
Figura 7	Individuazione dell'area ZSC IT5140001 ..... 33
Figura 8	Associazione tra postazioni di misure a ricettori..... 34
Figura 9	Livelli sonori e velocità del vento rilevati presso la postazione P1, su base decaminutale ..... 37
Figura 10	Livelli sonori rilevati presso la postazione P1, aggregati in base alla velocità del vento. Come barre di errore associate ai livelli sonori è stata utilizzata la deviazione standard del campione. Sull'asse secondario e con un grafico a barre è riportata la numerosità di intervalli decaminutali validi per ciascuna classe di vento ..... 37
Figura 11	Livelli sonori e velocità del vento rilevati presso la postazione P2, su base decaminutale ..... 38
Figura 12	Livelli sonori rilevati presso la postazione P2, aggregati in base alla velocità del vento. Come barre di errore associate ai livelli sonori è stata utilizzata la deviazione standard del campione. Sull'asse secondario e con un grafico a barre è riportata la numerosità di intervalli decaminutali validi per ciascuna classe di vento ..... 39
Figura 13	Livelli sonori e velocità del vento rilevati presso la postazione P3, su base decaminutale ..... 40
Figura 14	Livelli sonori rilevati presso la postazione P3, aggregati in base alla velocità del vento. Come barre di errore associate ai livelli sonori è stata utilizzata la deviazione standard del campione. Sull'asse secondario e con un grafico a barre è riportata la numerosità di intervalli decaminutali validi per ciascuna classe di vento ..... 40
Figura 15	Livelli sonori e velocità del vento rilevati presso la postazione P4, su base decaminutale ..... 41
Figura 16	Livelli sonori rilevati presso la postazione P4, aggregati in base alla velocità del vento. Come barre di errore associate ai livelli sonori è stata utilizzata la deviazione standard del campione. Sull'asse secondario e con un grafico a barre è riportata la numerosità di intervalli decaminutali validi per ciascuna classe di vento ..... 42
Figura 17	Distribuzione dei livelli sonori indotti dalle emissioni acustiche del parco eolico in progetto ..... 45
Figura 18	Ricettori individuati per la fase di cantiere delle piazzole degli aerogeneratori ..... 67
Figura 19	Ricettore individuato per la fase di cantiere della piazzola della Sottostazione Elettrica..... 67

## INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1	Classificazione del territorio comunale secondo il DPCM 14-11-1997 .....	12
Tabella 2	Valori limite di emissione .....	14
Tabella 3	Valori limite assoluti di immissione .....	15
Tabella 4	Limiti di accettabilità ai sensi del DPCM 01/03/1991 .....	16
Tabella 5	Impostazioni di calcolo implementate nel modello acustico utilizzato per effettuare il calcolo dei livelli sonori nello spazio e in facciata ai ricettori .....	20
Tabella 6	Livelli di potenza sonora dell'aerogeneratore Nordex N163_5.X_M6 per le diverse modalità operative .....	23
Tabella 7	Coordinate geografiche degli aerogeneratori .....	25
Tabella 8	Descrizione dei ricettori individuati .....	31
Tabella 9	Associazione tra postazioni di misure a ricettori .....	34
Tabella 10	Livelli sonori per classi di vento, rilevati presso la postazione P1 .....	38
Tabella 11	Livelli sonori per classi di vento, rilevati presso la postazione P2 .....	39
Tabella 12	Livelli sonori per classi di vento, rilevati presso la postazione P3 .....	41
Tabella 13	Livelli sonori per classi di vento, rilevati presso la postazione P4 .....	42
Tabella 14	Contributi di sorgente $C_s$ ai ricettori, calcolati mediante il modello acustico, considerando gli aerogeneratori in modalità operativa Mode 6, con $V_{HUB} \geq 8,8$ m/s .....	43
Tabella 15	Livelli di emissione ai ricettori, considerando gli aerogeneratori in modalità operativa Mode 6, con velocità di vento al mozzo $V_{HUB} \geq 8,8$ m/s .....	46
Tabella 16	Livelli di rumore residuo calcolati – periodo di riferimento diurno .....	47
Tabella 17	Livelli di rumore residuo calcolati – periodo di riferimento notturno .....	47
Tabella 18	Verifica del limite di immissione nel periodo notturno .....	48
Tabella 19	Configurazione del parco eolico con $L_w$ massimo per ogni aerogeneratore .....	51
Tabella 20	Modalità operative al variare della velocità del vento al mozzo – periodo di riferimento notturno .....	52
Tabella 21	Contributi di sorgente $C_s$ ai ricettori, calcolati mediante il modello acustico, considerando la configurazione ottimizzata del parco eolico – periodo di riferimento notturno .....	52
Tabella 22	Verifica del limite di immissione nel periodo notturno .....	53
Tabella 23	Verifica del limite differenziale di immissione nel periodo notturno – classe di vento al ricettore 0,0 ÷ 1,0 .....	54
Tabella 24	Verifica del limite differenziale di immissione nel periodo notturno – classe di vento al ricettore 1,0 ÷ 2,0 .....	55
Tabella 25	Verifica del limite differenziale di immissione nel periodo notturno – classe di vento al ricettore 2,0 ÷ 3,0 .....	56
Tabella 26	Verifica del limite differenziale di immissione nel periodo notturno – classe di vento al ricettore 3,0 ÷ 4,0 .....	56
Tabella 27	Verifica del limite differenziale di immissione nel periodo notturno – classe di vento al ricettore 4,0 ÷ 5,0 .....	56

Tabella 28	Incertezze associate ai massimi livelli di immissione $\Delta L_{IMM}$ calcolate per il parco eolico in progetto presso i ricettori nel periodo di riferimento notturno e riportati nella precedente Tabella 22. ....	60
Tabella 29	Potenze acustiche macchinari .....	64
Tabella 30	Spettri e potenze acustiche macchinari per macro-fase 1 .....	65
Tabella 31	Spettri e potenze acustiche macchinari per macro-fase 3 .....	65
Tabella 32	Sorgenti, ricettori associati e distanza reciproca .....	66
Tabella 33	Descrizione del ricettore $R_{SSEU}$ .....	66
Tabella 34	Contributi di sorgente delle attività di cantiere .....	68
Tabella 35	Verifica del rispetto del limite di emissione .....	68
Tabella 36	Verifica del rispetto del limite di immissione .....	69
Tabella 37	Verifica del rispetto del limite di immissione differenziale .....	70
Tabella 38	Risultati del rilievo fonometrico presso le postazioni di misura P5 <b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b> .....	71
Tabella 39	Verifica del rispetto del limite di accettabilità .....	71
Tabella 40	Verifica del rispetto del limite di immissione differenziale .....	72

## PREMESSA

Il presente elaborato costituisce la valutazione previsionale di impatto acustico riferita al progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica, e relative opere di connessione alla RTN, sito nel territorio del comune di Firenzuola (FI).

Il layout di progetto è relativo ad un impianto eolico avente potenza nominale pari a 30 MW e costituito da N° 6 aerogeneratori di produzione Nordex, modello N163\_5.x\_M6 di potenza nominale pari a 5.0 MW ed altezza del mozzo 118 m.

L'area interessata dall'installazione delle turbine è di tipo montuosa e moderatamente complessa, posizionata sui rilievi che delimitano il confine tra la regione Toscana ed Emilia Romagna, che si estende verso Sud Est in zona collinare che tende a degradare verso valle in direzione Piancaldoli.

Nell'area in oggetto non sono presenti attività di tipo industriale, mentre lungo l'estensione del crinale di confine regionale, risulta attualmente in esercizio un impianto eolico individuabile in Regione Emilia Romagna, a Nord del Layout di impianto, in località denominata "Casoni di Romagna".

Il collegamento viario di principale interesse dell'area è rappresentato dalle SP 58 "Piancaldolese" – SP 21 "Val Sillaro" ed SP 117 "Di San Zanobi".

Titolare dell'iniziativa proposta è la società Lyra Rinnovabili S.r.l.

## INTRODUZIONE

Il presente elaborato costituisce la valutazione previsionale di impatto acustico, relativa sia alla fase di esercizio che alla fase di cantiere, del parco eolico denominato "Piancaldoli", che la società Lyra Rinnovabili S.r.l. (in seguito anche la Proponente) intende realizzare su un'area ricadente all'interno del territorio del Comune di Firenzuola, in provincia di Firenze.

Il progetto prevede l'installazione di n.6 aerogeneratori di nuova generazione (indicati anche con il termine WTG, acronimo dall'inglese Wind Turbine Generator), aventi potenza nominale pari a 5,0 MW ciascuno, per una potenza nominale complessiva del parco eolico in progetto pari a 30,0 MW e una producibilità attesa di circa 70 GWh/anno. Alle attività di cantiere previste per l'installazione degli aerogeneratori nelle relative piazzole, si aggiungono anche le attività lavorative che saranno effettuate per la realizzazione delle piazzole stesse, per la realizzazione del nuovo cavidotto interrato, il cui tracciato si sviluppa nel territorio comunale di Firenzuola (FI), per il collegamento dell'impianto eolico alla RTN tramite una nuova Sottostazione Utente. Nello specifico si prevede la realizzazione di un cavidotto MT interrato della lunghezza di circa 20 km, di cui 7 km interni al parco e 13 km esterni, che collega l'impianto di produzione alla sottostazione elettrica utente (SSU) 30/132 kV in progetto e un cavidotto AT interrato di circa 120 m per la connessione della SSU al nuovo stallo AT interno alla esistente Sottostazione Elettrica "Pietramala".

Il presente Studio, oltre all'Introduzione, contiene:

- una sintesi della normativa di riferimento (Capitolo 1);
- la descrizione del modello acustico previsionale sviluppato per stimare i contributi acustici degli aerogeneratori in prossimità dei ricettori e una descrizione degli aerogeneratori (Capitolo 2, paragrafo 2.1);
- la caratterizzazione generale dell'area di studio, in cui vengono effettuate la caratterizzazione geografica ed acustica dell'area interessata dalle emissioni acustiche del parco eolico in progetto (Capitolo 2, paragrafo 2.2);
- l'individuazione dei ricettori potenzialmente impattati dalle emissioni sonore degli aerogeneratori in progetto (Capitolo 2, paragrafo 2.3);
- i risultati del monitoraggio acustico effettuato tra i giorni 29/08/2025 e 05/09/2025 al fine di caratterizzare il clima acustico attuale (Capitolo 2, paragrafo 2.4);
- i risultati del modello acustico, in termini di distribuzione dei livelli sonori indotti dalle emissioni acustiche degli impianti eolici sia nello spazio che in prossimità dei ricettori (Capitolo 2, paragrafo 2.5);
- la valutazione del rispetto dei limiti normativi presso i ricettori individuati, durante la fase di esercizio del parco eolico (Capitolo 2, paragrafo 2.6);
- la valutazione del rispetto dei limiti normativi presso i ricettori individuati, durante la fase di cantiere per la realizzazione del parco eolico (Capitolo 3);

rimandando al Capitolo 3.5.3 le conclusioni del lavoro.

Il monitoraggio acustico, le valutazioni circa il rispetto dei limiti normativi e la redazione della presente Valutazione Previsionale di Impatto Acustico sono conformi a quanto stabilito dalla normativa nazionale e dalla normativa tecnica di settore, di cui si riporta una sintesi nel Capitolo 1. La valutazione di impatto acustico è stata eseguita dal Dott. Luca Teti iscritto all'albo dei tecnici competenti in materia di acustica ambientale ai sensi dell'articolo 2, commi 6 e 7 della Legge n. 447/95, Determinazione della Provincia di Pisa n. 1958 del 29/04/2008 e numero di iscrizione nell'elenco Nazionale 8159, pubblicazione in elenco dal 10/12/2018, e dal Dott. Luca Nencini iscritto all'albo dei tecnici competenti in materia di acustica ambientale ai sensi dell'articolo 2, commi 6 e 7 della Legge n. 447/95, Determinazione della Provincia di Grosseto n. 2381 del 11/09/2002 e numero di iscrizione nell'elenco Nazionale 7980, pubblicazione in elenco dal 10/12/2018.

## 1 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

La normativa in materia di inquinamento acustico è costituita dalla Legge n. 447 del 26 Ottobre 1995 *"Legge quadro sull'inquinamento acustico"* e s.m.i., corredata dai relativi decreti attuativi, e nel caso specifico dalla Legge della Regione Toscana del 01 dicembre 1998, n. 89 *"Norme in materia di inquinamento acustico"* così come modificata dalla L.R. n. 67 del 29/11/2004 e dalla L.R. n. 39 del 5/08/2011. Si riportano di seguito i riferimenti normativi, con una sintesi dei limiti e dei criteri per la verifica del relativo rispetto.

### 1.1 **NORMATIVA NAZIONALE**

- L. 447/1995 – *"Legge quadro sull'inquinamento acustico"*
- Dlgs n°42, 17 febbraio 2017 – *"Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161"*
- Dlgs n°41, 17 febbraio 2017 – *"Disposizioni per l'armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico con la direttiva 2000/14/CE e con il regolamento (CE) n. 765/2008 a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere i), l) e m) della legge 3 ottobre 2014, n. 161"*
- D.P.C.M. 14/11/1997 – *"Valori limite delle sorgenti sonore"*
- D.P.C.M. 01/03/1991 *"Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno"*
- Decreto 16 Marzo 1998 – *"Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico"*
- D.P.R 18 novembre 1998, n° 459. – *"Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario"*
- D.P.R 30 marzo 2004, n. 142 (in G.U. n. 127 del 1° giugno 2004 - in vigore dal 16 giugno 2004) – *"Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447"*
- D.M.A 29 novembre 2000 – *"Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore"*
- 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"*

### 1.2 **NORMATIVA REGIONALE**

- Legge regionale n.89 del 01/12/98 – Norme in materia di inquinamento acustico – Bollettino Uff. Regione n.42 del 10/12/98

- Delibera G.R. 13 luglio 1999, n. 788 *"Definizione dei criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico e della relazione previsionale di clima acustico ai sensi dell'art. 12, comma 2 e 3 della L.R. n. 89/98"*.
- Delibera C.R. 22 febbraio 2000, n. 77 *"Definizione dei criteri e degli indirizzi della pianificazione degli enti locali ai sensi dell'art. 2, della L.R. n. 89/98 "Norme in materia di inquinamento acustico"*.
- Deliberazione n. 398 del 28/03/2000, Modifica e integrazione della Deliberazione 13/7/99, n. 788 *"Definizione dei criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico e della relazione previsionale di clima acustico ai sensi dell'art. 12, comma 2 e 3 della L.R. n. 89/98"*.
- Legge Regionale 29 novembre 2004, n. 67 *"Modifiche alla legge regionale 1 dicembre 1998, n. 89 (Norme in materia di inquinamento acustico)"*
- Legge Regionale 5 agosto 2011, n. 39 *"Modifiche alla legge regionale 1 dicembre 98 n.89" – 10.08.2011 Bollettino Ufficiale della Regione Toscana - n. 41*
- Deliberazione della G.R. 21 ottobre 2013, n. 857 *"Definizione dei criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico e della relazione previsionale di clima acustico ai sensi dell'art. 12, comma 2 e 3 della Legge Regionale n. 89/98"*
- Decreto del Presidente della Giunta Regionale 8 gennaio 2014, n. 2/R *"Regolamento regionale di attuazione ai sensi dell'articolo 2, comma 1, della legge regionale 1 dicembre 1998, n. 89 (Norme in materia di inquinamento acustico)"*
- Decreto del Presidente della Giunta Regionale 7 luglio 2014, n. 38/R *"Modifiche al regolamento regionale di attuazione ai sensi dell'articolo 2, comma 1, della legge regionale 1 dicembre 1998, n. 89 (Norme in materia di inquinamento acustico) emanato con decreto del Presidente della Giunta regionale 8 gennaio 2014, n. 2/R"*

### 1.3

#### NORMATIVA TECNICA

- UNI ISO 9613-2:2006 *"Acustica: Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto – Parte 2: Metodo generale di calcolo"*
- UNI/TS 11143-7:2013 – *"Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti – Parte 7: Rumore degli aerogeneratori"*
- *"Linee Guida per la valutazione e il monitoraggio dell'impatto acustico degli impianti eolici"* redatte da ISPRA nel Novembre 2013
- *"Linee guida per la valutazione di impatto ambientale degli impianti eolici"* redatte dalla Regione Toscana

### 1.4

#### DEFINIZIONE DI RICETTORE

La Legge n. 447/95 definisce all'art. 2 comma 1 l'inquinamento acustico come *l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo ed alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali, dei monumenti, dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno o tale da interferire con le legittime fruizioni degli ambienti stessi e definisce all'art.2 comma 2 l'ambiente abitativo come ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza di persone o di comunità ed*

utilizzato per le diverse attività umane, [...] [inclusi n.r.] gli ambienti destinati ad attività produttive [...] per quanto concerne l'immissione di rumore da sorgenti sonore esterne ai locali in cui si svolgono le attività produttive. Da queste due definizioni e dai successivi decreti attuativi in tema di acustica ambientale, si deduce che è da qualificare come ricettore:

- qualsiasi edificio adibito ad ambiente abitativo, comprese le relative aree esterne di pertinenza, o ad attività lavorativa o ricreativa;
  - aree naturalistiche vincolate, parchi pubblici e aree esterne destinate ad attività ricreative e allo svolgimento della vita sociale e della collettività;
  - aree territoriali edificabili già individuate dai vigenti piani regolatori generali e loro varianti generali,
- se potenzialmente interessati dall'inquinamento acustico indotto dall'opera oggetto della valutazione di impatto acustico.

## 1.5

### LIMITI

Tra i decreti attuativi della L. n.447/95 figurano il D.M.A. 16/03/98 "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico", in cui sono definite le tecniche di misura del rumore, ed il D.P.C.M. 14/11/97 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore", dove sono stabiliti i limiti relativi alle emissioni sonore. Tali limiti risultano diversificati in funzione di:

- Tempo di riferimento (TR) – nell'arco delle 24 ore giornaliere sono individuati due tempi di riferimento, ovvero il periodo diurno coincidente con l'intervallo di tempo compreso tra le ore 6:00 e le ore 22:00, ed il periodo notturno coincidente con l'intervallo di tempo compreso tra le ore 22:00 e le ore 6:00;
- Classe acustica – le classi di destinazione d'uso del territorio sono definite nella tabella A del D.P.C.M. 14/11/97, sotto riportata, e sono adottate dai Comuni per la predisposizione del Piano Comunale di Classificazione Acustica (PCCA), ai sensi e per gli effetti dell'art. 4 comma 1, lettera a), e dell'art. 6, comma 1, lettera a), della Legge quadro n. 447/95.

**Tabella 1**

**Classificazione del territorio comunale secondo il DPCM 14-11-1997**

CLASSE	DESCRIZIONE
Classe I	aree particolarmente protette: rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.
Classe II	aree destinate ad uso prevalentemente residenziale: rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali e artigianali
Classe III	aree di tipo misto: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici con limitata

CLASSE	DESCRIZIONE
	presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici
Classe IV	aree di intensa attività umana: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali, le aree con limitata presenza di piccole industrie
Classe V	aree prevalentemente industriali: rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.
Classe VI	aree esclusivamente industriali: rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi

Nell'ambito dei suddetti disposti normativi vengono definiti anche i valori limite consentiti per le diverse tipologie di sorgenti acustiche. Tali limiti vengono suddivisi in tre differenti categorie di seguito elencate.

### 1.5.1

#### LIMITI DI EMISSIONE

I valori limite di emissione sono applicabili al livello di inquinamento acustico dovuto alle sorgenti fisse, così definite: gli impianti tecnici degli edifici e le altre installazioni unite agli immobili anche in via transitoria il cui uso produca emissioni sonore; le infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali, marittime, industriali, artigianali, commerciali e agricole, i parcheggi, le aree adibite a stabilimenti di movimentazione merci, i depositi dei mezzi di trasporto persone e merci, gli autodromi, le piste motoristiche di prova le aree adibite ad attività sportive e ricreative.

I valori limite di emissione risultano applicabili qualora sia approvato il Piano Comunale di Classificazione Acustica.

Relativamente alle infrastrutture di trasporto, la normativa consta di specifici regolamenti, adottati mediante decreti ministeriali, in cui sono definiti i limiti di emissione, i criteri di applicabilità e di valutazione. Per tutte le altre sorgenti fisse, i valori limite di emissione sono riferiti al livello di emissione, definito come il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora e calcolato per l'intero periodo di riferimento ( $L_{Aeq,TR}$ ). I valori  $L_{Aeq,TR}$  sono da calcolarsi come media energetica delle emissioni delle sorgenti acustiche su 16 ore nel periodo diurno e su 8 ore nel periodo notturno, considerando i relativi tempi di funzionamento.

I valori limite di emissione definiti per ognuna delle sei classi di cui alla precedente Tabella 1 sono riportati nella seguente Tabella 2.

**Tabella 2****Valori limite di emissione**

Classe	Periodo di riferimento diurno (06:00 – 22:00)	Periodo di riferimento notturno (22:00 – 06:00)
Classe I	45	35
Classe II	50	40
Classe III	55	45
Classe IV	60	50
Classe V	65	55
Classe VI	65	65

Secondo quanto specificato dal D.P.C.M. 14/11/1997 “i rilevamenti e le verifiche sono effettuati in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità”.

**1.5.2****LIMITI ASSOLUTI DI IMMISSIONE**

I valori limite di immissione sono applicabili al livello di inquinamento acustico immesso nell'ambiente esterno dall'insieme di tutte le sorgenti, ad esclusione delle infrastrutture dei trasporti. Per le infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime e aeroportuali i limiti assoluti di immissione non si applicano all'interno delle rispettive fasce di pertinenza, individuate dai relativi decreti attuativi. All'esterno di tali fasce, dette sorgenti concorrono al raggiungimento dei limiti assoluti di immissione.

Il livello di immissione deve essere riferito all'esterno degli ambienti abitativi e in prossimità dei ricettori e non deve essere influenzato da eventi sonori singolarmente identificabili di natura eccezionale rispetto al valore ambientale della zona.

La durata del rilievo (tempo di misura TM) coincide con l'intero periodo di riferimento TR (diurno o notturno). Per rilievi di durata inferiore, i valori  $L_{AEQ,TR}$ , sono da calcolarsi, dai valori  $L_{AEQ,TM}$  misurati, come media energetica su 16 ore nel periodo diurno e su 8 ore nel periodo notturno.

I valori limite assoluti di immissione, analogamente ai limiti di emissione, sono diversificati in relazione alle classi acustiche di cui alla precedente Tabella 1, così come indicato nella seguente Tabella 3.

**Tabella 3** Valori limite assoluti di immissione

Classe	Periodo di riferimento diurno (06:00 – 22:00)	Periodo di riferimento notturno (22:00 – 06:00)
Classe I	50	40
Classe II	55	45
Classe III	60	50
Classe IV	65	55
Classe V	70	60
Classe VI	70	70

### 1.5.3 LIMITI DIFFERENZIALI DI IMMISSIONE

Il livello differenziale di immissione ( $L_D$ ) è definito come differenza tra il livello di rumore ambientale ( $L_A$ ), ovvero il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A" prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e in un determinato tempo, ed il livello di rumore residuo ( $L_R$ ), ovvero il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A" che si rileva quando si esclude la specifica sorgente disturbante. Per la verifica del limite differenziale di immissione, la misura dei livelli  $L_A$  e  $L_R$  deve essere effettuata all'interno degli ambienti abitativi nel tempo di osservazione del fenomeno acustico e nella condizione più gravosa tra finestre aperte e finestre chiuse.

I valori limite differenziali di immissione sono comuni a tutte le classi di destinazione d'uso del territorio, fatta eccezione per la classe VI – "aree esclusivamente industriali" in cui non si applicano, e si diversificano unicamente per il tempo di riferimento:

- periodo di riferimento diurno (06:00 – 22:00) 5 dB(A);
- periodo di riferimento notturno (22:00 – 06:00) 3 dB(A).

I valori limite differenziali di immissione non sono applicati, in quanto ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile:

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

Oltre alle aree ricadenti in classe VI – "aree esclusivamente industriali", i limiti di immissione differenziali non sono applicabili nei seguenti casi:

- attività e comportamenti non connessi con esigenze produttive, commerciali e professionali;
- impianti a ciclo produttivo esistenti prima del 20/03/1997 quando siano rispettati i valori limite assoluti di immissione (cfr. D.M.A. 11/12/96);

- infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali e marittime;
- servizi ed impianti fissi dell'edificio adibiti ad uso comune, limitatamente al disturbo provocato all'interno dello stesso;
- autodromi, piste motoristiche di prova e per attività sportive per cui sono validi i limiti di immissione oraria oltre che i limiti di immissione ed emissione (D.P.R. 3 aprile 2001 n. 304).

## 1.6 LIMITI IN CASO DI ASSENZA DI PCCA

Sui territori di comuni sprovvisti di Piano Comunale di Classificazione Acustica di cui all'art. 6, comma 1, lettera a), della Legge quadro n. 447/95, si applicano i limiti definiti all'art. 6 del D.P.C.M. 01/03/1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno", ai sensi dell'art. 8 del già summenzionato D.P.C.M. 14/11/97 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore". L'art. 6 del D.P.C.M. 01/03/1991 prevede al comma 1 l'applicazione di limiti di accettabilità, intesi come limiti massimi in assoluto per il rumore (in analogia ai limiti assoluti di immissione di cui al precedente paragrafo 2.5.2) riportati nella successiva Tabella 4.

**Tabella 4** Limiti di accettabilità ai sensi del DPCM 01/03/1991

Zonizzazione	Periodo di riferimento diurno (06:00 – 22:00)	Periodo di riferimento notturno (22:00 – 06:00)
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A (decreto ministeriale n. 1444/68)	65	55
Zona B (decreto ministeriale n. 1444/68)	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

Inoltre, è opportuno sottolineare che, come indicato anche dalla Circolare del Min. Ambiente del 06/09/2004 "Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali", il D.P.C.M. 14/11/97 nulla dispone riguardo all'applicabilità dei valori limite differenziali in attesa di zonizzazione acustica. Pertanto, i limiti differenziali di immissione sono da applicarsi così come previsto all'art. 4 del D.P.C.M. 14/11/97, e descritto nel precedente paragrafo 0, anche in caso di assenza del Piano Comunale di Classificazione Acustica.

## 1.7 NORMATIVA RELATIVA AGLI IMPIANTI EOLICI

La normativa relativa alla valutazione dell'impatto acustico di parchi eolici è basata su:

- Decreto del Ministero della Transizione Ecologica del 1 giugno 2022 “Determinazione dei criteri per la misurazione del rumore emesso dagli impianti eolici e per il contenimento del relativo inquinamento acustico”;
- “Linee Guida per la valutazione e il monitoraggio dell’impatto acustico degli impianti eolici” redatte da ISPRA nel Novembre 2013;
- UNI/TS 11143-7:2013 – “Metodo per la stima dell’impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 7: Rumore degli aerogeneratori”.

In particolare, il DM 01/06/22 definisce il Livello di immissione specifico dell’impianto eolico ( $L_E$ ) come “livello di rumore prodotto dall’impianto eolico in ambiente esterno, in campo libero o in facciata ad un ricettore, espresso come livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A nei due periodi di riferimento” (art. 2 comma m) e determina i criteri di misura ed elaborazione dei dati per la sua misura indiretta, a partire dalla misura diretta del livello di rumore ambientale ( $L_A$ ).

I criteri di misura tengono conto della peculiarità della sorgente indagata. Infatti è necessario osservare che la caratterizzazione acustica di un sito destinato allo sfruttamento dell’energia eolica non può prescindere dai risultati della caratterizzazione anemologica, in quanto in termini generali le emissioni acustiche degli aerogeneratori ed il livello di rumore residuo risultano crescenti all’aumentare della velocità del vento. La velocità del vento al suolo, che contribuisce a determinare il livello di rumore residuo in prossimità dei ricettori, interagendo con la vegetazione a medio e alto fusto spesso presente in siti destinati allo sfruttamento dell’energia eolica, è correlata con la velocità del vento al mozzo, che a sua volta determina il regime di funzionamento dell’aerogeneratore. Per tenere conto della velocità del vento, il DM 01/06/22 recepisce il protocollo di analisi dati adottato dalle linee guida ISPRA, con alcune modifiche, e prevede la caratterizzazione acustica del livello di rumore residuo ( $L_R$ ) e del livello di rumore ambientale ( $L_A$ ), utili e necessari per stimare il livello di immissione specifico dell’impianto eolico ( $L_E$ ) per classi di velocità di vento.

A tal fine, i criteri richiedono l’esecuzione simultanea di rilevamenti in continuo dei livelli di rumore e dei parametri meteorologici e le rilevazioni devono permettere di valutare i vari livelli sonori al ricettore nelle condizioni di vento più gravose.

In particolare, il DM 01/06/22 ammette due possibili tipologie di monitoraggio acustico finalizzato alla stima del livello di rumore residuo ( $L_R$ ) e del livello di rumore ambientale ( $L_A$ ), utili e necessari per stimare il livello di immissione specifico dell’impianto eolico ( $L_E$ ): una “*Procedura che prevede lo spegnimento degli aerogeneratori potenzialmente impattanti*” e una “*Procedura che non prevede lo spegnimento degli aerogeneratori potenzialmente impattanti*”, descritte rispettivamente nell’Allegato 2 e nell’Allegato 3 del decreto stesso.

Un secondo aspetto importante affrontato dalla normativa relativa all’impatto acustico degli impianti eolici è l’individuazione dei ricettori potenzialmente impattati dalle emissioni acustiche degli aerogeneratori. Considerato che il DM 01/06/22 fornisce la definizione di ricettore sostanzialmente identica a quella descritta nel precedente paragrafo 2.4, ovvero “*qualsiasi edificio adibito ad ambiente abitativo individuato dagli strumenti urbanistici comprese le relative aree esterne di pertinenza, o ad attività lavorativa e ricreativa; aree territoriali edificabili già individuate dagli strumenti urbanistici e da loro varianti generali*”, per individuare i ricettori potenzialmente impattati, è opportuno tenere conto della definizione di:

- area di influenza, ovvero la porzione di territorio in cui l'installazione di un aerogeneratore potrebbe determinare una variazione significativa dei livelli di rumore ambientale, rispetto alla situazione "ante-operam". Tale area è da individuarsi in base anche alla classificazione acustica del territorio o eventuali particolari regolamentazioni regionali e nazionali, alla morfologia del territorio e alla presenza di altre sorgenti, suggerendo di considerare un'area il cui perimetro dista dai singoli aerogeneratori almeno 500 m (UNI/TS 11143-7);
- aerogeneratore a vista, ovvero l'aerogeneratore non schermato otticamente da rilievi o costruzioni significative sulla linea di vista ricettore-aerogeneratore (DM 01/06/22);
- aerogeneratore potenzialmente impattante, ovvero l'aerogeneratore di cui non si può trascurare a priori il contributo di sorgente in prossimità del ricettore. La definizione utilizzata sulle linee guida ISPRA, per le quali gli aerogeneratori potenzialmente impattanti sono quelli a vista con distanza ricettore-aerogeneratore inferiore ad 1 km, è modificata dal DM 01/06/22, ai sensi del quale gli aerogeneratori potenzialmente impattanti sono quelli a vista con distanza ricettore-aerogeneratore inferiore a 1,5 km o al valore minimo tra  $3R_1$  e  $20D$ , qualora tale valore risulti maggiore di 1,5 km, dove  $R_1$  è la distanza tra il ricettore e l'aerogeneratore più vicino mentre  $D$  è il diametro del rotore. In base a questa definizione quindi la distanza tra il ricettore e l'aerogeneratore più vicino determina quali siano gli aerogeneratori potenzialmente impattanti per il ricettore (DM 01/06/22).

Un terzo aspetto importante per la verifica del rispetto dei limiti che emerge dal DM 01/6/2022 è che, pur non fornendo indicazioni esplicite sulle modalità operative per eseguire la verifica del limite di immissione differenziale, dall'analisi dei criteri di misura descritti nell'Allegato 1 e dalle modalità operative di misura ed elaborazione dei dati, si deduce che:

- la verifica di tale limite è da effettuarsi in facciata all'edificio ricettore, individuando la postazione di controllo a 1 m dalla stessa come da prassi, e non più all'interno degli edifici stessi;
- tale limite risulta non applicabile *in quanto ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile: a) se il rumore misurato a finestre aperte sia inferiore a 50 dB(A) durante il periodo diurno e 40 dB(A) durante il periodo notturno*, ai sensi dell'art. 5 del decreto stesso che richiama la suddetta condizione contenuta nella lettera a) del comma 2 del DPCM 14/11/97;
- in considerazione del fatto che entrambe le procedure di monitoraggio acustico producono come risultati il *Livello di immissione specifica dell'impianto eolico*  $L_E$  (art. 2 comma m), il *Livello di rumore residuo riferito alla sorgente eolica*  $L_R$  (art. 2 comma n) ed il *Livello di rumore ambientale*  $L_A$  (art. 2 comma o) unicamente riferiti ai due periodi di riferimento e non al tempo di misura, anche il limite differenziale di immissione, pari alla differenza aritmetica tra i suddetti  $L_R$  e  $L_A$ , è riferito ai periodi di riferimento e non al tempo di misura.

Infine, in ragione della diffusa presenza nelle zone rurali e montuose tipicamente interessate dall'installazione di impianti eolici di edifici abbandonati o in cattivo stato di manutenzione fino al livello di rudere o in cui non sono presenti tutti i requisiti minimi richiesti dal Comune per l'agibilità abitativa, è opportuno sottolineare che il legislatore nell'Allegato 4 delle "Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili", emanate con DM 10/09/2010 del Ministero dello sviluppo economico e relativo "agli elementi per il corretto inserimento nel paesaggio e sul territorio" degli impianti eolici, limita le misure di mitigazione ad "unità abitative munite di abitabilità, regolarmente censite e stabilmente abitate".

## 2 FASE DI ESERCIZIO IMPIANTO EOLICO

### 2.1 MODELLO ACUSTICO PREVISIONALE

Considerata la complessità dello scenario, principalmente in termini di orografia del territorio, al fine di poter stimare accuratamente i livelli sonori indotti nello spazio dagli impianti eolici in progetto, e dalle attività di cantiere per la loro realizzazione, è stato utilizzato un modello acustico sviluppato su SoundPlan ver 9.1 della Sound PLAN - LLC 80 East Aspley Lane Shelton, WA 98584 USA, software specifico per il calcolo numerico delle emissioni acustiche e della propagazione delle onde sonore in spazi aperti. Questo codice di calcolo è stato sviluppato appositamente per fornire i valori del livello di pressione sonora nei diversi punti del territorio in esame, in funzione della tipologia e potenza sonora delle sorgenti acustiche fisse e/o mobili, delle caratteristiche dei fabbricati oltre che delle condizioni meteorologiche e della morfologia del terreno.

Relativamente alla fase di esercizio, per la valutazione del rumore prodotto dagli impianti eolici nello spazio è stato scelto di modellizzare gli aerogeneratori mediante sorgenti di tipo "turbina eolica" (impostazione Soundplan), indicandone altezza della navicella e diametro rotore, e di applicare il modello di propagazione previsto dal modello Nord2000<sup>1</sup>, in quanto riconosciuto come più accurato nella previsione dei livelli in caso di elevate distanze e sorgenti posizionate ad altezze significativamente superiori a 30 m, rispetto al modello ISO 9613-2:1996<sup>2</sup>. Per la valutazione del rumore prodotto durante la fase di cantiere dalle attività lavorative e dai macchinari utilizzati è stato utilizzato il modello ISO 9613-2:1996. Le formule di calcolo previste dal suddetto modello vengono implementate all'interno degli algoritmi di SoundPlan, che provvedono alla computazione delle elaborazioni numeriche previste.

Il valore di pressione sonora ottenuto presso i diversi ricettori tiene conto di tutte le attenuazioni dovute alla distanza, alla direttività, alle eventuali barriere acustiche, al vento, alla temperatura, all'umidità dell'aria e al tipo di terreno. Relativamente all'attenuazione dovuta all'assorbimento del terreno, l'area di studio, descritta nel capitolo successivo, è caratterizzata da una copertura di vegetazione naturale, a carattere principalmente boschivo, con porzioni di terreno variabili tra l'incolto, i pascoli ed i campi coltivati. Pertanto, è stata impostata come classe di impedenza del terreno la D, equivalente alla tipologia di *normale terreno non compattato (sottobosco, pascolo)*. La stima dei livelli sonori è stata eseguita prendendo in esame un'area di dimensioni sufficienti ad includere tutta l'area di studio ed i ricettori individuati. Sono stati utilizzati i parametri meteorologici scelti di default dal software, temperatura dell'aria pari a 15 °C, con gradiente termico  $-0,01^{\circ}\text{C}/\text{m}$  ed umidità relativa pari al 70% ed è stata cautelativamente impostata la condizione di sottovento per tutti i ricettori, evitando quindi di ridurre i livelli sonori nello spazio mediamente sopravento rispetto agli aerogeneratori.

Il modello acustico è stato utilizzato per due finalità:

---

<sup>1</sup> Nordtest Method: Nord2000 - Prediction of Outdoor Sound Propagation, Nordic Innovation Centre

<sup>2</sup> La norma ISO 9613:2024 riporta nella propria Appendice D i fattori correttivi per le sorgenti Aerogeneratori, ma in attesa di maggior letteratura sull'applicazione della procedura di calcolo negli studi previsionali, si è preferito utilizzare il modello Nord2000.

- Calcolare la distribuzione dei livelli sonori indotti nello spazio dalle emissioni acustiche degli aerogeneratori (di seguito anche contributo di sorgente  $C_s$ ), al fine di ottenere una visione complessiva georeferenziata dell'impatto acustico del parco eolico oggetto della presente valutazione e definirne l'area di influenza (vedi successivo paragrafo 2.3.1);
- Calcolare il contributo di sorgente  $C_s$  in facciata ai ricettori per effettuare la verifica del rispetto dei limiti previsti dalla normativa vigente in tema di acustica ambientale.

Per ottimizzare l'utilizzo degli strati informativi presenti all'interno del Geoportale GEOscopio della Regione Toscana<sup>3</sup>, è stato creato un progetto GIS su software *open source* QGIS. Nel modello acustico è stato quindi costruito il modello digitale del terreno (DGM), a partire dalle curve di livello con passo non superiore a 10 m. Gli unici ostacoli artificiali alla propagazione risultano gli edifici, tra i quali figurano anche i ricettori individuati e descritti nel successivo paragrafo 2.3.2. Le uniche sorgenti di rumore presenti nel modello acustico sono i n.13 aerogeneratori in progetto. Ogni aerogeneratore è stato modellizzato mediante una sorgente *turbina eolica* georeferenziata, avente i parametri di altezza del mozzo, diametro del rotore e potenza sonora, la quale è stata impostata secondo quanto descritto nel successivo paragrafo 2.1.1.

I dettagli del modello acustico sviluppato e le specifiche utilizzate per il calcolo numerico sono illustrati nella seguente Tabella 5.

**Tabella 5**

**Impostazioni di calcolo implementate nel modello acustico utilizzato per effettuare il calcolo dei livelli sonori nello spazio e in facciata ai ricettori**

Impostazioni di calcolo	
Ordine di riflessione	3
Riflessione sulla facciata assegnata	Sì
Max raggio di ricerca [m]	3000
Max distanza di riflessioni da ricettore [m]	200
Max distanza di riflessioni da sorgente [m]	50
Spaziatura griglia [m]	10
Distanza dalla facciata per calcolo ai ricettori [m]	1
Perdita per riflessione [dB]	1
Ponderazione spettrale	A
standard rumore industriale	ISO 9613-2
standard rumore eolico	Nord2000

dove:

<sup>3</sup> <http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/cartoteca.html#>

- “ordine di riflessione” è il numero di riflessioni oltre il quale si considerano trascurabili i contributi dei raggi sonori riflessi. Include le riflessioni in facciata;
- “riflessione sulla facciata assegnata” specifica se il calcolo tiene conto o meno della riflessione sulla facciata del ricettore stesso, presso cui si effettua la stima del livello sonoro a 1 m dalla facciata più esposta;
- “max raggio di ricerca” è la distanza massima dal punto griglia (o ricettore) oltre la quale le sorgenti si considerano trascurabili ai fini del calcolo del livello complessivo. In base alla definizione di aerogeneratore impattante del DM 01/06/2022 (vedi paragrafo 1.7), tale distanza è stata impostata superiore a 20D;
- “max distanza di riflessioni da ricettore” è la distanza massima dal punto griglia (o ricettore) oltre la quale le superfici riflettenti generano contributi che si considerano trascurabili ai fini del calcolo del livello complessivo;
- “max distanza di riflessioni da sorgente” è la distanza massima dalla sorgente oltre la quale le superfici riflettenti generano contributi che si considerano trascurabili ai fini del calcolo del livello complessivo al punto griglia (o ricettore);
- “spaziatura griglia” è il passo dei punti griglia in cui viene calcolato il contributo di sorgente al fine di costruire la distribuzione dei livelli sonori nello spazio;
- “distanza dalla facciata per calcolo ai ricettori” è la distanza del punto ricettore dalla facciata per il calcolo dei livelli in facciata;
- “perdita per riflessione” è la riduzione del livello sonoro riflesso sulla facciata degli edifici in ragione della perdita di energia per assorbimento acustico della parete e diffusione acustica sulla sua superficie;
- “ponderazione spettrale” è la ponderazione in frequenza applicata al calcolo del livello sonoro;
- “standard rumore industriale” è il modello di sorgente e propagazione adottato per modellizzare il campo acustico generato da sorgenti di tipo industriale;
- “standard rumore eolico” è il modello di sorgente e propagazione adottato per modellizzare il campo acustico generato da sorgenti di tipo eolico.

Il modello acustico sviluppato, con le medesime impostazioni sopra descritte, è stato utilizzato sia per la fase di esercizio sia per la fase cantiere, per le cui ipotesi di lavoro si rimanda ai successivi paragrafi.

### 2.1.1

#### MODELLO DI SORGENTE PER GLI AEROGENERATORI IN FASE DI ESERCIZIO

L'impianto eolico potenziato in progetto sarà composto da n.6 aerogeneratori indipendenti, opportunamente disposti e collegati in relazione alla disposizione dell'impianto, dotati di generatori asincroni a doppia alimentazione. Ogni aerogeneratore è topograficamente, strutturalmente ed elettricamente indipendente dagli altri anche dal punto di vista delle funzioni di controllo e protezione.

Il modello di aerogeneratori scelto come riferimento durante la fase di progettazione in cui il presente Studio si inserisce, è il modello Nordex N163\_5.X\_M6. Tale modello, equipaggiato con i *serrated trailing edge*, ovvero dei pettini seghettati posizionati sul bordo di uscita della pala per diminuire la turbolenza riducendone l'emissione acustica, è indicativo e rappresentativo tra i

modelli ad asse orizzontale tecnologicamente più avanzati presenti al momento sul mercato. Le turbine eoliche Nordex sono dotate di dispositivi e apparecchiature tecniche che proteggono le persone e i sistemi e garantiscono un funzionamento continuo e sicuro; sono infatti progettate in conformità alla Direttiva Macchine 2006/42/CE e sono certificate secondo la norma IEC 61400. I parametri di sicurezza del sistema di controllo sono monitorati in modo continuo e trasmessi per la loro valutazione e, se superati, il sistema viene arrestato tramite attenuatori di sicurezza. A seconda della causa di arresto, vengono attivati diversi programmi di frenatura. In caso di cause esterne, come velocità del vento eccessive o temperatura di esercizio troppo basse, la turbina viene frenata.

Al momento della realizzazione, la Proponente effettuerà le necessarie analisi di mercato al fine di cogliere le migliori opportunità tecniche ed economiche nella scelta dell'aerogeneratore, mantenendosi in linea con le caratteristiche del modello di macchina utilizzato nella presente relazione.

Analogamente a molti altri modelli di aerogeneratori, per il modello Nordex N163\_5.X\_M6 il regime di produzione di energia inizia per velocità del vento al mozzo superiore a  $V_{CUT-IN} = 3$  m/s e raggiunge la massima potenza elettrica ad una determinata velocità nominale  $V_N \approx 15$  m/s. Per velocità del vento superiori alla velocità nominale  $V_N$  la produzione di energia resta costante fino alla velocità massima  $V_{CUT-OUT} = 26$  m/s, oltre la quale l'aerogeneratore viene messo in stallo per motivi di sicurezza. Inoltre, è opportuno considerare che all'interno della navicella sono posizionati sia il generatore che i dispositivi elettrici di trasformazione BT/MT ed i relativi sistemi di ventilazione e raffreddamento sono progettati per consentire il funzionamento dell'aerogeneratore alla potenza nominale fino ad una certa temperatura nominale esterna e ad una certa altitudine. Per elevati valori di altitudine e temperatura, la riduzione della densità dell'aria influisce sulla ventilazione riducendo la capacità di raffreddamento dei componenti della turbina e di conseguenza riducendo la temperatura massima di esercizio alla potenza nominale. Il livello di potenza acustica  $L_{W,A}(V)$  degli aerogeneratori risulta crescente all'aumentare della velocità del vento al mozzo nell'intervallo tra  $V_{CUT-IN}$  e  $V_{LW,Max}$ , fino a restare significativamente costante e pari a  $L_{W,A}(V = V_{LW,Max})$  per velocità del vento al mozzo superiori a  $V_{LW,Max}$ . La velocità  $V_{LW,Max}$  dipende dalla modalità operativa dell'aerogeneratore. Infatti, oltre alla modalità operativa finalizzata alla massimizzazione della potenza elettrica, per tutti gli aerogeneratori presenti al momento sul mercato sono disponibili regimi di funzionamento finalizzati al controllo del rumore, ottenuto attraverso la riduzione della potenza attiva della turbina eolica. La riduzione delle emissioni sonore ottenuta dalle modalità a bassa emissione dipende dalla velocità del vento ed il sistema di controllo e gestione degli aerogeneratori controlla e gestisce in continuo le impostazioni appropriate della turbina, al fine di mantenere le emissioni sonore entro il livello massimo impostato. Ad ogni modalità operativa è associato un livello di potenza acustica massimo certificato dal produttore, in funzione della velocità del vento.

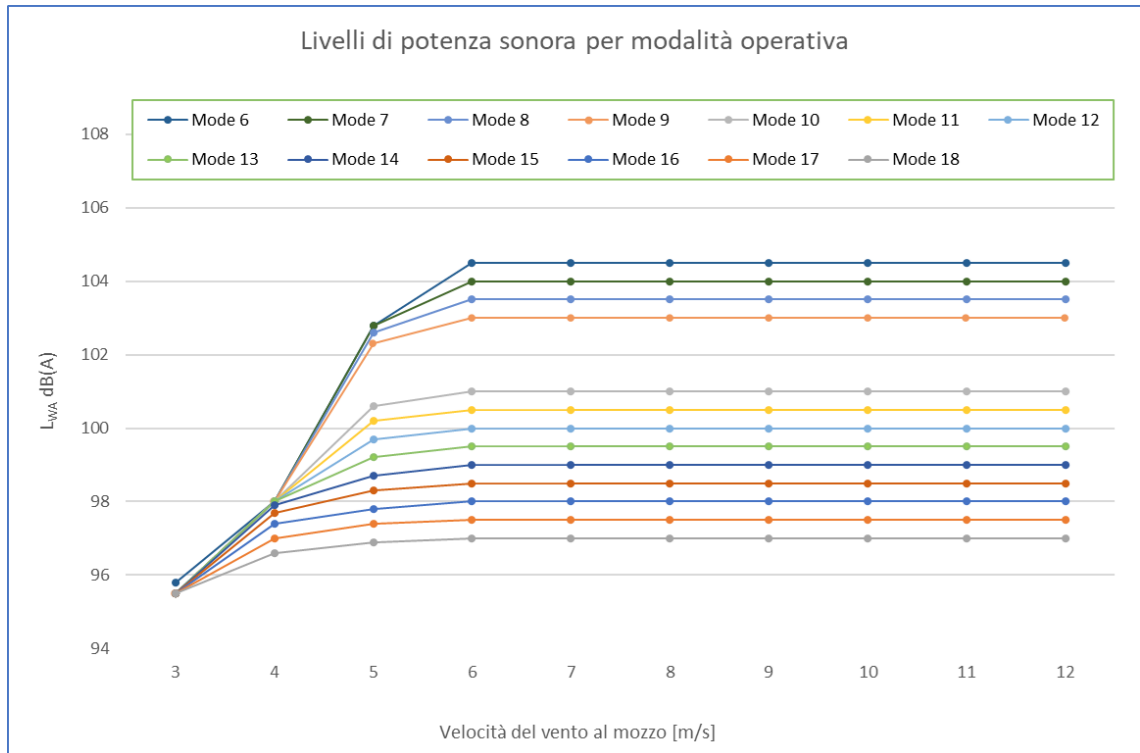
Tra le modalità operative disponibili per il modello di aerogeneratore Nordex N163\_5.X, la Proponente intende utilizzare come modalità operativa standard la Mode 6. Pertanto le modalità operative a ridotta emissione sonora disponibili ed applicabili agli aerogeneratori del parco eolico in progetto per il presente studio sono la Mode 7 e successive, fino alla Mode 18.

I livelli di potenza acustica per la modalità operativa standard Mode 6 e per le modalità operative SO Mode 7 ÷ Mode 18 del modello Nordex N163\_5.X\_M6 al variare della velocità del vento sono riportati nella seguente Tabella 6 e nella successiva Figura 1

**Tabella 6**

**Livelli di potenza sonora dell'aerogeneratore Nordex N163\_5.X\_M6 per le diverse modalità operative**

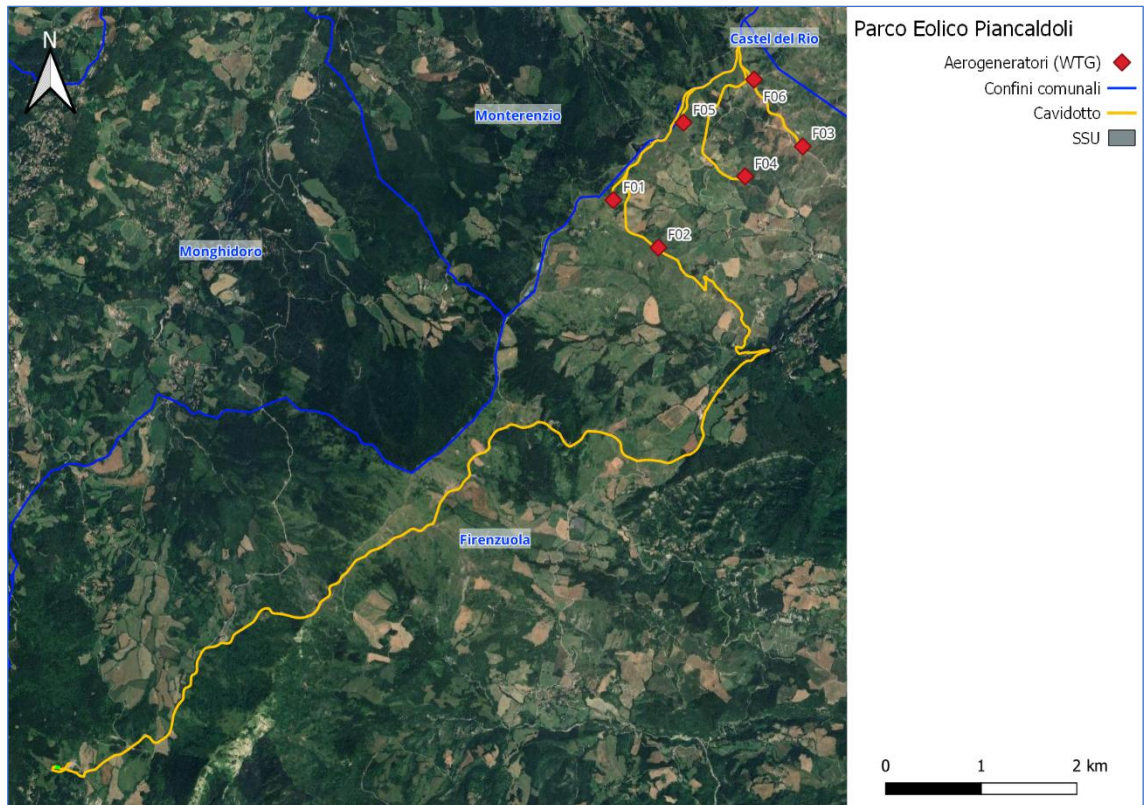
Modalità operativa [dB(A)]	3 [m/s]	4 [m/s]	5 [m/s]	6 [m/s]	7 [m/s]	8 [m/s]	9 [m/s]	>10 [m/s]
Mode 6	95,8	98,0	102,8	<b>104,5</b>	104,5	104,5	104,5	104,5
Mode 7	95,5	98,0	102,8	<b>104,0</b>	104,0	104,0	104,0	104,0
Mode 8	95,5	98,0	102,6	<b>103,5</b>	103,5	103,5	103,5	103,5
Mode 9	95,5	98,0	102,3	<b>103,0</b>	103,0	103,0	103,0	103,0
Mode 10	95,5	98,0	100,6	<b>101,0</b>	101,0	101,0	101,0	101,0
Mode 11	95,5	98,0	100,2	<b>100,5</b>	100,5	100,5	100,5	100,5
Mode 12	95,5	98,0	99,7	<b>100,0</b>	100,0	100,0	100,0	100,0
Mode 13	95,5	98,0	99,2	<b>99,5</b>	99,5	99,5	99,5	99,5
Mode 14	95,5	97,9	98,7	<b>99,0</b>	99,0	99,0	99,0	99,0
Mode 15	95,5	97,7	98,3	<b>98,5</b>	98,5	98,5	98,5	98,5
Mode 16	95,5	97,4	97,8	<b>98,0</b>	98,0	98,0	98,0	98,0
Mode 17	95,5	97,0	97,4	<b>97,5</b>	97,5	97,5	97,5	97,5
Mode 18	95,5	96,6	96,9	<b>97,0</b>	97,0	97,0	97,0	97,0



**Figura 1** Livelli di potenza dell'aerogeneratore Nordex N163\_5.X\_M6 - per le modalità operative al variare della velocità del vento al mozzo

## 2.2 INQUADRAMENTO GENERALE

Il parco eolico denominato "Piancaldoli" che la Proponente intende realizzare, oggetto della presente valutazione, sarà composto da n.6 aerogeneratori ubicati su un'area ricadente in provincia di Firenze nella parte Nord del territorio comunale di Firenzuola (FI). Il parco eolico in progetto si sviluppa per circa 2 km in direzione Sud-Ovest – Nord-Est, come mostrato nella seguente Figura 2.



**Figura 2** Ubicazione degli aerogeneratori del parco eolico in progetto

Il territorio in cui ricadono gli aerogeneratori, individuato a sud della Strada Provinciale SP58 Piancaldolese e a nord dal confine regionale tra Toscana e Emilia Romagna, è di tipo montuoso, con altezze variabili tra i 600 m.s.l.m. e i 800 m.s.l.m., costituito in massima parte da aree interessate da copertura boschiva, a bassa densità di edificato o attività antropiche e privo di strade, al netto di strade sterrate o mulattiere.

Le coordinate geografiche degli aerogeneratori individuati nella precedente Figura 2 sono riportate nella successiva Tabella 7, dove è indicata anche la quota sul livello del mare.

**Tabella 7** Coordinate geografiche degli aerogeneratori

WTG	Latitudine UTM WGS 84 [m]	Longitudine UTM WGS 84 [m]	Quota
F01	4899469 N	692013 E	802,2 m.s.l.m.
F02	4898973 N	692485 E	727,7 m.s.l.m.
F03	4899717 N	693393 E	608,2 m.s.l.m.
F04	4900280 N	692748 E	759,1 m.s.l.m.
F05	4900031 N	693996 E	610,8 m.s.l.m.
F06	4900731 N	693487 E	740,0 m.s.l.m.

Il principale centro abitato limitrofo al parco eolico in progetto è Castel del Rio (BO), ubicato a circa 6 km in direzione Est, mentre Firenzuola (FI) si trova a circa 10,0 km in direzione Sud. A Sud del parco eolico, si individuano le località Piancaldoli e Il Poggio, lungo la Strada Provinciale SP58 Piancaldolese, rispettivamente a 1500 m e 1700 m di distanza. A Nord-Ovest del parco eolico si individua la località San Benedetto del Querceto, a circa 4 km di distanza.

Come mostrato nella precedente Figura 2, a servizio del parco eolico in progetto è prevista la realizzazione di un cavidotto interrato, il cui tracciato si sviluppa nel territorio comunale di Firenzuola (FI), della lunghezza di circa 20 km, per il collegamento dell'impianto eolico alla RTN, in alta tensione (AT) in antenna a 132 kV su un nuovo stallo AT da inserire nella stazione elettrica (SE) denominata "Pietramala". Nel dettaglio si prevede la realizzazione di un cavidotto MT interrato della lunghezza di circa 20 km, di cui 7 km interno al parco e 13 km esterno al parco, che collega l'impianto di produzione alla sottostazione elettrica utente (SSU) 30/132kV e un cavidotto AT interrato di circa 120 m per la connessione della SSU al nuovo stallo AT.

## 2.2.1

### INQUADRAMENTO ACUSTICO DELL'AREA DI STUDIO

Sul territorio interessato non insistono infrastrutture di trasporto caratterizzate da significativi volumi di traffico. Come detto nel paragrafo precedente la strada in prossimità dell'impianto è la Strada Provinciale S58 Piancaldolese, oltre alle strade locali, quali la Via Piancaldoli Oppio e Via Piancaldoli Mafferi. Oltre agli aerogeneratori del parco eolico in progetto, sul territorio interessato non insistono altre sorgenti fisse di rumore, ad eccezione degli aerogeneratori del Parco Eolico "Casoni di Romagna", che si sviluppa nel Comune di Monterenzio (BO) e in parte in quello di Castel del Rio (BO), in una porzione di territorio a nord dell'area di progetto. La distanza minima tra i due parchi eolici è pari a circa 650 m (rispetto alla F06). Nell'area sono presenti anche tre pale eoliche a sud del parco in progetto a circa 2,3km dalla F02 e una pala eolica a sud-est del parco a circa 800m dalla F03.

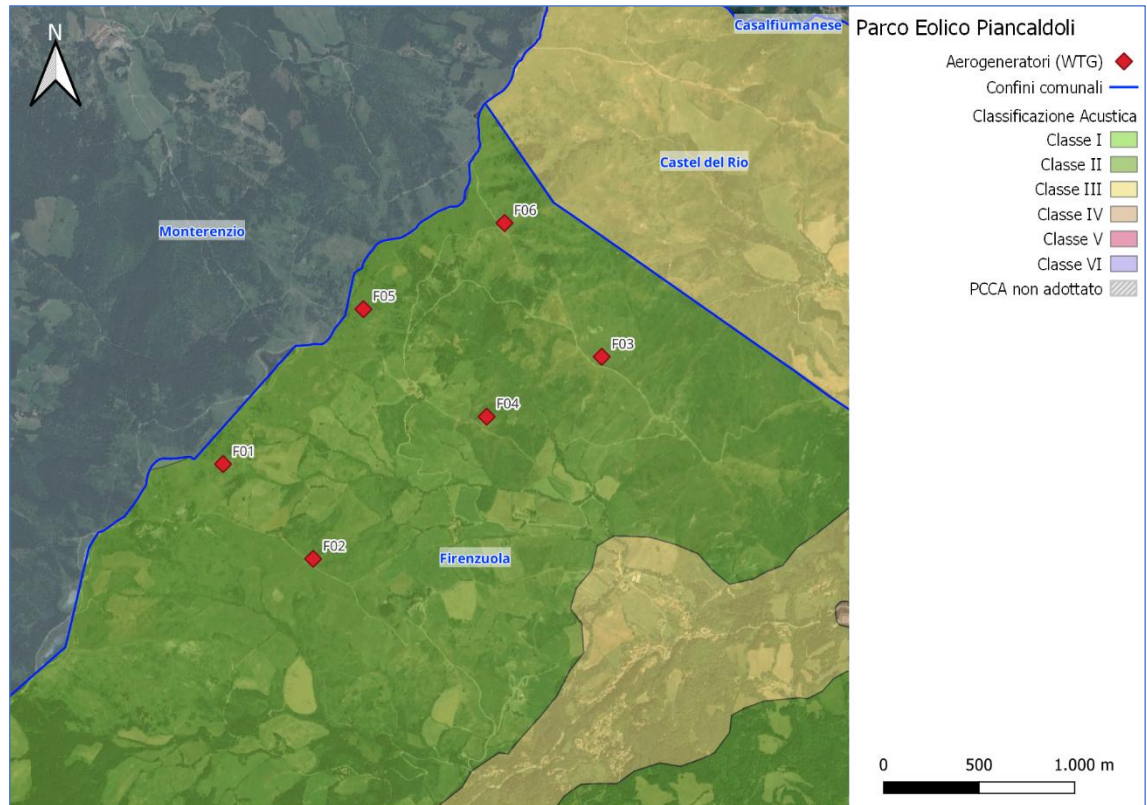
Alla luce di quanto sopra, è possibile affermare che il clima acustico in prossimità dei ricettori potenzialmente interessati dalle emissioni sonore del parco eolico in progetto, è determinato in massima parte da rumori di origine naturale (animali selvatici, insetti e vegetazione), oltre che dalle emissioni sonore dei ridotti volumi di traffico circolanti sulla viabilità locale e dalle emissioni sonore delle attività antropiche legate all'agricoltura, silvicoltura e attività domestiche nell'abitato. Infatti gli aerogeneratori individuati non sono visibili dall'area interessata dal nuovo parco eolico in progetto e pertanto si può stimare un contributo trascurabile presso i ricettori individuati nel successivo paragrafo (vedi definizione di aerogeneratore potenzialmente impattante nel paragrafo 1.7).

Per quanto riguarda la pianificazione territoriale, il Comune di Firenzuola (FI) si è dotato di un Piano Comunale di Classificazione Acustica (PCCA), approvato con Delibera di Consiglio Comunale DCC n.22 del 07/04/2005, modificata con DCC n.48 del 28/07/2006. Per completezza, si evidenzia che anche i limitrofi comuni di Monghidoro (BO) e Castel del Rio (BO) si sono dotati di un Piano Comunale di Classificazione Acustica (PCCA), approvati rispettivamente con Delibera di Consiglio Comunale DCC n.47 del 29/09/2005 e con Delibera di Consiglio Comunale DCC n.25 del 09/06/2018, mentre il limitrofo Comune di Monterenzio (BO) ne è ancora sprovvisto.

Pertanto, ai ricettori individuati nel successivo paragrafo si applicano i limiti previsti dal D.P.C.M. 14/11/1997 e riportati nelle precedenti Tabella 2 e Tabella 3, ad eccezione di eventuali ricettori

che dovessero ricadere nel territorio del Comune di Monterenzio, per i quali si applicherebbero i limiti previsti dal D.P.C.M. 01/03/1991, riportati nella precedente Tabella 4.

Nella successiva Figura 3 si riporta un estratto dei PCCA dei comuni interessati dall'area di progetto.



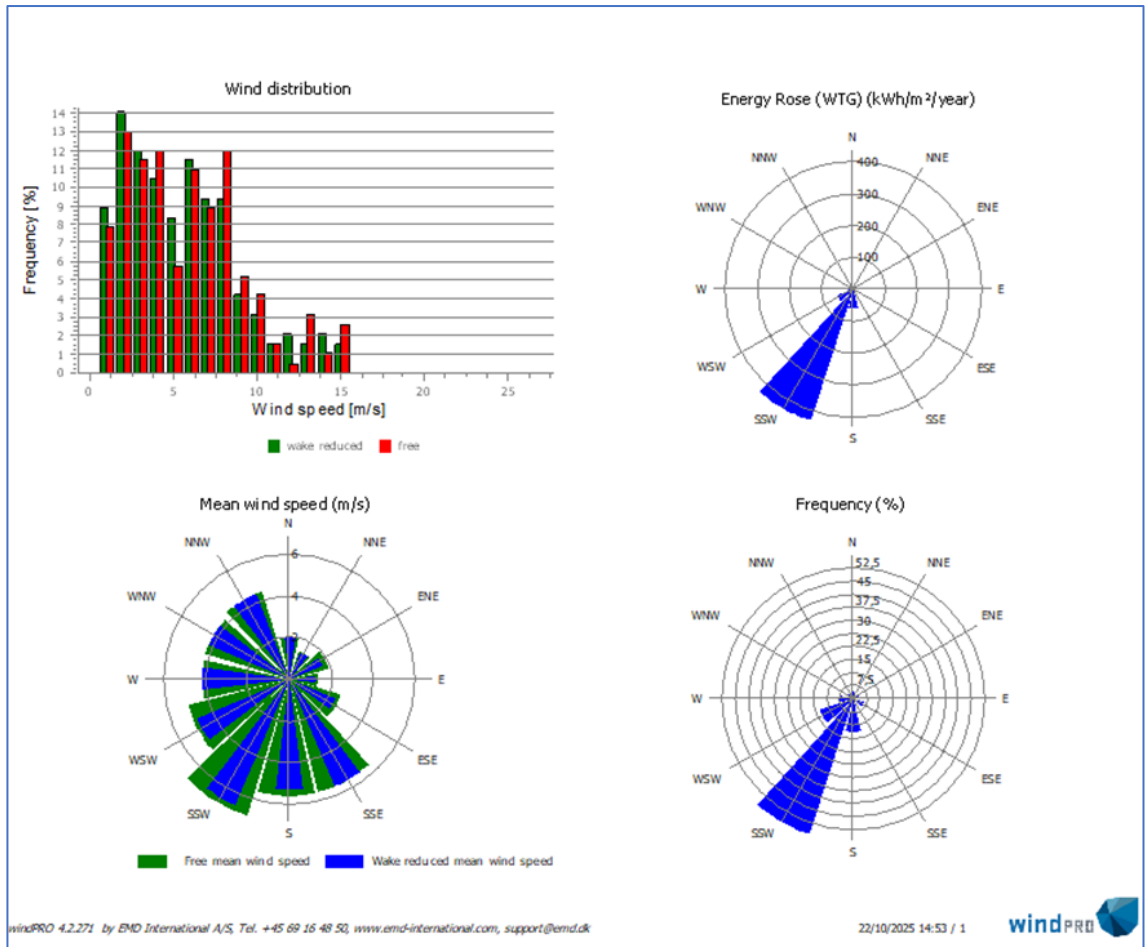
**Figura 3** Estratto dei Piani Comunali di Classificazione Acustica dei Comuni di Firenzuola (FI) e Castel del Rio (BO) nell'area di progetto

Dall'analisi della precedente Figura 3 si evince che gli aerogeneratori in progetto saranno installati in aree attualmente poste in Classe II dal PCCA del Comune di Firenzuola (FI) e che il territorio limitrofo agli aerogeneratori in progetto è posto in massima parte in Classe II o in Classe III.

## 2.2.2 VENTOSITÀ DEL SITO

La ventosità del sito è descritta nel documento "Analisi di producibilità attesa" allegata al SIA (documento P25010-A-RL-00\_AL-11-0)

In Figura 4 sono riportate le caratteristiche anemologiche attese nel lungo periodo ad altezza mozzo nel punto della turbina F05 a seguito di modellazione anemologica e stabilizzazione del flusso del campo di vento, ricavate dall'analisi dei dati di tre nodi satellitari di Reanalisi WRF+ di EMD International.



**Figura 4** Rosa dei venti e distribuzione di velocità del vento ad altezza mozzo della turbina F05

## 2.3 INDIVIDUAZIONE DEI RICETTORI

L'individuazione dei ricettori potenzialmente impattati durante la fase di esercizio degli impianti eolici oggetto della presente valutazione si basa su due complementari attività: la definizione dell'area di influenza (vedi paragrafo 2.3.1) ed il censimento dei ricettori tra tutti gli edifici ricadenti all'interno della suddetta area di influenza.

### 2.3.1 AREA DI INFLUENZA

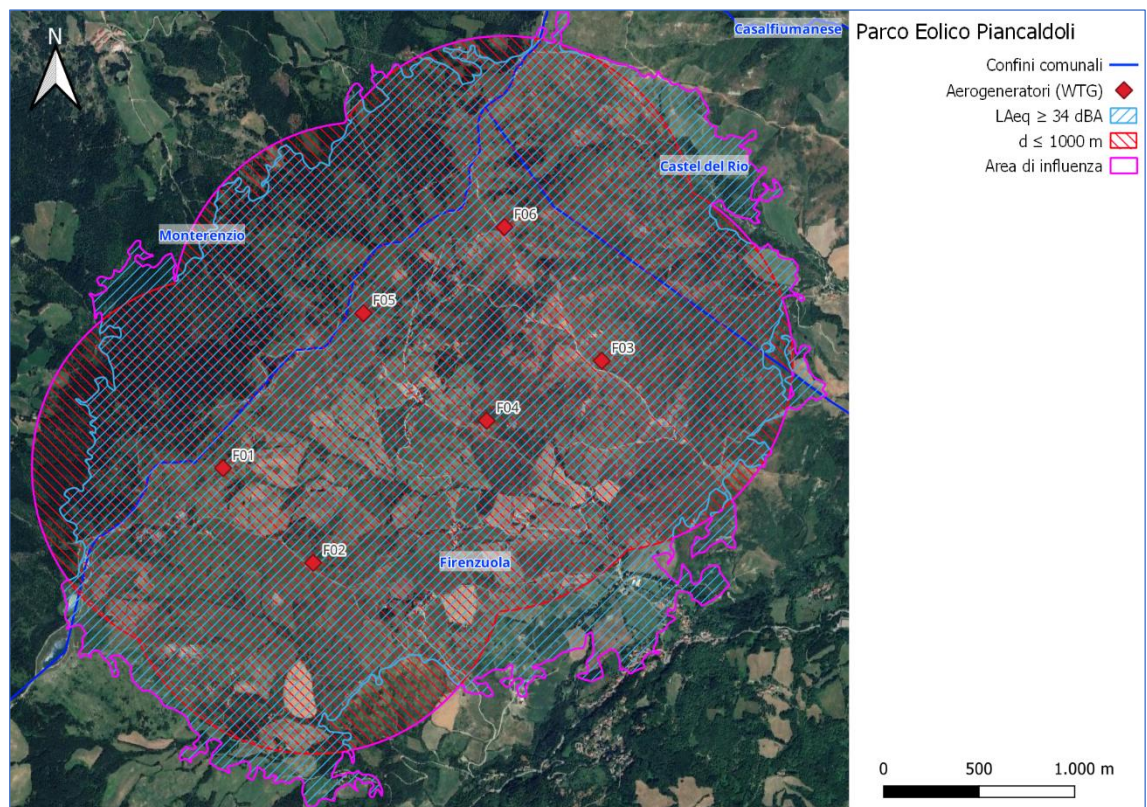
In ragione sia della morfologia del territorio che della quota superiore degli aerogeneratori rispetto a gran parte dell'area in esame, l'area di influenza non è stata determinata in base a sole condizioni geometriche, ma anche in base alla distribuzione nello spazio dei livelli sonori indotti dalle emissioni acustiche degli aerogeneratori in progetto.

In particolare, dalla distribuzione dei livelli sonori, stimati utilizzando il modello acustico descritto nel precedente paragrafo 2.1 ed impostando per gli aerogeneratori il massimo livello di potenza sonora  $L_{W,A} = 104,5$  dB(A) per la modalità Mode 6, come indicato nel successivo paragrafo 2.5.1, è stata estratta la curva di isolivello sonoro pari a 34 dB(A). Il risultato completo del calcolo

effettuato con il modello acustico sviluppato, in termini di distribuzione dei livelli sonori nello spazio, è riportato nella Figura 17 del successivo paragrafo 2.5.1.

Il livello sonoro 34 dB(A) è stato scelto propedeuticamente alla verifica del rispetto dei limiti. Infatti, ad un livello inferiore a 34 dB(A) riscontrato in prossimità degli edifici risulterebbe un livello in facciata non superiore a 37 dB(A), in ragione del campo sonoro riflesso, per il quale si può considerare cautelativamente un incremento massimo di 3 dB(A), senza tenere conto in questa sede della perdita di energia sonora dovuta all'assorbimento della facciata e alla diffusione sulla sua superficie, a cui corrisponde il rispetto dei limiti indipendentemente dal livello di rumore residuo. Tale asserzione risulta vera in quanto il contributo di sorgente in facciata non superiore 37 dB(A) risulta inferiore al più basso limite assoluto riscontrabile nell'area di progetto, pari a 40 dB(A) e corrispondente al limite di emissione per il periodo di riferimento notturno per gli edifici ricadenti in un'area collata in Classe II, e comporta il rispetto del limite differenziale per livelli di rumore residuo non inferiori a 37 dB(A) e la non applicabilità di tale limite in presenza di livelli di rumore residuo inferiori a 37 dB(A).

In ragione delle argomentazioni sopra esposte, nella successiva Figura 5 sono riportate l'area il cui perimetro dista dai singoli aerogeneratori  $d = 1000$  m ("Linee guida per la valutazione di impatto ambientale degli impianti eolici" redatte dalla Regione Toscana), l'area definita dalla curva di isolivello sonoro pari a 34 dB(A), e l'area di influenza degli impianti eolici oggetto della presente valutazione, definita cautelativamente pari all'unione delle due suddette aree.



**Figura 5** *Determinazione dell'area di influenza per l'individuazione dei ricettori*

Dall'analisi della Figura 5 si evince che l'area di influenza è determinata in gran parte dalla curva di isolivello sonoro pari a 34 dB(A), la quale contiene al suo interno la maggior parte dell'area il cui perimetro dista dai singoli aerogeneratori in progetto  $d = 1000$  m.

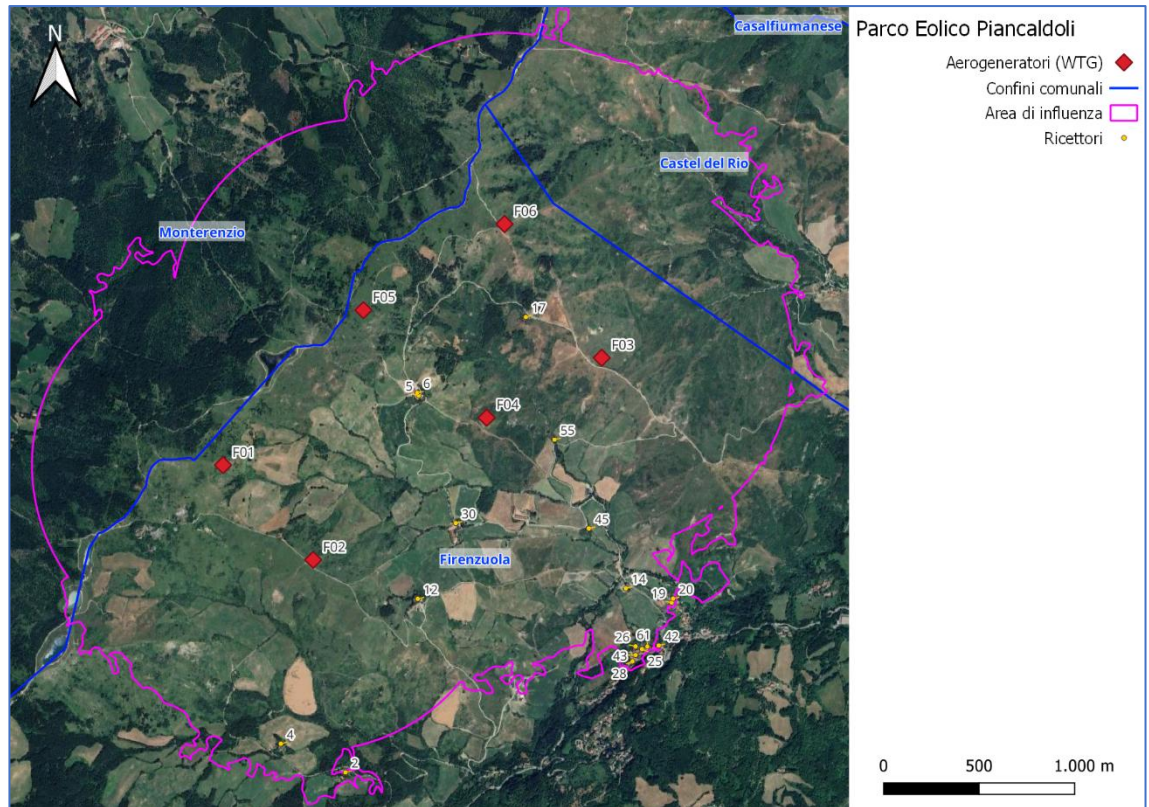
## 2.3.2

### CENSIMENTO DEI RICETTORI

I ricettori potenzialmente impattati dalle emissioni acustiche del parco eolico oggetto della presente valutazione, per i quali sarà effettuata la verifica dei limiti nei successivi paragrafi, sono stati individuati applicando i seguenti criteri:

- in prima istanza sono stati individuati i manufatti ricadenti all'interno dell'area di influenza. I manufatti così individuati risultano 61;
- considerando lo stato di conservazione degli edifici, in base alle indicazioni delle "*Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili*" emanate con DM 10/9/2010 del Ministero dello sviluppo economico (vedi paragrafo 1.7), che limita le misure di mitigazione ad "unità abitative munite di abitabilità, regolarmente censite e stabilmente abitate", dai 61 manufatti individuati sono stati esclusi i ruderi, gli edifici demoliti e gli edifici in evidente e annoso stato di abbandono, per un totale di 49 edifici. Si rammenta che gli edifici accatastati come diruti o collabenti hanno perso la pregressa abitabilità e una eventuale procedura di ripristino della stessa è soggetta alle verifiche di legge, tra le quali figura la verifica del clima acustico ai sensi della Legge 447/95;
- mediante visure catastali, sopralluoghi e indagini basate su foto satellitari o foto estratte dagli strumenti di visualizzazione virtuale dalle strade, i suddetti manufatti sono stati suddivisi tra edifici abitativi (27), per i quali si valutano i limiti assoluti e differenziali in entrambi i periodi di riferimento, e edifici non abitativi (22), quali annessi, magazzini, uffici, etc., per i quali si valutano i soli limiti assoluti e nel solo periodo diurno;
- in base alle medesime argomentazioni riportate nel precedente paragrafo 2.3.1, tra i 27 edifici abitativi individuati applicando i tre precedenti criteri, sono stati classificati come ricettori potenzialmente impattati solo quelli per i quali il livello calcolato dal modello acustico sviluppato, in termini di contributi di sorgente  $C_5$  del parco eolico indotti a 1 m dalla facciata, impostando per gli aerogeneratori il massimo livello di potenza sonora  $L_{W,A} = 104,5$  dB(A) per la modalità Mode 6, risulta non inferiore cautelativamente a 36,5 dB(A) anziché la soglia citata di 37 dB(A). I ricettori così individuati risultano 18;
- analogamente, tra gli edifici non abitativi, per i quali si valutano i soli limiti assoluti e nel solo periodo diurno, sarebbero classificabili come ricettori potenzialmente impattati solo quelli per i quali il livello calcolato dal modello acustico sviluppato, in termini di contributi di sorgente  $C_5$  del parco eolico indotti a 1 m dalla facciata, impostando per gli aerogeneratori il massimo livello di potenza sonora  $L_{W,A} = 104,5$  dB(A) per la modalità Mode 6, risulterebbe non inferiore a 45 dB(A). Infatti, ad un contributo di sorgente inferiore a  $C_5 \leq 45$  dB(A) corrisponde sia il rispetto del più stringente limite di emissione, pari a 50 dB(A) per la Classe II, sia il rispetto del relativo limite di immissione, pari a 55 dB(A), per qualsiasi livello di rumore residuo. Applicando questo criterio nessun edificio non abitativo è risultato classificabile come ricettore.

I ricettori individuati sono pertanto 18. Tali ricettori sono descritti nella successiva Tabella 8 e riportati nella seguente Figura 6.



**Figura 6** *Inquadramento generale per l'individuazione dei ricettori*

**Tabella 8** *Descrizione dei ricettori individuati*

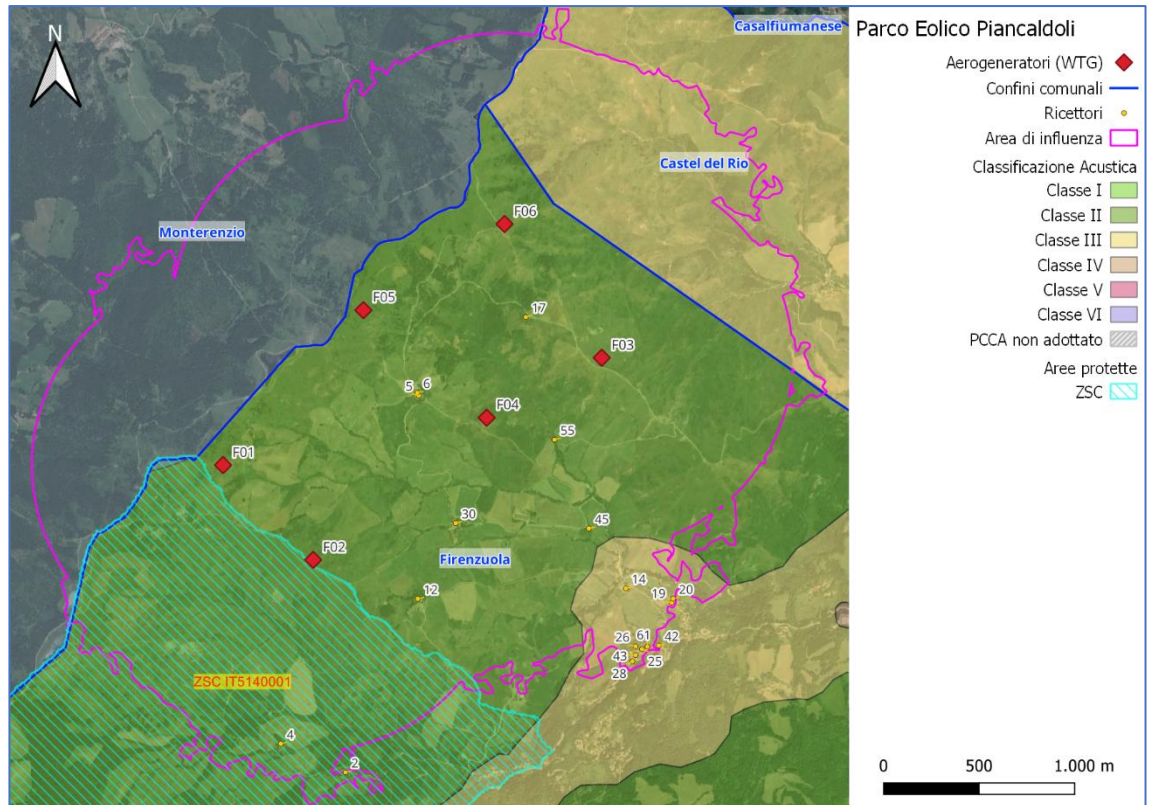
ID	Coordinate UTM WGS 84 [m]	Comune	Classe Acustica	Quota [m.s.l.m]	WTG più vicino	Distanza WTG più vicino [m]	Dislivello WTG più vicino [m]
2	692654,75 E 4897865,14 N	Firenzuola	II	620	F02	1124	107
4	692316,31 E 4898014,94 N	Firenzuola	II	634	F02	977	93
5	693038,03 E 4899837,95 N	Firenzuola	II	682	F04	374	77
6	693030,57 E 4899851,89 N	Firenzuola	II	684	F04	385	75
12	693033,3 E 4898773,5 N	Firenzuola	II	652	F02	584	75
14	694122 E 4898828,36 N	Firenzuola	III	463	F04	1152	296
17	693598,81 E 4900248,13 N	Firenzuola	II	645	F03	450	-37

ID	Coordinate UTM WGS 84 [m]	Comune	Classe Acustica	Quota [m.s.l.m]	WTG più vicino	Distanza WTG più vicino [m]	Dislivello WTG più vicino [m]
19	694362,34 E 4898753,25 N	Firenze	III	475	F03	1333	133
20	694369,59 E 4898774,27 N	Firenze	III	472	F03	1314	136
25	694206,81 E 4898510,08 N	Firenze	III	523	F04	1458	236
26	694173,39 E 4898524,36 N	Firenze	III	523	F04	1428	236
28	694157,09 E 4898446,31 N	Firenze	III	530	F04	1485	229
30	693232,06 E 4899169,51 N	Firenze	II	580	F04	574	179
42	694294,22 E 4898528,88 N	Firenze	III	516	F04	1494	243
43	694173,56 E 4898479,05 N	Firenze	III	529	F04	1466	230
45	693928,43 E 4899141,42 N	Firenze	II	495	F04	788	264
55	693748,94 E 4899606,32 N	Firenze	II	510	F04	373	249
61	694235,04 E 4898523,27 N	Firenze	III	522	F04	1463	237

### 2.3.3

#### AREA ZPS

Come specificato nel precedente paragrafo 1.4, la vigente normativa in materia di acustica ambientale annovera tra i ricettori anche le aree naturalistiche vincolate. Sul territorio interessato dal parco eolico in progetto insiste la ZSC IT5140001 "Passo della Raticosa, Sassi di San Zanobi e della Mantasca" (denominazione Natura 2000), la cui estensione si sovrappone parzialmente all'area di influenza individuata nel precedente paragrafo 2.3.1, come mostrato nella seguente Figura 7, dove si riporta anche l'estratto dei PCCA dei comuni di Firenze (FI) e Castel del Rio (BO).



**Figura 7** Individuazione dell'area ZSC IT5140001

Dall'analisi della precedente Figura 7 si evince che la porzione dell'area ZSC che ricade all'interno dell'area di influenza è collocata dal PCCA di Firenzuola prevalentemente in Classe II - aree destinate ad uso prevalentemente residenziale, con una piccola parte in Classe III – aree di tipo misto.

## 2.4 CAMPAGNA DI MONITORAGGIO

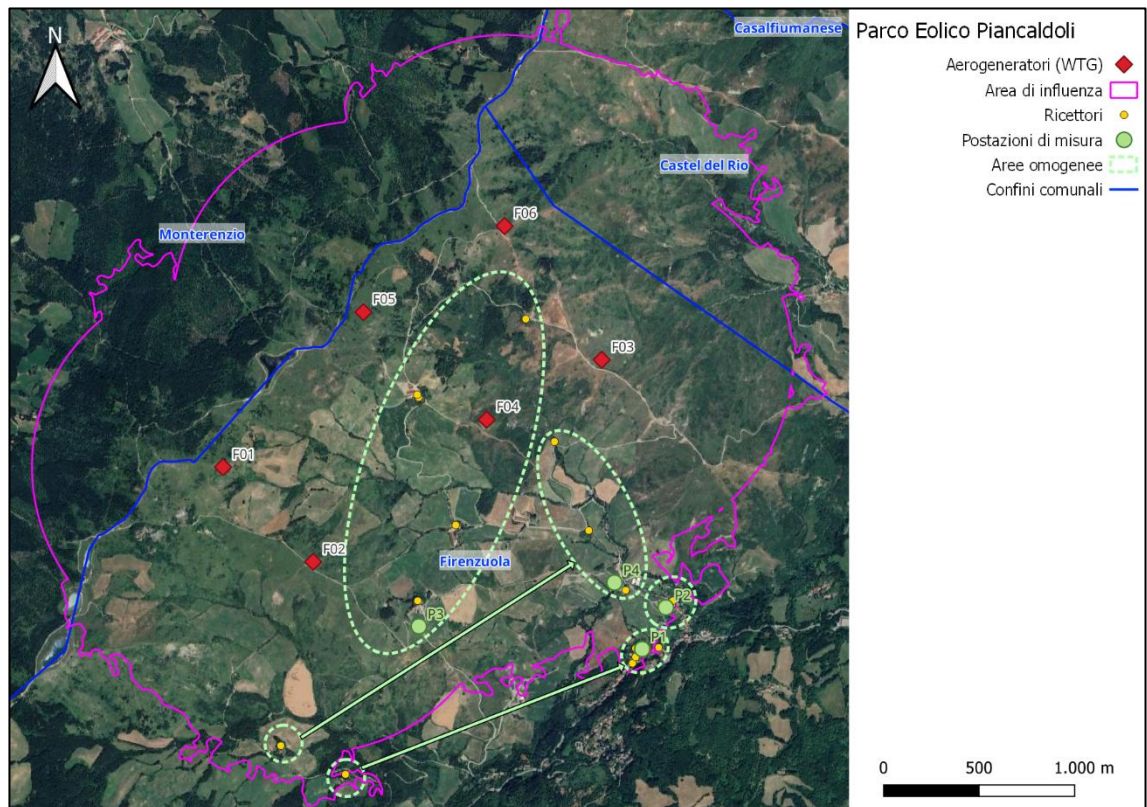
Al fine di disporre dei livelli di rumore residuo necessari ad effettuare la verifica del rispetto dei limiti previsti dalla vigente normativa in materia di acustica ambientale, nei giorni tra il 28/08/2025 ed il 05/09/2025 è stata condotta una campagna di monitoraggio presso n. 4 postazioni di misura rappresentative dei ricettori individuati nel precedente paragrafo 2.3.2.

### 2.4.1 POSTAZIONI DI MISURA

Il clima acustico presso i ricettori individuati è stato indagato in prossimità di n. 4 postazioni di misura. Le postazioni di misura P1÷P4 sono state scelte in base ad un raggruppamento dei ricettori individuati, effettuato in base alla tipologia di sorgenti acustiche a cui sono esposti allo stato attuale, incluse quelle non antropiche, alla distanza tra loro stessi, alla tipologia di orografia locale. Il suddetto raggruppamento dei ricettori, effettuato ai fini dell'associazione agli stessi del livello di rumore residuo misurato presso le postazioni di misura è riportato in Tabella 9 e mostrato nella successiva Figura 8.

**Tabella 9** Associazione tra postazioni di misure a ricettori

Postazione di misura	Coordinate UTM WGS 84 [m]	ID Ricettori associati
P1	694207,9 E 4898520,8 N	2 25 26 28 42 43 61
P2	694332,1 E 4898738,6 N	19 20
P3	693039,0 E 4898640,0 N	5 6 12 17 30
P4	694062,9 E 4898868,8 N	4 14 45 55



**Figura 8** Associazione tra postazioni di misure a ricettori

Presso le postazioni di misura P1÷P4 è stato effettuato un rilievo fonometrico in continuo di circa 7 giorni, con contestuale misura della velocità del vento, ai sensi del DM 01/06/2022.

## 2.4.2 MODALITÀ E STRUMENTAZIONE

Le misure sono state eseguite dal Dott. Luca Teti iscritto all'albo dei tecnici competenti in materia di acustica ambientale ai sensi dell'articolo 2, commi 6 e 7 della Legge n. 447/95, Determinazione della Provincia di Pisa n. 1958 del 29/04/2008 e numero di iscrizione nell'elenco Nazionale 8159,

pubblicazione in elenco dal 10/12/2018. In ALLEGATO 1 è riportato l'attestato della qualifica di tecnico competente in materia di acustica ambientale.

Le misure fonometriche sono state eseguite con le modalità e la strumentazione conforme alle richieste del DM 16/03/1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico" e del DM 01/06/2022 "Determinazione dei criteri per la misurazione del rumore emesso dagli impianti eolici e per il contenimento del relativo inquinamento acustico". Il microfono è sempre stato munito di cuffia antivento.

Contemporaneamente ai rilievi fonometrici, è stato effettuato anche il monitoraggio della velocità  $V_r$  e direzione del vento, oltre che delle precipitazioni, mediante centralina di monitoraggio meteorologico, con base temporale di 10 minuti. Il sensore per la rilevazione della velocità del vento è stato posizionato a 3,5 m di altezza da terra.

Le misure sono state effettuate posizionando il microfono a 1,8 m di altezza da terra. Prima e dopo le misure è stata eseguita la calibrazione dello strumento con calibratore esterno e la differenza è risultata inferiore a 0,5 dB(A).

Le misure sono state eseguite con la seguente strumentazione:

- fonometro integratore 01dB Fusion conforme alle normative IEC 651 Tipo 1 e IEC 804 Tipo 1, matricola 12837, avente un microfono da 1/2" a campo libero della G.R.A.S. modello 40 CE, matricola 383400, e regolare certificato di taratura n. LAT164 FB1754\_24 rilasciato in data 13 febbraio 2024 dal Laboratorio Agenti Fisici del Laboratorio di Sanità Pubblica Area Vasta Toscana Sud-Est U.O. Igiene Industriale con sede in Strada del Ruffolo a Siena (SI), Laboratorio Accreditato di Taratura n. 164;
- fonometro integratore 01dB Fusion conforme alle normative IEC 651 Tipo 1 e IEC 804 Tipo 1, matricola 12843, avente un microfono da 1/2" a campo libero della G.R.A.S. modello 40 CE, matricola 408893, e regolare certificato di taratura n. LAT164 FB1755\_24 rilasciato in data 13 febbraio 2024 dal Laboratorio Agenti Fisici del Laboratorio di Sanità Pubblica Area Vasta Toscana Sud-Est U.O. Igiene Industriale con sede in Strada del Ruffolo a Siena (SI), Laboratorio Accreditato di Taratura n. 164;
- fonometro integratore 01dB Fusion conforme alle normative IEC 651 Tipo 1 e IEC 804 Tipo 1, matricola 12867, avente un microfono da 1/2" a campo libero della G.R.A.S. modello 40 CE, matricola 383277, e regolare certificato di taratura n. LAT164 FB1756\_24 rilasciato in data 13 febbraio 2024 dal Laboratorio Agenti Fisici del Laboratorio di Sanità Pubblica Area Vasta Toscana Sud-Est U.O. Igiene Industriale con sede in Strada del Ruffolo a Siena (SI), Laboratorio Accreditato di Taratura n. 164;
- fonometro integratore 01dB Solo conforme alle normative IEC 651 Tipo 1 e IEC 804 Tipo 1, matricola 61813, avente un microfono da 1/2" a campo libero della 10dB modello MCE 212, matricola 85002, e regolare certificato di taratura n. LAT164 FA1758\_24 rilasciato in data 13 febbraio 2024 dal Laboratorio Agenti Fisici del Laboratorio di Sanità Pubblica Area Vasta Toscana Sud-Est U.O. Igiene Industriale con sede in Strada del Ruffolo a Siena (SI), Laboratorio Accreditato di Taratura n. 164;
- calibratore 01dB, modello CAL 21 e matricola 00930817 (2003), provvisto di regolare certificato di taratura n. LAT164 C1341\_24 rilasciato in data 13 febbraio 2024 dal Laboratorio Agenti Fisici del Laboratorio di Sanità Pubblica Area Vasta Toscana Sud-Est U.O. Igiene Industriale con sede in Strada del Ruffolo a Siena (SI), Laboratorio Accreditato di Taratura n. 164;

Il trasferimento dei risultati dalla memoria interna del fonometro e le successive elaborazioni sono stati eseguiti mediante il software 01dB dBTrait ver6.3.

In ALLEGATO 3 sono riportate i rapporti di prova delle misure fonometriche effettuate, mentre le prime pagine dei certificati di taratura della strumentazione utilizzata sono riportate in ALLEGATO 2.

Al fine di calcolare i livelli di rumore residuo necessari per la verifica del rispetto dei limiti durante la fase di esercizio del parco eolico in progetto, i dati acquisiti sono stati analizzati secondo la "Procedura che prevede lo spegnimento degli aerogeneratori potenzialmente impattanti" descritta nell'Allegato 2 del DM 01/06/2022. In particolare, i dati acquisiti dai fonometri e dai sensori meteo sono stati sincronizzati in blocchi di 10' (di seguito indicati anche come "intervalli decaminutali"). Una volta eliminati gli intervalli decaminutali non validi (per pioggia, o per eccesso di vento a terra, o per presenza di eventi acustici anomali per più del 50% dell'intervallo decaminutale), si è proceduto ad aggregare i dati in base alla velocità del vento e calcolare quindi il livello di rumore residuo associato ad ognuna delle 5 classi di velocità del vento previste dall'Allegato 2 del DM 01/06/2022, effettuando la media aritmetica dei valori  $L_{Aeq,10min}$  ottenuti per gli intervalli decaminutali validi.

Dai dati acquisiti sono stati preliminarmente scorporati i contributi emissivi prodotti dalla locale avifauna e insetti mediante opportuna mascheratura in frequenza.

Per ciascuna classe di vento il risultato è considerato rappresentativo se calcolato a partire da un campione di almeno 3 dati, ovvero 3 intervalli decaminutali.

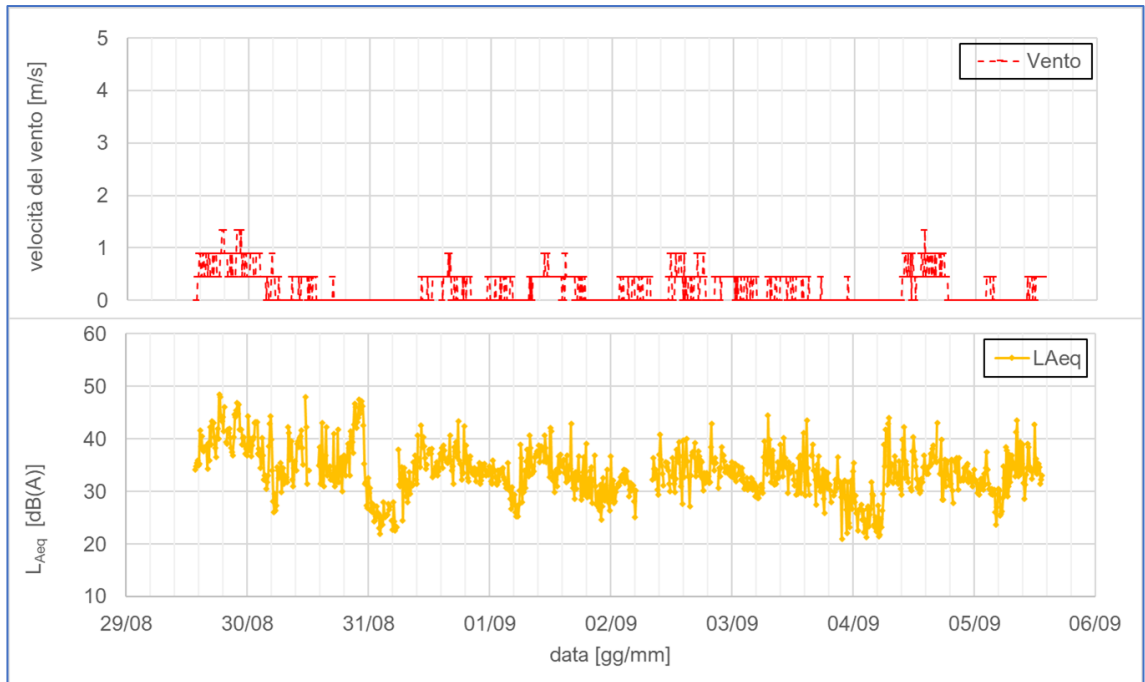
Relativamente al calcolo dei livelli di rumore residuo necessari per la verifica del rispetto dei limiti durante la fase di cantiere del parco eolico in progetto, si rimanda al successivo capitolo 3.

## 2.4.3

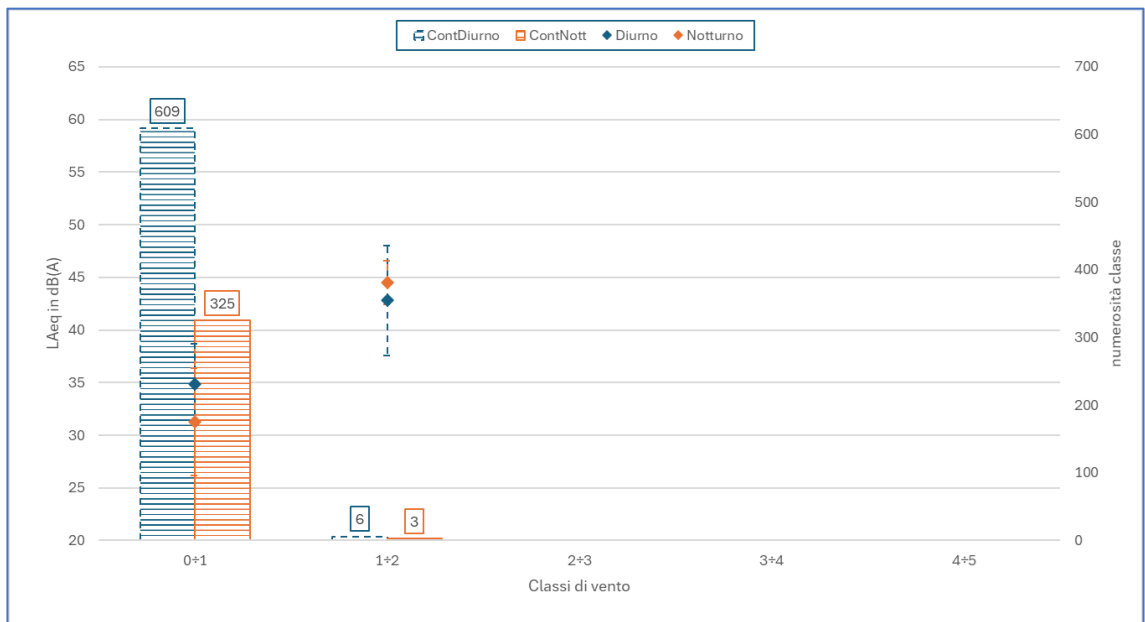
### RISULTATI DELLE MISURE

#### 2.4.3.1 Postazione P1

I risultati di misura dei rilievi effettuati nella postazione P1 sono mostrati graficamente in Figura 9 e Figura 10 e sono dettagliati in Tabella 10.



**Figura 9** Livelli sonori e velocità del vento rilevati presso la postazione P1, su base decaminutale



**Figura 10** Livelli sonori rilevati presso la postazione P1, aggregati in base alla velocità del vento. Come barre di errore associate ai livelli sonori è stata utilizzata la deviazione standard del campione. Sull'asse secondario e con un grafico a barre è riportata la numerosità di intervalli decaminutali validi per ciascuna classe di vento

**Tabella 10** Livelli sonori per classi di vento, rilevati presso la postazione P1

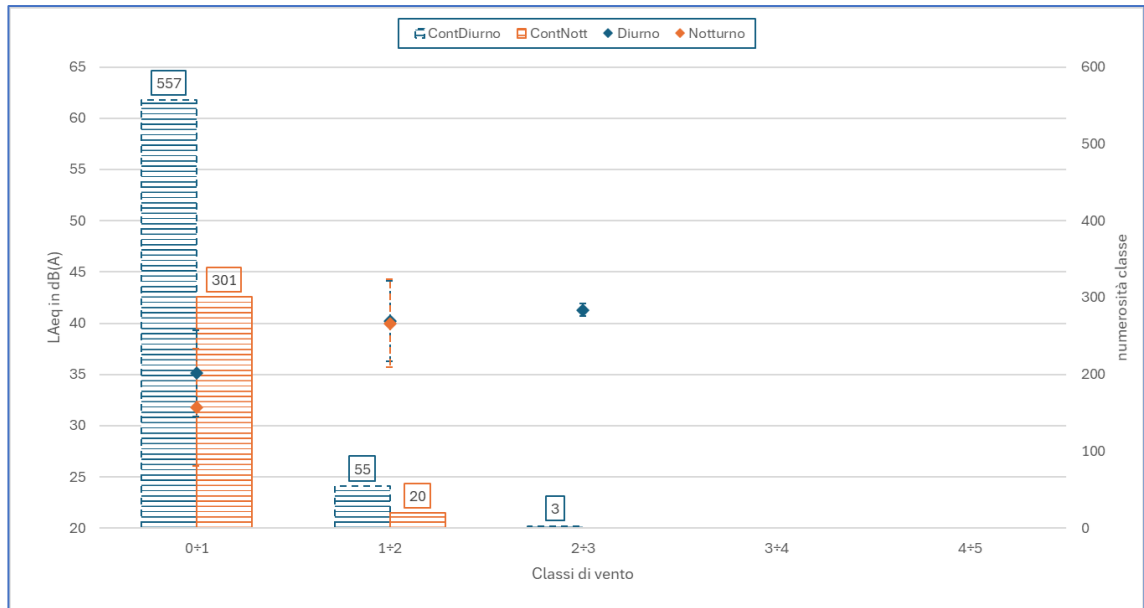
Classi di velocità del vento [m/s]	L <sub>Aeq</sub> periodo diurno [dB(A)]	L <sub>Aeq</sub> periodo notturno [dB(A)]
0,0 ÷ 1,0	34,9	31,3
1,0 ÷ 2,0	42,8	44,5
2,0 ÷ 3,0	n.d.	n.d.
3,0 ÷ 4,0	n.d.	n.d.
4,0 ÷ 5,0	n.d.	n.d.

### 2.4.3.2 Postazione P2

I risultati di misura dei rilievi effettuati nella postazione P2 sono mostrati graficamente in Figura 11 e Figura 12 e sono dettagliati in Tabella 11.



**Figura 11** Livelli sonori e velocità del vento rilevati presso la postazione P2, su base decaminutale



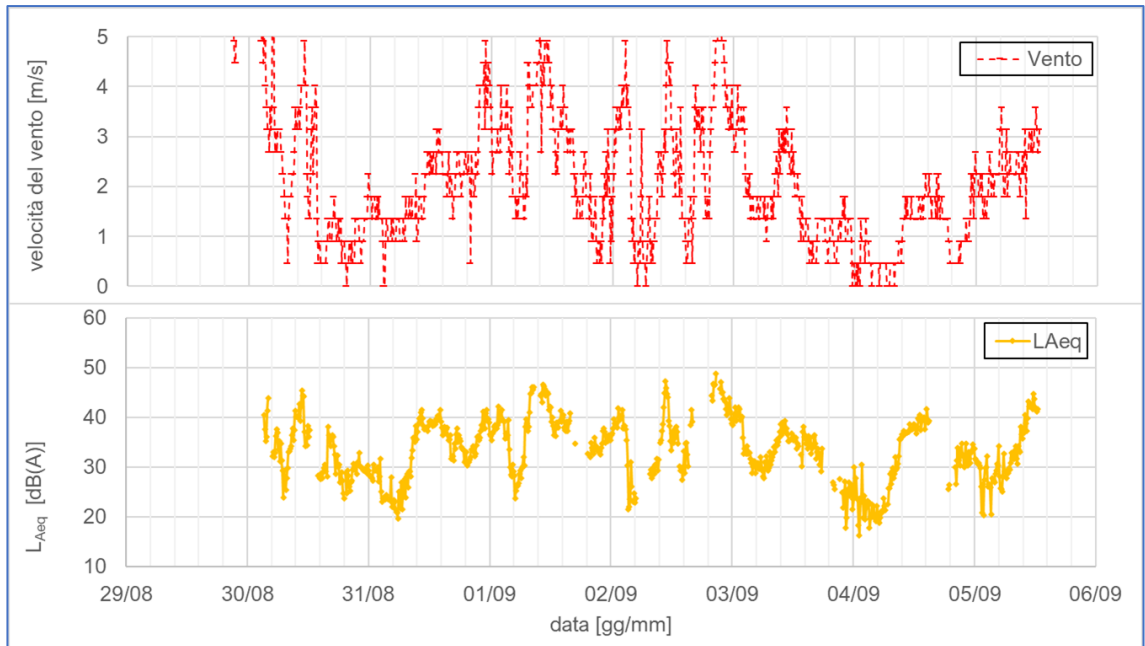
**Figura 12** Livelli sonori rilevati presso la postazione P2, aggregati in base alla velocità del vento. Come barre di errore associate ai livelli sonori è stata utilizzata la deviazione standard del campione. Sull'asse secondario e con un grafico a barre è riportata la numerosità di intervalli decaminutali validi per ciascuna classe di vento

**Tabella 11** Livelli sonori per classi di vento, rilevati presso la postazione P2

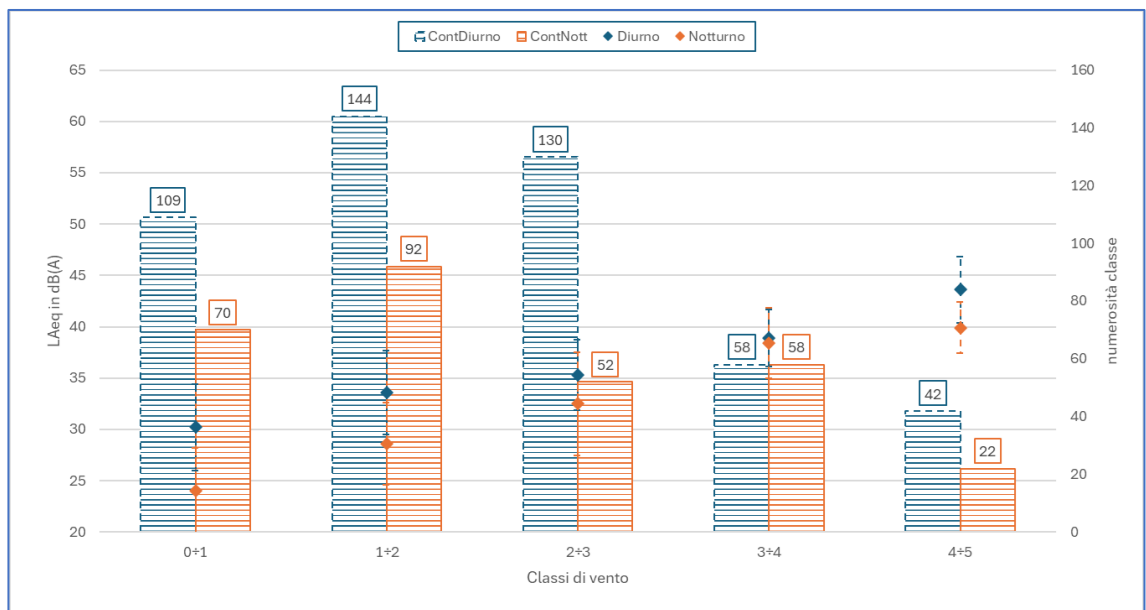
Classi di velocità del vento [m/s]	L <sub>Aeq</sub> periodo diurno [dB(A)]	L <sub>Aeq</sub> periodo notturno [dB(A)]
0,0 ÷ 1,0	35,1	31,8
1,0 ÷ 2,0	40,2	40,0
2,0 ÷ 3,0	41,3	n.d.
3,0 ÷ 4,0	n.d.	n.d.
4,0 ÷ 5,0	n.d.	n.d.

### 2.4.3.3 Postazione P3

I risultati di misura dei rilievi effettuati nella postazione P3 sono mostrati graficamente in Figura 13 e Figura 14 e sono dettagliati in Tabella 12.



**Figura 13** Livelli sonori e velocità del vento rilevati presso la postazione P3, su base decaminutale



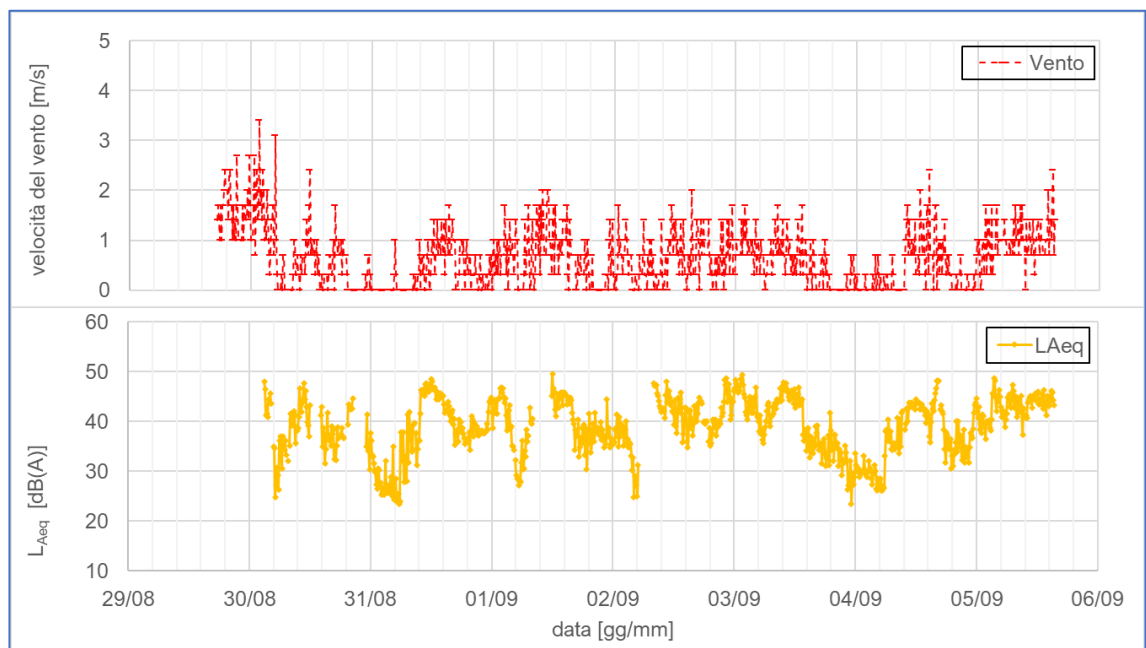
**Figura 14** Livelli sonori rilevati presso la postazione P3, aggregati in base alla velocità del vento. Come barre di errore associate ai livelli sonori è stata utilizzata la deviazione standard del campione. Sull'asse secondario e con un grafico a barre è riportata la numerosità di intervalli decaminutali validi per ciascuna classe di vento

**Tabella 12** **Livelli sonori per classi di vento, rilevati presso la postazione P3**

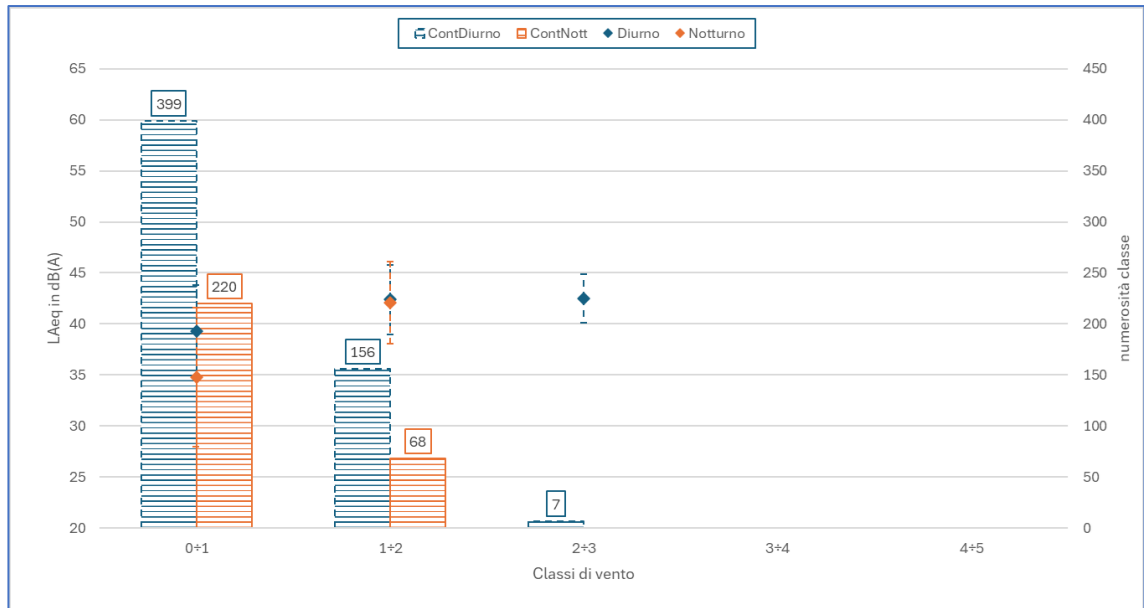
Classi di velocità del vento [m/s]	L <sub>Aeq</sub> periodo diurno [dB(A)]	L <sub>Aeq</sub> periodo notturno [dB(A)]
0,0 ÷ 1,0	30,2	24,2
1,0 ÷ 2,0	33,6	28,6
2,0 ÷ 3,0	35,3	32,5
3,0 ÷ 4,0	38,9	38,4
4,0 ÷ 5,0	43,6	39,9

#### 2.4.3.4 Postazione P4

I risultati di misura dei rilievi effettuati nella postazione P4 sono mostrati graficamente in Figura 15 e Figura 16 e sono dettagliati in Tabella 13.



**Figura 15** **Livelli sonori e velocità del vento rilevati presso la postazione P4, su base decaminutale**



**Figura 16** *Livelli sonori rilevati presso la postazione P4, aggregati in base alla velocità del vento. Come barre di errore associate ai livelli sonori è stata utilizzata la deviazione standard del campione. Sull'asse secondario e con un grafico a barre è riportata la numerosità di intervalli decaminutali validi per ciascuna classe di vento*

**Tabella 13** *Livelli sonori per classi di vento, rilevati presso la postazione P4*

Classi di velocità del vento [m/s]	L <sub>Aeq</sub> periodo diurno [dB(A)]	L <sub>Aeq</sub> periodo notturno [dB(A)]
0,0 ÷ 1,0	39,3	34,8
1,0 ÷ 2,0	42,4	42,1
2,0 ÷ 3,0	42,5	n.d.
3,0 ÷ 4,0	n.d.	n.d.
4,0 ÷ 5,0	n.d.	n.d.

## 2.5 RISULTATI DEL MODELLO ACUSTICO

Mediante il modello acustico descritto nel precedente paragrafo 2.1, per ciascun edificio individuato come ricettore nel precedente paragrafo 2.3 è possibile calcolare i contributi di sorgente  $C_s$  del parco eolico in progetto, ovvero i livelli sonori indotti dall'esercizio a regime degli aerogeneratori, a 1,00 m da ciascuna facciata esposta e per ciascun piano fuori terra, considerando anche la riflessione sulla facciata stessa.

Per una più completa comprensione degli effetti sulla componente rumore indotti dal parco eolico in progetto ed oggetto della presente valutazione, nel presente paragrafo sono presentati i risultati ottenuti per lo scenario di velocità del vento al mozzo pari a  $V_{Lw,Max}$ , in base a quanto argomentato nel precedente paragrafo 2.1.1.

Per semplicità di lettura, per ogni ricettore sarà considerato il  $C_s$  maggiore tra tutti quelli calcolati per le diverse facciate ed i diversi piani.

### 2.5.1 RISULTATI DEL MODELLO

Nella seguente Tabella 14 sono riportati i risultati del modello in termini di contributi di sorgente  $C_s$  del parco eolico indotti presso i ricettori individuati, ipotizzati sottovento e considerando tutti gli aerogeneratori in esercizio contemporaneo, in modalità Mode 6 con velocità del vento al mozzo di  $V_{Lw,Max} \geq 8,8$  m/s.

**Tabella 14** *Contributi di sorgente  $C_s$  ai ricettori, calcolati mediante il modello acustico, considerando gli aerogeneratori in modalità operativa Mode 6, con  $V_{HUB} \geq 8,8$  m/s*

ID	$C_s$ [dB(A)]
2	36,7
4	37,9
5	46,0
6	45,7
12	44,2
14	37,9
17	45,3
19	37,0
20	37,5
25	38,2
26	37,4
28	36,9

ID	C <sub>s</sub> [dB(A)]
30	43,6
42	38,3
43	37,7
45	38,0
55	45,4
61	37,1

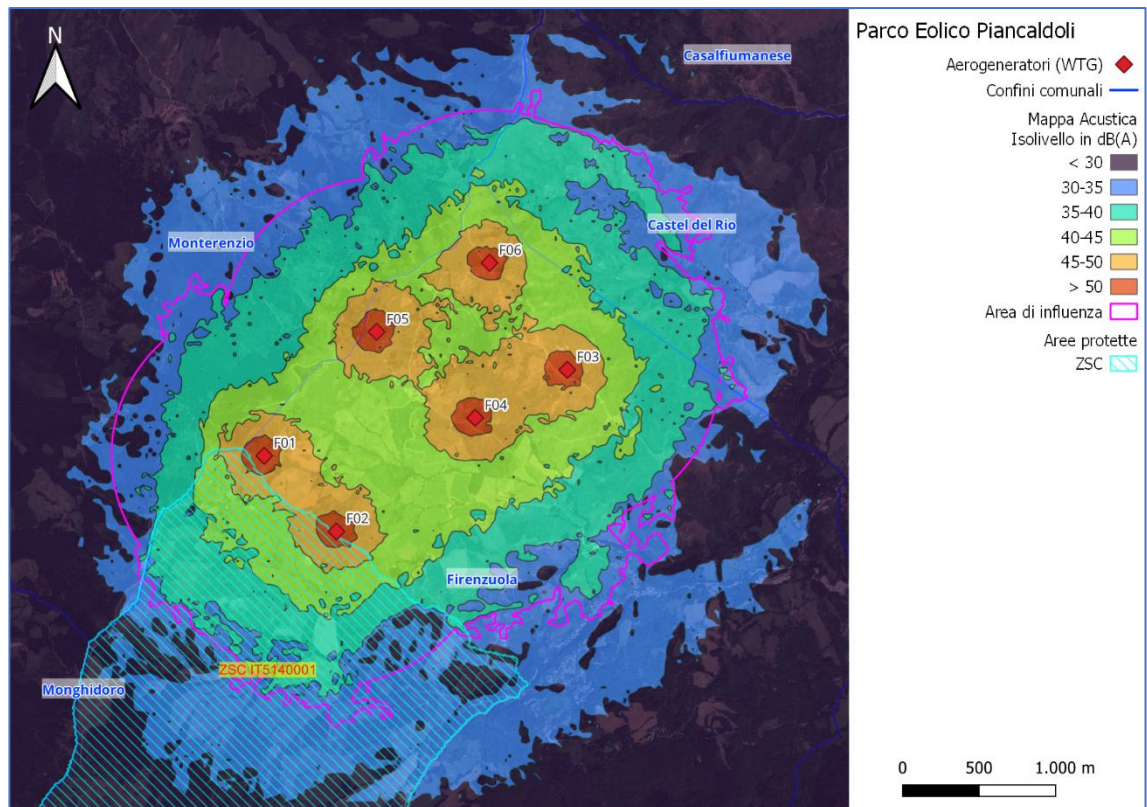
Dall'analisi della precedente Tabella 14 si evince che, considerando tutti gli aerogeneratori in modalità Mode 6 e tutti i ricettori sottovento, i contributi di sorgente C<sub>s</sub> indotti dal parco eolico in progetto ai ricettori individuati per la velocità del vento al mozzo  $V_{HUB} \geq 8,8$  m/s sono sempre non inferiori a 36,5 dB(A). Pertanto risulta necessario effettuare la verifica dei limiti presso tutti i ricettori individuati.

## 2.5.2

### MAPPA ACUSTICA

Per una più completa comprensione degli effetti sulla componente rumore indotti dal parco eolico in progetto ed oggetto della presente valutazione, si è calcolata la distribuzione dei livelli sonori indotti nello spazio dalle emissioni acustiche del parco eolico, considerando tutti gli aerogeneratori in esercizio contemporaneo in modalità Mode 6 e nello scenario cautelativo di velocità del vento al mozzo  $V_{HUB} \geq 8,8$  m/s e tutti i ricettori sottovento. La distribuzione dei livelli sonori, calcolati a 4,0 m di altezza da terra ed utilizzando una griglia di punti con spaziatura di 25 m, è rappresentata mediante le curve di isolivello acustico nella seguente Figura 17.

Dalla distribuzione dei livelli sonori riportata in Figura 17 è stata estratta la curva di isolivello di 34 dB(A) già richiamata nel precedente paragrafo 2.3.1 ed utilizzata per definire l'area di influenza utile all'individuazione dei ricettori.



**Figura 17** Distribuzione dei livelli sonori indotti dalle emissioni acustiche del parco eolico in progetto

## 2.6 VERIFICA DEI LIMITI

Utilizzando i risultati delle misure, di cui al paragrafo 2.4.3, effettuate nei giorni tra il 29/08/2025 ed il 05/09/2025 presso n. 4 postazioni di misura rappresentative dei ricettori individuati, ed i risultati del modello acustico in termini di contributi di sorgente indotti ai ricettori dalle emissioni acustiche dal parco eolico in progetto, di cui al precedente paragrafo 2.5, nel presente paragrafo viene effettuata la verifica del rispetto dei limiti normativi in materia di acustica ambientale.

### 2.6.1 LIMITE DI EMISSIONE

Per la verifica del limite di emissione, si stimano i livelli di emissione ai ricettori pari ai contributi di sorgente  $C_s$  indotti da tutti gli aerogeneratori in esercizio contemporaneo presso i ricettori individuati. Questa scelta implica l'ipotesi cautelativa di vento a velocità costante per l'intero periodo di riferimento e l'ipotesi cautelativa di tutti i ricettori contemporaneamente sottovento rispetto a tutti gli aerogeneratori.

Nella seguente Tabella 15 si riportano i livelli di emissione ai ricettori così calcolati, pari ai contributi di sorgente  $C_s$  già riportati nella precedente Tabella 14, a confronto con i limiti di emissione, imposti dal DPCM 14/11/1997 per la classe acustica di appartenenza, per i due periodi di riferimento.

**Tabella 15**  *Livelli di emissione ai ricettori, considerando gli aerogeneratori in modalità operativa Mode 6, con velocità di vento al mozzo  $V_{HUB} \geq 8,8$  m/s*

ID	Postazione	C <sub>s</sub> [dB(A)]	Limite emissione	
			Diurno [dB(A)]	Notturno [dB(A)]
2	P1	36,7	50	40
4	P4	37,9	50	40
5	P3	46,0	50	40
6	P3	45,7	50	40
12	P3	44,2	50	40
14	P4	37,9	55	45
17	P3	45,3	50	40
19	P2	37,0	55	45
20	P2	37,5	55	45
25	P1	38,2	55	45
26	P1	37,4	55	45
28	P1	36,9	55	45
30	P3	43,6	50	40
42	P1	38,3	55	45
43	P1	37,7	55	45
45	P4	38,0	50	40
55	P4	45,4	50	40
61	P1	37,1	55	45

Dall'analisi della precedente Tabella 15 si evince che considerando tutti gli aerogeneratori in modalità Mode 6, il limite di emissione è sempre rispettato durante il periodo diurno, mentre nel periodo di riferimento notturno si riscontrano dei valori del livello di emissione stimato superiori al limite di emissione imposto dal DPCM 14/11/1997 per la classe acustica di appartenenza del ricettore. Tali potenziali superamenti sono evidenziati in rosso nella precedente Tabella 15 e occorrono unicamente per alcuni ricettori ricadenti in classe II, ovvero i ricettori 5, 6, 12, 17, 30 e 55. A fronte dei suddetti potenziali superamenti del limite di emissione, si rende necessario che la Proponente imposti durante il periodo notturno una modalità operativa a ridotta emissione

sonora per gli aerogeneratori. La configurazione delle modalità operative degli aerogeneratori nei due periodi di riferimento è individuata nel successivo paragrafo 2.6.4.

## 2.6.2 LIMITE ASSOLUTO DI IMMISSIONE

Per la verifica del limite di immissione si stimano i livelli di immissione al ricettore pari alla somma logaritmica dei livelli di emissione, di cui alla precedente Tabella 15, con il livello di rumore residuo. Il DM 01/06/22 lascia spazio all'interpretazione su quali livelli di rumore residuo, tra quelli calcolati sul periodo di riferimento e quelli calcolati per le classi di vento al ricettore, siano da utilizzare in fase previsionale nella determinazione del livello di immissione. Per semplicità di lettura si riportano nelle seguenti Tabella 16 e Tabella 17 i valori di livello di rumore residuo, rispettivamente per il periodo di riferimento diurno e notturno, calcolati e ottenuti dai risultati di misura presso le postazioni fonometriche, già descritti nel precedente paragrafo 2.4.3. L'associazione tra postazioni di misura e ricettori è riportata nella precedente Tabella 9.

**Tabella 16** *Livelli di rumore residuo calcolati – periodo di riferimento diurno*

Classe di vento	0,0 ÷ 1,0	1,0 ÷ 2,0	2,0 ÷ 3,0	3,0 ÷ 4,0	4,0 ÷ 5,0
P1	34,9	<b>42,8</b>	-	-	-
P2	35,1	40,2	<b>41,3</b>	-	-
P3	30,2	33,6	35,3	38,9	<b>43,6</b>
P4	39,3	42,4	<b>42,5</b>	-	-

**Tabella 17** *Livelli di rumore residuo calcolati – periodo di riferimento notturno*

Classe di vento	0,0 ÷ 1,0	1,0 ÷ 2,0	2,0 ÷ 3,0	3,0 ÷ 4,0	4,0 ÷ 5,0
P1	31,3	<b>44,5</b>	-	-	-
P2	31,8	<b>40,0</b>	-	-	-
P3	24,0	28,6	32,5	38,4	<b>39,9</b>
P4	34,8	<b>42,1</b>	-	-	-

Al fine di mantenere un approccio cautelativo, per calcolare il livello di immissione si considera per ogni ricettore i massimi valori, in grassetto, tra quelli riportati nelle precedenti Tabella 16 e Tabella 17 per la postazione di misura associata. Pertanto, si utilizzano per i ricettori associati alla postazione P1 i valori 42,8 dB(A) e 44,5 dB(A), per i ricettori associati alla postazione P2 i valori 41,3 dB(A) e 40,0 dB(A), per i ricettori associati alla postazione P3 i valori 43,6 dB(A) e 39,9 dB(A) e per i ricettori associati alla postazione P4 i valori 42,5 dB(A) e 42,1 dB(A), rispettivamente per il periodo di riferimento diurno e notturno.

### 2.6.2.1 Periodo diurno

Relativamente al periodo diurno, è opportuno sottolineare che, a fronte di un valore minimo del limite di immissione pari a 55 dB(A) imposto dal DPCM 14/11/1997 per la classe acustica II in cui ricadono alcuni dei ricettori individuati, si riscontra che:

- il valore massimo del livello di emissione per i ricettori associati alla postazione P1 è pari a 38,3 dB(A), da cui deriva un valore di livello di immissione pari a 44,1 dB(A), considerando il valore massimo di rumore residuo pari a 42,8 dB(A);
- il valore massimo del livello di emissione per i ricettori associati alla postazione P2 è pari a 37,5 dB(A), da cui deriva un valore di livello di immissione pari a 42,8 dB(A), considerando il valore massimo di rumore residuo pari a 41,3 dB(A);
- il valore massimo del livello di emissione per i ricettori associati alla postazione P3 è pari a 46,0 dB(A), da cui deriva un valore di livello di immissione pari a 48,0 dB(A), considerando il valore massimo di rumore residuo pari a 43,6 dB(A);
- il valore massimo del livello di emissione per i ricettori associati alla postazione P4 è pari a 45,4 dB(A), da cui deriva un valore di livello di immissione pari a 47,2 dB(A), considerando il valore massimo di rumore residuo pari a 42,5 dB(A).

Pertanto, anche nello scenario più cautelativo di velocità del vento al mozzo  $V_{HUB} \geq 8,8$  m/s per l'intero periodo di riferimento, il limite di immissione risulta sempre rispettato per tutti i ricettori anche considerando tutti gli aerogeneratori in modalità Mode 6.

### 2.6.2.2 Periodo notturno

Relativamente al periodo notturno, nella seguente Tabella 18 è riportato il calcolo del livello di immissione, posto a confronto con il valore limite imposto dal DPCM 14/11/97 per la classe acustica di appartenenza dei ricettori.

**Tabella 18** *Verifica del limite di immissione nel periodo notturno*

Ricettore	Livello residuo [dB(A)]	Livello emissione [dB(A)]	Livello immissione [dB(A)]	Limite immissione [dB(A)]
2	44,5	36,7	<b>45,2</b>	45
4	42,1	37,9	43,5	45
5	39,9	46,0	<b>47,0</b>	45
6	39,9	45,7	<b>46,7</b>	45
12	39,9	44,2	<b>45,6</b>	45
14	42,1	37,9	43,5	50
17	39,9	45,3	<b>46,4</b>	45

Ricettore	Livello residuo [dB(A)]	Livello emissione [dB(A)]	Livello immissione [dB(A)]	Limite immissione [dB(A)]
19	40,0	30,6	40,5	50
20	40,0	31,2	40,5	50
25	44,5	38,2	45,4	50
26	44,5	37,4	45,3	50
28	44,5	36,9	45,2	50
30	39,9	43,6	45,1	45
42	44,5	38,3	45,4	50
43	44,5	37,7	45,3	50
45	42,1	38,0	43,5	45
55	42,1	45,4	47,1	45
61	44,5	37,1	45,2	50

Dall'analisi della precedente Tabella 18 si evince che considerando tutti gli aerogeneratori in modalità mode 6, il limite di immissione imposto dal DPCM 14/11/1997 per la classe acustica di appartenenza è potenzialmente superato presso i ricettori 2, 5, 6, 12, 17, 30 e 55 durante il periodo di riferimento notturno, nello scenario più cautelativo di velocità del vento al mozzo  $V_{HUB} \geq 8,8$  m/s per l'intero periodo di riferimento. A fronte dei suddetti potenziali superamenti del limite di immissione, si rende necessario che la Proponente imponga durante il periodo notturno una modalità operativa a ridotta emissione sonora per gli aerogeneratori. La configurazione delle modalità operative degli aerogeneratori nei due periodi di riferimento è individuata nel successivo paragrafo 2.6.4.

### 2.6.3 LIMITE DIFFERENZIALE DI IMMISSIONE

Come specificato nel precedente paragrafo 1.7, ai sensi del DM 01/06/2022 la verifica del limite differenziale di immissione nel caso dei parchi eolici è da effettuarsi in facciata all'edificio ricettore e risulta non applicabile, in quanto ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile, se il livello di rumore ambientale risulta inferiore a 50 dB(A) durante il periodo diurno e 40 dB(A) durante il periodo notturno. Inoltre, in ragione del fatto che entrambe le procedure di monitoraggio acustico previste dal DM 01/06/2022 producono come risultati il Livello di immissione specifica dell'impianto eolico  $L_E$ , il Livello di rumore residuo riferito alla sorgente eolica  $L_R$  ed il Livello di rumore ambientale  $L_A$ , e che tali indicatori sono unicamente riferiti ai due periodi di riferimento e non al tempo di misura, il limite differenziale di immissione, pari alla differenza aritmetica tra i suddetti  $L_R$  e  $L_A$ , non è riferibile al tempo di misura.

Analogamente a quanto argomentato nel precedente paragrafo, il DM 01/06/22 lascia spazio all'interpretazione su quali livelli di rumore residuo, tra quelli calcolati sul periodo di riferimento e quelli calcolati per le classi di vento al ricettore, siano da utilizzare in fase previsionale nella determinazione del livello differenziale di immissione. Pertanto, al fine di mantenere un approccio cautelativo si effettua la verifica del rispetto del limite differenziale di immissione nei casi più gravosi per i ricettori.

### 2.6.3.1 Periodo diurno

Relativamente al periodo di riferimento diurno è opportuno notare che a fronte dei massimi valori del livello di rumore residuo, pari a 42,8 dB(A), 41,3 dB(A), 43,6 dB(A) e 42,5 dB(A) rispettivamente per i ricettori associati alle postazioni P1÷P4, e a fronte dei valori massimi dei contributi di sorgente  $C_s$ , di cui alla Tabella 14, pari a 38,3 dB(A), 37,5 dB(A), 46,0 dB(A) e 45,4 dB(A) rispettivamente per i ricettori associati alle postazioni P1÷P4, i valori massimi del livello di rumore ambientale risultano pari a 44,1 dB(A), 42,8 dB(A), 48,0 dB(A) e 47,2 dB(A) rispettivamente per i ricettori associati alle postazioni P1÷P4.

Pertanto, nel periodo di riferimento diurno il limite differenziale di immissione risulta sempre non applicabile per tutti i ricettori individuati, in quanto il livello di rumore ambientale risulta inferiore alla soglia di applicabilità, pari a 50 dB(A).

### 2.6.3.2 Periodo notturno

Relativamente al periodo di riferimento notturno è opportuno notare che a fronte dei massimi valori del livello di rumore residuo, pari a 44,5 dB(A), 40,0 dB(A), 39,9 dB(A) e 42,1 dB(A) rispettivamente per i ricettori associati alle postazioni P1, P2, P3 e P4, e a fronte dei valori massimi dei contributi di sorgente  $C_s$ , di cui alla Tabella 14, pari a 38,3 dB(A), 37,5 dB(A), 46,0 dB(A) e 45,4 dB(A) rispettivamente per i ricettori associati alle postazioni P1, P2, P3 e P4, i valori massimi del livello di rumore ambientale risultano pari a 45,4 dB(A), 41,9 dB(A), 45,6 dB(A) e 43,5 dB(A) rispettivamente per i ricettori associati alle postazioni P1, P2, P3 e P4.

Pertanto, nel periodo di riferimento notturno il limite differenziale di immissione non sempre risulta non applicabile, in quanto il livello di rumore ambientale può risultare superiore alla soglia di applicabilità, pari a 40 dB(A).

Pertanto, al variare del livello di rumore residuo per le differenti classi di vento potrebbero verificarsi dei potenziali superamenti. A fronte dei suddetti potenziali superamenti del limite differenziale di immissione, si rende necessario che la Proponente imposti durante il periodo notturno una modalità operativa a ridotta emissione sonora per gli aerogeneratori. La configurazione delle modalità operative degli aerogeneratori per entrambi i periodi di riferimento è individuata nel successivo paragrafo 2.6.4.

## 2.6.4 CONFIGURAZIONE DELLE MODALITÀ OPERATIVE

Come riportato nei precedenti paragrafi, durante il periodo di riferimento diurno, considerando tutti gli aerogeneratori in modalità operativa Mode 6, si verifica il pieno rispetto di tutti i limiti assoluti e la non applicabilità del limite di immissione differenziale.

A fronte dei potenziali superamenti dei limiti riscontrati nei precedenti paragrafi, limitatamente al periodo di riferimento notturno, si sottolinea che:

- nel modello sviluppato è stata cautelativamente impostata la condizione di sottovento per tutti i ricettori per l'intero periodo di riferimento e rispetto a tutti gli aerogeneratori. Pertanto, non verificandosi tale condizione, il contributo di sorgente  $C_s$  indotto presso i ricettori varia nell'arco del periodo di riferimento, comportando potenzialmente il rispetto dei limiti assoluti e la non applicabilità del limite differenziale di immissione;
- il calcolo del  $C_s$  presso i ricettori deriva dall'ipotesi cautelativa di velocità del vento al mozzo costante per l'intero periodo di riferimento. Pertanto, al non verificarsi di tale condizione, il contributo di sorgente  $C_s$  indotto presso i ricettori varierebbe nell'arco del periodo di riferimento, comportando potenzialmente il rispetto dei limiti assoluti e la non applicabilità del limite differenziale di immissione.

Considerando cautelativamente le ipotesi sopra descritte, in base a quanto argomentato nei precedenti paragrafi, è stata individuata la configurazione di modalità operative a ridotta emissione sonora degli aerogeneratori, da impostare limitatamente nel periodo notturno, che garantisce il pieno rispetto dei limiti.

Nella successiva Tabella 19 si riporta la configurazione del parco eolico con i livelli massimi di potenza sonora  $L_w$  necessari a garantire il pieno rispetto dei limiti in entrambi i periodi di riferimento.

**Tabella 19** Configurazione del parco eolico con  $L_w$  massimo per ogni aerogeneratore

WTG	Diurno $L_{w,A}$ [dB(A)]	Notturmo $L_{w,A}$ [dB(A)]
F01	104,5	101,0
F02	104,5	98,5
F03	104,5	100,5
F04	104,5	SPENTA
F05	104,5	99,0
F06	104,5	98,5

Nella successiva Tabella 20 si riportano, limitatamente al periodo di riferimento notturno, per ogni velocità di vento al mozzo, le modalità operative corrispondenti ai livelli di potenza sonora  $L_w$  massima riportati nella precedente Tabella 19.

**Tabella 20** *Modalità operative al variare della velocità del vento al mozzo – periodo di riferimento notturno*

WTG	L <sub>w,A</sub> [dB(A)]	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	>10 m/s
F01	101,0	Mode6	Mode6	Mode10	Mode10	Mode10	Mode10	Mode10	Mode10
F02	98,5	Mode6	Mode6	Mode15	Mode15	Mode15	Mode15	Mode15	Mode15
F03	100,5	Mode6	Mode6	Mode11	Mode11	Mode11	Mode11	Mode11	Mode11
F04	SPENTA	SPENTA	SPENTA	SPENTA	SPENTA	SPENTA	SPENTA	SPENTA	SPENTA
F05	99,0	Mode6	Mode6	Mode14	Mode14	Mode14	Mode14	Mode14	Mode14
F06	98,5	Mode6	Mode6	Mode15	Mode15	Mode15	Mode15	Mode15	Mode15

Nella seguente Tabella 21 si riportano i C<sub>s</sub> ottenuti per il periodo di riferimento notturno impostando nel modello acustico sviluppato la configurazione del parco eolico sopra descritta.

**Tabella 21** *Contributi di sorgente C<sub>s</sub> ai ricettori, calcolati mediante il modello acustico, considerando la configurazione ottimizzata del parco eolico – periodo di riferimento notturno*

ID	C <sub>s</sub> [dB(A)]
2	31,4
4	32,5
5	38,0
6	37,7
12	38,2
14	31,8
17	38,1
19	30,7
20	31,2
25	30,8
26	31,0
28	30,4
30	35,9
42	31,3
43	31,3
45	30,9
55	36,0

ID	C <sub>s</sub> [dB(A)]
61	30,4

Dall'analisi della precedente Tabella 21, si evince che considerando la configurazione ottimizzata del parco eolico descritta nella precedente Tabella 20 si osserva quanto segue, limitatamente al periodo di riferimento notturno.

#### 2.6.4.1 Limite di emissione

Tutti i C<sub>s</sub> riportati nella precedente Tabella 21 sono non superiori a 38,2 dB(A) ed è pertanto raggiunto il pieno rispetto del limite di emissione, in ragione nel minimo valore limite pari a 40 dB(A) per i ricettori ricadenti in Classe II.

#### 2.6.4.2 Limite assoluto di immissione

Nella seguente Tabella 22 è riportato il calcolo del livello di immissione, effettuato con lo stesso approccio descritto nel precedente paragrafo 2.6.2, posto a confronto con il valore limite imposto dal DPCM 14/11/97 per la classe acustica di appartenenza dei ricettori.

**Tabella 22** *Verifica del limite di immissione nel periodo notturno*

Ricettore	Livello residuo [dB(A)]	Livello emissione [dB(A)]	Livello immissione [dB(A)]	Limite immissione [dB(A)]
2	44,5	31,3	44,7	45
4	42,1	32,4	42,5	45
5	39,9	38,0	42,1	45
6	39,9	37,6	41,9	45
12	39,9	38,2	42,1	45
14	42,1	31,8	42,5	50
17	39,9	38,1	42,1	45
19	40,0	30,6	40,5	50
20	40,0	31,2	40,5	50
25	44,5	30,8	44,7	50
26	44,5	31,0	44,7	50

Ricettore	Livello residuo [dB(A)]	Livello emissione [dB(A)]	Livello immissione [dB(A)]	Limite immissione [dB(A)]
28	44,5	30,4	44,7	50
30	39,9	35,8	41,3	45
42	44,5	31,3	44,7	50
43	44,5	31,3	44,7	50
45	42,1	30,9	42,4	45
55	42,1	36,0	43,1	45
61	44,5	30,3	44,7	50

Dall'analisi della precedente Tabella 22 si evince che considerando la configurazione ottimizzata del parco eolico descritta nella precedente Tabella 20, il massimo valore di immissione calcolato risulta inferiore al limite di immissione imposto dal DPCM 14/11/1997 per la classe acustica di appartenenza presso tutti i ricettori durante il periodo di riferimento notturno.

### 2.6.4.3 Limite differenziale di immissione

Nelle seguenti Tabella 23, Tabella 24, Tabella 25, Tabella 26 e Tabella 27 si riporta il calcolo del livello di rumore ambientale, con la valutazione dell'applicabilità del limite differenziale in base al confronto con il valore soglia di 40 dB(A), ed il calcolo del livello differenziale di immissione per ciascuna classe di vento al ricettore, posto a confronto con il valore limite, pari a 3 dB.

**Tabella 23** *Verifica del limite differenziale di immissione nel periodo notturno – classe di vento al ricettore 0,0 ÷ 1,0*

Ricettore	Livello residuo [dB(A)]	Livello emissione [dB(A)]	Livello ambientale [dB(A)]	Applicabilità [dB(A)]	Livello differenziale [dB(A)]	Limite differenziale [dB(A)]
2	31,3	31,3	34,3	no	-	3
4	34,8	32,4	36,8	no	-	3
5	24,0	38,0	38,2	no	-	3
6	24,0	37,6	37,8	no	-	3
12	24,0	38,2	38,4	no	-	3
14	34,8	31,8	36,6	no	-	3
17	24,0	38,1	38,3	no	-	3

Ricettore	Livello residuo [dB(A)]	Livello emissione [dB(A)]	Livello ambientale [dB(A)]	Applicabilità [dB(A)]	Livello differenziale [dB(A)]	Limite differenziale [dB(A)]
19	31,8	30,6	34,3	no	-	3
20	31,8	31,2	34,5	no	-	3
25	31,3	30,8	34,1	no	-	3
26	31,3	31,0	34,2	no	-	3
28	31,3	30,4	33,9	no	-	3
30	24,0	35,8	36,1	no	-	3
42	31,3	31,3	34,3	no	-	3
43	31,3	31,3	34,3	no	-	3
45	34,8	30,9	36,3	no	-	3
55	34,8	36,0	38,5	no	-	3
61	31,3	30,3	33,8	no	-	3

**Tabella 24** *Verifica del limite differenziale di immissione nel periodo notturno – classe di vento al ricettore 1,0 ÷2,0*

Ricettore	Livello residuo [dB(A)]	Livello emissione [dB(A)]	Livello ambientale [dB(A)]	Applicabilità [dB(A)]	Livello differenziale [dB(A)]	Limite differenziale [dB(A)]
2	44,5	31,3	44,7	sì	0,2	3
4	42,1	32,4	42,5	sì	0,4	3
5	28,6	38,0	38,5	no	-	3
6	28,6	37,6	38,1	no	-	3
12	28,6	38,2	38,7	no	-	3
14	42,1	31,8	42,5	sì	0,4	3
17	28,6	38,1	38,6	no	-	3
19	40,0	30,6	40,5	sì	0,5	3
20	40,0	31,2	40,5	sì	0,5	3
25	44,5	30,8	44,7	sì	0,2	3
26	44,5	31,0	44,7	sì	0,2	3

Ricettore	Livello residuo [dB(A)]	Livello emissione [dB(A)]	Livello ambientale [dB(A)]	Applicabilità [dB(A)]	Livello differenziale [dB(A)]	Limite differenziale [dB(A)]
28	44,5	30,4	44,7	sì	0,2	3
30	28,6	35,8	36,6	no	-	3
42	44,5	31,3	44,7	sì	0,2	3
43	44,5	31,3	44,7	sì	0,2	3
45	42,1	30,9	42,4	sì	0,3	3
55	42,1	36,0	43,1	sì	1,0	3
61	44,5	30,3	44,7	sì	0,2	3

**Tabella 25** Verifica del limite differenziale di immissione nel periodo notturno – classe di vento al ricettore 2,0 ÷ 3,0

Ricettore	Livello residuo [dB(A)]	Livello emissione [dB(A)]	Livello ambientale [dB(A)]	Applicabilità [dB(A)]	Livello differenziale [dB(A)]	Limite differenziale [dB(A)]
5	32,5	38,0	39,1	no	-	3
6	32,5	37,6	38,8	no	-	3
12	32,5	38,2	39,2	no	-	3
17	32,5	38,1	39,2	no	-	3
30	32,5	35,8	37,5	no	-	3

**Tabella 26** Verifica del limite differenziale di immissione nel periodo notturno – classe di vento al ricettore 3,0 ÷ 4,0

Ricettore	Livello residuo [dB(A)]	Livello emissione [dB(A)]	Livello ambientale [dB(A)]	Applicabilità [dB(A)]	Livello differenziale [dB(A)]	Limite differenziale [dB(A)]
5	38,4	38,0	41,2	sì	2,8	3
6	38,4	37,6	41,0	sì	2,6	3
12	38,4	38,2	41,3	sì	2,9	3
17	38,4	38,1	41,3	sì	2,9	3
30	38,4	35,8	40,3	sì	1,9	3

**Tabella 27** Verifica del limite differenziale di immissione nel periodo notturno – classe di vento al ricettore 4,0 ÷ 5,0

Ricettore	Livello residuo [dB(A)]	Livello emissione [dB(A)]	Livello ambientale [dB(A)]	Applicabilità [dB(A)]	Livello differenziale [dB(A)]	Limite differenziale [dB(A)]
5	39,9	38,0	42,1	sì	2,2	3
6	39,9	37,6	41,9	sì	2,0	3
12	39,9	38,2	42,1	sì	2,2	3
17	39,9	38,1	42,1	sì	2,2	3
30	39,9	35,8	41,3	sì	1,4	3

Dall'analisi delle precedenti Tabella 23, Tabella 24, Tabella 25, Tabella 26 e Tabella 27 si evince che impostando le modalità operative riportate nella precedente Tabella 19, il parco eolico in progetto rispetterà il limite differenziale di immissione anche nel periodo di riferimento notturno, in tutti i casi in cui risulta applicabile.

## 2.7

### INCERTEZZE ASSOCIATE

La verifica dei limiti effettuata nei precedenti paragrafi si è basata su:

- i risultati di rilievi fonometrici, effettuati per la determinazione dei livelli di rumore residuo;
- i risultati di un modello acustico sviluppato per stimare i livelli sonori indotti in prossimità dei ricettori individuati dalle emissioni sonore degli aerogeneratori in progetto. Tra i parametri in ingresso al modello acustico figura anche il livello di potenza sonora dell'aerogeneratore, dichiarato dal produttore al variare della velocità del vento al mozzo e determinato in base alla IEC 61400-11.

Entrambi i valori sopra elencati sono affetti da un'incertezza associata.

### 2.7.1

#### STIMA DELLE INCERTEZZE ASSOCIATE

Ai sensi della UNI-TS 11326-2, nel caso di confronto con un valore limite superiore considerando anche il contributo dell'incertezza associata, è necessario applicare un livello di confidenza al 95% utilizzando il valore di  $K = 1,645$  calcolato su una distribuzione monolaterale.

Inoltre, secondo le indicazioni del paragrafo 5.4 della norma UNI-TS 11326-2, la verifica del rispetto del limite in fase previsionale applica il caso di Tipo A, in cui si adotta la regola di decisione che combina accettazione stretta e rifiuto allargato, mentre in sede di accertamento del mancato rispetto del limite è da applicarsi il caso di Tipo B, in cui si adotta la regola di decisione che combina accettazione allargata e rifiuto stretto.

È opportuno sottolineare che il valore dell'incertezza associata calcolato in sede di valutazione previsionale basata su calcoli e stime è maggiore del valore dell'incertezza associata ai livelli misurati e ai risultati ottenuti da calcoli effettuati su essi. A maggior ragione, il valore dell'incertezza associata calcolato in sede di valutazione previsionale è maggiore dell'errore di

misura di cui è affetto un livello misurato o un risultato ottenuto mediante calcoli effettuati su esso. Peraltro, tale errore di misura induce una distribuzione di probabilità simmetrica rispetto al valore misurato, che implica che nel 50% dei casi il valore vero sia inferiore al valore misurato durante una singola campagna di misura.

Per tali motivi nei casi di presumibile non conformità previsti dalla norma UNI-TS 11326-2 corrisponde unicamente un potenziale superamento del valore limite. Per accertare l'effettivo superamento del limite è necessario effettuare un monitoraggio acustico e verificare che il valore misurato a cui è stata sottratta la relativa incertezza associata con un livello di confidenza del 95%, risulti superiore al valore limite.

### 2.7.1.1 Incertezza associata al livello di rumore residuo

Dalla UNI-TR 11326-1 si ricava come stima dell'incertezza composta associata ai risultati di misura del livello sonoro circa  $u_m = 0,5 \text{ dB(A)}$ . Inoltre, è opportuno considerare un ulteriore contributo di incertezza, derivante dalla determinazione del contributo del campo riflesso sulla facciata dell'edificio ricettore sul livello sonoro a 1 m dalla stessa e al parziale effetto di schermatura che l'edificio stesso offre rispetto al caso di rumore residuo omnidirezionale, ovvero generato da sorgenti diffuse attorno al punto di misura senza alcuna direzione prevalente. Per stimare tale contributo di incertezza, senza venire meno ad alcun principio di generalità, si può considerare che il livello di rumore residuo sia determinato in maniera equiprobabile tra il caso estremo di un'unica sorgente ubicata in posizione frontale rispetto alla facciata ed il caso di perfetta omnidirezionalità, per la quale il 50% dell'energia sonora risulta schermata dall'edificio ricettore stesso. A tale ipotesi corrisponde una distribuzione uniforme del livello di rumore residuo centrata sul livello misurato e avente estremi  $[0 ; 3] \text{ dB(A)}$ , da cui deriva un contributo di incertezza  $u_r = \sqrt{3}/2 \text{ dB(A)}$ , che sommato in quadratura al precedente contributo  $u_m = 0,5 \text{ dB(A)}$ , restituisce un valore di incertezza complessiva associata al livello di rumore residuo pari a:

$$u_{LR} = \sqrt{u_m^2 + u_r^2} = 1,0 \text{ dB(A)}$$

### 2.7.1.2 Incertezza associata al livello calcolato dal modello

L'incertezza associata ai risultati del modello dipende dall'accuratezza del modello di propagazione e dalle incertezze associate ai parametri in ingresso al modello (orografia, altezza ostacoli, condizioni di propagazione, etc.). In particolare, ai sensi della UNI-TR 11326-1, l'incertezza associata ai risultati del modello è composta dai seguenti contributi:

- incertezza dei dati di ingresso;
- incertezza del modello di calcolo;
- incertezza del software utilizzato che implementa il modello di calcolo prescelto;
- incertezza sul modello costruito dall'operatore.

Tra le incertezze associate ai dati di ingresso, la maggiore risulta il livello di potenza sonora associato alle sorgenti. Relativamente agli aerogeneratori, la normativa IEC 61400-11 prevede un'incertezza associata alla stima della potenza sonora degli aerogeneratori pari a  $u_c = 0,9 \text{ dB(A)}$ .

L'incertezza del modello Nord 2000, adottato per il presente studio, è stimata pari 1 dB(A) per distanze ricevitore-sorgente non superiori a 400 m e pari a 2 dB(A) per distanze ricevitore-sorgente tra i 600 m ed i 1000 m<sup>4</sup>.

Relativamente ai contributi di incertezza del software utilizzato che implementa il modello di calcolo prescelto e di incertezza sul modello costruito, si considera cautelativamente un valore pari a 1 dB(A) ciascuno.

I contributi di incertezza sopra citati sono indipendenti e pertanto si sommano in quadratura al fine di stimare l'incertezza complessiva associata ai risultati del modello  $u_{MOD}$ , secondo la seguente formula:

$$u_{MOD} = \sqrt{u_{Input}^2 + u_{Nord2000}^2 + u_{SW}^2 + u_{ModCost}^2} = 2,6 \text{ dB(A)}$$

### 2.7.2

#### LIMITE DI EMISSIONE

Per la verifica del rispetto del limite di emissione si considera la sola incertezza associata ai risultati del modello, estesa al livello di confidenza del 95%,  $U_{MOD} = K \times u_{MOD} = 4,3 \text{ dB(A)}$ , dove  $K = 1,645$  e  $u_{MOD} = 2,6 \text{ dB(A)}$ .

Osservando le precedenti Tabella 15 e Tabella 21, in cui si riportano i massimi contributi di sorgente  $C_s$ , calcolati rispettivamente nel periodo di riferimento diurno con tutti gli aerogeneratori in modalità operativa Mode 6 e nel periodo di riferimento notturno nella configurazione di modalità operative a ridotta emissione sonora di cui alla Tabella 19, si deducono alcuni casi di presumibile non conformità presso 6 ricettori ed unicamente nel periodo di riferimento notturno.

A fronte dell'eventualità che a tali presumibili non conformità corrisponda un effettivo superamento del limite di emissione, accertabile unicamente mediante monitoraggio acustico post - operam effettuato ai sensi del DM 01/06/2022, la Proponente potrà attuare le necessarie e sufficienti mitigazioni mediante l'impostazione di opportuna configurazione delle modalità operative a ridotta emissione sonora degli aerogeneratori.

### 2.7.3

#### LIMITE DI IMMISSIONE

In ragione del fatto che il livello di immissione è calcolato mediante la somma logaritmica di due quantità indipendenti tra loro, ovvero il livello di rumore residuo misurato e il livello di emissione calcolato con il modello acustico sviluppato, la stima dell'incertezza associata deriva dalla propagazione delle incertezze associate  $u_{LR} = 1,0 \text{ dB(A)}$  e  $u_{MOD} = 2,6 \text{ dB(A)}$  applicata alla formula della somma logaritmica. Pertanto, il valore dell'incertezza composta  $U_{IMM}$ , estesa al livello di confidenza del 95% utilizzando il fattore di copertura  $k = 1,645$ , risulta determinato anche dai livelli sonori e non costante per tutti i ricettori.

<sup>4</sup> Report "Nord2000. Validation of the Propagation Model", DELTA - Danish Electronics, Light & Acoustics, Report AV 1117/06 del 31 Marzo 2006

Considerando le incertezze associate ai massimi livelli di immissione così calcolate, si deduce un solo caso di presumibile non conformità, in particolare per il ricettore 2 e limitatamente al periodo notturno. Per altri ricettori si riscontra un livello di immissione potenzialmente superiore al valore limite imposto dal DPCM 14/11/97 per la classe acustica di appartenenza, ma maggiore per meno di 0.5 dB rispetto al valore di rumore residuo misurato. A fronte di ciò si deduce che il potenziale superamento del limite assoluto di immissione non sarebbe imputabile al parco eolico in progetto. Per completezza, nella seguente Tabella 28, si riportano i valori delle incertezze associate ai massimi livelli di immissione per il periodo di riferimento notturno.

**Tabella 28**

***Incetnze associate ai massimi livelli di immissione  $\Delta L_{IMM}$  calcolate per il parco eolico in progetto presso i ricettori nel periodo di riferimento notturno e riportati nella precedente Tabella 22.***

Ricettore	$\Delta L_{IMM}$ [dB(A)]
2	1,6
4	1,5
5	2,0
6	1,9
12	2,0
14	1,5
17	2,0
19	1,5
20	1,5
25	1,6
26	1,6
28	1,6
30	1,7
42	1,6
43	1,6
45	1,6
55	1,6
61	1,6

Alla presumibile non conformità riscontrata nel periodo notturno presso il ricettore 2, derivante dall'applicazione dell'incertezza associata al livello di immissione così calcolata, potrebbe

corrispondere un effettivo superamento del limite assoluto di immissione, determinabile unicamente mediante monitoraggio post-operam effettuato ai sensi del DM 01/06/2022 presso i ricettori individuati. In tal caso la Proponente potrà attuare le necessarie e sufficienti mitigazioni mediante l'impostazione di opportuna configurazione delle modalità operative a ridotta emissione sonora degli aerogeneratori per il raggiungimento del rispetto del limite differenziale o della sua non applicabilità.

#### 2.7.4

#### LIMITE DIFFERENZIALE DI IMMISSIONE

Il livello differenziale  $L_D$  è pari alla sottrazione aritmetica del livello di rumore residuo  $L_R$  dal livello di rumore ambientale  $L_A$ ; poiché, ai fini del presente studio, il livello di ambientale è stimato pari alla somma logaritmica del  $C_S$  con il livello di rumore residuo stesso, le due quantità ( $L_A$  ed  $L_R$ ) non sono indipendenti tra loro e l'incertezza associata al livello differenziale  $u_{LD}$  deriva dalla propagazione delle incertezze  $u_{MOD} = 2,6$  dB(A) e  $u_{LR} = 1,0$  dB(A) sulla formula di calcolo del livello differenziale:

$$L_D = L_A - L_R = 10 \log_{10} (10^{C_S/10} + 10^{L_R/10}) - L_R$$

Pertanto, il valore dell'incertezza associata al livello differenziale  $U_{LD}$  risulta determinato anche dai valori dei livelli di rumore residuo e del contributo di sorgente  $C_S$  e non costante per tutti i ricettori.

Alla presumibile non conformità, derivante dall'applicazione dell'incertezza associata così calcolata, potrebbe corrispondere un effettivo superamento del limite differenziale di immissione limitatamente ai casi in cui il livello di rumore ambientale, determinabile unicamente mediante monitoraggio post-operam effettuato ai sensi del DM 01/06/2022 presso i ricettori individuati, risulti superiore ai valori soglia di applicabilità individuati dal DPCM 14/11/1997. In tali casi la Proponente potrà attuare le necessarie e sufficienti mitigazioni mediante l'impostazione di opportuna configurazione delle modalità operative a ridotta emissione sonora degli aerogeneratori per il raggiungimento del rispetto del limite differenziale o della sua non applicabilità.

### 3 FASE DI CANTIERE

I 6 aerogeneratori in progetto saranno installati in piazzole di nuova realizzazione, sarà inoltre realizzata una nuova Sottostazione Utente che consentirà la connessione dell'impianto su una nuova sottostazione elettrica (SE) 380/36 kV della RTN da inserire in entra-esce alla direttrice "Calenzano – S- Benedetto del Querceto – Colunga".

Le principali emissioni di rumore durante la fase di cantiere saranno legate al funzionamento degli automezzi per il trasporto di personale, materiale ed apparecchiature, ed al funzionamento dei mezzi meccanici ordinari (ruspe, escavatori, autocarri, ecc.) normalmente operanti per gli scavi e per la movimentazione del terreno.

Le attività di cantiere si svolgeranno unicamente durante il periodo di riferimento diurno per una durata non superiore a 10 ore giornaliere.

I mezzi meccanici e di movimento terra, una volta portati sul cantiere resteranno in loco per tutta la durata delle attività e, pertanto, non altereranno il normale traffico delle strade di viabilità ordinaria e limitrofe alle aree di progetto.

Dal punto di vista delle emissioni acustiche, la fase di realizzazione dell'intervento (di seguito anche fase di cantiere) può essere suddivisa in 3 macro-fasi, realizzate con un approccio in serie sia inter-fase che intra-fase tra le varie aree di cantiere:

1. **Realizzazione piazzole** – la realizzazione di una piazzola consiste nella spianatura del terreno, scavo e trivellazioni per le fondazioni, creazione delle fondazioni in calcestruzzo armato e della massicciata. Durante questa macro-fase è previsto l'utilizzo di:
  - n.1 ruspa (pala gommata);
  - n.1 escavatore cingolato;
  - n.1 escavatore cingolato con martellone;
  - n.1 autocarro per il carico e trasporto del materiale di risulta delle operazioni di demolizione e per il trasporto e scarico di ferro, pietrisco etc;
  - n.1 autobetoniera per il trasporto e scarico del calcestruzzo;
  - n.1 auto-gru per lo scarico e la movimentazione dei materiali;
  - n.1 trivella per la realizzazione dei plinti di fondazione;
  - strumenti da lavoro manuale di vario tipo alimentati elettricamente (per es. trapano, avvitatore, smerigliatrice, martellino pneumatico etc) ed utilizzati per periodi sufficientemente brevi da rendere trascurabile il relativo contributo alle emissioni acustiche di cantiere
  - n.1 furgone per il trasporto del personale di cantiere.
  
2. **Installazione dei nuovi aerogeneratori** – l'installazione di un nuovo aerogeneratore consiste nel trasporto in piazzola di parti dell'aerogeneratore già realizzate dal produttore, al relativo posizionamento e assemblaggio in loco. Durante questa macro-fase è previsto l'utilizzo di:
  - n.1 autocarro per il trasporto e lo scarico delle parti degli aerogeneratori;
  - n.2 auto-gru per il calo a terra dagli autocarri delle parti degli aerogeneratori e per il relativo posizionamento in bolla ed in quota;

- strumenti da lavoro manuale di vario tipo alimentati elettricamente (per es. trapano, avvitatore, smerigliatrice, martellino pneumatico etc) ed utilizzati per periodi sufficientemente brevi da rendere trascurabile il relativo contributo alle emissioni acustiche di cantiere
  - n.1 furgone per il trasporto del personale di cantiere.
3. **Realizzazione Piazzola per la Sottostazione Elettrica Utente** – la realizzazione della Sottostazione Elettrica Utente consiste nella spianatura del terreno, scavo per le fondazioni, creazione delle fondazioni in calcestruzzo armato e della massicciata. Durante questa macro-fase è previsto l'utilizzo di:
- n.1 ruspa (pala gommata);
  - n.1 escavatore cingolato;
  - n.1 escavatore cingolato con martellone;
  - n.1 autocarro per il carico e trasporto del materiale di risulta delle operazioni di demolizione e per il trasporto e scarico di ferro, pietrisco etc;
  - n.1 autobetoniera per il trasporto e scarico del calcestruzzo;
  - strumenti da lavoro manuale di vario tipo alimentati elettricamente (per es. trapano, avvitatore, smerigliatrice, martellino pneumatico etc) ed utilizzati per periodi sufficientemente brevi da rendere trascurabile il relativo contributo alle emissioni acustiche di cantiere
  - n.1 furgone per il trasporto del personale di cantiere.

Alle attività di cantiere previste in corrispondenza delle varie piazzole, si aggiungono anche le attività lavorative di collegamento dell'impianto eolico alla RTN tramite la realizzazione del nuovo cavidotto MT interrato della lunghezza di circa 20 km che lo collega alla sottostazione elettrica utente (SSU) 30/132 kV di nuova realizzazione, a sua volta collegata tramite un cavidotto AT di 120 m per il collegamento in antenna a 132 kV su un nuovo stallo AT da inserire nella stazione elettrica (SE) denominata "Pietramala".

Relativamente alle attività di cantiere previste per la realizzazione del cavidotto interrato di collegamento dell'impianto eolico alla RTN, dal punto di vista delle emissioni sonore, tali attività sono paragonabili a quelle derivanti dalle lavorazioni di cantieri di medio/piccola entità, dalle attività per la realizzazione dei sottoservizi come acquedotti, tubazioni gas metano, ecc., o ai macchinari agricoli normalmente operativi nell'area e determineranno emissioni sonore tali da non alterare il clima acustico presente in prossimità dei ricettori e quindi impatti non significativi, temporanei e reversibili sulla componente rumore. Data la non significatività delle interferenze previste durante la realizzazione del cavidotto, lo studio del relativo impatto acustico non verrà di seguito trattato in dettaglio.

### 3.1

#### MODELLO DI SORGENTE

Ciascuna delle macro-fasi descritte nel paragrafo precedente e relative agli interventi della fase di cantiere da realizzarsi presso le piazzole, costituiscono diversi scenari operativi, con differenti macchine e quindi differenti potenze sonore complessive.

La macro-fase caratterizzata dalle maggiori emissioni acustiche è la macro-fase 1, relativa alla realizzazione delle piazzole dove posizionare i nuovi aerogeneratori. La macro-fase 3, relativa alla realizzazione della Sottostazione Utente, viene trattata separatamente in quanto localizzata in un'area diversa da quella dove insistono gli aerogeneratori in progetto.

In Tabella 29 si riporta una stima delle potenze sonore delle singole macchine utilizzate nelle due fasi di cantiere di cui sopra.

Relativamente agli autocarri e autobetoniere, si considera unicamente la fase di stazionamento-scarico-carico effettuata all'interno dell'area di cantiere, assumendo trascurabile il contributo di sorgente indotto in prossimità dei ricettori durante il transito in ragione del ridotto numero di transiti giornalieri. I livelli di potenza sonora delle singole macchine sono stati stimati a partire da banche dati pubbliche (quali quella realizzata da CPT-Torino e co-finanziata da INAIL-Regione Piemonte, quella realizzata in seno al Progetto "Abbassiamo il rumore nei cantieri edili" sviluppato con una collaborazione tra il Centro per la Formazione e Sicurezza in Edilizia della provincia di Avellino, l'INAIL-Regione Campania e l'ASL di Avellino e quella all'interno del "Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites – Part 1: Noise" pubblicato nel 2014 dalla British Standard BS 5228-1:2009+A1:2014), oltre che da dati reperibili in letteratura e sulle schede dei produttori.

**Tabella 29** *Potenze acustiche macchinari*

Macchina	L <sub>W,A</sub> dB(A)
Escavatore	107,2
Autocarro	103,3
Autobetoniera	111,9
Ruspa	103,8
Escavatore con martello	108,1
Trivella	113,7
Auto-gru	107,5

In ragione della distanza tra le piazzole ed i ricettori individuati al paragrafo 2.3 si possono modellizzare le emissioni sonore del cantiere con quelle di una sorgente puntiforme equivalente posizionata al centro della piazzola.

Per la realizzazione della Sottostazione Elettrica Utente vale quanto detto sopra relativamente al ricettore R<sub>SSEU</sub> individuato nel successivo paragrafo 3.2, in questo caso si utilizza una sorgente areale equivalente in corrispondenza dell'area di cantiere.

Inoltre, considerata la complessità dello scenario, principalmente in termini di orografia del territorio, al fine di poter stimare accuratamente i livelli sonori indotti nello spazio dalla fase di cantiere è stato utilizzato il modello acustico sviluppato utilizzando il software SoundPlan, di cui al paragrafo 2.1, inserendo una sorgente avente potenza acustica pari alla somma delle potenze acustiche delle macchine ed effettuando il calcolo in frequenza in banda di ottava. I valori di potenza sonora utilizzati sono riportati nelle seguenti Tabella 30 e Tabella 31.

**Tabella 30** *Spettri e potenze acustiche macchinari per macro-fase 1*

Macchina	Spettro [dB]								L <sub>W,A</sub> dB(A)
	63 [Hz]	125 [Hz]	250 [Hz]	500 [Hz]	1k [Hz]	2k [Hz]	4k [Hz]	8k [Hz]	
Escavatore	104,5	108,7	104,4	102,5	101,8	100,1	98,1	91,1	107,2
Autocarro	107,6	98,9	94,0	96,0	98,1	97,0	95,5	92,8	103,3
Autobetoniera	97,4	98,5	93,7	102,4	107,2	107,1	101,6	99,6	111,9
Ruspa	115,0	108,1	105,1	99,5	97,4	95,7	91,9	87,8	103,8
Escavatore con martello	104,8	111,1	106,7	105,3	103,2	99,4	95,7	92,2	108,1
Trivella	106,0	110,0	107,0	104,0	105,0	110,0	105,0	100,0	113,7
Auto-gru	83,2	87,8	97,7	102,0	103,8	101,8	94,1	87,0	107,5
<b>Totale</b>	<b>116,8</b>	<b>115,8</b>	<b>112,2</b>	<b>110,9</b>	<b>111,9</b>	<b>112,9</b>	<b>108,1</b>	<b>104,0</b>	<b>117,8</b>

**Tabella 31** *Spettri e potenze acustiche macchinari per macro-fase 3*

Macchina	Spettro [dB]								L <sub>W,A</sub> dB(A)
	63 [Hz]	125 [Hz]	250 [Hz]	500 [Hz]	1k [Hz]	2k [Hz]	4k [Hz]	8k [Hz]	
Escavatore	104,5	108,7	104,4	102,5	101,8	100,1	98,1	91,1	107,2
Autocarro	107,6	98,9	94,0	96,0	98,1	97,0	95,5	92,8	103,3
Autobetoniera	97,4	98,5	93,7	102,4	107,2	107,1	101,6	99,6	111,9
Ruspa	115,0	108,1	105,1	99,5	97,4	95,7	91,9	87,8	103,8
Escavatore con martello	104,8	111,1	106,7	105,3	103,2	99,4	95,7	92,2	108,1
<b>Totale</b>	<b>116,4</b>	<b>114,5</b>	<b>110,5</b>	<b>109,1</b>	<b>110,0</b>	<b>109,0</b>	<b>104,7</b>	<b>101,6</b>	<b>115,0</b>

La sorgente è stata posizionata a 1,5 m di altezza dal terreno, in quanto altezza rappresentativa della posizione dei motori delle macchine elencate in precedenza

I parametri e le impostazioni di calcolo del modello acustico sono le stesse utilizzate per la fase di esercizio, riportate in Tabella 5.

### 3.2 INDIVIDUAZIONE DEI RICETTORI

Per ciascuna piazzola è stato individuato il ricettore più esposto. In Tabella 32 si riportano le sorgenti utilizzate, i relativi ricettori associati e la distanza. In Figura 18 e Figura 19 si riportano le posizioni delle sorgenti e dei ricettori associati.

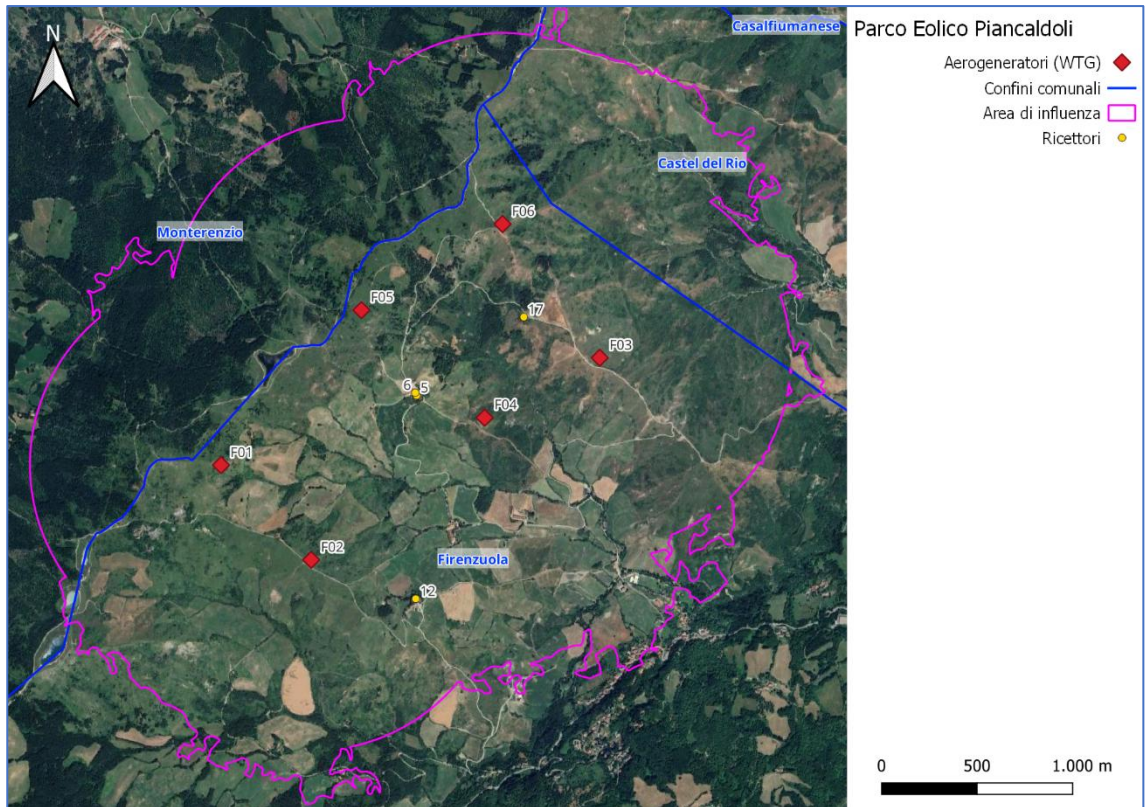
**Tabella 32** *Sorgenti, ricettori associati e distanza reciproca*

Piazzola	ID ricettore	Distanza [m]
F01	6	1085
F02	12	584
F03	17	451
F04	5	374
F05	6	516
F06	17	500
SSEU	R <sub>SSU</sub>	44

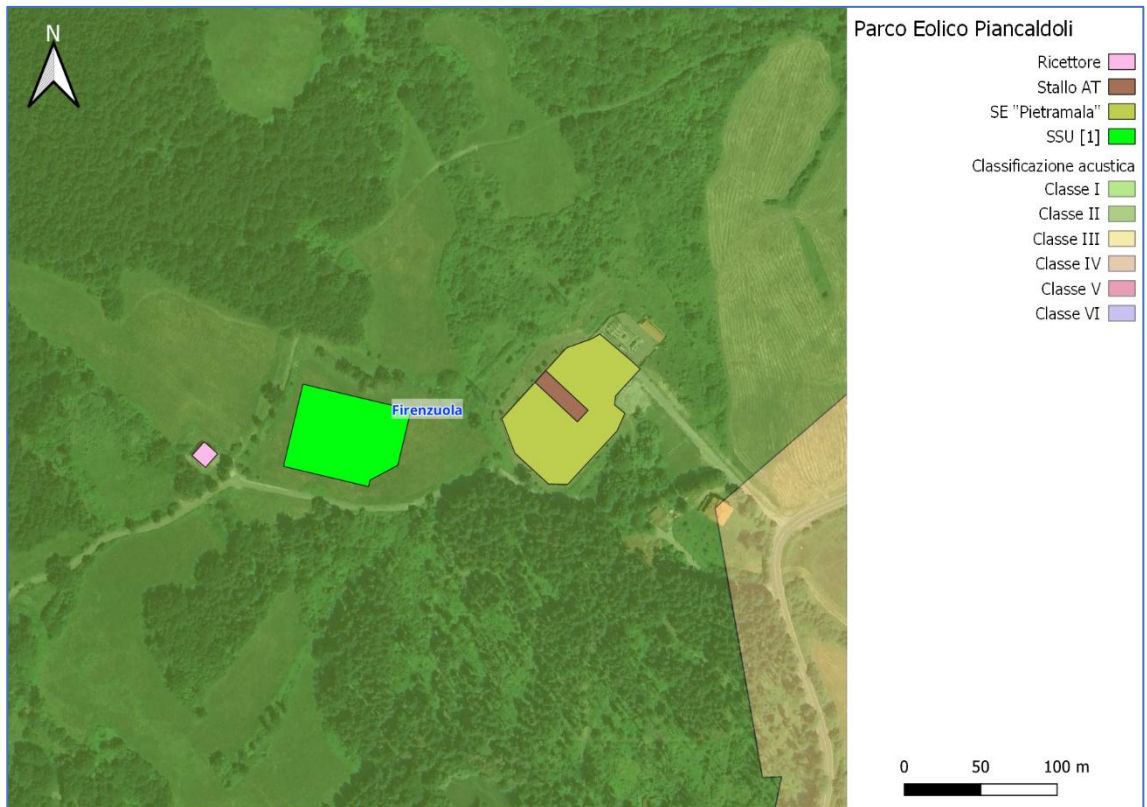
I ricettori 5, 6, 12 e 17 sono stati già descritti nella precedente Tabella 8. Il ricettore R<sub>SSEU</sub> è descritto nella seguente Tabella 33.

**Tabella 33** *Descrizione del ricettore R<sub>SSEU</sub>*

ID	Coordinate UTM WGS 84 [m]	Comune	Classe Acustica	Quota [m.s.l.m]	Distanza da Cabina Utente [m]
R <sub>SSU</sub>	686099,25 E 4893520,89 N	Firenzuola	II	960	44



**Figura 18** Ricettori individuati per la fase di cantiere delle piazzole degli aerogeneratori



**Figura 19** Ricettore individuato per la fase di cantiere della piazzola della Sottostazione Elettrica

### 3.3 RISULTATI DEL MODELLO ACUSTICO

A favore di sicurezza i calcoli sono stati condotti considerando le lavorazioni attive in contemporanea in tutte le aree. Per ogni ricettore individuato nella precedente Tabella 32 si riportano nella seguente Tabella 34 i contributi di sorgente  $C_s$  indotti dalle attività di cantiere. Per i ricettori 6 e 17, che risultano entrambi i ricettori più vicini a due diverse piazzole, è stato considerato il caso di  $C_s$  maggiore.

**Tabella 34** *Contributi di sorgente delle attività di cantiere*

ID ricettore	Piazzola	Classe	$C_s$ [dB(A)]
5	F04	II	56,6
6	F05	II	51,5
12	F02	II	51,2
17	F03	II	54,7
R <sub>SSU</sub>	SSU	II	68,1

### 3.4 VERIFICA DEI LIMITI – REALIZZAZIONE PIAZZOLE AEROGENERATORI

Nei successivi paragrafi vengono riportate le verifiche del rispetto dei limiti di emissione, immissione e differenziale di immissione, limitatamente al solo periodo diurno in quanto la fase di cantiere non prevede lavorazioni nel periodo notturno.

#### 3.4.1 LIMITE DI EMISSIONE

Per la verifica del limite di emissione, si utilizzano i contributi di sorgente  $C_s$  indotti dalla fase di cantiere, i cui macchinari con relative potenze sonore sono riportati in precedenza. In particolare, nella seguente Tabella 35 si riportano  $C_s$  indotti dalla fase di cantiere, i livelli di emissione, calcolati considerando il tempo di attività di cantiere per 10 ore su 16 del periodo di riferimento diurno, presso i ricettori individuati e il confronto con i valori limite.

**Tabella 35** *Verifica del rispetto del limite di emissione*

ID ricettore	Classe	$C_s$ [dB(A)]	Livello di emissione [dB(A)]	Limite Emissione [dB(A)]
5	II	56,6	54,6	50
6	II	51,5	49,5	50
12	II	51,2	49,2	50

ID ricettore	Classe	C <sub>s</sub> [dB(A)]	Livello di emissione [dB(A)]	Limite Emissione [dB(A)]
17	II	54,7	52,7	50

Dall'analisi della Tabella 35 si evince che i livelli di emissione indotti ai ricettori durante la fase di cantiere per la realizzazione dell'impianto eolico in progetto, stimati mediante il modello acustico sviluppato considerando lo scenario più gravoso, ovvero con tutti i macchinari operativi contemporaneamente, risultano potenzialmente superiori ai limiti di emissione imposti dal DPCM 14/11/1997 per la classe acustica di appartenenza, per il periodo di riferimento diurno, limitatamente ai ricettori 5 e 17.

### 3.4.2 LIMITE ASSOLUTO DI IMMISSIONE

Per valutare il rispetto dei limiti assoluti di immissione presso i ricettori individuati nello scenario più gravoso, è necessario calcolare il livello di immissione mediante la somma logaritmica del massimo livello di emissione riportato nella precedente Tabella 35 con il massimo livello di rumore residuo, ottenuto per il periodo di riferimento diurno analizzando i dati acquisiti nella postazione P3, associata ai ricettori in esame, ai sensi del DM 16/03/98.

I livelli di immissione così calcolati sono riportati e posti a confronto con il limite di immissione per il periodo diurno nella seguente Tabella 36.

**Tabella 36** *Verifica del rispetto del limite di immissione*

ID ricettore	Classe	Livello di emissione [dB(A)]	Residuo Diurno [dB(A)]	Livello di Immissione Diurno [dB(A)]	Limite Immissione Diurno [dB(A)]
5	II	54,6	42,5	54,9	55
6	II	49,5	42,5	50,3	55
12	II	49,2	42,5	50,0	55
17	II	52,7	42,5	53,1	55

Dall'esame dei dati indicati nella precedente Tabella 36, si evince che i livelli di immissione indotti ai ricettori durante la fase di cantiere per la realizzazione dell'impianto eolico in progetto, stimati mediante il modello acustico sviluppato considerando lo scenario più gravoso, ovvero con tutti i macchinari operativi contemporaneamente, risultano sempre inferiori ai limiti assoluti di immissione imposti dal DPCM 14/11/1997 per la Classe acustica di appartenenza per il periodo diurno.

### 3.4.3 LIMITE DIFFERENZIALE DI IMMISSIONE

Per le sorgenti di rumore fisse il limite differenziale di immissione deve essere valutato all'interno degli ambienti abitativi. I livelli di rumore residuo ed i contributi di sorgente  $C_s$  indotti dalla fase di cantiere, calcolati mediante il modello acustico sviluppato, sono stimati all'esterno degli edifici, ad una distanza dalla facciata pari a 1 m, e quindi sono sempre maggiori rispetto ai livelli sonori che si potrebbero registrare internamente agli ambienti nella condizione di finestre aperte (la normativa prevede di valutare il limite differenziale sia nella condizione di finestre aperte che chiuse: la condizione di finestre aperte rappresenta quella più critica).

Pertanto, ai fini della stima del valore differenziale sono stati calcolati i livelli di rumore ambientale interni ai ricettori abitativi a partire dai livelli di rumore ambientale esterni, considerando un abbattimento tra l'esterno e l'interno di un edificio, nell'ipotesi di finestra aperta, pari a 6 dB(A)<sup>5</sup>. Il livello differenziale di immissione è pari alla sottrazione aritmetica del livello residuo, calcolati sul TR diurno, dal livello di rumore ambientale calcolato come la somma logaritmica tra il contributo di sorgente  $C_s$  e il livello di rumore residuo stesso. Inoltre, il limite differenziale di immissione è applicabile durante il periodo di riferimento diurno solo se il livello di rumore ambientale interno agli ambienti abitativi risulta superiore a 50 dB(A). Nella seguente Tabella 37 si riportano i risultati per il limite di immissione differenziale.

**Tabella 37** *Verifica del rispetto del limite di immissione differenziale*

ID ricettore	$C_s$ [dB(A)]	Residuo Diurno [dB(A)]	Livello Ambientale Esterno [dB(A)]	Livello Ambientale Interno [dB(A)]	Applicabilità
5	56,6	42,5	56,8	50,8	Applicabile
6	51,5	42,5	52,0	46,0	Non applicabile
12	51,2	42,5	51,7	45,7	Non applicabile
17	54,7	42,5	55,0	49,0	Non applicabile

Dall'analisi della Tabella 37 si evince che il limite di immissione differenziale risulta non applicabile per i ricettori individuati ad eccezione del ricettore 5 per il quale si evince il potenziale superamento del limite.

A fronte di tali potenziali criticità l'appaltatore dovrà far fronte mediante specifici interventi di mitigazione, che si baseranno su modifiche all'organizzazione del cantiere, sull'utilizzo di barriere acustiche mobili e sull'eventuale modifica del programma lavori al fine di minimizzare la contemporaneità di attività lavorative caratterizzate dalle maggiori emissioni sonore. Infine, si sottolinea che le attività di cantiere saranno temporanee e presenti esclusivamente nel periodo diurno, che pertanto i relativi effetti si esauriranno con la cessazione delle stesse e che

<sup>5</sup>UNI/TS 11143-7 "Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgente"

per prima dell'avvio di particolari fasi di lavoro caratterizzate dalle maggiori emissioni sonore, ma limitate nel tempo, l'appaltatore potrà richiedere, ai sensi dell'art. 6 comma 1 lettera h della Legge n.447/95, la deroga per le attività rumorose temporanee, nei tempi e nei modi previsti dal Comune di Firenzuola.

### 3.5 VERIFICA DEI LIMITI – REALIZZAZIONE SOTTOSTAZIONE ELETTRICA

Dall'analisi della precedente Tabella 34 si evince che il contributo di sorgente indotto dall'attività di cantiere per la realizzazione della Sottostazione Utente è pari a 68,1 dB(A). Il ricettore associato ricade all'interno del territorio comunale di Firenzuola (FI) in classe acustica II – Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale e pertanto i livelli assoluti e differenziali calcolati verranno posti a confronto con i limiti imposti dal D.P.C.M. 14/11/1997.

#### 3.5.1 LIMITE DI EMISSIONE

Per valutare il rispetto del limite di emissione presso il ricettore individuato, è necessario calcolare il livello di emissione pari al contributo di sorgente  $C_s$  indotto dalla fase di cantiere, i cui macchinari con relative potenze sonore sono riportati in precedenza, considerando il tempo di attività di cantiere per 10 ore su 16 del periodo di riferimento diurno.

Il livello di emissione così calcolato è riportato e posto a confronto con il limite della classe acustica II pari a 50 dB(A) per il periodo di riferimento diurno nella seguente Tabella 38.

**Tabella 38** *Verifica del rispetto del limite di emissione*

ID ricettore	Classe	$C_s$ [dB(A)]	Livello di emissione [dB(A)]	Limite di emissione [dB(A)]
RSSU	II	68,	66,1	50

Dall'esame dei dati indicati nella precedente Tabella 38, si evince che il livello di emissione indotto al ricettore durante la fase di cantiere per la realizzazione della Sottostazione Utente in progetto, stimato mediante il modello acustico sviluppato considerando lo scenario più gravoso, ovvero con tutti i macchinari operativi contemporaneamente, risulta superiore al limite di imposto dal D.P.C.M. 14/11/1997 per il periodo diurno.

#### 3.5.2 LIMITE DI IMMISSIONE

Per valutare il rispetto del limite di immissione presso il ricettore individuato, è necessario calcolare il livello di immissione pari alla somma logaritmica tra il livello di emissione riportato nella precedente Tabella 38 ed il livello di rumore residuo che, vista la tipologia dell'area in cui ricade il ricettore indagato, può essere stimato cautelativamente di circa 50 dB(A).

Il livello di immissione così calcolato è riportato e posto a confronto con il limite della classe acustica II pari a 55 dB(A) per il periodo di riferimento diurno nella seguente Tabella 39.

**Tabella 39** *Verifica del rispetto del limite di immissione*

ID ricettore	Classe	Livello di emissione [dB(A)]	Livello di residuo [dB(A)]	Livello di immissione [dB(A)]	Limite di immissione [dB(A)]
R <sub>SSU</sub>	II	66,1	50,0	66,2	55

Dall'esame dei dati indicati nella precedente Tabella 39, si evince che il livello di immissione indotto al ricettore durante la fase di cantiere per la realizzazione della Sottostazione Utente in progetto, stimato mediante il modello acustico sviluppato considerando lo scenario più gravoso, ovvero con tutti i macchinari operativi contemporaneamente, risulta superiore al limite di imposto dal D.P.C.M. 14/11/1997 per il periodo diurno.

### 3.5.3 LIMITE DIFFERENZIALE DI IMMISSIONE

Analogamente a quanto argomentato nel paragrafo 3.4.3, ai fini della stima del valore differenziale è stato calcolato il livello di rumore ambientale interno al ricettore abitativo a partire dal livello di rumore ambientale esterno, considerando un abbattimento tra l'esterno e l'interno di un edificio, nell'ipotesi di finestra aperta, pari a 6 dB(A)<sup>6</sup>.

Il livello differenziale di immissione è pari alla sottrazione aritmetica del livello residuo, riportato in tabella, dal livello di rumore ambientale calcolato come la somma logaritmica tra il contributo di sorgente C<sub>s</sub> e il livello di rumore residuo stesso. Inoltre, il limite differenziale di immissione è applicabile durante il periodo di riferimento diurno solo se il livello di rumore ambientale interno agli ambienti abitativi risulta superiore a 50 dB(A). Nella seguente Tabella 40 si riportano i risultati per il limite di immissione differenziale.

**Tabella 40** *Verifica del rispetto del limite di immissione differenziale*

ID ricettore	C <sub>s</sub> [dB(A)]	Residuo Diurno [dB(A)]	Livello Ambientale Esterno [dB(A)]	Livello Ambientale Interno [dB(A)]	Applicabilità	Livello di immissione differenziale [dB(A)]
R <sub>SSU</sub>	68,1	50,0	68,1	62,1	Applicabile	> limite

Dall'analisi della Tabella 40 si riscontra il superamento del limite di immissione differenziale per il ricettore considerato.

<sup>6</sup>UNI/TS 11143-7 "Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgente"

A fronte di tali potenziali criticità l'appaltatore dovrà far fronte mediante specifici interventi di mitigazione, che si baseranno su modifiche all'organizzazione del cantiere, sull'utilizzo di barriere acustiche mobili e sull'eventuale modifica del programma lavori al fine di minimizzare la contemporaneità di attività lavorative caratterizzate dalle maggiori emissioni sonore.

### 3.6

#### ELENCO DEGLI ACCORGIMENTI TECNICI E PROCEDURALI PER RIDURRE LA RUMOROSITÀ

L'appaltatore dei lavori di realizzazione dell'impianto in progetto potrà ridurre l'impatto acustico delle lavorazioni nelle aree limitrofe mettendo in atto tutti i possibili accorgimenti tecnico organizzativi e/o gli interventi volti a ridurre le emissioni sonore dovute alle attività di cantiere.

In termini generali gli interventi di mitigazione acustica si possono suddividere in:

- interventi "attivi", finalizzati a ridurre alla fonte le emissioni di rumore;
- interventi "passivi", finalizzati a intervenire sulla propagazione del rumore nell'ambiente esterno.

Tra gli interventi attivi di mitigazione acustica si annoverano:

- la selezione di macchine ed attrezzature omologate in conformità alle direttive della Comunità Europea e ai successivi recepimenti nazionali, con particolare attenzione alle alternative presenti sul mercato in base al livello di potenza sonora dichiarato dal produttore;
- l'organizzazione delle aree di lavoro al fine di agevolare l'impiego di macchine movimento terra ed operatrici gommate invece che cingolate;
- l'installazione, in particolare sulle macchine di elevata potenza, di opportuni silenziatori sugli scarichi;
- la manutenzione generale dei mezzi e dei macchinari mediante lubrificazione delle parti, serraggio delle giunzioni, sostituzione dei pezzi usurati, bilanciatura delle parti rotanti, controllo delle guarnizioni delle parti metalliche, ecc;
- l'orientamento degli impianti che hanno un'emissione direzionale in posizione di minimo impatto ai ricettori esterni al cantiere;

Oltre a questi, rientra tra gli interventi attivi anche l'organizzazione delle attività lavorative, mediante:

- l'imposizione di direttive agli operatori tali da evitare comportamenti inutilmente rumorosi (per es. far cadere da altezze eccessive i materiali o di trascinarli quando possono essere sollevati ecc.);
- l'utilizzo di walkie talkie o analoga strumentazione per la comunicazione interna al cantiere tra gli operatori a distanza;
- il divieto di uso scorretto degli avvisatori acustici, sostituendoli quando possibile con avvisatori luminosi;
- il divieto di mantenere il motore acceso di mezzi non operativi o in attesa di carico, scarico etc;

Gli interventi passivi di mitigazione acustica consistono in tutti quegli ostacoli alla propagazione del rumore che si interpongono tra la sorgente ed i ricettori. Tra questi si annoverano:

- il posizionamento di eventuali cumuli di materiali in stoccaggio temporaneo tra le sorgenti di rumore, tra cui il macchinario addetto alla movimentazione del materiale stesso, e l'area esterna, in modo da sfruttarne l'effetto schermante rispetto ai ricettori;

- l'utilizzo di barriere acustiche mobili da posizionarsi di volta in volta attorno alle aree interessate da attività lavorative concentrate nello spazio e che prevedono emissioni sonore significative, alla minima distanza dalla sorgente rumorosa che permette la relativa operatività in sicurezza;
- la definizione del programma lavori al fine di minimizzare la contemporaneità di attività lavorative caratterizzate dalle maggiori emissioni sonore, pur garantendo il conseguimento degli obiettivi tecnici ed operativi.

I dettagli operativi di tutti gli interventi sopra elencati, sia attivi che passivi, sono da definirsi in sede di programmazione delle attività di cantiere dall'appaltatore, di concerto con la direzione lavori e con la Proponente, e saranno opportunamente verificati ed aggiornati durante la realizzazione delle attività del cantiere.

Infine, si sottolinea che le attività di cantiere saranno temporanee e presenti esclusivamente nel periodo diurno, che pertanto i relativi effetti si esauriranno con la cessazione delle stesse e che per prima dell'avvio di particolari fasi di lavoro caratterizzate dalle maggiori emissioni sonore, ma limitate nel tempo, l'appaltatore potrà richiedere, ai sensi dell'art. 6 comma 1 lettera h della Legge n.447/95, la deroga per le attività rumorose temporanee, nei tempi e nei modi previsti dal Comune di Firenzuola (FI).

## 4 CONCLUSIONI

Il presente elaborato costituisce la valutazione previsionale di impatto acustico, relativa sia alla fase di esercizio che alla fase di cantiere, del parco eolico denominato "Piancaldoli", che la società Lyra Rinnovabili S.r.l. intende realizzare su un'area ricadente all'interno del territorio del Comune di Firenzuola, in provincia di Firenze.

Il progetto prevede l'installazione di n.6 aerogeneratori di nuova generazione, aventi potenza nominale pari a 5,0 MW ciascuno, per una potenza nominale complessiva del parco eolico in progetto pari a 30 MW e una producibilità attesa di circa 70 GWh/anno. Alle attività di cantiere previste per l'installazione degli aerogeneratori nelle relative piazzole, si aggiungono anche le attività lavorative che saranno effettuate per la realizzazione delle piazzole stesse, per la realizzazione del nuovo cavidotto interrato, il cui tracciato si sviluppa nel territorio comunale di Monterenzio (BO), Castel del Rio (BO) e Firenzuola (FI), per il collegamento dell'impianto eolico alla RTN tramite una nuova Cabina Utente in progetto nel Comune di Monterenzio (BO).

Durante la fase di esercizio, i potenziali impatti sulla componente rumore si riferiscono unicamente alle emissioni sonore generate dagli aerogeneratori.

Utilizzando:

- i risultati della campagna di rilievi fonometrici, condotta tra il 29/08/2025 e il 05/09/2025, che hanno consentito di caratterizzare il clima acustico attuale ai ricettori individuati;
- i dati messi a disposizione dalla proponente circa le caratteristiche degli aerogeneratori in progetto, in particolare ubicazione, altezza degli aerogeneratori, modello di riferimento e relativi livelli di potenza sonora per le differenti modalità operative;
- il modello previsionale sviluppato su SoundPLAN 9.1 che ha consentito di stimare i livelli sonori indotti dagli aerogeneratori nello spazio esterno ed in prossimità dei ricettori individuati;

è stato verificato il rispetto di tutti i limiti normativi vigenti in acustica ambientale per la fase di esercizio del parco eolico "Piancaldoli". In particolare, si riscontra il rispetto di tutti i limiti previsti dalla vigente normativa in materia di acustica ambientale, grazie anche all'utilizzo delle modalità operative a ridotta emissione sonora limitatamente al periodo di riferimento notturno.

Relativamente alla fase di cantiere, i potenziali impatti sulla componente rumore si riferiscono essenzialmente alle emissioni sonore generate dalle macchine operatrici che saranno utilizzate durante le varie fasi lavorative. Dall'analisi presentate si presume il potenziale superamento dei limiti assoluti e differenziali sia per il ricettore maggiormente esposto al cantiere per la realizzazione della nuova Sottostazione Utente che per alcuni dei ricettori individuati nei pressi delle aree di cantiere per la realizzazione delle piazzole.

Pertanto, a fronte di tali criticità l'appaltatore dovrà far fronte mediante opportuni interventi di mitigazione, che si baseranno su modifiche all'organizzazione del cantiere, sull'utilizzo di barriere acustiche mobili e sull'eventuale modifica del programma lavori al fine di minimizzare la contemporaneità di attività lavorative caratterizzate dalle maggiori emissioni sonore. Al fine di valutare le effettive emissioni sonore prodotte dalle varie fasi di cantiere e i reali effetti sui ricettori individuati, si segnala la necessità di eseguire un monitoraggio acustico in corso d'opera

in prossimità dei ricettori impattati dalle attività più critiche. Inoltre, sottolineando che le attività di cantiere saranno temporanee e presenti esclusivamente nel periodo diurno e che pertanto i relativi effetti si esauriranno con la cessazione delle stesse, prima dell'avvio di particolari fasi di lavoro caratterizzate dalle maggiori emissioni sonore l'appaltatore potrà richiedere, ai sensi dell'art. 6 comma 1 lettera h della Legge n.447/95, la deroga per le attività rumorose temporanee, nei tempi e nei modi previsti dal Comune di Firenzuola.

La presente valutazione di impatto acustico è stata eseguita dal Dott. Luca Teti iscritto all'albo dei tecnici competenti in materia di acustica ambientale ai sensi dell'articolo 2, commi 6 e 7 della Legge n. 447/95, Determinazione della Provincia di Pisa n. 1958 del 29/04/2008 e numero di iscrizione nell'elenco Nazionale 8159, pubblicazione in elenco dal 10/12/2018, e dal Dott. Luca Nencini iscritto all'albo dei tecnici competenti in materia di acustica ambientale ai sensi dell'articolo 2, commi 6 e 7 della Legge n. 447/95, Determinazione della Provincia di Grosseto n. 2381 del 11/09/2002 e numero di iscrizione nell'elenco Nazionale 7980, pubblicazione in elenco dal 10/12/2018.

**ALLEGATO 1 – ATTESTATI TECNICI COMPETENTI IN ACUSTICA  
AMBIENTALE**

*Iscrizione all'Albo dei Tecnici Competenti in Acustica Ambientale del Dott. Luca Teti*

 **ENTECA** Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica  
Home  
Tecnici Competenti in Acustica  
Corsi  
Login  
[/ Tecnici Competenti in Acustica / Vista](#)

<b>Numero Iscrizione Elenco Nazionale</b>	8159
<b>Regione</b>	TOSCANA
<b>Numero Iscrizione Elenco Regionale</b>	653
<b>Cognome</b>	TETI
<b>Nome</b>	LUCA
<b>Titolo studio</b>	DOTTORE DI RICERCA IN FISICA APPLICATA
<b>Estremi provvedimento</b>	Determina Dirigenziale Provincia di Pisa, n. 1958 del 29/04/2008
<b>Luogo nascita</b>	PISA
<b>Data nascita</b>	04/06/1980
<b>Codice fiscale</b>	TTELCU80H04G702V




*Iscrizione all'Albo dei Tecnici Competenti in Acustica Ambientale del Dott. Luca Nencini*

 **ENTECA** Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica  
Home  
Tecnici Competenti in Acustica  
Corsi  
Login  
[/ Tecnici Competenti in Acustica / Vista](#)



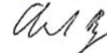
<b>Numero Iscrizione Elenco Nazionale</b>	7980
<b>Regione</b>	TOSCANA
<b>Numero Iscrizione Elenco Regionale</b>	374
<b>Cognome</b>	NENCINI
<b>Nome</b>	LUCA
<b>Titolo studio</b>	LAUREA IN FISICA
<b>Estremi provvedimento</b>	Ord. Num. 2381 del 11/09/2003 Provincia di Grosseto
<b>Luogo nascita</b>	MASSA MARITTIMA
<b>Data nascita</b>	02/03/1977
<b>Codice fiscale</b>	NNC LCU 77C02 F032 S

## ALLEGATO 2 – CERTIFICATI DI TARATURA DELLA STRUMENTAZIONE




### Certificato di taratura fonometro integratore 01dB Fusion matricola 12837

	<p>Centro di Taratura LAT 164          Calibration Centre          Laboratorio Accreditato di Taratura          Accredited Calibration Laboratory</p>		
<p>Laboratorio di Sanità Pubblica          Area Vasta Toscana Sud Est          U.O. Igiene Industriale          Laboratorio Agenti Fisici          Strada del Buffolo - 51100 Siena          Tel: 0577 536097 - Fax: 0577 536794</p>	<p>LAT 164          Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC          Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements</p>	<p>Pagina 1 di 10          Page 1 of 10</p>	
<p>CERTIFICATO DI TARATURA LAT164 FB1754_24          Certificate of Calibration</p>			
<p>- data di emissione  <small>date of issue</small></p>	<p><b>13/02/2024</b></p>	<p>Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N. 164 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.</p>	
<p>- cliente  <small>customer</small></p>	<p><b>Blue Wave Srl          Via del Fonditore, 344          55022 Follonica (GR)</b></p>		
<p>- destinatario  <small>receiver</small></p>	<p><b>C.S.</b></p>		
<p>- Si riferisce a  <small>referring to</small></p>	<p>This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 164, 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, metrological competence of the Centre and the traceability of calibration 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.</p>		
<p>- oggetto  <small>item</small></p>			<p><b>Fonometro</b></p>
<p>- costruttore  <small>manufacturer</small></p>			<p><b>01 dB</b></p>
<p>- modello  <small>model</small></p>	<p><b>Fusion</b></p>	<p>- matricola  <small>serial number</small></p>	<p><b>12837</b></p>
<p>- data di ricevimento oggetto  <small>date of receipt of item</small></p>	<p><b>12/02/2024</b></p>	<p>- data delle misure  <small>date of measurement</small></p>	<p><b>13/02/2024</b></p>
<p>- registro di laboratorio  <small>laboratory reference</small></p>	<p><b>1609</b></p>		
<p>I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.          The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.</p>			
<p>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 <math>k</math> corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore <math>k</math> vale 2.          The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to 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 <math>k</math> corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor <math>k</math> is 2.</p>			
			<p>Direzione tecnica          (Approving officer)  </p>




**Certificato di taratura fonometro integratore 01dB Fusion matricola 12843**

	<p>Centro di Taratura LAT 164  <i>Calibration Centre</i>          Laboratorio Accreditato di Taratura  <i>Accredited Calibration Laboratory</i></p>	
<p>Laboratorio di Sanità Pubblica          Area Vasta Toscana Sud Est          U.O. Igiene Industriale          Laboratorio Agenti Fisici          Strada del Ruffolo - 53100 Siena          Tel 0577 536097 - Fax 0577 536754</p>	<p>LAT 164          Membro degli Accordi di Mutuo          Riconoscimento          EA, IAF e ILAC          Signatory of EA, IAF and ILAC          Mutual Recognition, Agreements</p>	<p>Pagina 1 di 10          Page 1 of 10</p>
<p>CERTIFICATO DI TARATURA LAT164 FB1755_24  <i>Certificate of Calibration</i></p>		
<p>- data di emissione  <i>date of issue</i></p>	<p><b>13/02/2024</b></p>	<p>Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N. 164 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.</p>
<p>- cliente  <i>customer</i></p>	<p><b>Blue Wave Srl          Via del Fonditore, 344          55022 Follonica (GR)</b></p>	
<p>- destinatario  <i>receiver</i></p>	<p><b>c.s</b></p>	
<p>- <u>Si riferisce a</u>  <i>referring to</i></p>	<p><b>Fonometro</b></p>	
<p>- oggetto  <i>item</i></p>	<p><b>01 dB</b></p>	<p><i>This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 164, 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, 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></p>
<p>- costruttore  <i>manufacturer</i></p>	<p><b>Fusion</b></p>	
<p>- modello  <i>model</i></p>	<p><b>12843</b></p>	
<p>- matricola  <i>serial number</i></p>	<p><b>12/02/2024</b></p>	
<p>- data di ricevimento oggetto  <i>date of receipt of item</i></p>	<p><b>13/02/2024</b></p>	
<p>- data delle misure  <i>date of measurement</i></p>	<p><b>1609</b></p>	
<p>- registro di laboratorio  <i>laboratory reference</i></p>		
<p>I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.  <i>The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.</i></p>		
<p>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 <i>k</i> corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore <i>k</i> vale 2.  <i>The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to 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 <i>k</i> corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor <i>k</i> is 2.</i></p>		
<p>Direzione tecnica  <i>(Approving Officer)</i></p>		
		



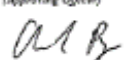
**Certificato di taratura fonometro integratore 01dB Fusion matricola 12867**

	<p>Centro di Taratura LAT 164  <i>Calibration Centre</i>          Laboratorio Accreditato di Taratura  <i>Accredited Calibration Laboratory</i></p>	
<p>Laboratorio di Sanita' Pubblica          Area Vasta Toscana Sud Est          U.O. Igiene Industriale          Laboratorio Agenti Fisici          Strada del Ruffolo - 53100 Siena          Tel 0577 536097 - Fax 0577 536754</p>	<p>LAT 164          Membro degli Accordi di Mutuo          Riconoscimento          EA, IAF e ILAC          Signatory of EA, IAF and ILAC          Mutual Recognition, Agreements</p>	<p>Pagina 1 di 10          Page 1 of 10</p>
<p>CERTIFICATO DI TARATURA LAT164 FB1756_24  <i>Certificate of Calibration</i></p>		
<p>- data di emissione  <i>date of issue</i></p>	<p><b>13/02/2024</b></p>	<p>Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N. 164 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.</p>
<p>- cliente  <i>customer</i></p>	<p><b>Blue Wave Srl          Via del Fonditore, 344          55022 Follonica (GR)</b></p>	
<p>- destinatario  <i>receiver</i></p>	<p><b>c.s</b></p>	
<p><u>Si riferisce a</u>  <i>referring to</i></p>	<p><b>Fonometro</b></p>	
<p>- oggetto  <i>item</i></p>	<p><b>01 dB</b></p>	<p><i>This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 164, 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, 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></p>
<p>- costruttore  <i>manufacturer</i></p>	<p><b>Fusion</b></p>	
<p>- modello  <i>model</i></p>	<p><b>12867</b></p>	
<p>- matricola  <i>serial number</i></p>	<p><b>12/02/2024</b></p>	
<p>- data di ricevimento oggetto  <i>date of receipt of item</i></p>	<p><b>13/02/2024</b></p>	
<p>- data delle misure  <i>date of measurement</i></p>	<p><b>1609</b></p>	
<p>- registro di laboratorio  <i>laboratory reference</i></p>		
<p>I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.  <i>The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.</i></p>		
<p>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 <math>k</math> corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore <math>k</math> vale 2.  <i>The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to 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 <math>k</math> corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor <math>k</math> is 2.</i></p>		
<p>Direzione tecnica  <i>(Approving Officer)</i></p>		
		



**Certificato di taratura fonometro integratore 01dB Solo Blu matricola 61813**

	<b>Centro di Taratura LAT 164</b> <i>Calibration Centre</i> Laboratorio Accreditato di Taratura <i>Accredited Calibration Laboratory</i>	
Laboratorio di Sanita' Pubblica Area Vasta Toscana Sud Est U.O. Igiene Industriale Laboratorio Agenti Fisici E3 Strada del Ruffino - 53100 Siena Tel 0577 536097 - Fax 0577 536754	LAT 164 Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition, Agreements	LAT 164 Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition, Agreements
		Pagina 1 di 10 Page 1 of 10
<b>CERTIFICATO DI TARATURA LAT164 FA1758_24</b> <i>Certificate of Calibration</i>		
- data di emissione <i>date of issue</i>	<b>13/02/2024</b>	<p>Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N. 164 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.</p>
- cliente <i>customer</i>	<b>Blue Wave Srl</b> <b>Via del Fonditore, 344</b> <b>55022 Follonica (GR)</b>	
destinatario <i>receiver</i>	<b>C.S</b>	
<u>Si riferisce a</u> <i>referring to</i>		
- oggetto <i>item</i>	<b>Fonometro</b>	
- costruttore <i>manufacturer</i>	<b>01 dB</b>	
- modello <i>model</i>	<b>Solo Blu</b>	
- matricola <i>serial number</i>	<b>61813</b>	
- data di ricevimento oggetto <i>date of receipt of item</i>	<b>12/02/2024</b>	
- data delle misure <i>date of measurements</i>	<b>13/02/2024</b>	
- registro di laboratorio <i>laboratory reference</i>	<b>1609</b>	
<p>I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.</p> <p><i>The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.</i></p> <p>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 <math>k</math> corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore <math>k</math> vale 2.</p> <p><i>The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to 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 <math>k</math> corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor <math>k</math> is 2.</i></p>		
<p>Direzione tecnica <i>(Approving Officer)</i></p> 		

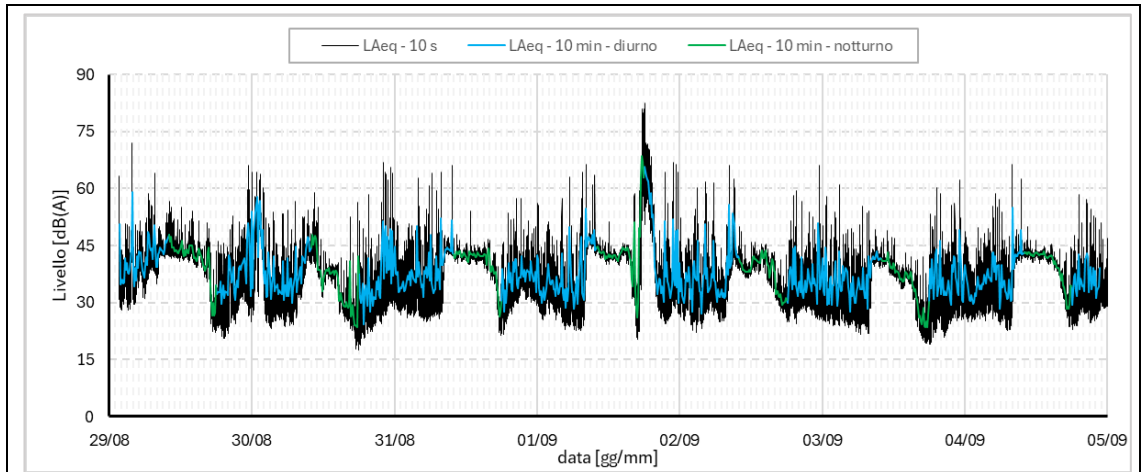
**Certificato di taratura del calibratore di livello sonoro CAL 21 (01dB) matricola 00930817**

		<b>Centro di Taratura LAT 164</b> <i>Calibration Centre</i> <b>Laboratorio Accreditato di Taratura</b> <i>Accredited Calibration Laboratory</i>			
<b>Laboratorio di Sanita' Pubblica</b> <b>Area Vasta Toscana Sud Est</b> <b>U.O. Igiene Industriale</b> <b>Laboratorio Agenti Fisici</b> 55 Strada del Ruffalo - 53100 Siena ☎ Tel 0577 538897 - Fax 0577 538354				LAT 164 Membro degli Accordi di Mutua Riconoscimento EA, IAF e ILAC Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements	
				Pagina 1 di 4 Page 1 of 4	
<b>CERTIFICATO DI TARATURA LAT164 C1341_24</b> <i>Certificate of Calibration</i>					
- data di emissione <i>date of issue</i>		<b>13/02/2024</b>		Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N. 164 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.	
- cliente <i>customer</i>		<b>Blue Wave Srl</b> <b>Via del Fonditore, 344</b> <b>55022 Follonica (GR)</b>			
- destinatario <i>receiver</i>		<b>C.S.</b>			
- Si riferisce a <i>referring to</i>		<b>Calibratore</b>			
- oggetto <i>item</i>		<b>01 dB</b>		This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 164, 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, 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.	
- costruttore <i>manufacturer</i>		<b>CAL 21</b>			
- modello <i>model</i>		<b>00930817 (2003)</b>			
- matricola <i>serial number</i>		<b>12/02/2024</b>			
- data di ricevimento oggetto <i>date of receipt of item</i>		<b>13/02/2024</b>			
- data delle misure <i>date of measurement</i>		<b>1609</b>			
- registro di laboratorio <i>laboratory reference</i>					
<p>I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.</p> <p><i>The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.</i></p> <p>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 <math>k</math> corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore <math>k</math> vale 2.</p> <p><i>The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to 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 <math>k</math> corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor <math>k</math> is 2.</i></p>					
Direzione tecnica (Approving Officer) 					

### ALLEGATO 3 – RAPPORTI DI PROVA

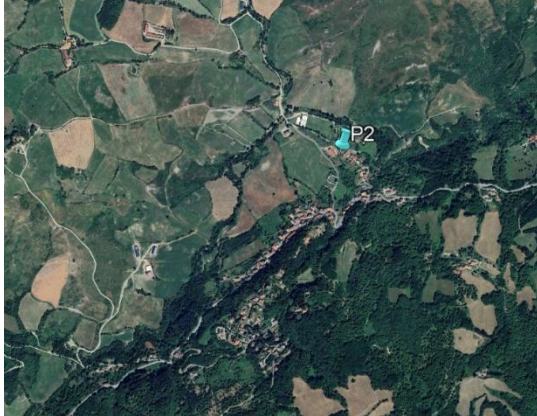
ID scheda	ID postazione	Tipologia	Periodo riferimento T <sub>R</sub>	Data	Ora
1	P1	Residuo	Diurno e Notturno	29/08/2025	13:40:00
					
<b>Operatore</b>		Luca Teti, Tecnico competente in acustica Iscritto al n. 8159 Elenco Nazionale in data 10/12/2018			

Nb: la foto mostrata è soltanto indicativa del posizionamento della strumentazione e può non rappresentare le effettive condizioni al momento della misura



I grafici soprastanti sono riferiti ai dati di misura pre-elaborazione al solo scopo di presentazione.

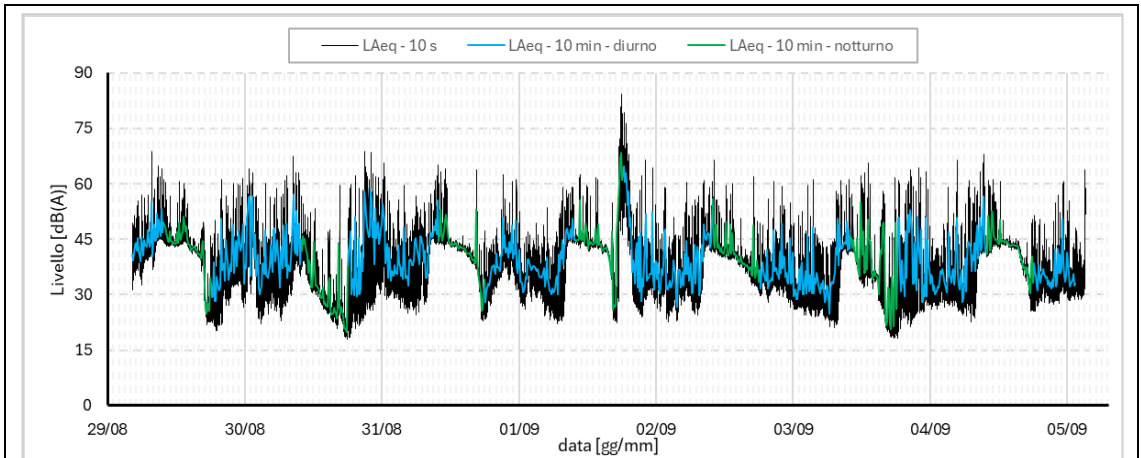
ID scheda	ID postazione	Tipologia	Periodo riferimento $T_R$	Data	Ora
2	P2	Residuo	Diurno e Notturmo	29/08/2025	16:20:00



**Operatore**

Luca Teti, Tecnico competente in acustica  
 Iscritto al n. 8159 Elenco Nazionale in data 10/12/2018

Nb: la foto mostrata è soltanto indicativa del posizionamento della strumentazione e può non rappresentare le effettive condizioni al momento della misura



I grafici soprastanti sono riferiti ai dati di misura pre-elaborazione al solo scopo di presentazione.

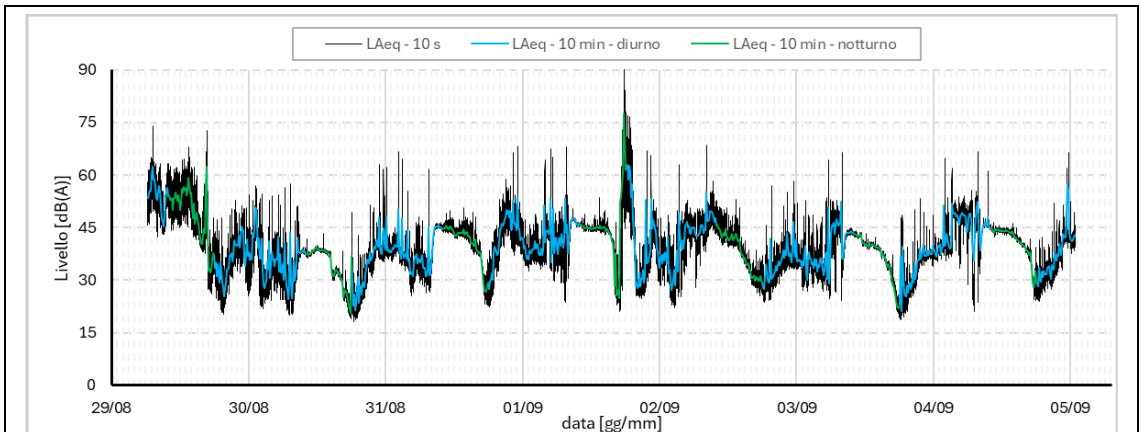
ID scheda	ID postazione	Tipologia	Periodo riferimento T <sub>R</sub>	Data	Ora
3	P3	Residuo	Diurno e Notturno	29/08/2025	18:20:00



**Operatore**

Luca Teti, Tecnico competente in acustica  
 Iscritto al n. 8159 Elenco Nazionale in data 10/12/2018

Nb: la foto mostrata è soltanto indicativa del posizionamento della strumentazione e può non rappresentare le effettive condizioni al momento della misura



I grafici soprastanti sono riferiti ai dati di misura pre-elaborazione al solo scopo di presentazione.

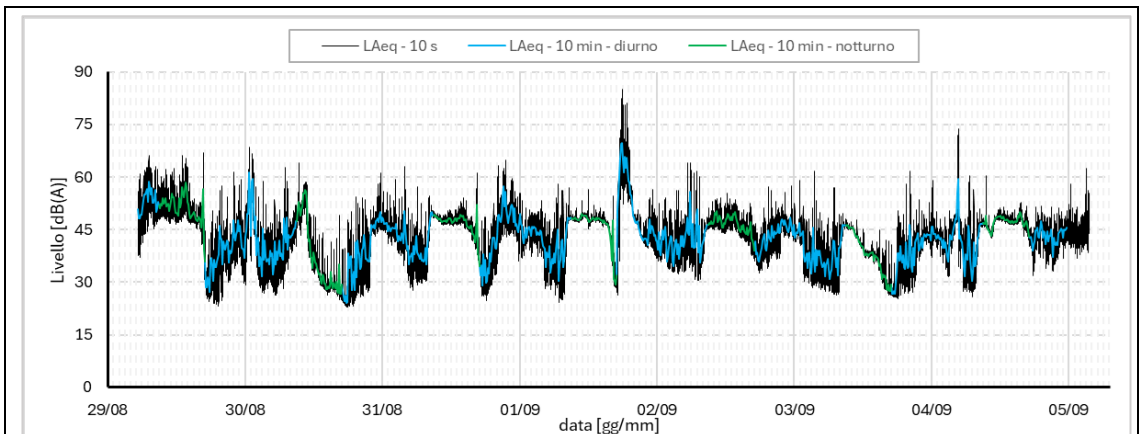
ID scheda	ID postazione	Tipologia	Periodo riferimento $T_R$	Data	Ora
4	P4	Residuo	Diurno e Notturno	29/08/2025	17:20:00



**Operatore**

Luca Teti, Tecnico competente in acustica  
 Iscritto al n. 8159 Elenco Nazionale in data 10/12/2018

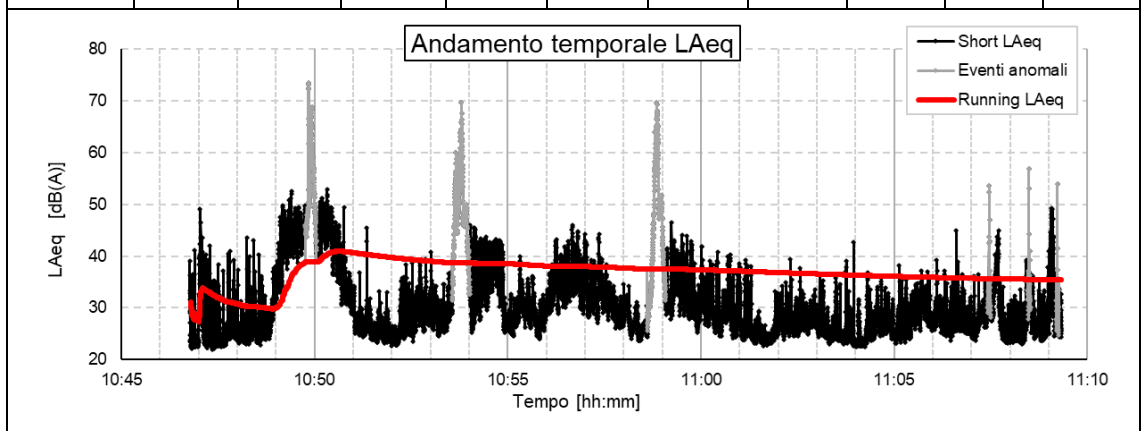
Nb: la foto mostrata è soltanto indicativa del posizionamento della strumentazione e può non rappresentare le effettive condizioni al momento della misura



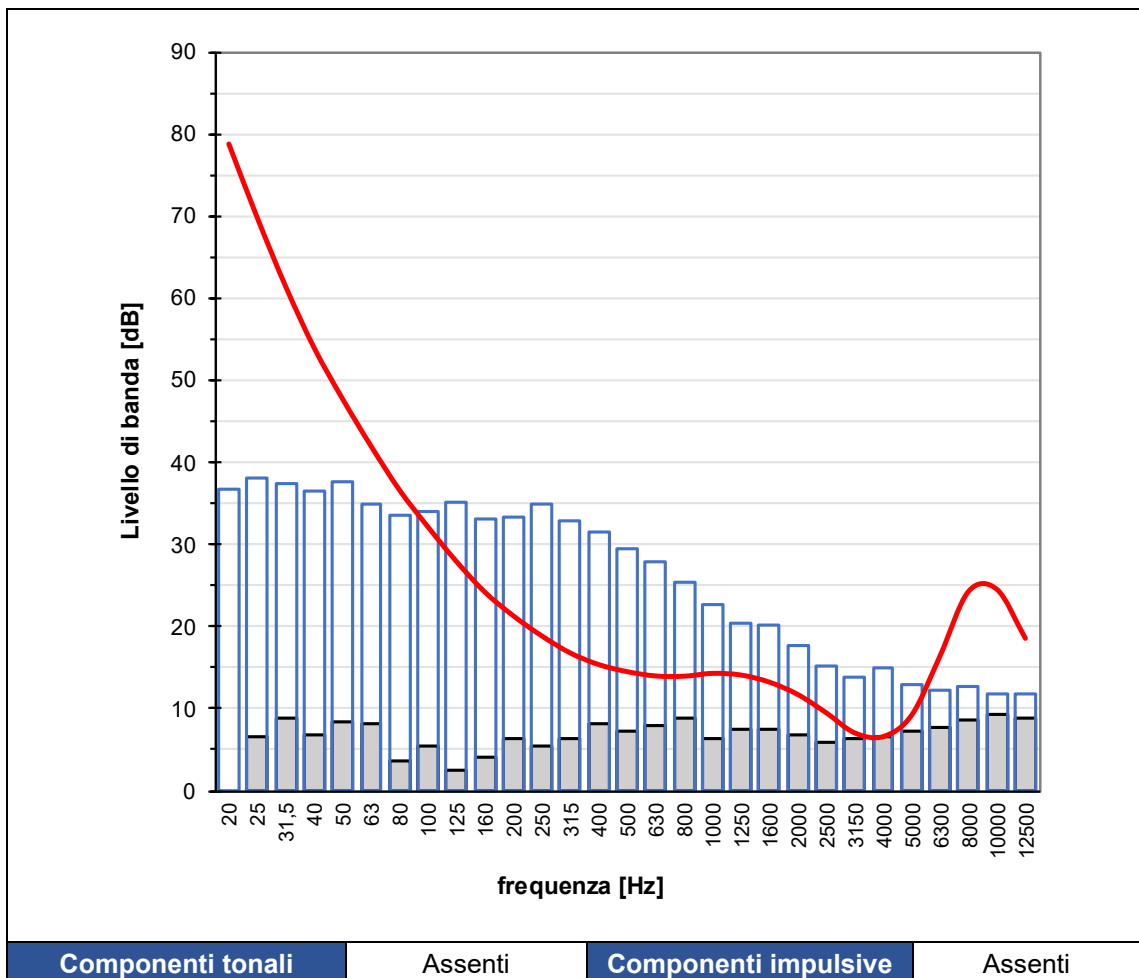
I grafici soprastanti sono riferiti ai dati di misura pre-elaborazione al solo scopo di presentazione.

ID scheda	ID postazione	Tipologia	Periodo riferimento T <sub>R</sub>	Data	Ora
5	P5	Residuo	Diurno	05/09/2025	10:46
					
<b>Operatore</b>	Luca Teti, Tecnico competente in acustica Iscritto al n. 8159 Elenco Nazionale in data 10/12/2018				
<b>Condizioni meteo</b>	Assenza di precipitazioni, vento inferiore a 5 m/s				
<b>Condizioni misura</b>	Microfono a 1,7 m di altezza				
<b>Ubicazione</b>	Bisano, frazione di Monterenzio (BO)				

T <sub>m</sub> [mm:ss]	L <sub>Aeq</sub> dB(A)	L <sub>MIN</sub> dB(A)	L <sub>MAX</sub> dB(A)	L <sub>1</sub> dB(A)	L <sub>5</sub> dB(A)	L <sub>10</sub> dB(A)	L <sub>50</sub> dB(A)	L <sub>90</sub> dB(A)	L <sub>95</sub> dB(A)	L <sub>99</sub> dB(A)
<b>21:07</b>	<b>35,5</b>	22,0	52,9	47,3	42,3	38,3	28,2	24,1	23,6	22,8



Spettro in terzi d'ottava					
Freq. [Hz]	Minimo [dB]	Medio [dB]	Freq. [Hz]	Minimo [dB]	Medio [dB]
20	0,0	36,7	630	8,0	27,9
25	6,5	38,0	800	8,8	25,4
31,5	8,9	37,4	1000	6,4	22,6
40	6,9	36,6	1250	7,5	20,3
50	8,3	37,6	1600	7,5	20,2
63	8,2	34,9	2000	6,8	17,7
80	3,7	33,5	2500	6,0	15,1
100	5,4	34,1	3150	6,3	13,9
125	2,4	35,2	4000	6,6	15,0
160	4,1	33,0	5000	7,3	13,0
200	6,4	33,3	6300	7,8	12,2
250	5,5	34,9	8000	8,6	12,7
315	6,4	32,9	10000	9,4	11,9
400	8,2	31,4	12500	8,9	11,8
500	7,3	29,4			



## **ALLEGATO 4 – VERIFICA DI COMPATIBILITÀ PCCA**

La successiva tavola illustra un'ipotesi semplificata di una possibile variante ai PCCA del Comune di Castel del Rio (BO) e del Comune di Firenzuola (FI), da effettuarsi al fine di rendere compatibili le classificazioni acustiche del territorio con il Parco Piancaldoli in progetto.

L'ipotesi è stata costruita individuando:

- aree circolari di raggio 100 metri centrate su ciascun aerogeneratore, poste in Classe V;
- corona circolare di 100 metri di larghezza attorno alle aree circolari precedentemente individuate, poste in Classe IV;
- laddove necessario, ulteriore corona circolare di 100 metri di larghezza attorno alle corone circolari precedentemente individuate, poste in Classe III, per un'estensione massima di 300 metri rispetto a ciascun aerogeneratore dell'area sottoposta a modifica della Classificazione acustica.

Si evidenzia che l'ipotesi di variante del PCCA sopra descritta e illustrata nella seguente tavola:

- rispetta i requisiti richiesti dalle Linee guida regionali toscane del 2012 e dalla normativa regionale in materia di acustica ambientale;
- non prevede di innalzare la Classe acustica di alcuna area in cui sorge edificato (esclusi i ruderi);
- garantisce il rispetto del limite di emissione del Parco eolico in progetto dal DPCM 14/11/1997.

