Firmato digitalmente da
Pietro Maspes
CN = Maspes Pietro
C = IT

Regione Liguria

Comune Cairo Montenotte

Comune Savona

Provincia Savona

Parco eolico Pian del Melo - 9 MW

Studio di fattibilità acustica

REL. 14

Progetto definitivo

Comuni Cairo Montenotte e Savona

Località Pian del Melo

Rev. 00 - Giugno 2025

Scala

Bissi Marco
04.08.2025
15:45:12
GMT+02:00

IL PROGETTISTA

ORDINE INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI SONDRIO
Dott. ing. PIETRO MASPES
n. 456 Sezione A
a - Civile ambientale
b - Industriale
c - Dell'informazione

BH Wind s.r.l.
Via Zara, 5
23100 SONDRIO
tel. +39.0342.211159
fax. +39.0342.517163

www.bissiholding.com - info@bissiholding.com
C.F. - P.Iva. 01055440141
R.E.A. SO - 79322
Con Unico Socio

Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di Bissi Holding S.p.A.

SOMMARIO

1. Premessa 2
2. Descrizione dell'area oggetto dell'intervento, dell'impianto e individuazione dei ricettori 3
2.1. L'area oggetto dell'intervento 3
2.2. Individuazione dei ricettori 7
3. Caratteristiche del progetto 10
4. Clima acustico ante-operam 13
5. Valutazione impatto acustico dell'impianto 15
Emissioni dell'impianto 16
5.1. Valutazione considerando il rumore residuo derivante da misurazioni acustiche eseguite in loco 21
Rumore Residuo 21
Costruzione del modello e verifica dei risultati 22
5.2. Valutazione considerando il solo rumore residuo cagionato dal vento 30
Rumore Residuo al variare delle condizioni del vento 30
Verifica con vento pari a 11 m/s (massima emissione aerogeneratore) 34
Verifica con vento pari a 6 m/s (funzionamento standard) 37
Valutazioni sul ricettore R3 - Cascina Menatore 39
6. Incremento dei livelli sonori dovuti al traffico indotto 41
7. Programma dei rilevamenti di verifica 41
7.1. Modalità di esecuzione delle misure 41
8. Misure di mitigazione 43
9. Conclusioni 45
10. Allegati 47
Allegato A - schede tecniche aerogeneratori utilizzati 48
Allegato B – misurazioni acustiche del rumore residuo 49
Allegato C - Descrittori acustici 50
Allegato D - Normativa di riferimento e definizioni 53

1.Premessa

Il sottoscritto **ing. Pietro Maspes**, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Sondrio al n. 456 e Tecnico Competente in Acustica Ambientale (iscrizione ENTECA n. 1918), ha ricevuto incarico dalla società **BH Wind S.r.l.**, con sede in Sondrio, via Zara 5, per la redazione della presente relazione nell'ambito del processo di VIA relativo alla realizzazione del **parco eolico "Pian del Melo"**, costituito da due aerogeneratori da 4 MW ciascuno, situati nel Comune di Savona (SV).

Il progetto inizialmente prevedeva l'installazione di tre aerogeneratori da 3MW per una potenza complessiva pari a 9MW ed è stato sottoposto a VIA Regionale in data 26 gennaio 2024 (**prot. 2024-0094686**).
A valle dei vari pareri, osservazioni e integrazioni ricevute dai vari enti, BH Wind S.r.l. ha ritenuto opportuno richiedere, con nota prot. **2025-0257452** del 21 maggio 2025, l'archiviazione del procedimento di cui sopra, dichiarando la volontà di ripresentare una proposta progettuale modificata e maggiormente sostenibile sotto il profilo ambientale. L'istanza è stata accolta in data 22 maggio 2025, aprendo così la strada a una nuova configurazione progettuale.
Il nuovo progetto prevede una nuova configurazione impiantistica, caratterizzata dall'eliminazione dell'aerogeneratore WTG01 e verrà sottoposto alla Valutazione di Impatto Ambientale.
Nella stesura della seguente relazione sono state quindi considerate tutte le varie osservazioni e richieste formulate dalle autorità competenti, ultima delle quali risulta essere il: "Parere conclusivo ARPAL VIA n. V451 – Integrazioni e prescrizioni" (ARPAL.REGISTRO UFFICIALE.2024.0030185 del 9 ottobre 2024).
Le valutazioni sono state condotte facendo riferimento sia a misure fonometriche eseguite in loco sia a modelli di propagazione del suono, finalizzati a quantificare l'effettivo impatto dell'impianto sul contesto ambientale. In tale quadro, si è operata una distinzione tra i livelli di rumore residuo e quelli imputabili al nuovo impianto.
La finalità ultima del documento è quella di verificare la compatibilità dell'impianto con il sistema ambientale nel suo complesso.
Il presente studio è stato redatto in conformità con quanto previsto dalla normativa acustica nazionale e regionale, con particolare riferimento a quanto previsto dall'art. 8 della L 447/95, della L.R. n. 12/98 e della DGR N. 534/1999 – "Criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico e della documentazione previsionale di clima acustico ai sensi dell'art. 2, comma 2, della l.r. 20.3.1998, n. 12."
I dati utilizzati per la redazione della presente relazione sono stati forniti dalla società BH Wind S.r.l. di Sondrio, con particolare riferimento alla documentazione predisposta dallo studio Emmeci del tecnico Massimo Cappellini.

2.Descrizione dell'area oggetto dell'intervento, dell'impianto e individuazione dei ricettori

2.1. L'area oggetto dell'intervento

Il parco eolico sorgerà sul crinale che separa il comune di Savona e quello di Cairo Montenotte, sempre in provincia di Savona. Si tratta di un'area rurale dell'entroterra ligure, molto distante da insediamenti e aree con significativa presenza antropica.

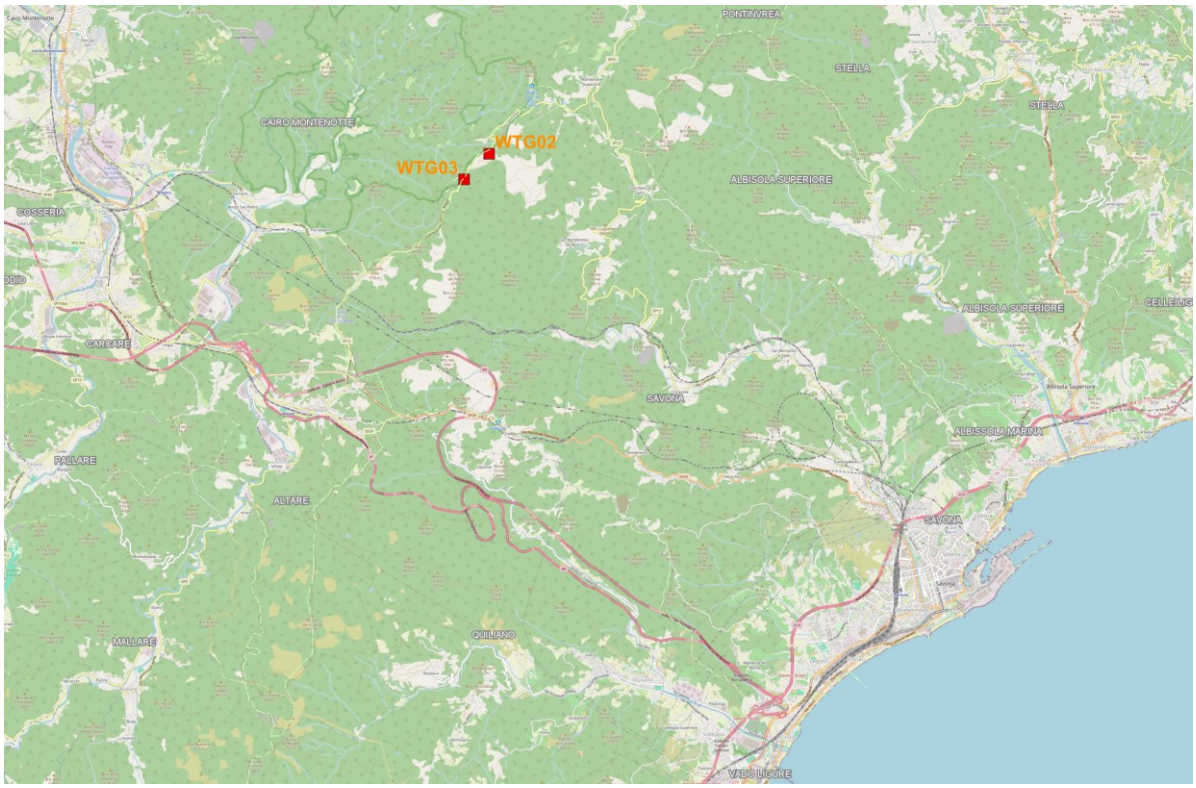


Figura 1: inquadramento dell'area (fonte Openstreetmap)

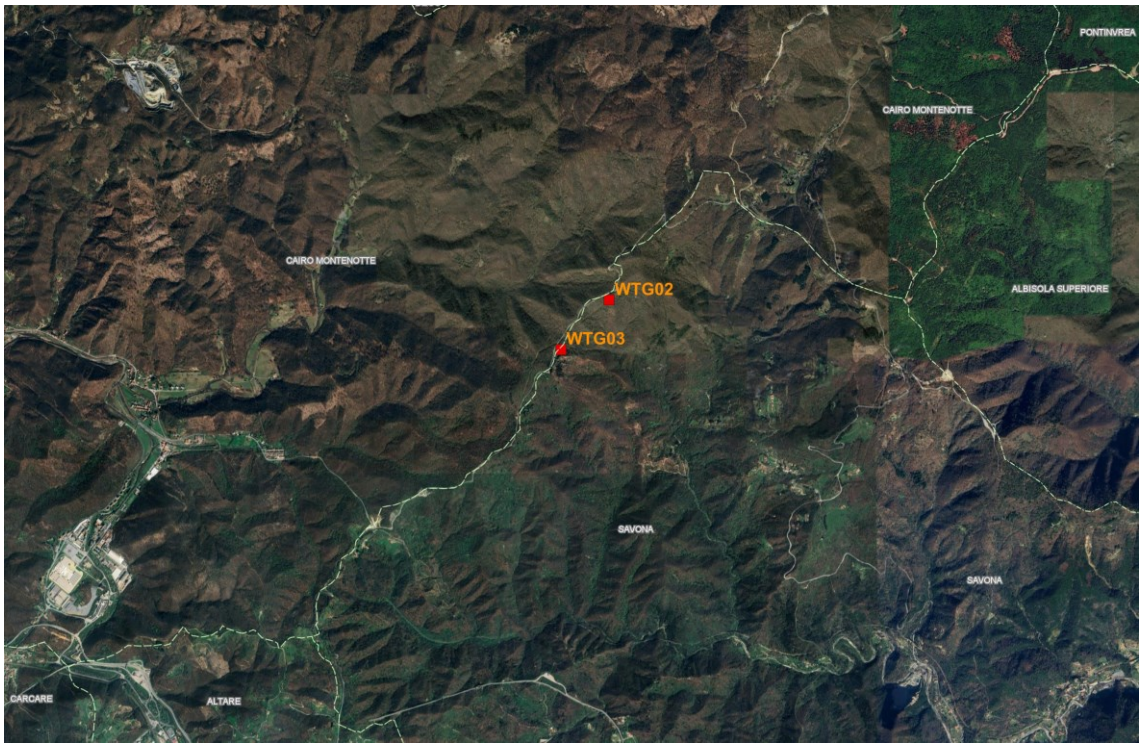


Figura 2: inquadramento da ortofotocarta Google

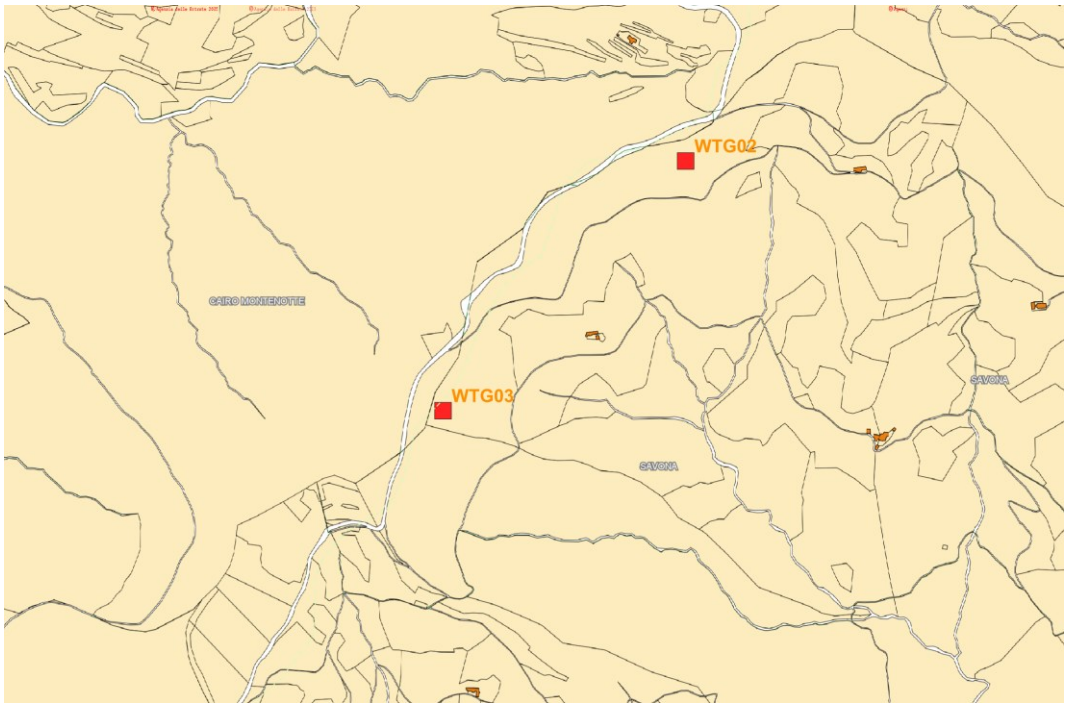


Figura 3: inquadramento su mappa catastale

I Comuni di Savona e Cairo Montenotte sono dotati di una zonizzazione acustica del proprio territorio, dalla quale emerge che l'impianto, essendo collocato in un'area a prevalente destinazione agricola non distante dalla strada provinciale SP12, ricade in classe III.

Le zonizzazioni disponibili, tuttavia, sono solo in formato cartaceo e non risultano georeferenziate né

integrate tra loro, rendendo più complessa un'analisi unitaria e sovrapposta.

Nell'immagine che segue si è provato a realizzare una mosaicatura delle Classificazioni di Savona (sud-est) e di Cairo Montenotte (nord-ovest).

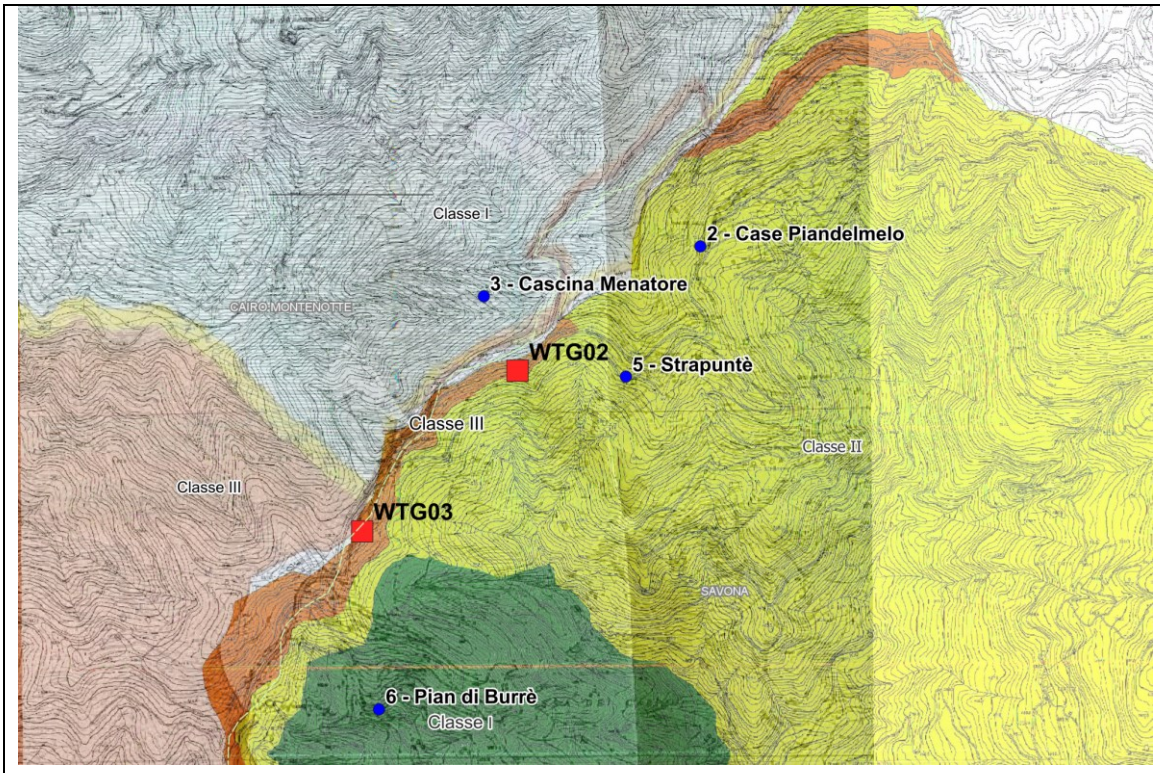


Figura 4: Zonizzazioni acustiche dei territori comunali

Si nota come le classi interessate dall'area di intervento siano la I, la II e la III in relazione alla presenza di ambiti ritenuti agricoli (classe III) e ambiti nei quali prevale la naturalità (Classi I e II).

Si descrivono di seguito le tre classi acustiche identificando le aree interessate.

CLASSE III – AREE DI TIPO MISTO

"Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici."

Limiti assoluti di legge	tempi di riferimento	
	diurno (06:00 – 22:00)	notturno (22:00 – 06:00)
Limite assoluto di emissione	55 dB(A)	45 dB(A)
Limite assoluto di immissione	**60 dB(A)**	**50 dB(A)**
Valori di qualità	57 dB(A)	47 dB(A)

La classe III riguarda una fascia di rispetto della principale infrastruttura viabilistica che interessa l'area,

ossia la Strada Provinciale SP12. A queste si aggiungono gli ambiti agricoli del comune di Cairo Montenotte. **In classe III ricadono i due aerogeneratori previsti** (WTG02 e WTG03).

CLASSE II – AREE A PREVALENTE DESTINAZIONE 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."

Limiti assoluti di legge	**tempi di riferimento**	
	diurno (06:00 – 22:00)	**notturno (22:00 – 06:00)**
Limite assoluto di emissione	50 dB(A)	40 dB(A)
Limite assoluto di immissione	55 dB(A)	45 dB(A)
Valori di qualità	52 dB(A)	42 dB(A)

Riguarda:

- In comune di Savona, la porzione di versante a nord della località Pian di Burrè non limitrofa alla SP 12;
- In comune di Cairo Montenotte, la fascia di transizione tra l'ambito agricolo sud, posto in classe III e quello nord, posto in classe I.

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."

Limiti assoluti di legge	**tempi di riferimento**	
	diurno (06:00 – 22:00)	**notturno (22:00 – 06:00)**
Limite assoluto di emissione	45 dB(A)	35 dB(A)
Limite assoluto di immissione	50 dB(A)	40 dB(A)
Valori di qualità	47 dB(A)	37 dB(A)

Riguarda:

- In comune di Savona nella porzione di versante della località Pian di Burrè non limitrofa alla SP 12;
- In comune di Cairo Montenotte presso la cascina Menatore.

2.2. Individuazione dei ricettori

Come anticipato, l'area oggetto di studio è **rurale e in prevalenza boscata**.

Per quanto riguarda l'individuazione dei ricettori, è stato possibile accertare quanto segue:

- **Non sono presenti ricettori sensibili** (quali scuole, ospedali, case di cura, ecc.) potenzialmente esposti al rumore dell'impianto, poiché i centri abitati dotati di tali funzioni si trovano a notevole distanza.
- Gli **unici ricettori meritevoli di attenzione** sono alcuni edifici sparsi in ambito rurale, costituiti prevalentemente da vecchie cascine o opifici abbandonati.
- Nello specifico, sono stati individuati i seguenti ricettori:
    - **R2 - Case Piandelmelo**
    - **R3 – Cascina Menatore**
    - **R5 – Strapuntè**
    - **R6 – Pian di Burrè**

NB. La numerazione dei ricettori non parte da 1 per mantenere coerenza con il progetto precedente, che prevedeva un terzo aerogeneratore WTG01 e, conseguentemente ulteriori due ricettori (R1 e R4).

Nell'immagine che segue sono stati evidenziati i ricettori più esposti, per i quali la verifica del rispetto dei limiti di legge costituisce garanzia anche per la tutela degli altri ricettori eventualmente presenti nell'intorno.

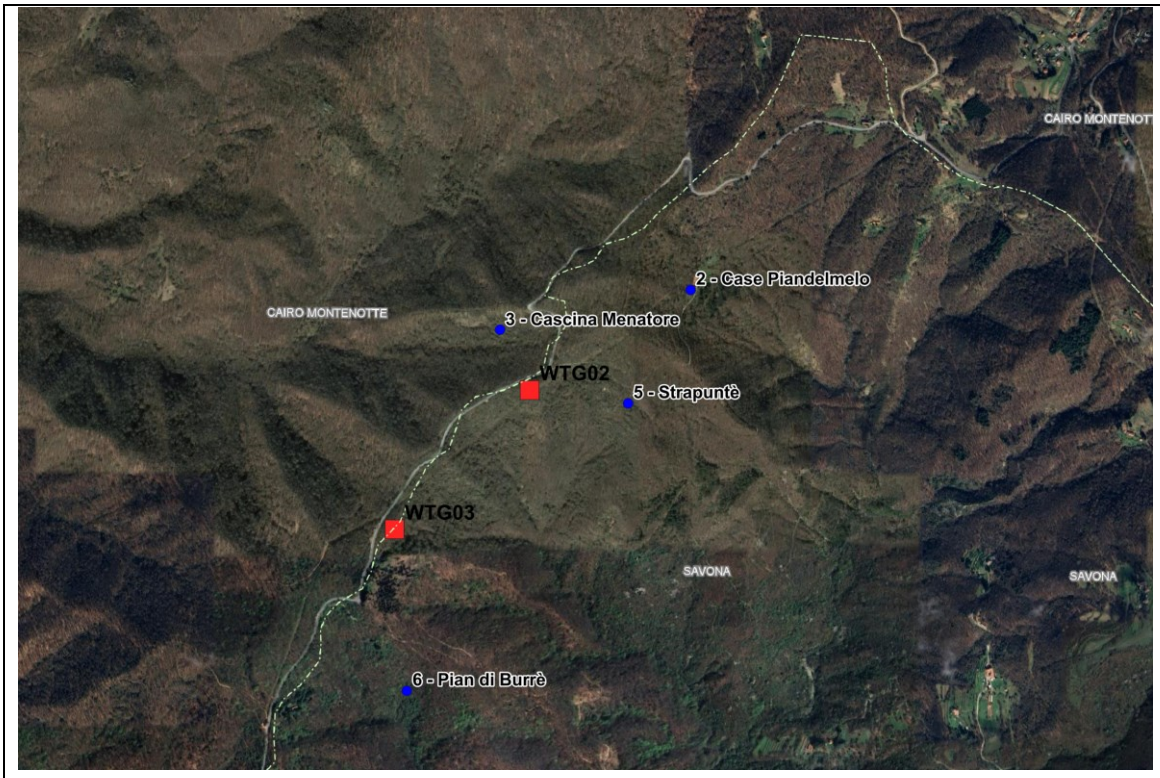
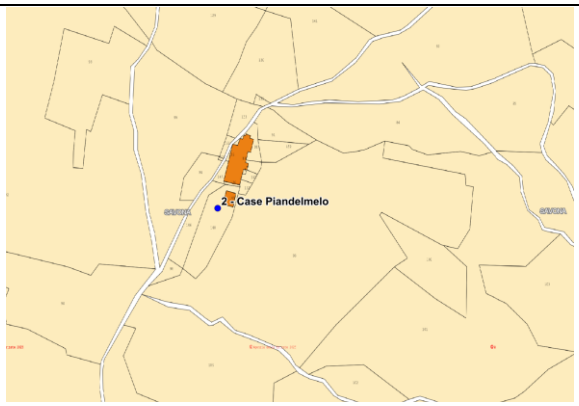


Figura 5: localizzazione ricettori R2, R3, R4 e R5



Ricettore R2 – Case Piandelmelo

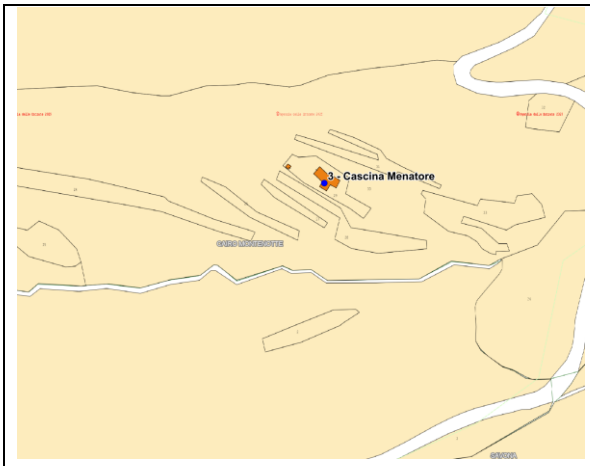


Classe Acustica II



Si tratta di un gruppo di edifici rurali in discreto stato di conservazione censiti catastalmente al foglio 1 particelle 89 e 149 raggiungibili tramite una strada impervia e non asfaltata di una lunghezza di circa 800 m a partire dalla Strada Provinciale SP12.

L'area è priva di tutte le principali urbanizzazioni.



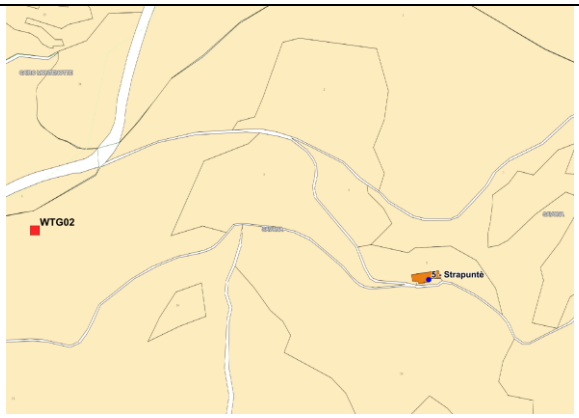


Classe Acustica I



Ricettore R3 – Cascina Menatore, censita alla particella 25 del foglio 68 del comune di Cairo Montenotte.

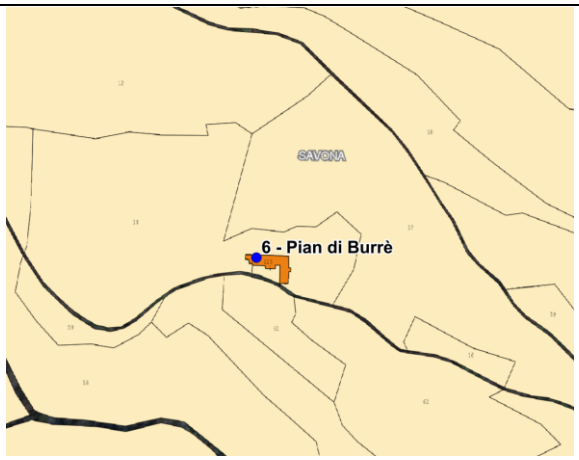
Si tratta di un edificio ormai diruto sito in un'area inaccessibile e priva di tutte le urbanizzazioni.



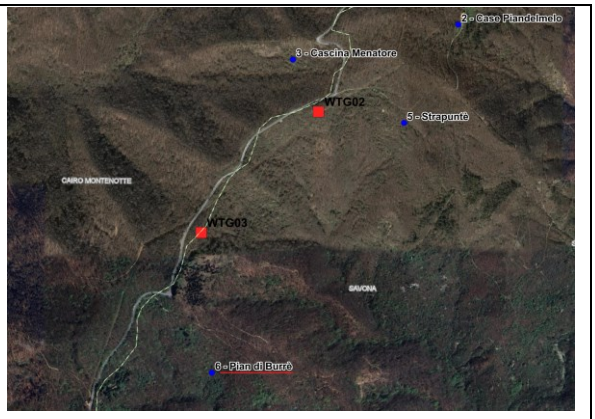
Ricettore R5 – Cascina Strapuntè censita alla particella 5 del foglio 4 del comune di Savona



Classe Acustica II



Ricettore R6 – Cascina censita al foglio 5 particella 123 del comune di Savona



Classe Acustica I

La ricognizione dei ricettori maggiormente esposti conferma che ci troviamo in un'area rurale e spopolata. Gli unici edifici presenti sono di matrice rurale e legati a campagne per lo più in stato di abbandono. Non si ravvisa la presenza di residenti stabili; i fabbricati versano per lo più in cattivo stato di conservazione e molti sono ormai diruti. L'area è priva delle necessarie urbanizzazioni in quanto le strade per raggiungere gli edifici, ove presenti, sono sterrate e difficilmente praticabili. Mancano corrente elettrica e reti idriche sia di adduzione sia di smaltimento.

3.Caratteristiche del progetto

Per le caratteristiche delle opere in progetto si rimanda agli elaborati allegati alla Verifica di Assoggettabilità alla VIA.

Il progetto in esame consiste nella realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica caratterizzato da due aerogeneratori, ciascuno con una potenza nominale di 4 MW, posizionati tra i comuni di Savona a Cairo Montenotte.

Il soggetto proponente è la società BH Wind S.r.l. con sede in via Zara 5, Sondrio, operante nel settore delle energie rinnovabili.

L'impianto si trova in Località Piandelmelo, in un'area appartenente all'Appennino Ligure di Ponente.

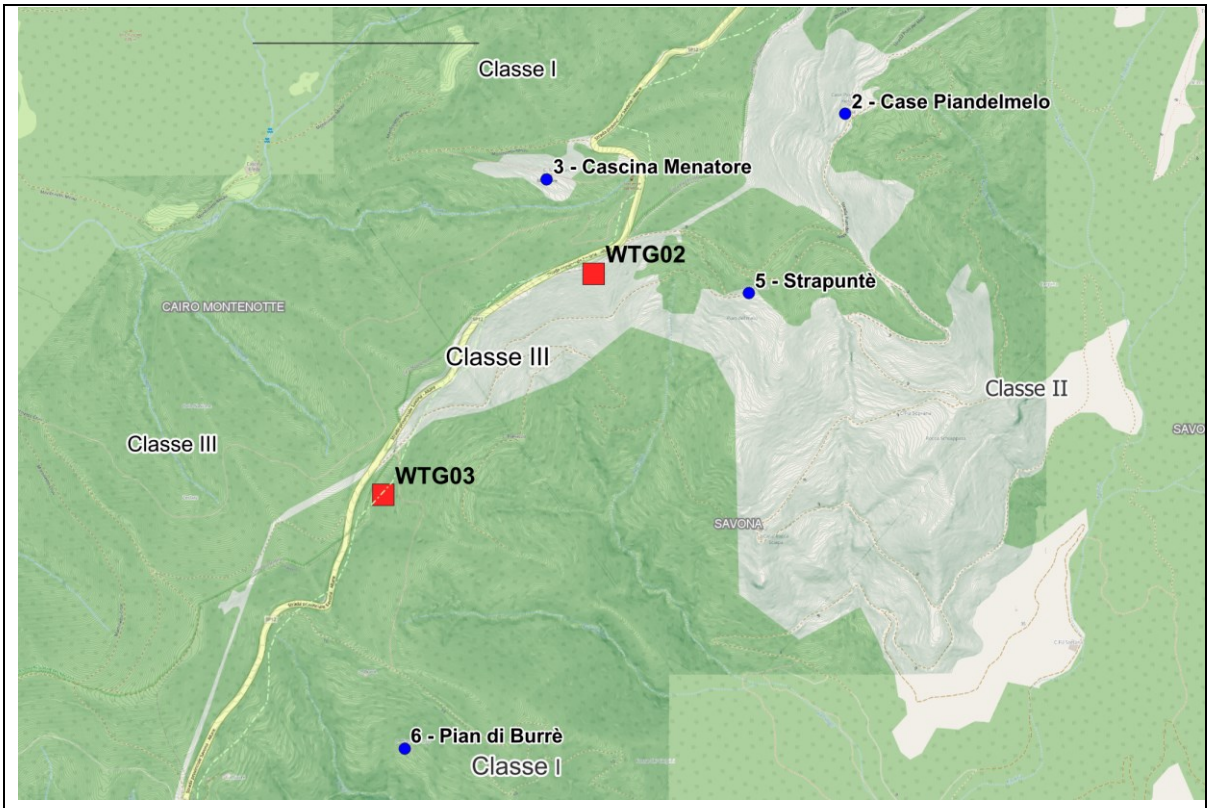


Figura 6: inquadramento su carta Openstreetmap

Il modello dell'aerogeneratore scelto per la realizzazione dell'impianto è l'ENERCON E138 EP3 – 4.2 MW. Le caratteristiche tecniche dell'aerogeneratore scelto per il progetto in questione sono state fornite dal committente.

La scelta dell'area di installazione è scaturita dalla conoscenza del territorio e in particolare dagli aspetti principali che hanno guidato il proponente nella definizione del layout proposto:

- Ventosità dell'area dedotta dall'acquisizione di dati metereologici ed in particolare dell'intensità del vento e della sua direzione misurati in sito
- L'area di interesse è circondata da altri impianti eolici attualmente in esercizio
- Assenza di vincoli ostativi all'installazione
- Scarsa antropizzazione
- Facilità di accesso al sito

La prima configurazione aveva previsto l'installazione di tre aerogeneratori. Nella configurazione attuale gli aerogeneratori previsti sono solo due.

Nella tabella che segue si riportano le principali caratteristiche dell'impianto:

Parametro	WTG02	WTG03
Comune di installazione	Savona (SV)	Savona (SV)
Foglio	4	4
Mappale	12	13
Latitudine WGS84 [°]	44,3776	44,3735
Longitudine WGS84 [°]	8,378	8,3724
Altitudine [m s.l.m.]	639	604,5
Altezza mozzo [m]	111	111

Coordinate aerogeneratori

Modello	ENERCON E138 EP3 – 4.2 MW
Numero di pale	3
Diametro del rotore [m]	138,25
Superficie del rotore [m2]	15.011
Giri nominali [Rpm]	4,4 – 10,8
Velocità cut-in [m/s]	2,5
Velocità cut-off [m/s]	28,0
Materiale	E-glass fibre reinforced epoxy

Caratteristiche aerogeneratori

Nella successiva tabella sono riportati i valori della potenza sonora forniti dalla committenza (cfr. allegato A).

Massimo rumore prodotto dalla macchina a prescindere dalla modalità di funzionamento

WindSpeed [m/s]	LwaRef [dB(A)]
5,0	96,3
5,5	97,6
6,0	99,0
6,5	100,5
7,0	101,9
7,5	103,3
8,0	104,7
8,5	105,6
9,0	105,8
9,5	105,9
10,0	105,9
10,5	105,9
11,0	106,0
11,5	106,0
12,0	106,0
12,5	106,0
13,0	106,0
13,5	106,0
14,0	106,0
14,5	106,0
15,0	106,0

Il valore di **106.0** dB corrisponde al livello di potenza sonora massimo raggiungibile in funzione della

velocità del vento ammessa per il funzionamento dell'aerogeneratore. Lo si raggiunge per velocità del vento, a 10 m d'altezza, superiori a 11 m/s.

4. Clima acustico ante-operam

Il clima acustico dell'area in cui sorgerà l'impianto è stato valutato mediante una campagna di misure fonometriche, che ha interessato sia il periodo di riferimento diurno (dalle ore 6:00 alle ore 22:00) sia in periodo di funzionamento notturno (dalle ore 22:00 alle ore 6:00).

I dati acquisiti sono stati forniti direttamente dalla committente BH Wind S.r.l. e derivano da una campagna eseguita dal **P.I. Massimo Cappellini**, iscritto all'Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica Ambientale con il n. 2522.

Tali dati saranno utilizzati anche in fase di monitoraggio, per la valutazione dell'effettivo contributo dell'impianto al clima acustico dell'area.

Le verifiche dei livelli di rumore ambientale, sia assoluto che differenziale, andrebbero idealmente effettuate in ambiente abitativo; tuttavia, non essendo stato possibile accedere alle abitazioni più prossime all'impianto, le misurazioni sono state eseguite in ambiente esterno.

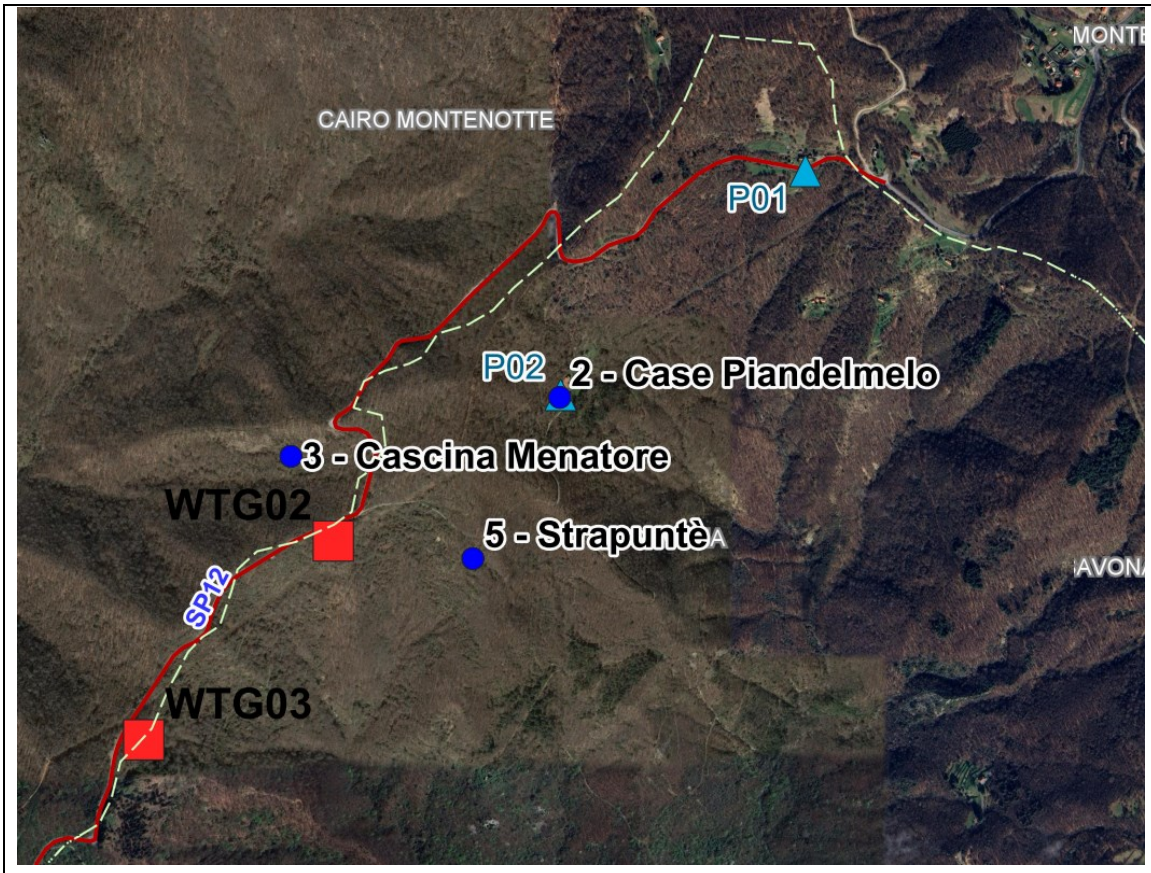


Figura 7: Individuazione dei punti di misura P01 e P02

I due punti di misura prescelti sono:

- P01 – Edificio presso la strada Provinciale SP corrispondente ad un edificio in prossimità della SP 12, in classe III;
- P02 - Punto di misura 2 (ricettore 2) corrispondente all'abitato di Pian del Melo in classe II;

Per i valori di dettaglio e le Time History, si rimanda alla documentazione a firma del P.I. Cappellini riportata nell'allegato B alla presente relazione.

Di seguito la tabella con i valori residui misurati in periodo di riferimento diurno e notturno:

Rilievi fonometrici Punto di misura 1 (Edificio su SP 12)				
Ora	05.00-06.00	06.00-07.00	21.00-22.00	23.00-00.00
LeqA	46.5	48.0	46.0	46.0

Rilievi fonometrici Punto di misura 2 (Pian del Melo)				
Ora	05.00-06.00	06.00-07.00	21.00-22.00	23.00-00.00
LeqA	45.0	46.0	45.0	44.5

I valori delle misurazioni sono stati utilizzati per la creazione del modello di calcolo sia in periodo di

riferimento diurno sia notturno.

Trattandosi di livelli del rumore residuo, con approccio cautelativo, si considerano per la costruzione del modello e per le valutazioni acustiche i valori più bassi tra quelli misurati, ossia:

Postazione	Leq TR Diurno dB(A)	Leq TR Notturno dB(A)
P01 – Edificio SP12	46,0	46,0
P02 – Edifici Piandelmelo	46,0	44,5

5.Valutazione impatto acustico dell'impianto

Per avere una realistica previsione dell' impatto acustico imputabile all'impianto si deve tener conto di numerosi fattori: in primo luogo la topografia della zona, in quanto la propagazione dei suoni è condizionata dalla morfologia. Un altro dato importante è la localizzazione di ricettori più vicini, identificati nelle abitazioni più prossime all'impianto.

Non si può poi prescindere dal clima acustico proprio del luogo che, nello specifico, risulta influenzato dalla vicinanza di strade caratterizzate da volumi di traffico anche significativi.

In subordine vi sono le attività antropiche che è necessario considerare nel modello, soprattutto in periodo diurno (anche se, al fine di permanere in favore di sicurezza, nel presente modello sono state ignorate).

Per verificare gli effetti della propagazione del rumore dell'impianto si sono fatte delle verifiche mediante il software dedicato CadnA, un sofisticato strumento in grado di simulare tutte le sorgenti sonore tenendo in considerazione i principali parametri che influenzano l'emissione di rumore e la propagazione in ambiente esterno.

Il software utilizza algoritmi di calcolo che permettono di costruire un modello della propagazione del suono tenendo conto della topografia del suolo e di diverse fonti di emissione.

La definizione del modello si articola in 3 fasi:

1. Creazione del modello tridimensionale del contesto.
2. Caratterizzazione acustica del sito.
3. Individuazione dei punti di ricezione.

Il programma restituisce diversi tipi di rappresentazione dei risultati: mappe orizzontali delle curve isofoniche; sezioni verticali delle curve isofoniche; tabelle riassuntive dei livelli puntuali di pressione sonora.

Utilizzando la base cartografica fotogrammetrica regionale si è costruito il modello assegnando livelli

di rumore alle fonti principali di emissione in loco, ossia la strada provinciale e i rumori di fondo dell'ambiente naturale.

Si sono fatte delle simulazioni con le condizioni attuali (senza impianto eolico) calibrando il modello sulla base dei valori realmente misurati durante la campagna di fonometrie.

L'operazione naturalmente implica alcune semplificazioni ed astrazioni.

Emissioni dell'impianto

La documentazione tecnica fornita dal produttore, riportata al Capitolo 3, evidenzia come il livello di potenza sonora degli aerogeneratori aumenti con la velocità del vento, passando da un valore di LwA,ref pari a 96,3 dB(A) per velocità di 5 m/s, fino a raggiungere il valore massimo di LwA,ref = 106 dB(A) per velocità superiori a 11 m/s.

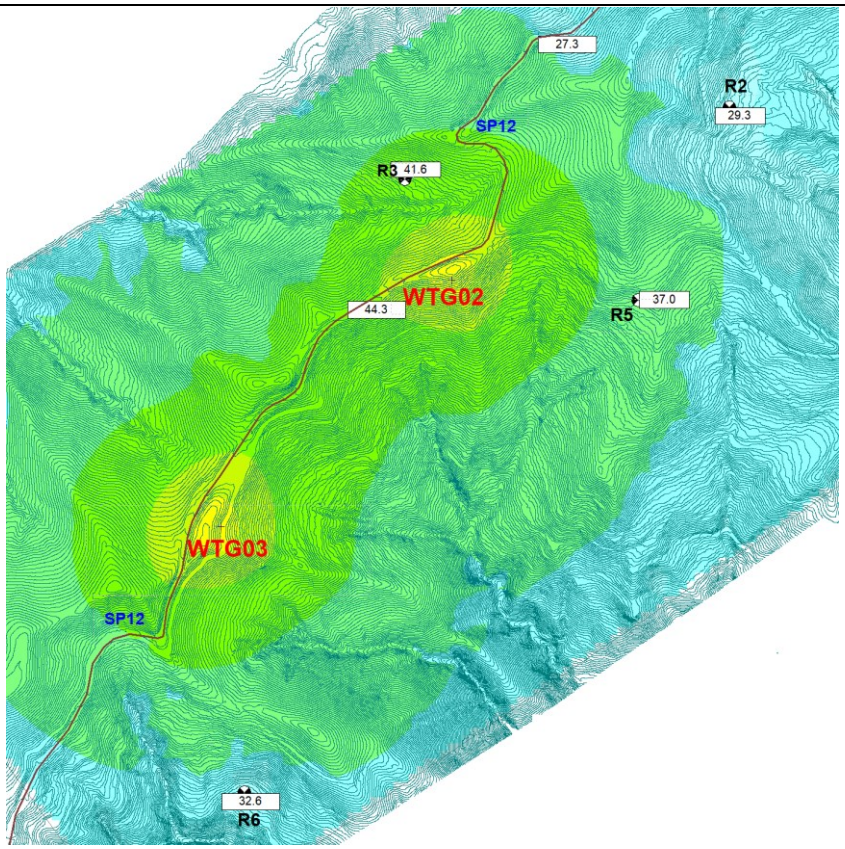
Ai fini della presente analisi acustica, nella costruzione dei modelli di calcolo sono state considerate due condizioni operative di particolare rilevanza:

- **Condizione di rumorosità massima:** LwA,ref = **106 dB(A)**, corrispondente a velocità del vento superiori a 11 m/s;
- **Condizione di rumorosità standard:** LwA,ref = **99 dB(A)**, corrispondente a velocità del vento pari a 6 m/s.

La condizione standard (6 m/s) è stata considerata significativa in quanto rappresentativa della velocità di vento che interessa l'impianto per la maggior parte del tempo operativo e perché determina emissioni sonore rilevanti in un contesto di rumore di fondo generato dal vento ancora contenuto.

Nelle pagine successive sono riportati i livelli di emissione sonora generati dagli aerogeneratori per entrambe le configurazioni sopra descritte, con riferimento alle quote di **1,5 m** (piano terra) e di **4,0 m** (piano primo) presso i recettori individuati.

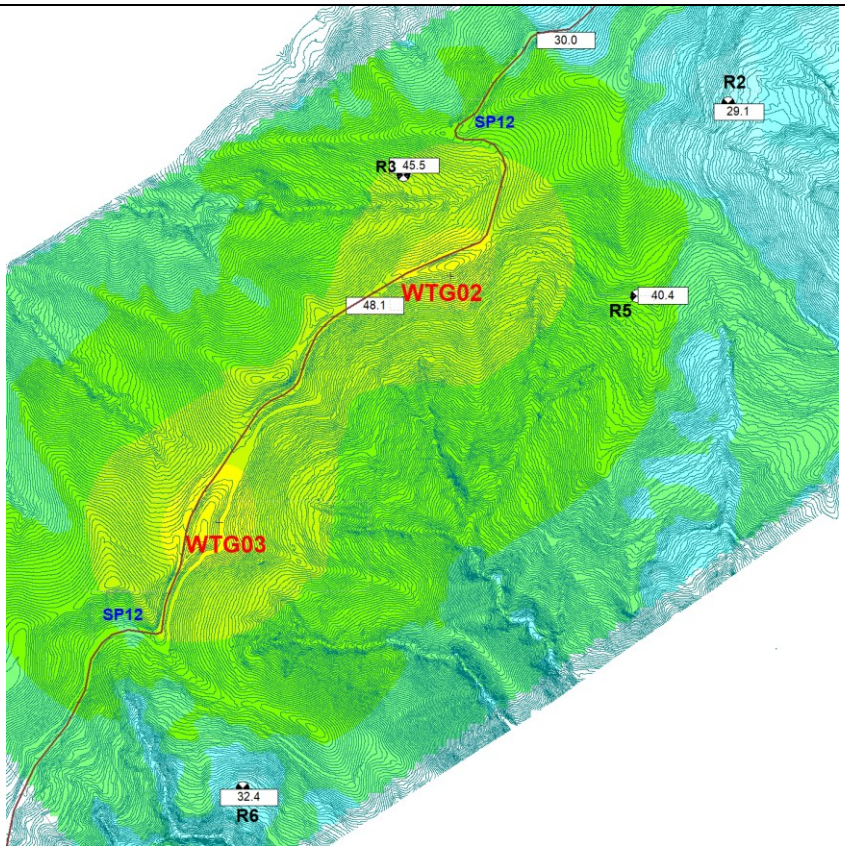
Il modello previsionale è stato realizzato utilizzando il software CadnaA, che consente la simulazione della propagazione sonora in ambiente esterno secondo la normativa ISO 9613. Nella costruzione del modello sono stati inseriti i dati orografici dell'area di studio tramite l'importazione del modello digitale del terreno (DTM), al fine di riprodurre fedelmente l'andamento altimetrico dei luoghi. Sono state inoltre considerate le caratteristiche di utilizzo del suolo (classi di rugosità e tipologie di terreno) per ciascuna area, così da permettere al software di calcolare l'attenuazione per assorbimento del suolo e gli effetti di schermo naturale. Tale approccio consente una valutazione accurata dei livelli sonori attesi presso i recettori, tenendo conto dell'interazione fra orografia, condizioni di propagazione e sorgenti di rumore modellate.



> 30.0 dB
> 35.0 dB
> 40.0 dB
> 45.0 dB
> 50.0 dB
> 55.0 dB
> 60.0 dB
> 65.0 dB
> 70.0 dB
> 75.0 dB
> 80.0 dB

Emissione aero-generatori con vento a 11 m/s

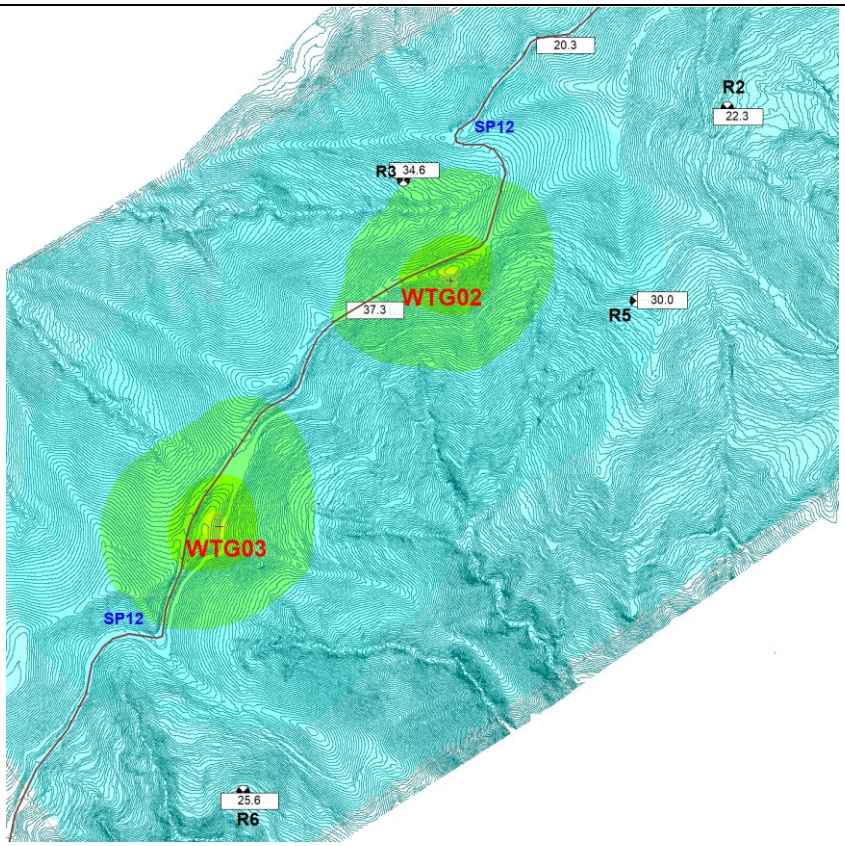
Quota relativa: 1,5 m



> 30.0 dB
> 35.0 dB
> 40.0 dB
> 45.0 dB
> 50.0 dB
> 55.0 dB
> 60.0 dB
> 65.0 dB
> 70.0 dB
> 75.0 dB
> 80.0 dB

Emissione aero-generatori con vento a 11 m/s

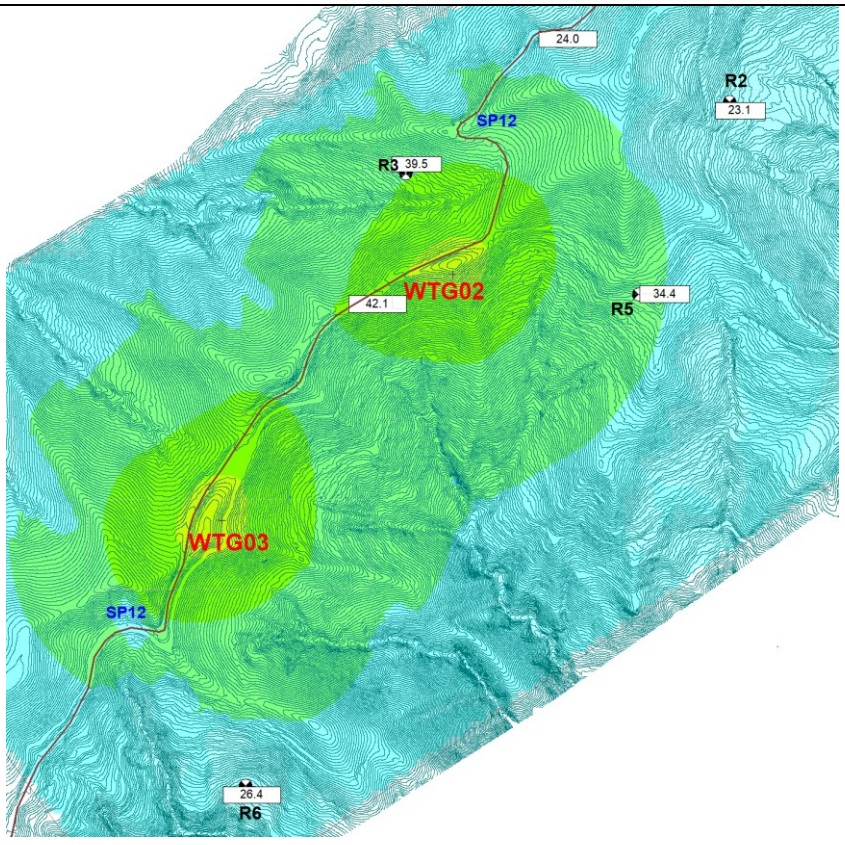
Quota relativa: 4,0 m



> 30.0 dB
> 35.0 dB
> 40.0 dB
> 45.0 dB
> 50.0 dB
> 55.0 dB
> 60.0 dB
> 65.0 dB
> 70.0 dB
> 75.0 dB
> 80.0 dB

Emissione aero-generatori con vento a 6 m/s

Quota relativa: 1,5 m



> 30.0 dB
> 35.0 dB
> 40.0 dB
> 45.0 dB
> 50.0 dB
> 55.0 dB
> 60.0 dB
> 65.0 dB
> 70.0 dB
> 75.0 dB
> 80.0 dB

Emissione aero-generatori con vento a 6 m/s

Quota relativa: 4,0 m

Nelle tabelle che seguono si riportano i valori relativi alle emissioni imputabili all'impianto presso i

ricettori considerati.

Dati relativi alle emissioni per vento a 11 m/s e quote da terra 1,5 m e 4 m.

Vento 11 m/s - Verifica del rispetto dei limiti di emissione alla quota relativa di 1,5 m sul modello digitale

Ricettore	Livelli di emissione	Classe acustica	Periodo di riferimento diurno: Δ limiti emissione assoluti			Periodo di riferimento notturno: Δ limiti emissione assoluti		
			Limite Emiss. Day	Rispettato se >0		Limite Emiss. Night	Rispettato se >0	
	[E]		[ED]	[ED]-[E]		[EN]	[EN]-[E]	
	dB(A)		dB(A)	dB(A)		dB(A)	dB(A)	
R2 - Case Piandelmelo	29,3	II	50	20,7	Sì	40	10,7	Sì
R3 - Cascina Menatore	41,6	I	45	3,4	Sì	35	**-6,6**	**No**
R5 - Strapuntè	37,0	II	50	13,0	Sì	40	3,0	Sì
R6 - Pian di Burrè	32,6	I	45	12,4	Sì	35	2,4	Sì

Vento 11 m/s - Verifica del rispetto dei limiti di emissione alla quota relativa di 4,0 m sul modello digitale

Ricettore	Livelli di emissione	Classe acustica	Periodo di riferimento diurno: Δ limiti emissione assoluti			Periodo di riferimento notturno: Δ limiti emissione assoluti		
			Limite Emiss. Day	Rispettato se >0		Limite Emiss. Night	Rispettato se >0	
	[E]		[ED]	[ED]-[E]		[EN]	[EN]-[E]	
	dB(A)		dB(A)	dB(A)		dB(A)	dB(A)	
R2 - Case Piandelmelo	29,1	II	50	20,9	Sì	40	10,9	Sì
R3 - Cascina Menatore	45,5	I	45	-0,5	Sì toll.	35	**-10,5**	**No**
R5 - Strapuntè	40,4	II	50	9,6	Sì	40	-0,4	Sì toll.
R6 - Pian di Burrè	32,4	I	45	12,6	Sì	35	2,6	Sì

Dati relativi alle emissioni per vento a 6 m/s e quote da terra 1,5 m e 4 m

Vento 6 m/s - Verifica del rispetto dei limiti di emissione alla quota relativa di 1,5 m sul modello digitale

Ricettore	Livelli di emissione	Classe acustica	Periodo di riferimento diurno: Δ limiti emissione assoluti			Periodo di riferimento notturno: Δ limiti emissione assoluti		
			Limite Emiss. Day	Rispettato se >0		Limite Emiss. Night	Rispettato se >0	
	[E]		[ED]	[ED]-[E]		[EN]	[EN]-[E]	
	dB(A)		dB(A)	dB(A)		dB(A)	dB(A)	
R2 - Case Piandelmelo	22,3	II	50	27,7	Sì	40	17,7	Sì
R3 - Cascina Menatore	34,6	I	45	10,4	Sì	35	0,4	Sì
R5 - Strapuntè	30,0	II	50	20,0	Sì	40	10,0	Sì
R6 - Pian di Burrè	25,6	I	45	19,4	Sì	35	9,4	Sì

Vento 6 m/s - Verifica del rispetto dei limiti di emissione alla quota relativa di 4,0 m sul modello digitale

Ricettore	Livelli di emissione	Classe acustica	Periodo di riferimento diurno: Δ limiti emissione assoluti			Periodo di riferimento notturno: Δ limiti emissione assoluti		
			Limite Emiss. Day	Rispettato se >0		Limite Emiss. Night	Rispettato se >0	
	[E]		[ED]	[ED]-[E]		[EN]	[EN]-[E]	
	dB(A)		dB(A)	dB(A)		dB(A)	dB(A)	
R2 - Case Piandelmelo	23,1	II	50	26,9	Sì	40	16,9	Sì
R3 - Cascina Menatore	39,5	I	45	5,5	Sì	35	**-4,5**	**No**
R5 - Strapuntè	34,4	II	50	15,6	Sì	40	5,6	Sì
R6 - Pian di Burrè	26,4	I	45	18,6	Sì	35	8,6	Sì

Avendo:

- **Ricettore**: identificativo e denominazione del ricettore analizzato (ad es. edificio, abitazione o località specifica).
- **Livelli assoluti di emissione [E] [dB(A)]**: livello di pressione sonora emesso dall'impianto e calcolato presso il

ricettore, espresso in decibel ponderati A.

- **Classe acustica**: classe di destinazione d'uso del territorio in cui ricade il ricettore, ai sensi della zonizzazione acustica comunale (ad es. Classe I: aree particolarmente protette; Classe II: aree prevalentemente residenziali).
- **Limite Emiss. Day [ED] [dB(A)]**: valore limite di emissione consentito dalla normativa vigente per il periodo di riferimento diurno, in funzione della classe acustica del ricettore.
- **Δ limiti emissione assoluti Day [ED]-[E] [dB(A)]**: scarto tra il limite di emissione diurno e il livello calcolato presso il ricettore; indica il margine di rispetto o il superamento del limite (valore positivo = conforme; valore negativo = non conforme).
- **Rispettato se >0 (Day)**: esito della verifica di conformità per il periodo di riferimento diurno, indicato come "Sì" se il margine è positivo (livello conforme al limite), oppure "No" se il margine è negativo (superamento del limite).
- **Limite Emiss. Night [EN] [dB(A)]**: valore limite di emissione consentito dalla normativa vigente per il periodo di riferimento notturno, in funzione della classe acustica del ricettore.
- **Δ limiti emissione assoluti Night [EN]-[E] [dB(A)]**: scarto tra il limite di emissione notturno e il livello calcolato presso il ricettore; indica il margine di rispetto o il superamento del limite (valore positivo = conforme; valore negativo = non conforme).
- **Rispettato se >0 (Night)**: esito della verifica di conformità per il periodo di riferimento notturno, indicato come "Sì" se il margine è positivo (livello conforme al limite), oppure "No" se il margine è negativo (superamento del limite).

Le tabelle evidenziano che i limiti di emissione per il periodo diurno risultano rispettati in tutti i recettori analizzati. Per il periodo notturno, invece, si riscontra il superamento del limite presso il ricettore R3 – Cascina Menatore, posto in classe I, con un'eccedenza pari a 10,4 dB(A) per velocità del vento superiori a 11 m/s e a 4,4 dB(A) per velocità del vento pari a 6 m/s. Per quanto riguarda il ricettore R5 – Strapuntè, il limite notturno previsto per la Classe I risulta rispettato considerando la tolleranza normativa di 0,5 dB(A).

Considerazioni sul superamento del limite di emissione presso il ricettore R3 – Cascina Menatore

Si evidenzia che il ricettore R3 ricade in Classe I, la quale prevede limiti di emissione particolarmente stringenti (35 dB(A) nel periodo notturno). In merito al superamento riscontrato, si osservano le seguenti considerazioni tecniche:

1. **Limite di emissione vs. percezione del disturbo**
   Il limite di emissione è un valore normativo volto a prevenire incrementi significativi di rumore, ma il suo superamento non implica automaticamente la presenza di disturbo percepibile o fastidio per la popolazione esposta. La percezione del rumore dipende infatti anche dai livelli di rumore residuo presenti nella specifica area.
2. **Rumore residuo e caratterizzazione del contesto**
   In ambiti rurali o isolati, come nel caso di Cascina Menatore, il rumore ambientale notturno è determinato prevalentemente dal fruscio vegetazionale, dalla fauna o dal vento stesso che aziona l'aerogeneratore. In tali condizioni, le emissioni dell'impianto tendono a confondersi con il rumore di fondo naturale, soprattutto quando il vento raggiunge velocità tali da far funzionare il generatore ai livelli massimi (superiori a 11 m/s).

3. **Effetto mascheramento**

   A velocità di vento elevate, che determinano le massime emissioni dell'aerogeneratore, si registra un incremento parallelo del rumore generato dal vento sulle vegetazioni e sulle superfici (effetto mascheramento), il quale riduce la percezione specifica dell'aerogeneratore. La presenza di un vento sostenuto è infatti un fattore determinante di mascheramento acustico, riconosciuto anche dalla normativa tecnica e dalle linee guida ISPRA per la valutazione dell'impatto acustico di impianti eolici.

4. **Caratteristiche sonore dell'impianto**

   Il rumore prodotto dagli aerogeneratori moderni è generalmente di natura aerodinamica, caratterizzato da componenti sonore di tipo broadband, prive di tonalità spiccate o impulsività. In assenza di componenti tonali o impulsive, anche in caso di superamento del limite di emissione, l'effettivo impatto percettivo risulta significativamente ridotto.

5. **Durata e frequenza del superamento**

   Il superamento del limite normativo avviene solo in condizioni specifiche di vento sostenuto, che statisticamente rappresentano una frazione temporale ridotta sul totale delle ore annuali di funzionamento notturno. Tale fattore limita la potenziale esposizione al rumore ai periodi in cui, peraltro, il rumore ambientale naturale è già incrementato dal vento stesso.

5.1. Valutazione considerando il rumore residuo derivante da misurazioni acustiche eseguite in loco

In questo capitolo si esegue la verifica dei limiti di legge rispetto al rumore residuo valutato per mezzo delle misurazioni acustiche descritte al capitolo 4.

Rumore Residuo

Ai fini della **costruzione del modello del rumore residuo**, sono state considerate le seguenti **sorgenti sonore**:

- La **Strada Provinciale SP12**, modellate alla quota di 1 m dal piano stradale lungo l'intero asse viario, con una **potenza sonora (PWL') pari a 65,0 dB** nel periodo diurno, ridotta a **62,0 dB** in quello notturno;
- Il **rumore ambientale diffuso** attribuito a **sorgenti naturali** (vento, fauna, vegetazione), modellato mediante cinque sorgenti puntuali aventi **PWL di 121 dB**, posizionate convenzionalmente a 1.300 m al disopra del piano di campagna.

Va precisato che la ricostruzione del modello acustico a partire da valori misurati comporta inevitabili semplificazioni e astrazioni, per cui i valori riportati sulle tavole allegate possono non coincidere esattamente con i risultati delle misurazioni effettuate sul campo.

Costruzione del modello e verifica dei risultati

Nelle pagine che seguono si riportano gli esiti del modello di calcolo nelle seguenti tavole tematiche:

- Rumore residuo derivante dalle rilevazioni fonometriche alle quote di 1,5 m e di 4,0 m per i periodi di riferimento diurno e notturno;
- Rumore ambientale derivante dalla somma tra il rumore residuo (rilevazioni fonometriche) e dei valori di emissione riportati al capitolo precedente per **velocità del vento superiori a 11 m/s** alle quote di 1,5 m e di 4,0 m per i periodi di riferimento diurno e notturno;

Le quote considerate per l'analisi acustica sono 1,5 m e 4,0 m dal piano di campagna, in quanto i ricettori maggiormente esposti risultano svilupparsi per un massimo di due piani fuori terra.

I **valori restituiti dal modello di propagazione del suono** sono riportati nelle **tabelle sinottiche** che seguono, predisposte per le **quote di 1,5 m e 4,0 m dal piano di campagna**.

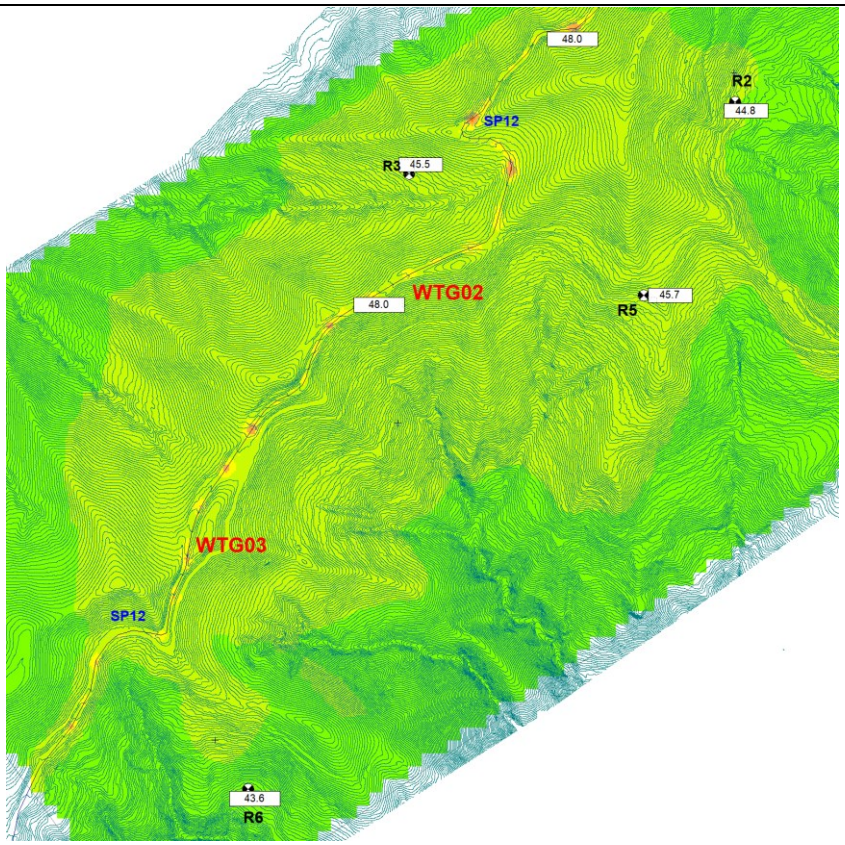
Per ciascun ricettore vengono indicati:

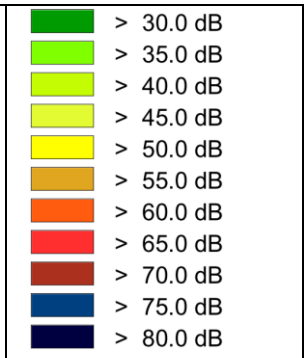
- il livello di **rumore residuo**;
- il livello di **emissione dell'impianto**;
- il livello di **rumore ambientale**, inteso come somma di rumore residuo ed emissione.

È inoltre riportata la **classe acustica** assegnata a ciascun ricettore, ai fini della corretta applicazione dei **limiti assoluti di emissione e di immissione** previsti dalla normativa.

Nei tre blocchi successivi, per ogni ricettore, viene verificato:

- il **rispetto dei limiti assoluti di emissione** (*Si*` se rispettato, *No* se non rispettato);
- il **rispetto dei limiti assoluti di immissione** (*Si*` se rispettato, *No* se non rispettato);
- l'**applicabilità del criterio differenziale**, ovvero:
  - *diurno*, se **RA ≥ 50 dB(A)**;
  - *notturno*, se **RA ≥ 40 dB(A)**;
- il **rispetto del criterio differenziale**, inteso come differenza tra rumore ambientale e rumore residuo non superiore a:
  - **5 dB(A)** in periodo diurno;
  - **3 dB(A)** in periodo notturno.

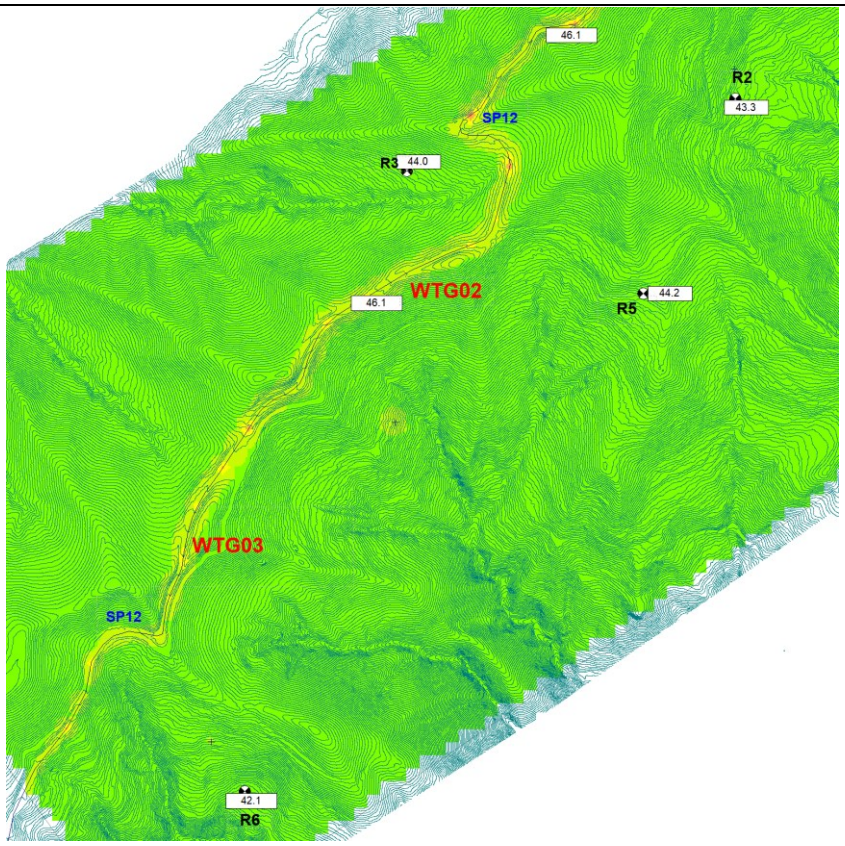


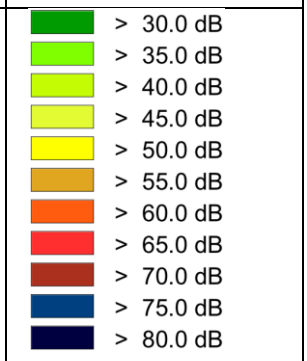


Rumore residuo (da rilevazioni fonometriche).

Tempo di riferimento diurno

Quota relativa: 1,5 m

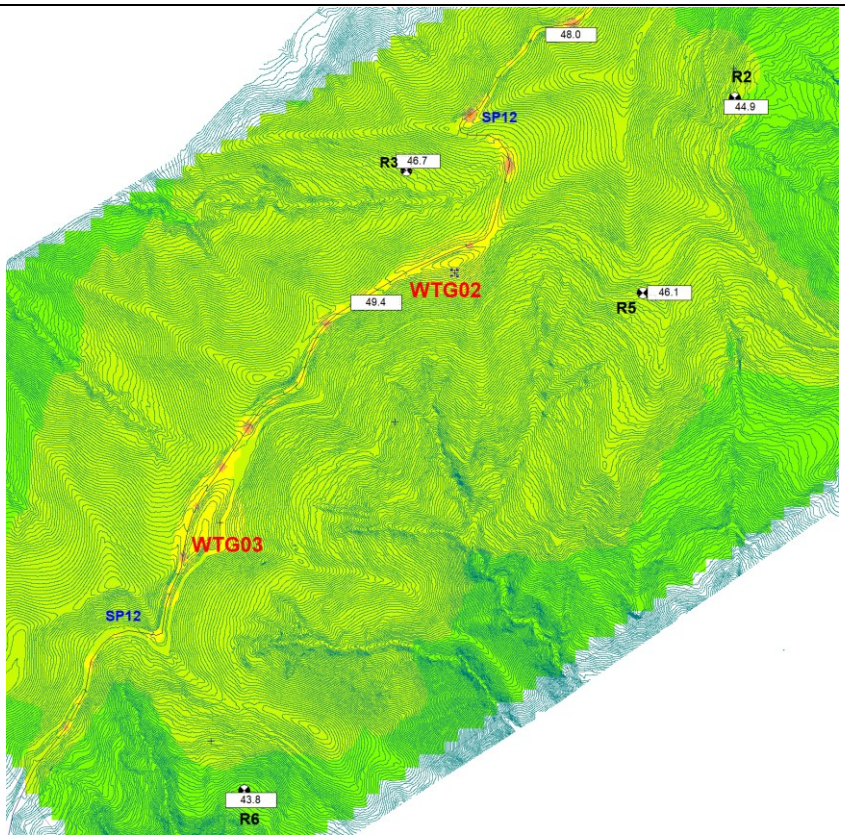


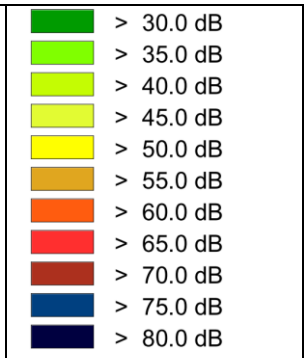


Rumore residuo (da rilevazioni fonometriche).

Tempo di riferimento notturno

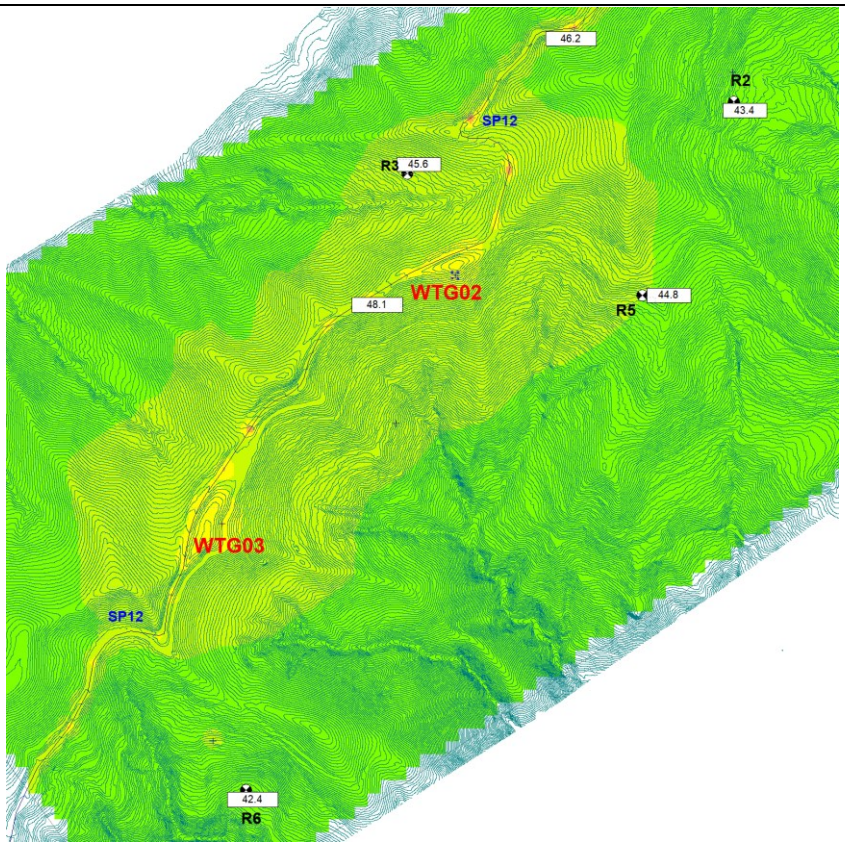
Quota relativa: 1,5 m

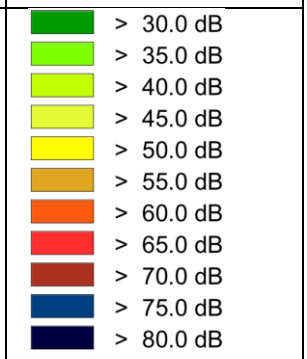




Rumore Ambientale (Residuo + aerogeneratori vento 11 m/s)
Tempo di riferimento diurno

Quota relativa: 1,5 m





Rumore Ambientale (Residuo + aerogeneratori vento 11 m/s)
Tempo di riferimento notturno

Quota relativa: 1,5 m

Verifica del rispetto dei limiti di legge alla quota relativa di 1,5 m sul modello digitale

Periodo di riferimento diurno

Ricettore	residuo	Livelli assoluti di emissione	Rumore ambientale	Classe acustica	Δ limiti emissione assoluti			Δ limiti immissione assoluti			Δ limiti immissione differenziali		
					Limite Emiss. Day	Rispettato se >0		Limite Imm. Day	Rispettato se >0		Applicabile se [A] > 50	ok se < 5	
	[R]	[E]	[A]		[ED]	[ED]-[E]		[ID]	[ID]-[A]			[A]-[r]	
	dB(A)	dB(A)	dB(A)		dB(A)	dB(A)		dB(A)	dB(A)			dB(A)	
R2 - Case Piandelmelo	44,8	27,3	44,9	II	50	22,7	Sì	55	10,1	Sì	No	0,1	Ok
R3 - Cascina Menatore	45,5	41,6	46,7	I	45	3,4	Sì	50	3,3	Sì	No	1,2	Ok
R5 - Strapuntè	45,7	37,0	46,1	II	50	13,0	Sì	55	8,9	Sì	No	0,4	Ok
R6 - Pian di Burrè	43,6	32,6	43,8	I	45	12,4	Sì	50	6,2	Sì	No	0,2	Ok

Periodo di riferimento notturno

Ricettore	residuo	Livelli assoluti di emissione	Rumore ambientale	Classe acustica	Δ limiti emissione assoluti			Δ limiti immissione assoluti			Δ limiti immissione differenziali		
					Limite Emiss. Night	Rispettato se >0		Limite Imm. Night	Rispettato se >0		Applicabile se [A] > 40	ok se < 3	
	[R]	[E]	[A]		[EN]	[EN]-[E]		[ID]	[ID]-[A]			[A]-[r]	
	dB(A)	dB(A)	dB(A)		dB(A)	dB(A)		dB(A)	dB(A)			dB(A)	
R2 - Case Piandelmelo	43,3	29,3	43,4	II	40	10,7	Sì	45	1,6	Sì	Sì	0,1	Ok
R3 - Cascina Menatore	44,0	41,6	45,6	I	35	**-6,6**	NO	40	**-5,6**	No	Sì	1,6	Ok
R5 - Strapuntè	44,2	37,0	44,8	II	40	3,0	Sì	45	0,2	Sì	Sì	0,6	Ok
R6 - Pian di Burrè	42,1	32,6	42,8	I	35	2,4	Sì	40	**-2,8**	No	Sì	0,7	Ok

Commento tecnico ai risultati della verifica alla quota di 1,5 m sul modello digitale

Dall'analisi dei dati riportati in tabella, relativi ai ricettori valutati alla quota di 1,5 metri dal suolo, si osserva quanto segue:

Periodo di riferimento diurno

- Tutti i recettori analizzati rispettano i **limiti di emissione assoluti** previsti dalla normativa vigente, con margini di rispetto variabili da 3,4 dB(A) (R3 – Cascina Menatore) a 22,7 dB(A) (R2 – Case Piandelmelo).
- Anche i **limiti di immissione assoluti** risultano rispettati in tutti i casi, con margini compresi tra 3,3 dB(A) e 10,1 dB(A).
- I **limiti differenziali di immissione** non sono applicabili poiché in nessun ricettore il livello di rumore ambientale diurno supera la soglia di 50 dB(A). Tuttavia, i differenziali calcolati risultano in ogni caso inferiori al valore limite di 5 dB(A), confermando l'assenza di potenziali criticità.

Periodo di riferimento notturno

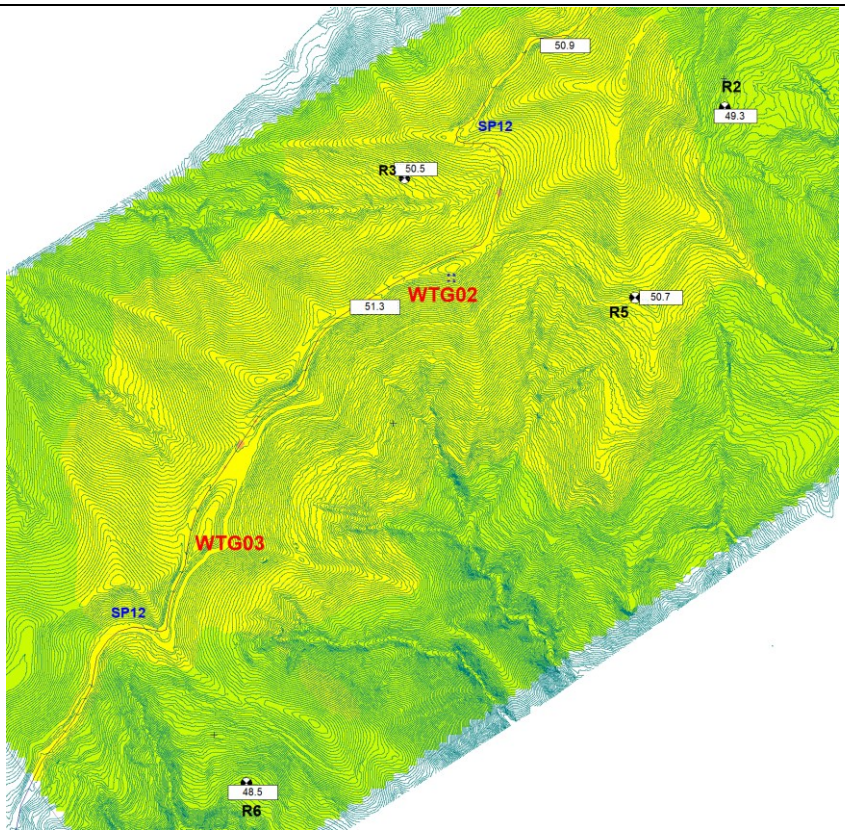
- Per quanto riguarda i **limiti di emissione notturni**, si evidenzia:
  - Il rispetto in tutti i recettori ad eccezione di R3 – Cascina Menatore, dove si registra un superamento di 6,6 dB(A) (cfr. valutazioni di cui al capitolo precedente).
- Relativamente ai **limiti di immissione assoluti**, si osserva:
  - Il rispetto presso i recettori R2 – Case Piandelmelo e R5 – Strapuntè, mentre presso

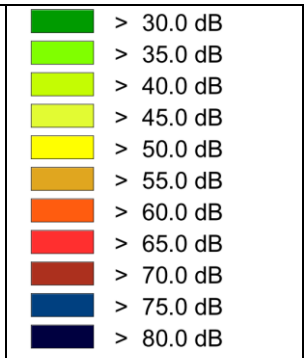
R3 – Cascina Menatore e R6 – Pian di Burrè si riscontra un superamento, rispettivamente di 5,6 dB(A) e 2,8 dB(A) oltre i limiti previsti; è tuttavia importante sottolineare che il superamento del limite è riconducibile esclusivamente al rumore residuo già presente nell'area, mentre il contributo aggiuntivo derivante dagli aerogeneratori determina un incremento marginale e non significativo ai fini della percezione complessiva del disturbo.

- I **limiti differenziali di immissione** risultano applicabili per tutti i recettori, in quanto i livelli di rumore ambientale superano i 40 dB(A). I valori differenziali calcolati sono tuttavia contenuti (tra 0,1 e 1,6 dB(A)) e ampiamente inferiori al limite differenziale di 3 dB(A), garantendo quindi l'assenza di criticità sotto il profilo percettivo del disturbo.

Conclusioni

- Nel **periodo diurno**, l'impianto risulta conforme a tutti i limiti normativi, sia assoluti sia differenziali.
- Nel **periodo notturno**, sebbene si riscontrino alcuni superamenti dei limiti assoluti di emissione e immissione (in particolare presso R3 – Cascina Menatore), i limiti differenziali risultano ampiamente rispettati in tutti i recettori. Tale evidenza indica che l'impatto percepito dai potenziali residenti risulterà contenuto, poiché il differenziale rappresenta l'indicatore normativo correlato alla reale percezione del disturbo da parte dei recettori sensibili.
- **Nota tecnica**: Il superamento dei limiti assoluti presso R3 – Cascina Menatore deve essere interpretato alla luce del basso valore di soglia previsto per la Classe I (35 dB(A) notturni), tipico di aree particolarmente protette. In tale contesto, il contributo dell'impianto, pur formalmente eccedente, risulta inserito in un contesto ambientale già caratterizzato da livelli di rumore residuo non trascurabili, limitando l'effettiva percezione di disturbo.
- **Rumore residuo elevato anche in aree scarsamente antropizzate:**
  In alcuni casi, i livelli di rumore residuo risultano relativamente alti anche presso ricettori isolati o con scarsa presenza umana. Tale circostanza è riconducibile a **sorgenti naturali diffuse** (ad es. fauna selvatica, vento tra la vegetazione), fenomeni acustici noti e compatibili con contesti rurali e naturalistici.
- **Condizioni di misura rappresentative e conservative:**
  Le rilevazioni acustiche sono state eseguite con **velocità del vento inferiori a 5 m/s**, come richiesto dalla normativa per garantire l'attendibilità delle misurazioni. Considerando che l'esercizio a pieno regime degli aerogeneratori avviene con **venti più sostenuti**, è ragionevole ipotizzare che in tali condizioni il rumore residuo ambientale sia **pari o superiore** a quello rilevato. Ne consegue che anche durante il funzionamento a massima potenza, il contributo sonoro dell'impianto continuerà a risultare **acusticamente trascurabile**.

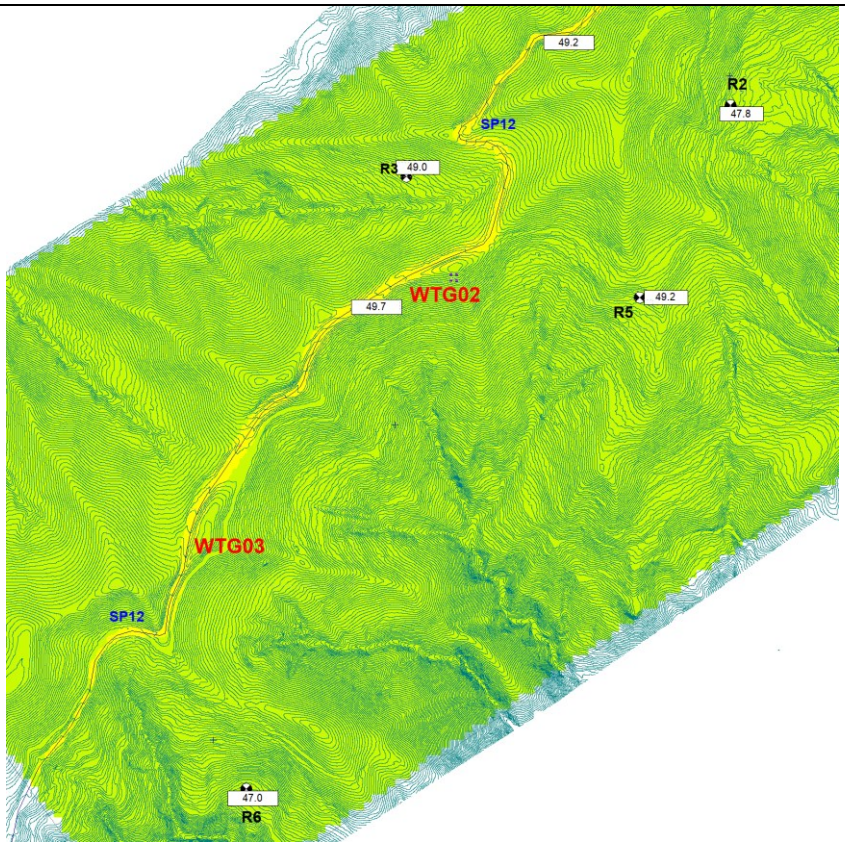


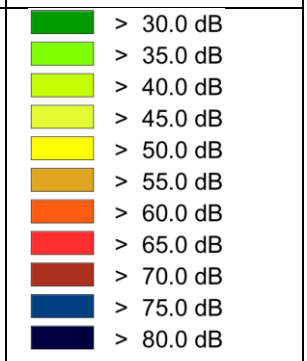


Rumore residuo (da rilevazioni fonometriche).

Tempo di riferimento diurno

Quota relativa: 4,0 m

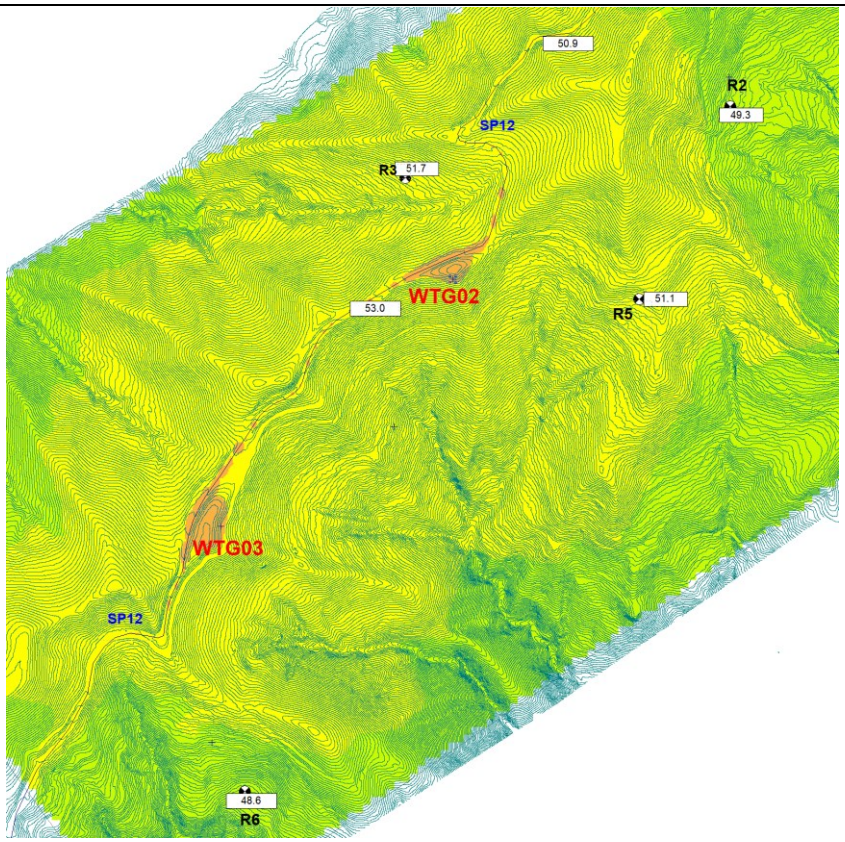


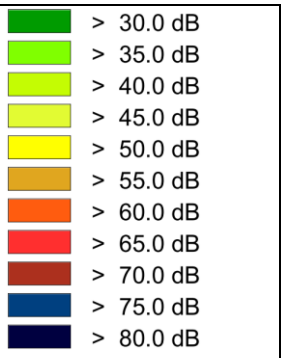


Rumore residuo (da rilevazioni fonometriche).

Tempo di riferimento notturno

Quota relativa: 4,0 m

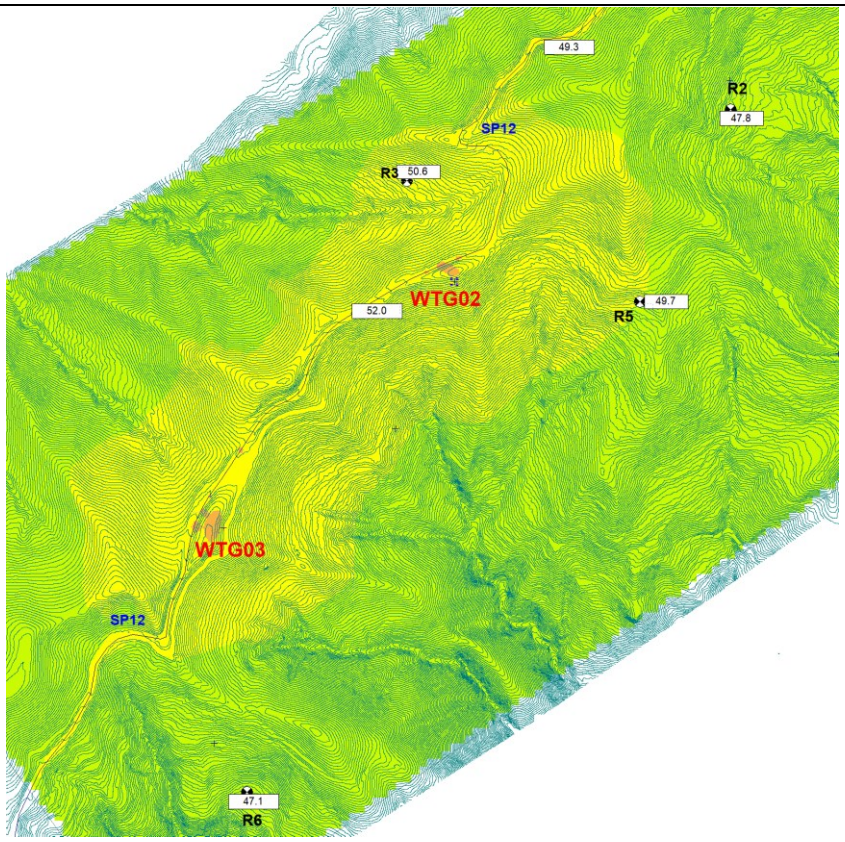


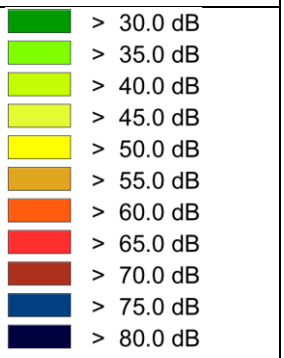


Rumore Ambientale (Residuo + aerogeneratori vento 11 m/s)

Tempo di riferimento diurno

Quota relativa: 4,0 m





Rumore Ambientale (Residuo + aerogeneratori vento 11 m/s)

Tempo di riferimento notturno

Quota relativa: 4,0 m

Commento tecnico ai risultati della verifica alla quota di 4,0 m sul modello digitale

Dall'analisi dei dati riportati in tabella, relativi ai ricettori valutati alla quota di 4,0 metri dal suolo, si osserva quanto segue:

Periodo di riferimento diurno

- **R2 – Case Piandelmelo**
  - Situazione pienamente conforme, con ampio rispetto dei limiti di emissione (+20,9 dB) e immissione (+5,7 dB). Differenziale nullo.
- **R3 – Cascina Menatore**
  - Supera il limite di emissione diurno di 0,5 dB, quindi entro i limiti di tolleranza; il limite di immissione è superato di 1,7 dB. Tuttavia, il differenziale di immissione (1,2 dB) è ampiamente inferiore al limite di 5 dB, indicando impatto percettivo contenuto e che il superamento è imputabile esclusivamente all'elevato rumore residuo.
- **R5 – Strapuntè**
  - Rispetta i limiti con margine (emissione +9,6 dB, immissione +3,9 dB). Differenziale minimo (0,4 dB).
- **R6 – Pian di Burrè**
  - Tutti i limiti rispettati con buoni margini (emissione +12,6 dB, immissione +1,4 dB). Differenziale trascurabile (0,1 dB).

Periodo di riferimento notturno

- **R2 – Case Piandelmelo**
  - Rispetta il limite di emissione (+10,9 dB), ma **non** quello di immissione (-2,8 dB) a causa del rumore residuo. Differenziale nullo, quindi impatto trascurabile.
- **R3 – Cascina Menatore**
  - **Superamento rilevante** del limite di emissione (-10,5 dB) e di immissione (-10,6 dB). Il differenziale di immissione è però contenuto (1,6 dB), segnalando un impatto percettivo limitato.
- **R5 – Strapuntè**
  - Limite di emissione rispettato entro i limiti di tolleranza (-0,4 dB). Superamento del limite di immissione di 4,7 dB. Differenziale molto basso (0,5 dB).
- **R6 – Pian di Burrè**
  - Rispetta il limite di emissione (+2,6 dB) ma non quello di immissione (-7,1 dB). Differenziale trascurabile (0,1 dB).

Confronto generale con la quota di 1,5 m

- I livelli sonori a 4 m risultano generalmente **lievemente superiori** rispetto a quelli a 1,5 m, con incrementi fino a +3,9 dB(A) (R3).

- I **superamenti dei limiti assoluti** a 4 m si confermano in R3 e R5, ma i **differenziali di immissione restano contenuti** (tutti < 2 dB), indicando un impatto percettivo ridotto.
- Gli scostamenti sono fisiologici in relazione all'altezza del ricettore, alla geometria di propagazione e all'attenuazione suolo-aria, ma **non alterano significativamente la compatibilità complessiva dell'impianto**.

Considerazione conclusiva

La verifica effettuata si basa sul confronto tra un rumore residuo misurato in condizioni di vento debole e le emissioni sonore degli aerogeneratori operanti alla massima potenza. Si tratta, evidentemente, di uno scenario estremamente cautelativo e non rappresentativo delle reali condizioni di esercizio, poiché in presenza di vento sufficiente ad attivare i generatori a pieno regime, anche il rumore residuo risulterebbe significativamente più elevato.

Pertanto, le verifiche condotte in questo capitolo devono essere considerate come fortemente prudenziali, in quanto riferite a condizioni ipotetiche di massimo impatto difficilmente riscontrabili nella realtà operativa dell'impianto.

5.2. Valutazione considerando il solo rumore residuo cagionato dal vento

Il paragrafo precedente ha valutato il rispetto dei limiti acustici confrontando le emissioni degli aerogeneratori con il rumore residuo misurato in loco. Come già evidenziato, tale analisi si riferisce a una condizione ipotetica che non può verificarsi nella realtà operativa, poiché il rumore residuo e le emissioni degli aerogeneratori sono fortemente correlati: in un contesto naturale privo di sorgenti antropiche, l'incremento della velocità del vento comporta infatti un aumento simultaneo sia del rumore ambientale che delle emissioni dell'impianto.

Nel presente capitolo, le verifiche vengono ripetute utilizzando, in luogo del rumore residuo misurato, i valori stimati di rumore ambientale calcolati in funzione della velocità del vento, considerando due regimi operativi degli aerogeneratori:

- 11 m/s, corrispondente alla massima emissione sonora delle macchine;
- 6 m/s, rappresentativo del funzionamento standard dell'impianto.

Rumore Residuo al variare delle condizioni del vento

Nel presente capitolo si procede alla stima del rumore residuo percepibile presso i recettori considerati, in funzione della velocità del vento, al fine di confrontarlo con il livello di emissione sonora generato dagli aerogeneratori.

È noto, infatti, che all'aumentare della velocità del vento:

- cresce il rumore prodotto dagli aerogeneratori, in quanto la macchina lavora a regimi più elevati;
- aumenta contestualmente anche il rumore ambientale residuo percepito nei pressi dei recettori, a causa dell'interazione del vento con la vegetazione, il terreno e gli ostacoli presenti.

Determinare una correlazione diretta tra il rumore prodotto dall'aerogeneratore e il rumore residuo dovuto al vento non è tuttavia agevole, in quanto entrano in gioco numerosi fattori, tra cui:

- la morfologia del terreno;
- la tipologia e densità della vegetazione;
- la direzione e l'eventuale inclinazione delle correnti di vento rispetto all'asse orizzontale.

Tali parametri possono generare forti disomogeneità nei livelli di rumorosità anche tra punti di misura relativamente vicini.

In linea generale, si può comunque affermare che la presenza, in corrispondenza dell'aerogeneratore, di un vento con velocità sufficiente a garantirne il funzionamento a massima potenza comporta, presso i recettori, un livello di rumore residuo significativamente superiore rispetto a quello che si registrerebbe in condizioni di calma o di vento debole.

Nel presente capitolo, sulla base dei principali riferimenti di letteratura disponibili, si stimano i livelli di rumore residuo corrispondenti a due condizioni di vento ritenute rappresentative per l'impianto in esame:

- **11 m/s**, velocità alla quale la turbina raggiunge la massima emissione sonora, pari a L_{wa}Ref = 106 dB(A);
- **6 m/s**, velocità ritenuta maggiormente rappresentativa del funzionamento ordinario dell'impianto, con una emissione sonora, pari a L_{wa}Ref = 99 dB(A).

La certificazione acustica degli aerogeneratori, effettuata secondo la norma CEI 61400-11, prevede una verifica strumentale condotta al suolo, i cui risultati vengono correlati alla velocità del vento misurata a quota h = 10 m (cfr. punto 2.2 della certificazione della turbina).

Nel caso in esame, trattandosi di un campo aperto con presenza significativa di aree boscate, si assume una rugosità z_0 pari a 0,06 m.

Di seguito si riportano le due principali esigenze di normalizzazione necessarie per rendere confrontabili i livelli di rumore generati dall'aerogeneratore e quelli prodotti dal vento:

1. Il rumore prodotto dall'impianto è certificato al suolo in funzione della velocità del vento misurata a 10 m di quota e con una rugosità di riferimento z_0 = 0,06 m.
2. Il rumore residuo prodotto dal vento deve essere valutato al suolo e correlato alla velocità del vento misurata effettivamente al suolo, considerando la rugosità reale del territorio oggetto di indagine.

Di conseguenza, è necessario operare una prima normalizzazione:

- riportando la velocità del vento dalla quota di 10 m alla quota del mozzo dell'aerogeneratore, utilizzando la rugosità di riferimento (z_0 = 0,06 m);
- successivamente, ricalcolando la velocità del vento al suolo, utilizzando il dato di rugosità caratteristico del sito indagato.

Quest'ultimo valore di velocità del vento rappresenta il dato di input per la verifica dei livelli di rumore residuo, ovvero dei livelli presenti in assenza delle emissioni generate dall'impianto, nella configurazione specifica analizzata.

Tali operazioni vengono eseguite applicando la Legge del profilo verticale del vento (logaritmica), che consente di determinare la variazione della velocità del vento al variare della quota, secondo la seguente formula:

$$v(h) = v(h_r) \cdot \frac{\ln(h/z_0)}{\ln(h_r/z_0)}$$

Dove:

- h: quota di destinazione
- h_r: quota di riferimento (ad esempio 10 m)
- z_0: rugosità superficiale (in m)

Come anticipato, la rugosità da utilizzarsi nelle aree boscate è assunta pari a $Z_0 = 0,06$

Applicando la formula si ottiene:

Quota di 1,5 m

ln(1,5/0,06) = ln(25) = 3,2189

ln(10/0,06) = ln(166,6) = 5,1159

Da cui si desume il rapporto R pari a:

R = 3,2189 / 5,1159 = 0,6291

Quindi la velocità del vento alla quota di 1,5 m sarà:

Per **11** m/s a 10 m v(1,5) = 11 * 0,6072 = **6,92** m/s

Per **6** m/s a 10 m v(1,5) = 6 * 0,6072 = **3,77** m/s

Quota di 4 m

Applicando la formula si ottiene:

ln(4/0,06) = ln(66,67) = 4,1997

ln(10/0,06) = ln(166,6) = 5,1159

Da cui si desume il rapporto R pari a:

R = 4,1997 / 5,1159 = 0,8206

Quindi la velocità del vento alla quota di 1,5 m sarà:

Per **11** m/s a 10 m v(4,0) = 11 * 0,8206= **9,03** m/s

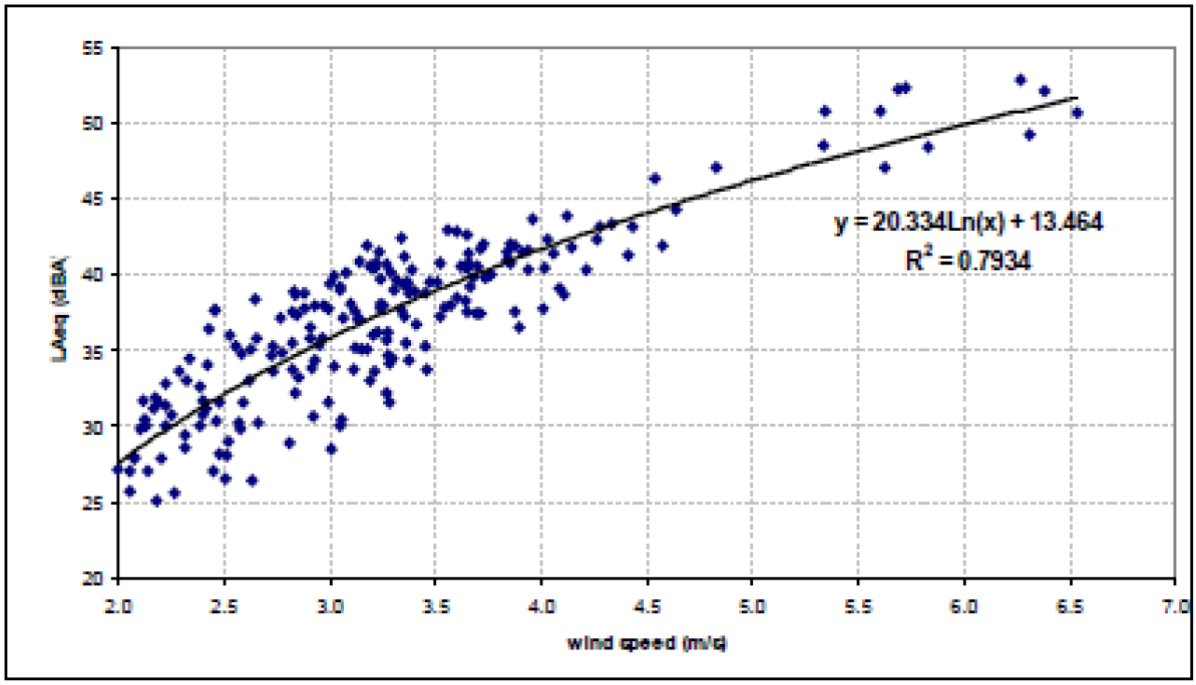
Per **6** m/s a 10 m v(4,0) = 6 * 0,8206 = **4,92** m/s

Una volta stabilito il fattore correttivo che permette di valutare la velocità del vento al suolo risulta necessario stimarne l'effetto acustico in funzione della propria velocità.

Dalla Pubblicazione edita dall'ISPRA, Rapporti 103/2013 - ISBN 978-88-448-0636-1, si possono estrapolare i grafici, ottenuti sperimentalmente, del rumore generato dal vento in funzione della sua velocità.

Stima della rumorosità del vento (modello empirico ISPRA/ARPA Veneto)

L'ISPRA Rapporti 103/2013 indica (su basi sperimentali) la relazione approssimativa del grafico che segue:



Fonte: ARPA Veneto, Misure di rumore ambientale in prossimità di impianti eolici. Studio preliminare per la definizione di criteri di valutazione dell'impatto acustico, dati sperimentali 2010, pubblicati in ISPRA Rapporti 103/2013.

Utilizzando il modello empirico ISPRA/ARPA VENETO si ottiene:

Quota di 1,5 m

Per v = 6,92 m/s **51 dB(A)** corrispondente alla velocità del vento a 10 m pari a 11 m/s

Per v = 3,77 m/s **42 dB(A)** corrispondente alla velocità del vento a 10 m pari a 6 m/s

Quota di 4 m

Per v = 9,03 m/s **51 dB(A)** corrispondente alla velocità del vento a 10 m pari a 11 m/s

Per v = 4,92 m/s **46 dB(A)** corrispondente alla velocità del vento a 10 m pari a 6 m/s

Si tratta, comunque, si stime fortemente cautelative perché si tratta di aree boscate ove lo stormire delle foglie, in base a dati presenti in letteratura, incrementa il rumore residuo di 4- 6 dB

Verifica con vento pari a 11 m/s (massima emissione aerogeneratore)

Utilizzando come rumore residuo quello stimato al punto precedente e come immissione quella fornita dal costruttore (cfr. cap. 3), si riporta di seguito la verifica a 1,5 m dal suolo, corrispondente la piano terra dei ricettori con il vento che genera le emissioni maggiori, ossia 11 m/s:

Verifica del rispetto dei limiti di legge alla quota relativa di 1,5 m sul modello digitale - VELOCITA' VENTO 11 m/s

Periodo di riferimento diurno

Ricettore	residuo	Livelli assoluti di emissione	Rumore ambientale	Classe a.	Δ limiti emissione assoluti			Δ limiti immissione assoluti			Δ limiti immissione differenziali		
					Limite Emiss. Day	Rispettato se >0		Limite Imm. Day	Rispettato se >0		Applicabile se [A] > 50	ok se < 5	
	[R]	[E]	[A]=[R]+[E]		[ED]	[ED]-[E]		[ID]	[ID]-[A]			[A]-[r]	
	dB(A)	dB(A)	dB(A)		dB(A)	dB(A)		dB(A)	dB(A)			dB(A)	
R2 - Case Piandelmelo	51,0	27,3	51,0	II	50	22,7	Sì	55	4,0	Sì	Sì	0,0	Ok
R3 - Cascina Menatore	51,0	41,6	51,5	I	45	3,4	Sì	50	-1,5	No	Sì	0,5	Ok
R5 - Strapuntè	51,0	37,0	51,2	II	50	13,0	Sì	55	3,8	Sì	Sì	0,2	Ok
R6 - Pian di Burrè	51,0	32,6	51,1	I	45	12,4	Sì	50	-1,1	No	Sì	0,1	Ok

Periodo di riferimento notturno

Ricettore	residuo	Livelli assoluti emissione	Rumore ambientale	Classe a.	Δ limiti emissione assoluti			Δ limiti immissione assoluti			Δ limiti immissione differenziali		
					Limite Emiss. Night	Rispettato se >0		Limite Imm. Night	Rispettato se >0		Applicabile se [A] > 40	ok se < 3	
	[R]	[E]	[A]=[R]+[E]		[EN]	[EN]-[E]		[ID]	[ID]-[A]			[A]-[r]	
	dB(A)	dB(A)	dB(A)		dB(A)	dB(A)		dB(A)	dB(A)			dB(A)	
R2 - Case Piandelmelo	51,0	29,3	51,0	II	40	10,7	Sì	45	-6,0	No	Sì	0,0	Ok
R3 - Cascina Menatore	51,0	41,6	51,5	I	35	-6,6	No	40	-11,5	No	Sì	0,5	Ok
R5 - Strapuntè	51,0	37,0	51,2	II	40	3,0	Sì	45	-6,2	No	Sì	0,2	Ok
R6 - Pian di Burrè	51,0	32,6	51,1	I	35	2,4	Sì	40	-11,1	No	Sì	0,1	Ok

I valori del rumore ambientale risultano dalla somma tra il rumore residuo e le emissioni; questo metodo appare più rigoroso rispetto alla costruzione di un modello CadnaA.

Periodo di riferimento diurno

- **R2 – Case Piandelmelo**

  Tutti i limiti rispettati con ampio margine (emissione +22,7 dB, immissione +4,0 dB). Differenziale nullo → **nessuna criticità**.

- **R3 – Cascina Menatore**

  Limite di emissione rispettato (+3,4 dB), ma limite di immissione **superato di 1,5 dB** a causa del rumore residuo. Differenziale contenuto (0,5 dB) → **impatto percepito limitato**.

- **R5 – Strapuntè**

  Tutti i limiti rispettati (emissione +13,0 dB, immissione +3,8 dB). Differenziale molto basso

(0,2 dB) → **situazione conforme**.

- **R6 – Pian di Burrè**
  Limite di emissione rispettato (+12,4 dB), limite di immissione **superato di 1,1 dB** a causa del rumore residuo. Differenziale trascurabile (0,1 dB) → **impatto minimo**.

Periodo di riferimento notturno

- **R2 – Case Piandelmelo**
  Limite di emissione rispettato (+10,7 dB), ma limite di immissione **superato di 6,0 dB**. Differenziale nullo → **impatto percettivo trascurabile**.
- **R3 – Cascina Menatore**
  Limite di emissione **superato di 6,6 dB** e immissione **superato di 11,5 dB**. Differenziale basso (0,5 dB) → **criticità normativa ma impatto percepito contenuto,** essendo il rumore residuo significativamente superiore a quello ambientale.
- **R5 – Strapuntè**
  Limite di emissione rispettato (+3,0 dB), ma limite di immissione **superato di 6,2 dB**. Differenziale minimo (0,2 dB) → **criticità normativa ma impatto ridotto**.
- **R6 – Pian di Burrè**
  Limite di emissione rispettato (+2,4 dB), limite di immissione **superato di 11,1 dB** a causa del rumore residuo. Differenziale trascurabile (0,1 dB) → **impatto percettivo nullo**.

Conclusione generale

- **Diurno**: limiti di emissione rispettati ovunque; piccoli superamenti di immissione senza rilevanza percettiva.
- **Notturno**: diversi superamenti dei limiti di immissione e di emissione (R3), ma i **differenziali restano ovunque <1 dB**, segnalando un impatto acustico percepito **molto contenuto o nullo**, nonostante le criticità normative.

Analogamente la verifica è stata svolta alla quota di 4 m dal piano di campagna:

Verifica del rispetto dei limiti di legge alla quota relativa di 4,0 m sul modello digitale - VELOCITA' VENTO 11 m/s

Periodo di riferimento diurno

Ricettore	residuo	Livelli assoluti di emissione	Rumore ambientale	Classe acustica	Δ limiti emissione assoluti			Δ limiti immissione assoluti			Δ limiti immissione differenziali		
					Limite Emiss. Day	Rispettato se >0		Limite Imm. Day	Rispettato se >0		Applicabile se [A] > 50	ok se < 5	
	[R]	[E]	[A]=[R]+[E]		[ED]	[ED]-[E]		[ID]	[ID]-[A]			[A]-[r]	
	dB(A)	dB(A)	dB(A)		dB(A)	dB(A)		dB(A)	dB(A)			dB(A)	
R2 - Case Piandelmelo	51,0	29,1	51,0	II	50	20,9	Sì	55	4,0	Sì	Sì	0,0	Ok
R3 - Cascina Menatore	51,0	45,5	52,1	I	45	-0,5	Sì toll.	50	-2,1	No	Sì	1,1	Ok
R5 - Strapuntè	51,0	40,4	51,4	II	50	9,6	Sì	55	3,6	Sì	Sì	0,4	Ok
R6 - Pian di Burrè	51,0	32,4	51,1	I	45	12,6	Sì	50	-1,1	No	Sì	0,1	Ok

Periodo di riferimento notturno

Ricettore	residuo	Livelli assoluti di emissione	Rumore ambientale	Classe acustica	Δ limiti emissione assoluti			Δ limiti immissione assoluti			Δ limiti immissione differenziali		
					Limite Emiss. Night	Rispettato se >0		Limite Imm. Night	Rispettato se >0		Applicabile se [A] > 40	ok se < 3	
	[R]	[E]	[A]=[R]+[E]		[EN]	[EN]-[E]		[ID]	[ID]-[A]			[A]-[r]	
	dB(A)	dB(A)	dB(A)		dB(A)	dB(A)		dB(A)	dB(A)			dB(A)	
R2 - Case Piandelmelo	51,0	29,1	51,0	II	40	10,9	Sì	45	-6,0	No	Sì	0,0	Ok
R3 - Cascina Menatore	51,0	45,5	52,1	I	35	-10,5	No	40	-12,1	No	Sì	1,1	Ok
R5 - Strapuntè	51,0	40,4	51,4	II	40	-0,4	Si tol	45	-6,4	No	Sì	0,4	Ok
R6 - Pian di Burrè	51,0	32,4	51,1	I	35	2,6	Sì	40	-11,1	No	Sì	0,1	Ok

Tralasciando le considerazioni relative ai superamenti dei limiti di emissione, già approfondite nel capitolo dedicato, si osserva che alla quota di 4 m i livelli risultano leggermente superiori rispetto a quelli rilevati a 1,5 m. Tuttavia, le valutazioni complessive restano invariate: **tutti i superamenti dei limiti di immissione sono imputabili al rumore residuo di 51 dB(A) e non sono quindi ascrivibili al contributo degli aerogeneratori**.

Si evidenzia, inoltre, che i livelli differenziali di immissione – parametro più significativo ai fini della valutazione dell'effettivo disturbo percepito – risultano ovunque rispettati con ampi margini, confermando che l'impatto acustico dell'impianto sui ricettori sarà trascurabile.

Verifica con vento pari a 6 m/s (funzionamento standard)

Data la forte correlazione tra il vento e la rumorosità dell'area, sia quella legata al rumore residuo, sia quella degli aerogeneratori, si ritiene importante verificare il rispetto dei limiti anche per una situazione ordinaria, ossia con il vento a 6 m/s.

La verifica, anche in questo caso, è stata effettuata sia per la quota di 1,5 m sia per quella di 4,0 m.

Verifica del rispetto dei limiti di legge alla quota relativa di 1,5 m sul modello digitale - VELOCITA' VENTO 6 m/s

Periodo di riferimento diurno

Ricettore	residuo	Livelli assoluti di emissione	Rumore ambientale	Classe a.	Δ limiti emissione assoluti			Δ limiti immissione assoluti			Δ limiti immissione differenziali		
					Limite Emiss. Day	Rispettato se >0		Limite Imm. Day	Rispettato se >0		Applicabile se [A] > 50	ok se < 5	
	[R]	[E]	[A]=[R]+[E]		[ED]	[ED]-[E]		[ID]	[ID]-[A]			[A]-[r]	
	dB(A)	dB(A)	dB(A)		dB(A)	dB(A)		dB(A)	dB(A)			dB(A)	
R2 - Case Piandelmelo	42,0	22,3	42,0	II	50	27,7	Sì	55	13,0	Sì	No	0,0	Ok
R3 - Cascina Menatore	42,0	34,6	42,7	I	45	10,4	Sì	50	7,3	Sì	No	0,7	Ok
R5 - Strapuntè	42,0	30,0	42,3	II	50	20,0	Sì	55	12,7	Sì	No	0,3	Ok
R6 - Pian di Burrè	42,0	25,6	42,1	I	45	19,4	Sì	50	7,9	Sì	No	0,1	Ok

Periodo di riferimento notturno

Ricettore	residuo	Livelli assoluti di emissione	Rumore ambientale	Classe a.	Δ limiti emissione assoluti			Δ limiti immissione assoluti			Δ limiti immissione differenziali		
					Limite Emiss. Night	Rispettato se >0		Limite Imm. Night	Rispettato se >0		Applicabile se [A] > 40	ok se < 3	
	[R]	[E]	[A]=[R]+[E]		[EN]	[EN]-[E]		[ID]	[ID]-[A]			[A]-[r]	
	dB(A)	dB(A)	dB(A)		dB(A)	dB(A)		dB(A)	dB(A)			dB(A)	
R2 - Case Piandelmelo	42,0	22,3	42,0	II	40	17,7	Sì	45	3,0	Sì	Sì	0,0	Ok
R3 - Cascina Menatore	42,0	34,6	42,7	I	35	0,4	Sì	40	-2,7	No	Sì	0,7	Ok
R5 - Strapuntè	42,0	30,0	42,3	II	40	10,0	Sì	45	2,7	Sì	Sì	0,3	Ok
R6 - Pian di Burrè	42,0	25,6	42,1	I	35	9,4	Sì	40	-2,1	No	Sì	0,1	Ok

L'esito della verifica evidenzia che, alla quota di 1,5 m e per il funzionamento ordinario, tutti i limiti risultano rispettati. Gli unici superamenti riscontrati riguardano i limiti di immissione notturni per i recettori in Classe I; tali superamenti, tuttavia, **sono imputabili esclusivamente al rumore residuo**, che risulta già superiore ai valori di legge indipendentemente dalla presenza degli aerogeneratori.

Verifica del rispetto dei limiti di legge alla quota relativa di 4,0 m sul modello digitale - VELOCITA' VENTO 6 m/s

Periodo di riferimento diurno

Ricettore	residuo	Livelli assoluti di emissione	Rumore ambientale	Classe a.	Δ limiti emissione assoluti			Δ limiti immissione assoluti			Δ limiti immissione differenziali		
					Limite Emiss. Day	Rispettato se >0		Limite Imm. Day	Rispettato se >0		Applicabile se [A] > 50	ok se < 5	
	[R]	[E]	[A]=[R]+[E]		[ED]	[ED]-[E]		[ID]	[ID]-[A]			[A]-[r]	
	dB(A)	dB(A)	dB(A)		dB(A)	dB(A)		dB(A)	dB(A)			dB(A)	
R2 - Case Piandelmelo	46,0	23,1	46,0	II	50	26,9	Sì	55	9,0	Sì	No	0,0	Ok
R3 - Cascina Menatore	46,0	39,5	46,9	I	45	5,5	Sì	50	3,1	Sì	No	0,9	Ok
R5 - Strapuntè	46,0	34,4	46,3	II	50	15,6	Sì	55	8,7	Sì	No	0,3	Ok
R6 - Pian di Burrè	46,0	26,4	46,0	I	45	18,6	Sì	50	4,0	Sì	No	0,0	Ok

Periodo di riferimento notturno

Ricettore	residuo	Livelli assoluti di emissione	Rumore ambientale	Classe a.	Δ limiti emissione assoluti			Δ limiti immissione assoluti			Δ limiti immissione differenziali		
					Limite Emiss. Night	Rispettato se >0		Limite Imm. Night	Rispettato se >0		Applicabile se [A] > 40	ok se < 3	
	[R]	[E]	[A]=[R]+[E]		[EN]	[EN]-[E]		[ID]	[ID]-[A]			[A]-[r]	
	dB(A)	dB(A)	dB(A)		dB(A)	dB(A)		dB(A)	dB(A)			dB(A)	
R2 - Case Piandelmelo	46,0	23,1	46,0	II	40	16,9	Sì	45	-1,0	No	Sì	0,0	Ok
R3 - Cascina Menatore	46,0	39,5	46,9	I	35	-4,5	No	40	-6,9	No	Sì	0,9	Ok
R5 - Strapuntè	46,0	34,4	46,3	II	40	5,6	Sì	45	-1,3	No	Sì	0,3	Ok
R6 - Pian di Burrè	46,0	26,4	46,0	I	35	8,6	Sì	40	-6,0	No	Sì	0,0	Ok

L'esito alla quota di 4 m vede valori assoluti un po' più elevati che implicano il superamento dei limiti assoluti di immissione. Da notare però che, anche in questo caso, la stima del rumore ambientale di 46 dB risulta di per sé superiore al limite di immissione della classe I (40 dB) e della classe II (45 dB). Non sorprende pertanto che i limiti assoluti di immissione siano superati.

Per quanto attiene il superamento del limite di emissione presso il ricettore R3 – Cascina Menatore si rinvia al capitolo relativo alle emissioni e a quanto specificato nelle conclusioni.

Valutazioni sul ricettore R3 - Cascina Menatore



Figura 8: vista panoramica dell'area del ricettore R3



Figura 9: stato della copertura della Cascina Menatore

L'unico superamento riscontrato riguarda il ricettore R3 – Cascina Menatore. Si tratta, tuttavia, di un edificio completamente abbandonato e in stato di totale degrado, privo di copertura e in avanzato stato di diroccamento. La cascina si colloca in un'area isolata, priva di qualsiasi infrastruttura viabilistica di accesso e sprovvista delle reti primarie di urbanizzazione (acqua, energia elettrica, gas e fognatura). Sotto il profilo urbanistico e funzionale, l'immobile non ospita alcuna destinazione d'uso abitativa o produttiva attiva e, pertanto, non dovrebbe essere considerato come ricettore sensibile ai fini della

presente valutazione acustica, in quanto non sede di attività antropiche continuative che possano essere disturbate dalle emissioni sonore dell'impianto.

Qualora in futuro si intendesse procedere con un intervento di recupero edilizio e rifunzionalizzazione dell'edificio per finalità residenziali o altre attività sensibili al rumore, sarà necessario effettuare specifiche campagne di misura in sito volte a confermare i livelli di disturbo indicati dal modello previsionale. In caso di effettiva interferenza significativa, potranno essere valutate e implementate adeguate misure di mitigazione acustica, quali barriere fonoisolanti o adeguamenti progettuali, al fine di garantire la piena compatibilità delle emissioni dell'impianto con le future funzioni insediative.

In ogni caso, si evidenzia che la presenza di tale ricettore in stato di abbandono **non costituisce criticità attuale per la realizzazione dell'impianto**, né compromette la valutazione complessiva di compatibilità acustica condotta nel presente studio. Tanto più che il superamento riguarda il limite di emissione della Classe I, un limite di tipo amministrativo che non ha correlazione diretta con il disturbo percepito presso il ricettore, aspetto per il quale rileva invece il criterio differenziale, rispettato con margini significativi.

6.Incremento dei livelli sonori dovuti al traffico indotto

Non è da considerare un significativo aumento di traffico veicolare indotto dall'opera realizzata, essendo previsti solo passaggi occasionali per manutenzione e controllo del corretto funzionamento della centrale eolica.

7.Programma dei rilevamenti di verifica

Al termine della realizzazione dell'impianto sarà necessario effettuare specifici rilevamenti acustici, da condursi nelle diverse condizioni di esercizio, al fine di verificare la corrispondenza tra i dati misurati e le previsioni del modello.
Si ritiene necessario che una prima campagna di rilevamento venga effettuata entro un anno dall'entrata in vigore dell'impianto.
In relazione ai risultati potranno essere programmate misure di verifica ogni 5 – 8 anni di funzionamento.
Verifiche specifiche potranno essere programmate in caso di:

- Modifiche significative all'impianto o al numero di aerogeneratori.
- Segnalazioni di disturbo da parte della popolazione locale.
- Richieste specifiche da parte delle autorità competenti.

Sebbene i risultati del modello previsionale indichino una probabilità molto bassa di necessità di interventi correttivi, qualora dalle verifiche emergessero eventuali criticità, sarà possibile procedere con l'adozione delle opportune misure di mitigazione.

7.1.Modalità di esecuzione delle misure

La campagna di monitoraggio acustico sarà eseguita in conformità a quanto previsto:

- dal **D.M. MiTE 1 giugno 2022 – "Determinazione dei criteri per la misurazione del rumore emesso dagli impianti eolici e per il contenimento del relativo inquinamento acustico"**;
- dal **D.M. Ambiente 16 marzo 1998 – "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico"**.

In particolare, le modalità di verifica prevedono:

1. **Caratterizzazione del rumore residuo**

   Per la caratterizzazione del rumore residuo **si farà riferimento alle misurazioni acustiche già eseguite** e allegate alla presente relazione. Nel caso dovessero ravvisarsi carenza, verranno effettuate ulteriori misurazioni durante il fermo programmato dell'impianto, al fine di caratterizzare i livelli di rumore residuo presso i ricettori oggetto di verifica.

2. **Misurazione del rumore complessivo**

   Durante il funzionamento dell'impianto a pieno regime e in condizioni meteorologiche rappresentative (direzione e velocità del vento coerenti con quelle modellate), saranno rilevati i livelli sonori complessivi presso i medesimi ricettori.

3. **Determinazione del contributo dell'impianto**

   Confrontando i livelli complessivi con quelli residui, applicando la formula prevista dal punto 6.2 del D.M. 16/03/1998, sarà calcolato il contributo specifico dell'impianto, da confrontarsi con i limiti di immissione vigenti.

4. **Condizioni anemometriche e meteorologiche**

   Le misurazioni saranno effettuate in condizioni che garantiscano la validità del confronto con le valutazioni previsionali, considerando la classe di stabilità atmosferica, la velocità e direzione del vento, come previsto all'**art. 3 del D.M. MiTE 01/06/2022**, utilizzando le stazioni anemometriche di progetto o strumentazioni portatili certificate.

5. **Durata e metodologia dei rilievi**

   Saranno rispettati i tempi minimi di misura stabiliti dal D.M. 16/03/1998 (almeno 10 minuti per ogni periodo omogeneo) e sarà data priorità a misure notturne in ragione della maggiore criticità dei limiti vigenti in tale fascia.

6. **Redazione della relazione di verifica**

   Al termine della campagna sarà predisposta una relazione tecnica contenente:

   - descrizione delle strumentazioni utilizzate, con dichiarazione di taratura;
   - planimetria con posizionamento dei punti di misura;
   - dati anemologici rilevati durante le misurazioni;
   - valori misurati e calcolo del contributo specifico;
   - confronto con i limiti di legge e indicazione di eventuali interventi di mitigazione.

Tali verifiche consentiranno di confermare il rispetto dei limiti acustici di immissione presso i ricettori sensibili, in ottemperanza alle prescrizioni normative vigenti.

8.Misure di mitigazione

Alla luce di quanto precedentemente esposto e considerato che l'apporto acustico degli aerogeneratori al clima acustico percepito presso i ricettori risulta **trascurabile rispetto ai livelli di rumore residuo**, **non si ritiene necessario predisporre alcuna misura di mitigazione**.

Ciò anche tenendo conto del fatto che i ricettori maggiormente esposti risultano tali solo potenzialmente, trattandosi di edifici abbandonati che potrebbero prevedere in futuro destinazioni con permanenza di persone, ma solo a seguito di interventi di recupero particolarmente complessi e onerosi.

Si riportano comunque, in via del tutto preliminare e cautelativa, le possibili azioni mitigative che potrebbero eventualmente rendersi necessarie a seguito delle verifiche fonometriche da effettuarsi ad impianto realizzato e in esercizio.

Sulla base dei risultati della presente analisi previsionale, che evidenzia livelli sonori compatibili con i limiti normativi vigenti, si ritiene poco probabile il ricorso a misure correttive. Qualora tuttavia dovessero emergere situazioni puntuali di superamento o criticità, si ipotizzano come interventi prioritari misure di tipo leggero e a basso impatto ambientale, preferibilmente basate su tecniche naturali. Tra queste si segnalano:

- la messa a dimora di siepi in prossimità dei ricettori sensibili;
- la realizzazione di macchie di vegetazione o l'inserimento di elementi boscati nei pressi dei ricettori.

Nel caso tali interventi non fossero sufficienti a garantire adeguati livelli di comfort acustico o risultassero di difficile attuazione per ragioni logistiche o ambientali, si potrà valutare, sempre in corrispondenza dei pochi ricettori potenzialmente più esposti, l'installazione di specifiche barriere fonoisolanti con caratteristiche adeguate al contesto.

Infine, qualora anche queste soluzioni si rivelassero non risolutive, e sempre previo accordo con i proprietari degli edifici interessati, si potranno adottare misure di mitigazione dirette sull'involucro edilizio, quali:

- la posa di serramenti e infissi con prestazioni acustiche superiori a quanto previsto dal DPCM 5/12/1997;
- l'installazione di schermature localizzate a protezione di aree particolarmente esposte.
- Trattamenti fonoassorbenti su superfici esterne o interne: come pannelli per logge, balconi, verande o porticati.

Naturalmente queste azioni si affiancano a quelle inerenti alla corretta gestione e configurazione dell'impianto eolico, come:

- Manutenzione ottimizzata delle pale: l'accumulo di sporcizia può aumentare l'emissione sonora; la manutenzione programmata aiuta a contenerla.
- Trattamenti superficiali delle pale: ad esempio, l'applicazione di serrations (denti posteriori sul bordo d'uscita) o rivestimenti fonoassorbenti per ridurre il rumore aerodinamico.

Le ipotesi sopra indicate costituiscono un primo quadro di riferimento e saranno oggetto di verifica e approfondimento successivo, sulla base delle misurazioni fonometriche in campo e della caratterizzazione puntuale delle eventuali immissioni. Solo a seguito di tali analisi potranno essere progettate e dimensionate in modo appropriato le misure più efficaci e sostenibili, fermo restando quanto anticipato, ossia che si ritiene improbabile che si renda necessario installare specifiche opere di mitigazione.

9.Conclusioni

L'analisi previsionale condotta, mediante modellazione acustica sviluppata su base digitale tridimensionale, ha evidenziato come l'installazione dell'impianto eolico in progetto non comporti alterazioni significative del clima acustico nei pressi dei ricettori sensibili, sia in periodo diurno sia notturno.
In tutti i ricettori considerati, sia alla quota di 1,5 m sia a quella di 4,0 m dal suolo, il contributo acustico degli aerogeneratori risulta trascurabile, con differenziali inferiori a 1,8 dB(A) e livelli ambientali assai prossimi a quelli residui. I limiti assoluti di emissione risultano rispettati, ad eccezione del limite notturno previsto per la classe I presso il ricettore R3, pari a 35 dB. Si tratta tuttavia di un valore notevolmente inferiore rispetto al rumore residuo presente in questi contesti, soprattutto in presenza di vento. Il superamento rilevato, pertanto, è da considerarsi meramente formale e privo di significato pratico, anche in considerazione del fatto che il ricettore in questione è costituito da una cascina abbandonata e diroccata.

In alcuni casi si rilevano superamenti dei limiti assoluti di immissione, riconducibili esclusivamente al rumore residuo preesistente e non imputabili all'impianto. Tali condizioni sono compatibili con il contesto rurale e naturalistico in cui si inserisce il progetto e sono principalmente legate alla presenza di sorgenti sonore naturali (vento, fauna, vegetazione).
Le condizioni di misura e di modellazione, conformi alle indicazioni normative (velocità del vento inferiore a 5 m/s), forniscono un quadro conservativo e rappresentativo del contesto reale. Anche in condizioni di massimo esercizio degli aerogeneratori, è ragionevole ritenere che l'apporto acustico dell'impianto continuerà a rimanere ininfluente, come dimostrato dai limiti di immissione differenziali, tutti rispettati con ampi margini.
Si evidenzia pertanto la piena compatibilità acustica dell'impianto con il contesto territoriale di riferimento, ad eccezione di superamenti puntuali dei limiti assoluti presso ricettori privi di funzioni residenziali attive. L'impatto differenziale risulta ovunque ampiamente conforme, escludendo condizioni di disturbo o di rischio per la salute pubblica.
Infine, si conferma che, una volta realizzato l'impianto, sarà necessario procedere con rilevamenti acustici in campo, finalizzati alla verifica della corrispondenza tra modello previsionale e situazione reale. Qualora emergessero scostamenti significativi o criticità, sarà comunque possibile attuare misure di mitigazione acustica, ancorché al momento ritenute improbabili.

Le classificazioni acustiche attualmente vigenti nei comuni interessati dalla realizzazione dell'impianto

risultano piuttosto datate e, in alcuni casi, non pienamente rappresentative dei livelli di rumore residuo rilevati in sito, per cui potrebbe essere opportuno procedere a una revisione degli strumenti di classificazione acustica comunale, al fine di renderli più coerenti con l'effettivo clima acustico dell'area.

Sondrio, 9 luglio 2025

Ing. Pietro Maspes
(Tecnico competente in acustica ambientale
D.G.R. Lombardia n° 36 / 8 gennaio 2003)



10.Allegati

- Allegato A - Schede tecniche aerogeneratori utilizzati
- Allegato B – Misurazioni acustiche del rumore residuo
- Allegato C - Descrittori acustici
- Allegato D - Normativa di riferimento e definizioni

Allegato A - schede tecniche aerogeneratori utilizzati

Technical data sheet

Power-optimised sound modes

ENERCON E-138 EP3 E3 / 4260 kW wind energy converter with TES (Trailing Edge Serrations)

ENERCON
ENERGY FOR THE WORLD

Publisher

ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Germany
Phone: +49 4941 927-0 ▪ Fax: +49 4941 927-109
E-mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de
Managing Directors: Momme Janssen, Jost Backhaus, Dr. Martin Prillmann, Jörg Scholle
Local court: Aurich ▪ Company registration number: HRB 411
VAT ID no.: DE 181 977 360

Copyright notice

The entire content of this document is protected by copyright and – with regard to other intellectual property rights – international laws and treaties. ENERCON GmbH holds the rights in the content of this document unless another rights holder is expressly identified or obviously recognisable.

ENERCON GmbH grants the user the right to make copies and duplicates of this document for informational purposes for its own intra-corporate use; making this document available does not grant the user any further right of use. Any other duplication, modification, dissemination, publication, circulation, surrender to third parties and/or utilisation of the contents of this document – also in part – shall require the express prior written consent of ENERCON GmbH unless any of the above is permitted by mandatory legislation.

The user is prohibited from registering any industrial property rights in the know-how reproduced in this document, or for parts thereof.

If and to the extent that ENERCON GmbH does not hold the rights in the content of this document, the user shall adhere to the relevant rights holder's terms of use.

Registered trademarks

Any trademarks mentioned in this document are intellectual property of the respective registered trademark holders; the stipulations of the applicable trademark law are valid without restriction.

Reservation of right of modification

ENERCON GmbH reserves the right to change, improve and expand this document and the subject matter described herein at any time without prior notice, unless contractual agreements or legal requirements provide otherwise.

Document details

Document ID	D02438336/0.0-en
Note	Original document. Source document of this translation: D02438336/0.0-de/2021-07-26

Date	Language	DCC	Plant/department
2021-07-27	en	DA	WRD Management Support GmbH / Documentation Department

Applicable documents

The titles of the documents listed are the titles of the original language versions, with translations of these titles in brackets where applicable. The titles of superordinate standards and guidelines are indicated in the original language or as an English translation. Document IDs always refer to the original language versions. If the document ID does not contain a revision, the most recent revision of the document applies. This list contains documents concerning optional components if necessary.

Document ID	Title
IEC 61400-12-1:2017	Wind energy generation systems – Part 12-1: Power performance measurements of electricity producing wind turbines
IEC 61400-11:2012	Wind turbines – Part 11: Acoustic noise measurement techniques
-	Power Performance Warranty for ENERCON Wind Energy Converters

Table of contents

1 Available operating modes 6

2 General information 7
2.1 Power Performance 7
2.2 Information on sound power levels 7
2.3 Operating parameters 7
2.4 Site properties 8
2.5 Turbulence intensity 9

3 Operating mode NR I s 11
3.1 Calculated power, cp and ct values – operating mode NR I s 11
3.2 Calculated sound power levels – operating mode NR I s 14

4 Operating mode NR II s 16
4.1 Calculated power, cp and ct values – operating mode NR II s 16
4.2 Calculated sound power levels – operating mode NR II s 19

5 Operating mode NR III s 21
5.1 Calculated power, cp and ct values – operating mode NR III s 21
5.2 Calculated sound power levels – operating mode NR III s 24

List of abbreviations

Abbreviations

HH	Hub height

Variables, units, formulas

L_{WA}	Sound power level
v_H	Wind speed at hub height
v_s	Standardised wind speed
σ_P	Serial product variation
σ_R	Uncertainty in measurement

1 Available operating modes

The following table shows which operating modes are available for which tower versions or hub heights.

Tab. 1: Available operating modes

Operating mode	Tower version and hub height (HH)		
	E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E3-HST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E3-HT-160-ES-C-01
	HH 111 m	HH 131 m	HH 160 m
NR I s	x	x	x
NR II s	x	x	x
NR III s	x	x	x

x = Available

- = Not available

2 General information

In addition to the technical properties of the wind energy converter listed in this document, it is imperative to note the supplement to this document. An overview of the supplements is available to Sales (D0950052 'Übersicht Beiblätter zu den Schall- und Leistungsdatenblättern' (Overview of supplements to the sound and performance data sheets)).

2.1 Power Performance

The power values, power coefficients (c_p values) and thrust coefficients (c_t values) given in this document are predicted values. Based on the current development status of this wind energy converter type, ENERCON considers it sufficiently likely that these values will be reached. The power performance of the wind energy converter is only guaranteed under the conditions described in the document 'Power Performance Warranty for ENERCON Wind Energy Converters'.

2.2 Information on sound power levels

Allocation of the sound power levels (L_{WA}) to the standardised wind speed (v_s) at a height of 10 m is valid only if based on a logarithmic wind shear law with a roughness length of 0.05 m. Allocation of the sound power levels to the wind speed at hub height (v_H) is valid for all hub heights (HH). During measurements, the wind speed is determined based on the power output and the power curve.

Due to uncertainties in sound measurements (σ_R) and series product variations (σ_P), the sound power level values indicated in this document allow for an uncertainty of σ_R = 0.5 dB(A) and σ_P = 1.2 dB(A). The 90 % confidence interval applies:

$$L_{e,max} = L_W + 1{,}28 \cdot \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_P^2}$$

If, during measurement, the difference between total noise and extraneous noise is less than 6 dB(A), a greater uncertainty should be assumed. The guideline is IEC 61400-11:2012.

The sound power levels are calculated for the conditions stated in tab. 2, p. 8. A prevailing turbulence intensity distribution of 6 % to 12 % is assumed.

This data sheet does not constitute a warranty of compliance with project-specific or site-specific sound power levels.

2.3 Operating parameters

The settings of the wind energy converter's reactive power generation and wind farm open-loop and closed-loop control systems influence the power performance. The calculated power curves, c_p and c_t curves listed in this document apply only to operation without limitations.

2.4 Site properties

The power, c_p and c_t curves and sound power levels listed in this document have been calculated for the conditions described in tab. 2, p. 8 with undamaged leading edges and clean rotor blades. The calculations are based on experience with wind energy converters in a wide variety of locations.

Tab. 2: Site conditions

Parameter	Value (10-minute mean)
Standard air density	1.225 kg/m^3
Relative air humidity	70 %
Temperature	15 °C
Turbulence intensity	According to ch. 2.5, p. 9
Wind shear exponent	0.0 to 0.3
Maximum difference of wind direction between upper and lower blade tip	10°
Maximum flow inclination	±2°
Terrain	According to IEC 61400-12-1:2017
Snow/ice	No
Rain	No

Otherwise, the framework conditions according to IEC 61400-12-1:2017 apply.

2.5 Turbulence intensity

The table below defines the range of validity for the power curves, c_p and c_t curves with regard to the turbulence intensities that may prevail on site. See tab. 2, p. 8 for further restrictions.

Tab. 3: Turbulence intensity

Wind speed in m/s	Lower limit of turbulence intensity in %	Upper limit of turbulence intensity in %
0.00	20.00	40.00
0.50	20.00	40.00
1.00	20.00	40.00
1.50	20.00	40.00
2.00	20.00	40.00
2.50	20.00	40.00
3.00	18.32	34.02
3.50	16.45	30.55
4.00	15.05	27.95
4.50	13.96	25.93
5.00	13.09	24.31
5.50	12.38	22.99
6.00	11.78	21.88
6.50	11.28	20.95
7.00	10.85	20.15
7.50	10.48	19.46
8.00	10.15	18.85
8.50	9.86	18.31
9.00	9.61	17.84
9.50	9.38	17.41
10.00	9.17	17.03
10.50	8.98	16.68
11.00	8.81	16.37
11.50	8.66	16.08
12.00	8.52	15.82
12.50	8.39	15.57
13.00	8.27	15.35
13.50	8.15	15.14
14.00	8.05	14.95
14.50	7.95	14.77
15.00	7.86	14.60

Wind speed in m/s	Lower limit of turbulence intensity in %	Upper limit of turbulence intensity in %
15.50	7.78	14.45
16.00	7.70	14.30
16.50	7.63	14.16
17.00	7.56	14.03
17.50	7.49	13.91
18.00	7.43	13.79
18.50	7.37	13.69
19.00	7.31	13.58
19.50	7.26	13.48
20.00	7.21	13.39
20.50	7.16	13.30
21.00	7.12	13.22
21.50	7.07	13.14
22.00	7.03	13.06
22.50	6.99	12.99
23.00	6.95	12.92
23.50	6.92	12.85
24.00	6.88	12.78
24.50	6.85	12.72
25.00	6.82	12.66
25.50	6.79	12.60
26.00	6.76	12.55
26.50	6.73	12.50
27.00	6.70	12.45
27.50	6.68	12.40
28.00	6.65	12.35

3 Operating mode NR I s

3.1 Calculated power, cp and ct values – operating mode NR I s

Tab. 4: Calculated power, c_p and c_t values for E-138 EP3 E3 / 4260 kW – operating mode NR I s

Wind speed v in m/s	Power P in kW	c_p value	c_t value
0.00	0	0.00	0.00
0.50	0	0.00	0.00
1.00	0	0.00	0.00
1.50	0	0.00	0.00
2.00	2	0.03	0.77
2.50	19	0.13	1.05
3.00	69	0.28	1.04
3.50	146	0.37	0.97
4.00	250	0.43	0.94
4.50	383	0.46	0.92
5.00	540	0.47	0.90
5.50	729	0.48	0.89
6.00	952	0.48	0.89
6.50	1210	0.48	0.88
7.00	1501	0.48	0.86
7.50	1818	0.47	0.83
8.00	2152	0.46	0.79
8.50	2489	0.44	0.75
9.00	2815	0.42	0.69
9.50	3117	0.40	0.64
10.00	3383	0.37	0.58
10.50	3604	0.34	0.53
11.00	3777	0.31	0.48
11.50	3903	0.28	0.43
12.00	3990	0.25	0.38
12.50	4046	0.23	0.34
13.00	4080	0.20	0.30
13.50	4080	0.18	0.27
14.00	4080	0.16	0.24
14.50	4080	0.15	0.21

Wind speed v in m/s	Power P in kW	c_p value	c_t value
15.00	4080	0.13	0.19
15.50	4080	0.12	0.17
16.00	4080	0.11	0.16
16.50	4080	0.10	0.14
17.00	4080	0.09	0.13
17.50	4080	0.08	0.12
18.00	4080	0.08	0.11
18.50	4080	0.07	0.10
19.00	4080	0.07	0.10
19.50	4080	0.06	0.09
20.00	4080	0.06	0.08
20.50	4078	0.05	0.08
21.00	4032	0.05	0.07
21.50	3960	0.04	0.07
22.00	3855	0.04	0.06
22.50	3710	0.04	0.06
23.00	3526	0.03	0.05
23.50	3304	0.03	0.05
24.00	3049	0.02	0.04
24.50	2774	0.02	0.04
25.00	2249	0.02	0.03
25.50	1950	0.01	0.02
26.00	1666	0.01	0.02
26.50	1397	0.01	0.02
27.00	1149	0.01	0.01
27.50	928	0.01	0.01
28.00	787	0.00	0.01

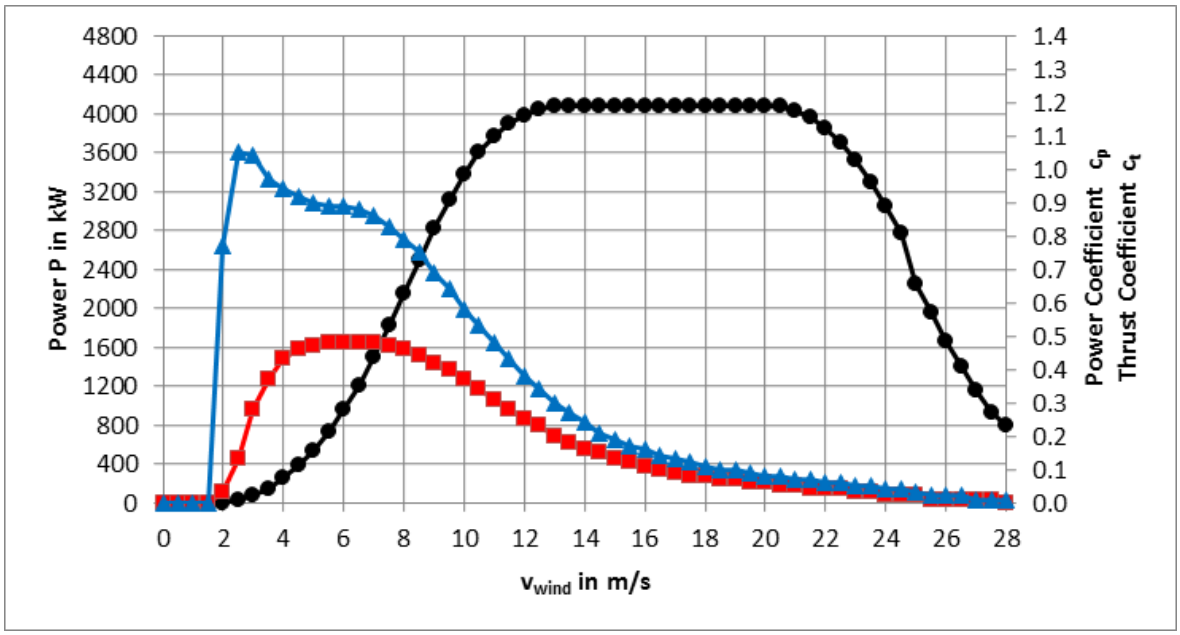


Fig. 1: Power, c_p and c_t curves for E-138 EP3 E3 / 4260 kW – operating mode NR I s

	Power P in kW
	c_t value
	c_p value

3.2 Calculated sound power levels – operating mode NR I s

In operating mode NR I s the wind energy converter operates in a power-optimised mode. The highest expected sound power level is 105.0 dB(A) in the nominal power range. All the sound power levels indicated apply taking into account the uncertainties described inch. 2.2, p. 7. After reaching the nominal power, the sound power level will not increase further.

Tab. 5: Technical specifications

Parameter	Value	Unit
Nominal power (P_n)	4080	kW
Nominal wind speed	13.0	m/s
Minimum operating speed		
■ E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01	4.4	rpm
■ E-138 EP3 E3-HST-131-FB-C-01	4.4	rpm
■ E-138 EP3 E3-HT-160-ES-C-01	4.4	rpm
Speed setpoint	10.6	rpm

Tab. 6: Calculated sound power level in dB(A), based on standardised wind speed v_s at a height of 10 m

v_s at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)		
	HH 111 m	HH 131 m	HH 160 m
3 m/s	94.8	94.9	95.2
3.5 m/s	96.5	96.8	97.2
4 m/s	98.5	98.8	99.3
4.5 m/s	100.6	101.0	101.5
5 m/s	102.7	103.1	103.6
5.5 m/s	104.6	104.7	104.9
6 m/s	105.0	105.0	105.0
6.5 m/s	105.0	105.0	105.0
7 m/s	105.0	105.0	105.0
7.5 m/s	105.0	105.0	105.0
8 m/s	105.0	105.0	105.0
8.5 m/s	105.0	105.0	105.0
9 m/s	105.0	105.0	105.0
9.5 m/s	105.0	105.0	105.0
10 m/s	105.0	105.0	105.0
10.5 m/s	105.0	105.0	105.0
11 m/s	105.0	105.0	105.0
11.5 m/s	105.0	105.0	105.0
12 m/s	105.0	105.0	105.0

v_s at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)		
	HH 111 m	HH 131 m	HH 160 m
95 % P_n	105.0	105.0	105.0

Tab. 7: Calculated sound power level in dB(A), based on wind speed at hub height v_H

v_H	Sound power level in dB(A)
5 m/s	96.3
5.5 m/s	97.6
6 m/s	99.0
6.5 m/s	100.5
7 m/s	101.9
7.5 m/s	103.3
8 m/s	104.6
8.5 m/s	105.0
9 m/s	105.0
9.5 m/s	105.0
10 m/s	105.0
10.5 m/s	105.0
11 m/s	105.0
11.5 m/s	105.0
12 m/s	105.0
12.5 m/s	105.0
13 m/s	105.0
13.5 m/s	105.0
14 m/s	105.0
14.5 m/s	105.0
15 m/s	105.0

4 Operating mode NR II s

4.1 Calculated power, cp and ct values – operating mode NR II s

Tab. 8: Calculated power, c_p and c_t values for E-138 EP3 E3 / 4260 kW – operating mode NR II s

Wind speed v in m/s	Power P in kW	c_p value	c_t value
0.00	0	0.00	0.00
0.50	0	0.00	0.00
1.00	0	0.00	0.00
1.50	0	0.00	0.00
2.00	2	0.03	0.77
2.50	19	0.13	1.05
3.00	69	0.28	1.04
3.50	146	0.37	0.97
4.00	250	0.43	0.94
4.50	383	0.46	0.92
5.00	540	0.47	0.90
5.50	729	0.48	0.89
6.00	951	0.48	0.88
6.50	1205	0.48	0.87
7.00	1485	0.47	0.84
7.50	1782	0.46	0.80
8.00	2084	0.44	0.75
8.50	2379	0.42	0.69
9.00	2658	0.40	0.64
9.50	2915	0.37	0.58
10.00	3146	0.34	0.52
10.50	3346	0.32	0.47
11.00	3512	0.29	0.43
11.50	3642	0.26	0.39
12.00	3737	0.24	0.35
12.50	3804	0.21	0.31
13.00	3849	0.19	0.28
13.50	3870	0.17	0.25
14.00	3870	0.15	0.22
14.50	3870	0.14	0.20

Wind speed v in m/s	Power P in kW	c_p value	c_t value
15.00	3870	0.13	0.18
15.50	3870	0.11	0.16
16.00	3870	0.10	0.15
16.50	3870	0.09	0.14
17.00	3870	0.09	0.12
17.50	3870	0.08	0.11
18.00	3870	0.07	0.11
18.50	3870	0.07	0.10
19.00	3870	0.06	0.09
19.50	3870	0.06	0.08
20.00	3870	0.05	0.08
20.50	3870	0.05	0.07
21.00	3862	0.05	0.07
21.50	3813	0.04	0.06
22.00	3738	0.04	0.06
22.50	3628	0.04	0.05
23.00	3480	0.03	0.05
23.50	3294	0.03	0.05
24.00	3070	0.02	0.04
24.50	2825	0.02	0.04
25.00	2317	0.02	0.03
25.50	2015	0.01	0.02
26.00	1729	0.01	0.02
26.50	1456	0.01	0.02
27.00	1202	0.01	0.01
27.50	975	0.01	0.01
28.00	828	0.00	0.01

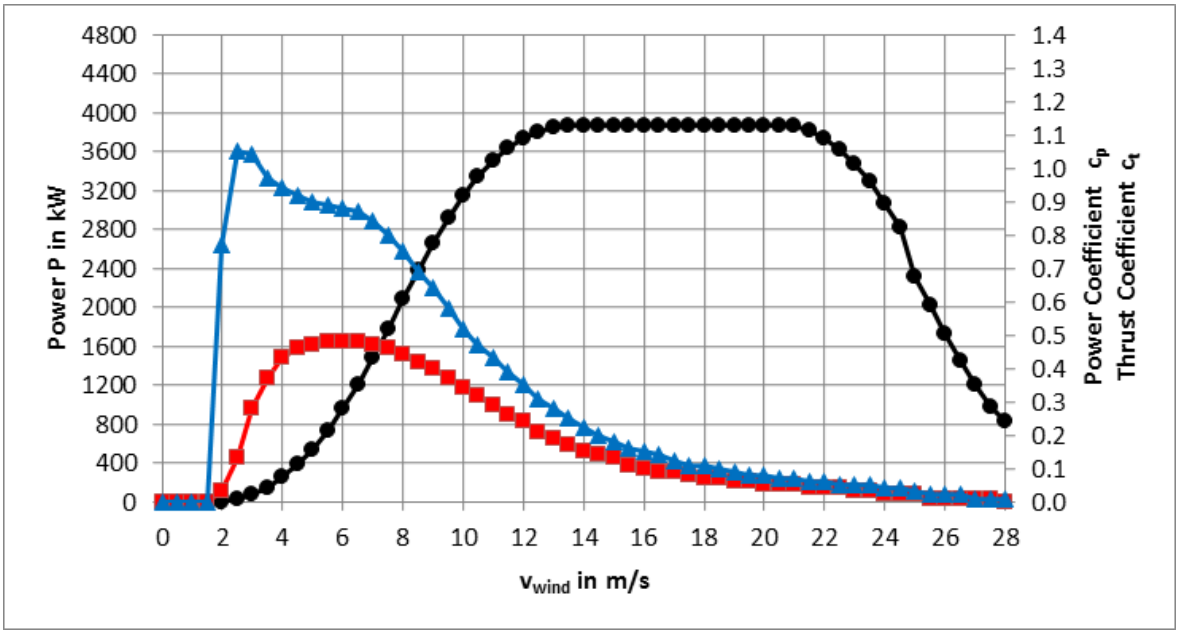


Fig. 2: Power, c_p and c_t curves for E-138 EP3 E3 / 4260 kW – operating mode NR II s

◆—◆—◆	Power P in kW
▲—▲—▲	c_t value
■—■—■	c_p value

4.2 Calculated sound power levels – operating mode NR II s

In operating mode NR II s the wind energy converter operates in a power-optimised mode. The highest expected sound power level is 104.0 dB(A) in the nominal power range. All the sound power levels indicated apply taking into account the uncertainties described in ch. 2.2, p. 7. After reaching the nominal power, the sound power level will not increase further.

Tab. 9: Technical specifications

Parameter	Value	Unit
Nominal power (P_n)	3870	kW
Nominal wind speed	13.5	m/s
Minimum operating speed		
■ E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01	4.4	rpm
■ E-138 EP3 E3-HST-131-FB-C-01	4.4	rpm
■ E-138 EP3 E3-HT-160-ES-C-01	4.4	rpm
Speed setpoint	10.1	rpm

Tab. 10: Calculated sound power level in dB(A), based on standardised wind speed v_s at a height of 10 m

v_s at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)		
	HH 111 m	HH 131 m	HH 160 m
3 m/s	94.8	94.9	95.2
3.5 m/s	96.5	96.8	97.2
4 m/s	98.5	98.8	99.3
4.5 m/s	100.6	101.0	101.5
5 m/s	102.7	103.1	103.5
5.5 m/s	104.0	104.0	104.0
6 m/s	104.0	104.0	104.0
6.5 m/s	104.0	104.0	104.0
7 m/s	104.0	104.0	104.0
7.5 m/s	104.0	104.0	104.0
8 m/s	104.0	104.0	104.0
8.5 m/s	104.0	104.0	104.0
9 m/s	104.0	104.0	104.0
9.5 m/s	104.0	104.0	104.0
10 m/s	104.0	104.0	104.0
10.5 m/s	104.0	104.0	104.0
11 m/s	104.0	104.0	104.0
11.5 m/s	104.0	104.0	104.0
12 m/s	104.0	104.0	104.0

v_s at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)		
	HH 111 m	HH 131 m	HH 160 m
95 % P_n	104.0	104.0	104.0

Tab. 11: Calculated sound power level in dB(A), based on wind speed at hub height v_H

v_H	Sound power level in dB(A)
5 m/s	96.3
5.5 m/s	97.6
6 m/s	99.0
6.5 m/s	100.5
7 m/s	101.9
7.5 m/s	103.3
8 m/s	104.0
8.5 m/s	104.0
9 m/s	104.0
9.5 m/s	104.0
10 m/s	104.0
10.5 m/s	104.0
11 m/s	104.0
11.5 m/s	104.0
12 m/s	104.0
12.5 m/s	104.0
13 m/s	104.0
13.5 m/s	104.0
14 m/s	104.0
14.5 m/s	104.0
15 m/s	104.0

5 Operating mode NR III s

5.1 Calculated power, cp and ct values – operating mode NR III s

Tab. 12: Calculated power, c_p and c_t values for E-138 EP3 E3 / 4260 kW – operating mode NR III s

Wind speed v in m/s	Power P in kW	c_p-Wert	c_t-Wert
0.00	0	0.00	0.00
0.50	0	0.00	0.00
1.00	0	0.00	0.00
1.50	0	0.00	0.00
2.00	2	0.03	0.77
2.50	19	0.13	1.05
3.00	69	0.28	1.04
3.50	146	0.37	0.97
4.00	250	0.43	0.94
4.50	383	0.46	0.92
5.00	540	0.47	0.90
5.50	727	0.48	0.89
6.00	942	0.48	0.87
6.50	1183	0.47	0.84
7.00	1440	0.46	0.79
7.50	1703	0.44	0.74
8.00	1964	0.42	0.68
8.50	2215	0.39	0.62
9.00	2455	0.37	0.56
9.50	2680	0.34	0.51
10.00	2890	0.32	0.46
10.50	3080	0.29	0.42
11.00	3247	0.27	0.39
11.50	3388	0.24	0.35
12.00	3500	0.22	0.32
12.50	3583	0.20	0.29
13.00	3643	0.18	0.26
13.50	3682	0.16	0.23
14.00	3700	0.15	0.21
14.50	3700	0.13	0.19

Wind speed v in m/s	Power P in kW	c_p-Wert	c_t-Wert
15.00	3700	0.12	0.17
15.50	3700	0.11	0.16
16.00	3700	0.10	0.14
16.50	3700	0.09	0.13
17.00	3700	0.08	0.12
17.50	3700	0.08	0.11
18.00	3700	0.07	0.10
18.50	3700	0.06	0.09
19.00	3700	0.06	0.09
19.50	3700	0.05	0.08
20.00	3700	0.05	0.08
20.50	3700	0.05	0.07
21.00	3700	0.04	0.07
21.50	3685	0.04	0.06
22.00	3634	0.04	0.06
22.50	3553	0.03	0.05
23.00	3438	0.03	0.05
23.50	3286	0.03	0.04
24.00	3095	0.02	0.04
24.50	2881	0.02	0.04
25.00	2402	0.02	0.03
25.50	2105	0.01	0.03
26.00	1814	0.01	0.02
26.50	1535	0.01	0.02
27.00	1275	0.01	0.01
27.50	1039	0.01	0.01
28.00	885	0.00	0.01

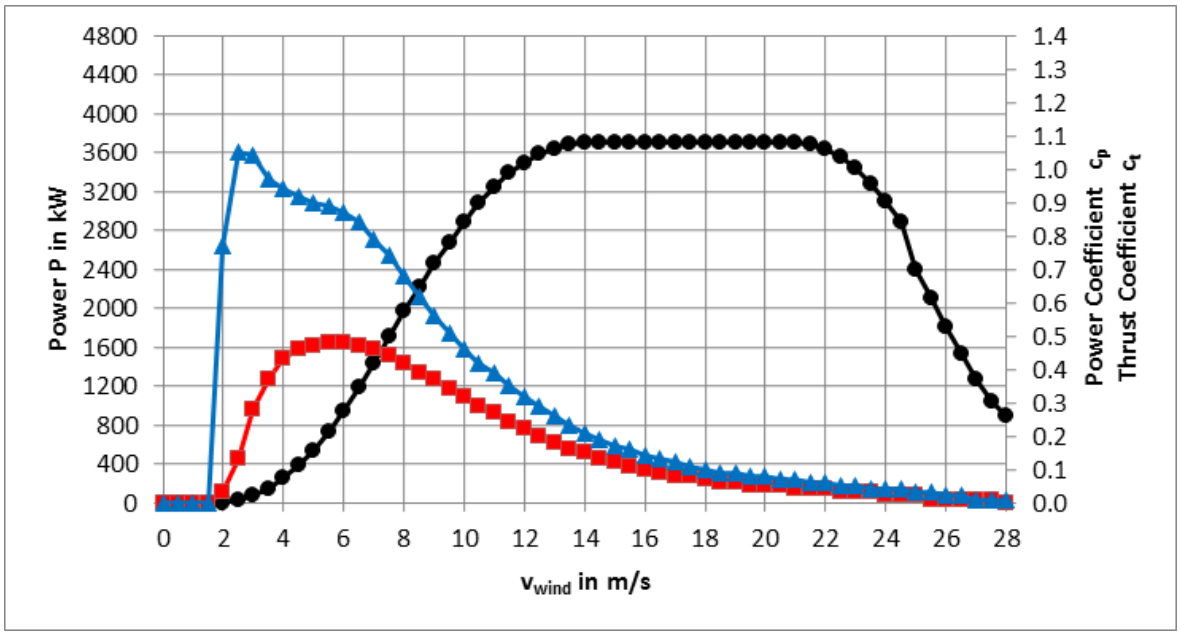


Fig. 3: Power, c_p and c_t curves for E-138 EP3 E3 / 4260 kW – operating mode NR III s

◆—◆—◆	Leistung P in kW
▲—▲—▲	c_t value
■—■—■	c_p value

5.2 Calculated sound power levels – operating mode NR III s

In operating mode NR III s the wind energy converter operates in a power-optimised mode. The highest expected sound power level is 103.2 dB(A) in the nominal power range. All the sound power levels indicated apply taking into account the uncertainties described in ch. 2.2, p. 7. After reaching the nominal power, the sound power level will not increase further.

Tab. 13: Technical specifications

Parameter	Value	Unit
Nominal power (P_n)	3700	kW
Nominal wind speed	14.0	m/s
Minimum operating speed		
■ E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01	4.4	rpm
■ E-138 EP3 E3-HST-131-FB-C-01	4.4	rpm
■ E-138 EP3 E3-HT-160-ES-C-01	4.4	rpm
Speed setpoint	9.7	rpm

Tab. 14: Calculated sound power level in dB(A), based on standardised wind speed v_s at a height of 10 m

v_s at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)		
	HH 111 m	HH 131 m	HH 160 m
3 m/s	94.8	94.9	95.2
3.5 m/s	96.5	96.8	97.2
4 m/s	98.5	98.8	99.3
4.5 m/s	100.6	101.0	101.5
5 m/s	102.4	102.7	102.8
5.5 m/s	102.9	103.0	103.1
6 m/s	103.1	103.2	103.2
6.5 m/s	103.2	103.2	103.2
7 m/s	103.2	103.2	103.2
7.5 m/s	103.2	103.2	103.2
8 m/s	103.2	103.2	103.2
8.5 m/s	103.2	103.2	103.2
9 m/s	103.2	103.2	103.2
9.5 m/s	103.2	103.2	103.2
10 m/s	103.2	103.2	103.2
10.5 m/s	103.2	103.2	103.2
11 m/s	103.2	103.2	103.2
11.5 m/s	103.2	103.2	103.2
12 m/s	103.2	103.2	103.2

v_s at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)		
	HH 111 m	HH 131 m	HH 160 m
95 % P_n	103.2	103.2	103.2

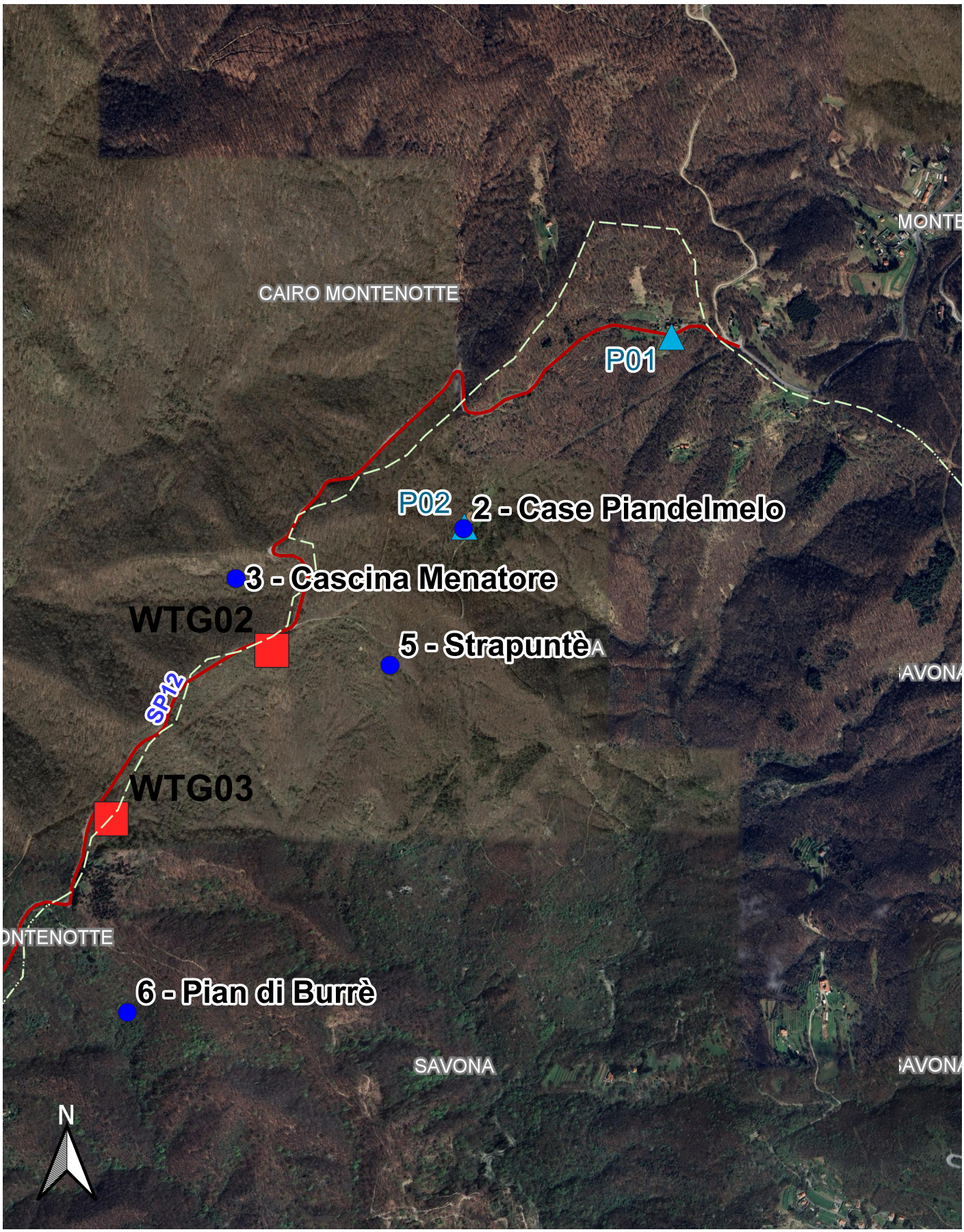
Tab. 15: Calculated sound power level in dB(A), based on wind speed at hub height v_H

v_H	Sound power level in dB(A)
5 m/s	96.3
5.5 m/s	97.6
6 m/s	99.0
6.5 m/s	100.5
7 m/s	101.9
7.5 m/s	102.8
8 m/s	102.9
8.5 m/s	103.1
9 m/s	103.2
9.5 m/s	103.2
10 m/s	103.2
10.5 m/s	103.2
11 m/s	103.2
11.5 m/s	103.2
12 m/s	103.2
12.5 m/s	103.2
13 m/s	103.2
13.5 m/s	103.2
14 m/s	103.2
14.5 m/s	103.2
15 m/s	103.2

Allegato B – misurazioni acustiche del rumore residuo

Misure eseguite dal PI Massimo Cappellini nell'anno 2023

PARCO EOLICO DI SAVONA - LOCALITA' PIANDELMELO



0 250 500 m

Localizzazione delle postazioni di misura P1 e P2
Scala 1 : 20.0000

ALLEGATO 2:

REGIONE LIGURIA – Ente ……..

Scheda di rilevamento inquinamento acustico tipo 2

Ambiente esterno – Indagine su specifica sorgente

Pratica n. ……..…… del ……..…… Scheda n. ……..

Strumentazione impiegata **D.O. HD2110** Classe **1** Codice S.I.T. **124** del **31/07/23**

Data **09/10/23** Ora **06.00** Giorno sett. **Lunedì** Vento vel. ……m/s – dir. …..° N

Via **Edificio su SP 12** Città **Savona (SV)**

Classe acustica **III** Fasce di pertinenza infrastrutture trasporto ……..……

Posizione di misura 1) **Vedere Tavola 1 allegata** 2) ……..…… Quota s.l.m. ……..…m

Coordinate Gauss-Boaga – Latitudine Nord ……. Longitudine Est …….

Alla presenza di ……

Sorgente in esame **Rumore d'area** Codice **99:01:00** Distanza ……m

Riferita all'attività **Rumore d'area**

Descrizione dell'emissione sonora **Fluttuante**

Rumore residuo esterno attribuibile a **Rumore d'area**

Rumore ambientale

					Fenomeni impulsivi					
Posizione	**T_R**	**T_O**	**T_M**	**L_A**	**L_{AImax}**	**L_{ASmax}**	**L_{AI} - L_{AS}**	Com-ponenti Tonali **L_A**	Tempo parziale	**L_A corretto**
1										
2										

Rumore residuo esterno

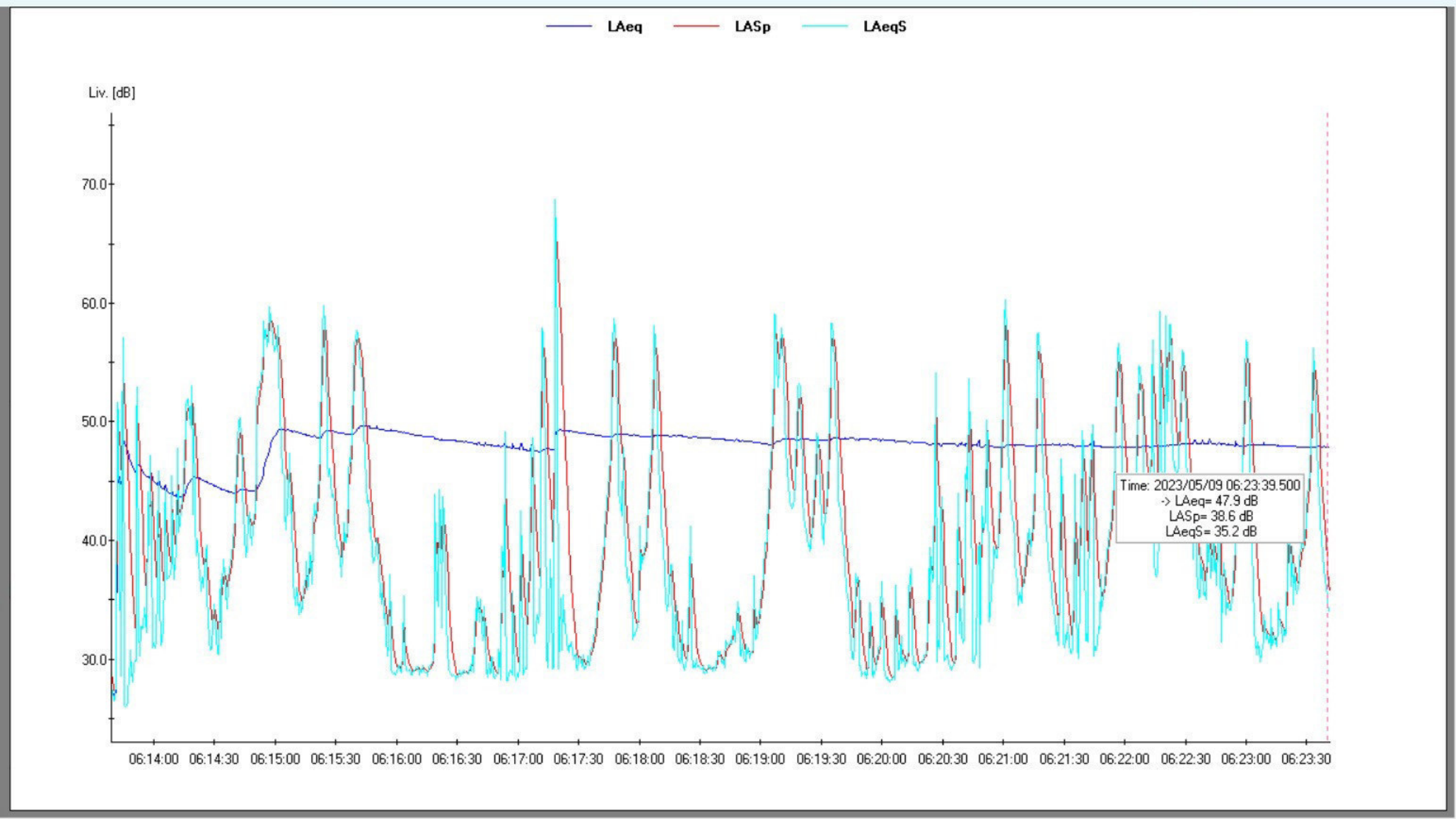
					Fenomeni impulsivi					
Posizione	**T_R**	**T_O**	**T_M**	**L_R**	**L_{RImax}**	**L_{RSmax}**	**L_{RI} - L_{RS}**	Com-ponenti Tonali **L_R**	Tempo parziale	**L_A limite**
1	**D**	**06.00 – 07.00**	**10'**	**48.0**						**60.0**
2	**D**	**21.00 – 22.00**	**10'**	**46.0**						**60.0**

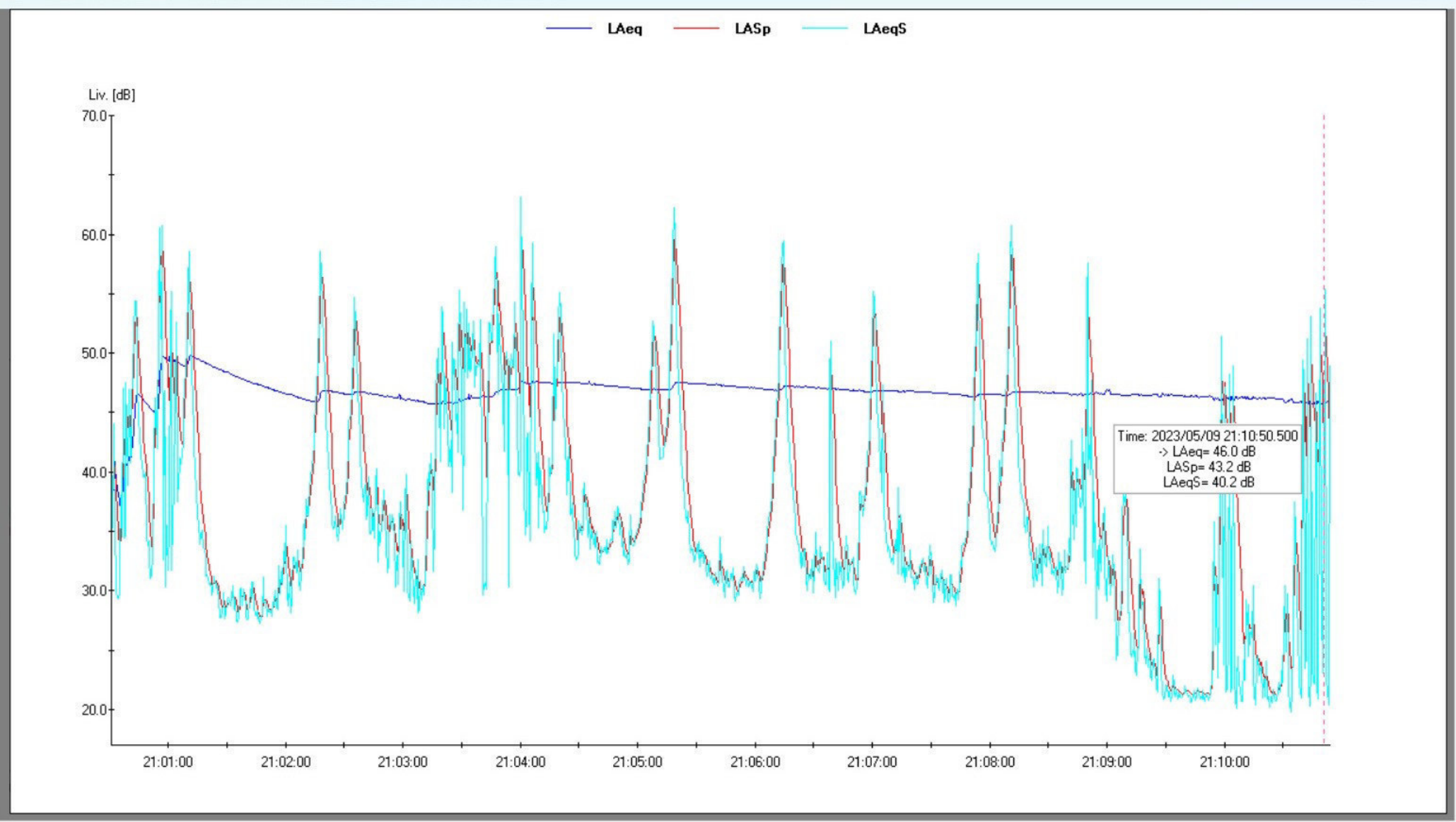
Sorgente specifica

Posizione	**T_R**	**L_E**	**L_E limite**
1			
2			

Note:
……
……
Conclusioni:
……
……

I Tecnici competenti …… …….. …….


LAeq
LASp
LAeqS
Liv. [dB]
70.0
60.0
50.0
40.0
30.0
Time: 2023/05/09 06:23:39.500
-> LAeq= 47.9 dB
LASp= 38.6 dB
LAeqS= 35.2 dB
06:14:00
06:14:30
06:15:00
06:15:30
06:16:00
06:16:30
06:17:00
06:17:30
06:18:00
06:18:30
06:19:00
06:19:30
06:20:00
06:20:30
06:21:00
06:21:30
06:22:00
06:22:30
06:23:00
06:23:30


LAeq
LASp
LAeqS
Liv. [dB]
70.0
60.0
50.0
40.0
30.0
20.0
21:01:00
21:02:00
21:03:00
21:04:00
21:05:00
21:06:00
21:07:00
21:08:00
21:09:00
21:10:00
Time: 2023/05/09 21:10:50.500
-> LAeq= 46.0 dB
LASp= 43.2 dB
LAeqS= 40.2 dB

ALLEGATO 2:

REGIONE LIGURIA – Ente ……..

Scheda di rilevamento inquinamento acustico tipo 2

Ambiente esterno – Indagine su specifica sorgente

Pratica n. ……..…… del ……..…… Scheda n. ……..

Strumentazione impiegata **D.O. HD2110** Classe **1** Codice S.I.T. **124** del **31/07/23**

Data **09/10/23** Ora **05.00** Giorno sett. **Lunedì** Vento vel. ……m/s – dir. …..° N

Via **Edificio su SP 12** Città **Savona (SV)**

Classe acustica **III** Fasce di pertinenza infrastrutture trasporto ……..……

Posizione di misura 1) **Vedere Tavola 1 allegata** 2) ……..…… Quota s.l.m. ……..…m

Coordinate Gauss-Boaga – Latitudine Nord ……. Longitudine Est …….

Alla presenza di ……

Sorgente in esame **Rumore d'area** Codice **99:01:00** Distanza ……m

Riferita all'attività **Rumore d'area**

Descrizione dell'emissione sonora **Fluttuante**

Rumore residuo esterno attribuibile a **Rumore d'area**

Rumore ambientale

					Fenomeni impulsivi					
Posizione	**T_R**	**T_O**	**T_M**	**L_A**	**L_{AImax}**	**L_{ASmax}**	**L_{AI} - L_{AS}**	Com-ponenti Tonali **L_A**	Tempo parziale	**L_A corretto**
1										
2										

Rumore residuo esterno

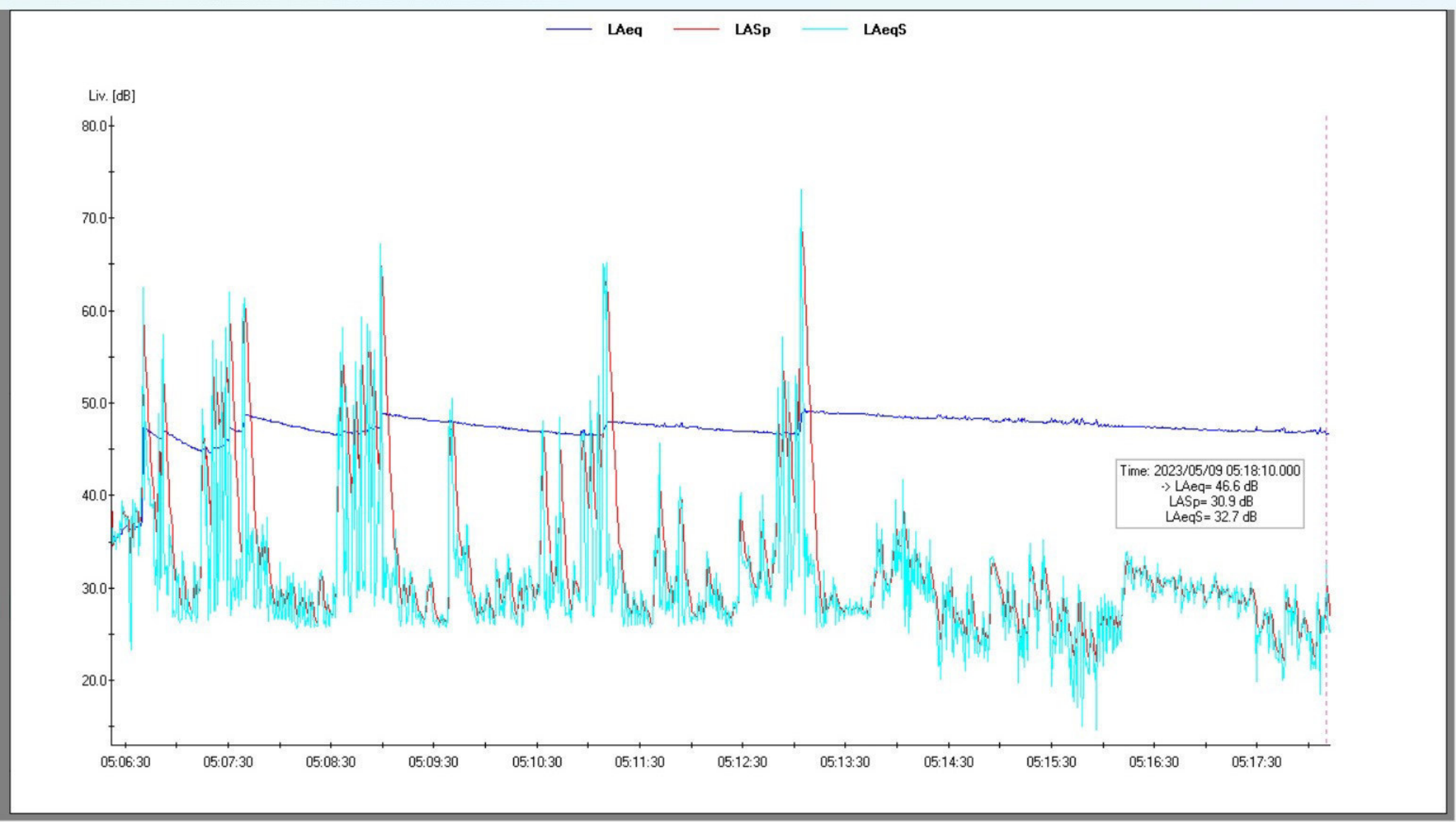
					Fenomeni impulsivi					
Posizione	**T_R**	**T_O**	**T_M**	**L_R**	**L_{RImax}**	**L_{RSmax}**	**L_{RI} - L_{RS}**	Com-ponenti Tonali **L_R**	Tempo parziale	**L_A limite**
1	**N**	**05.00 – 06.00**	**10'**	**46.5**						**50.0**
2	**N**	**23.00 – 00.00**	**10'**	**46.0**						**50.0**

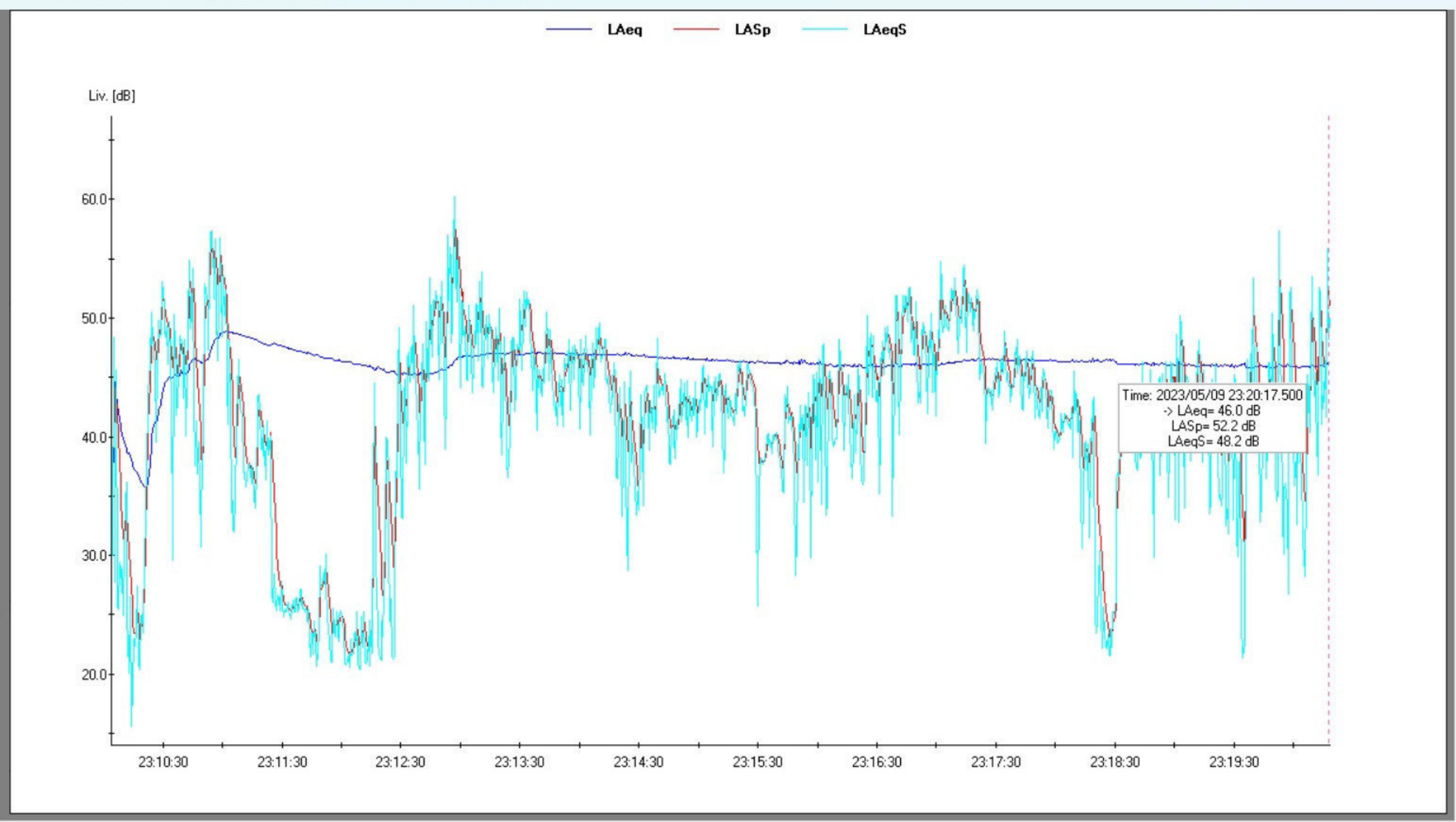
Sorgente specifica

Posizione	**T_R**	**L_E**	**L_E limite**
1			
2			

Note:
……
……
Conclusioni:
……
……

I Tecnici competenti …… …….. …….


LAeq
LASp
LAeqS
Liv. [dB]
80.0
70.0
60.0
50.0
40.0
30.0
20.0
Time: 2023/05/09 05:18:10.000
-> LAeq= 46.6 dB
LASp= 30.9 dB
LAeqS= 32.7 dB
05:06:30
05:07:30
05:08:30
05:09:30
05:10:30
05:11:30
05:12:30
05:13:30
05:14:30
05:15:30
05:16:30
05:17:30


LAeq
LASp
LAeqS
Liv. [dB]
60.0
50.0
40.0
30.0
20.0
Time: 2023/05/09 23:20:17.500
-> LAeq= 46.0 dB
LASp= 52.2 dB
LAeqS= 48.2 dB
23:10:30
23:11:30
23:12:30
23:13:30
23:14:30
23:15:30
23:16:30
23:17:30
23:18:30
23:19:30

ALLEGATO 2:

REGIONE LIGURIA – Ente ……..

Scheda di rilevamento inquinamento acustico tipo 2

Ambiente esterno – Indagine su specifica sorgente

Pratica n. ……..…… del ……..…… Scheda n. ……..

Strumentazione impiegata **D.O. HD2110** Classe **1** Codice S.I.T. **124** del **31/07/23**

Data **09/10/23** Ora **06.00** Giorno sett. **Lunedì** Vento vel. ……m/s – dir. …..° N

Via **Pian del Melo** Città **Savona (SV)**

Classe acustica **II** Fasce di pertinenza infrastrutture trasporto ……..……

Posizione di misura 1) **Vedere Tavola 1 allegata** 2) ……..…… Quota s.l.m. ……..…m

Coordinate Gauss-Boaga – Latitudine Nord ……. Longitudine Est …….

Alla presenza di ……

Sorgente in esame **Rumore d'area** Codice **99:01:00** Distanza ……m

Riferita all'attività **Rumore d'area**

Descrizione dell'emissione sonora **Fluttuante**

Rumore residuo esterno attribuibile a **Rumore d'area**

Rumore ambientale

					Fenomeni impulsivi					
Posizione	**T_R**	**T_O**	**T_M**	**L_A**	**L_{AImax}**	**L_{ASmax}**	**L_{AI} - L_{AS}**	Com-ponenti Tonali **L_A**	Tempo parziale	**L_A corretto**
1										
2										

Rumore residuo esterno

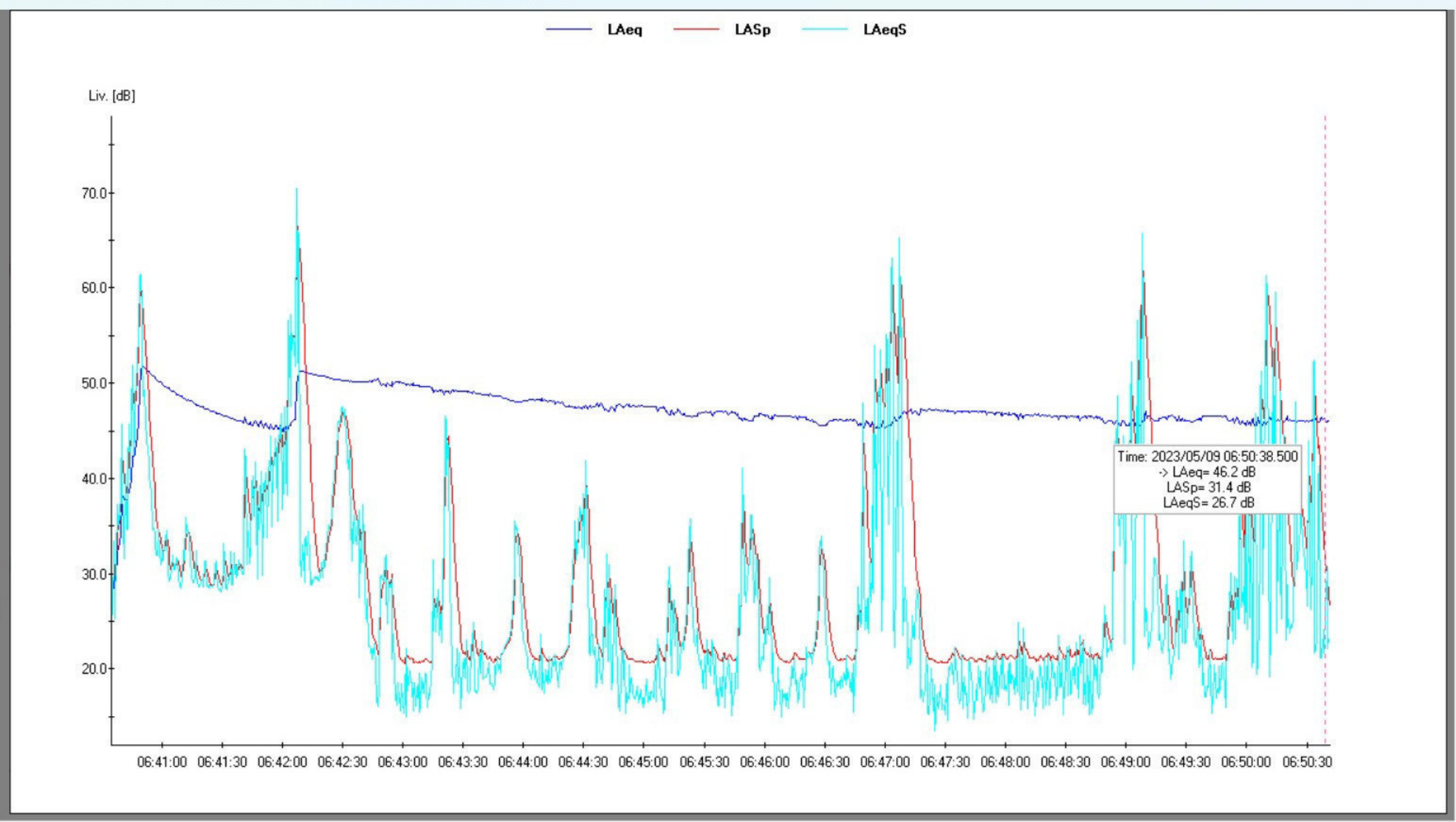
					Fenomeni impulsivi					
Posizione	**T_R**	**T_O**	**T_M**	**L_R**	**L_{RImax}**	**L_{RSmax}**	**L_{RI} - L_{RS}**	Com-ponenti Tonali **L_R**	Tempo parziale	**L_A limite**
1	**D**	**06.00 – 07.00**	**10'**	**46.0**						**55.0**
2	**D**	**21.00 – 22.00**	**10'**	**45.0**						**55.0**

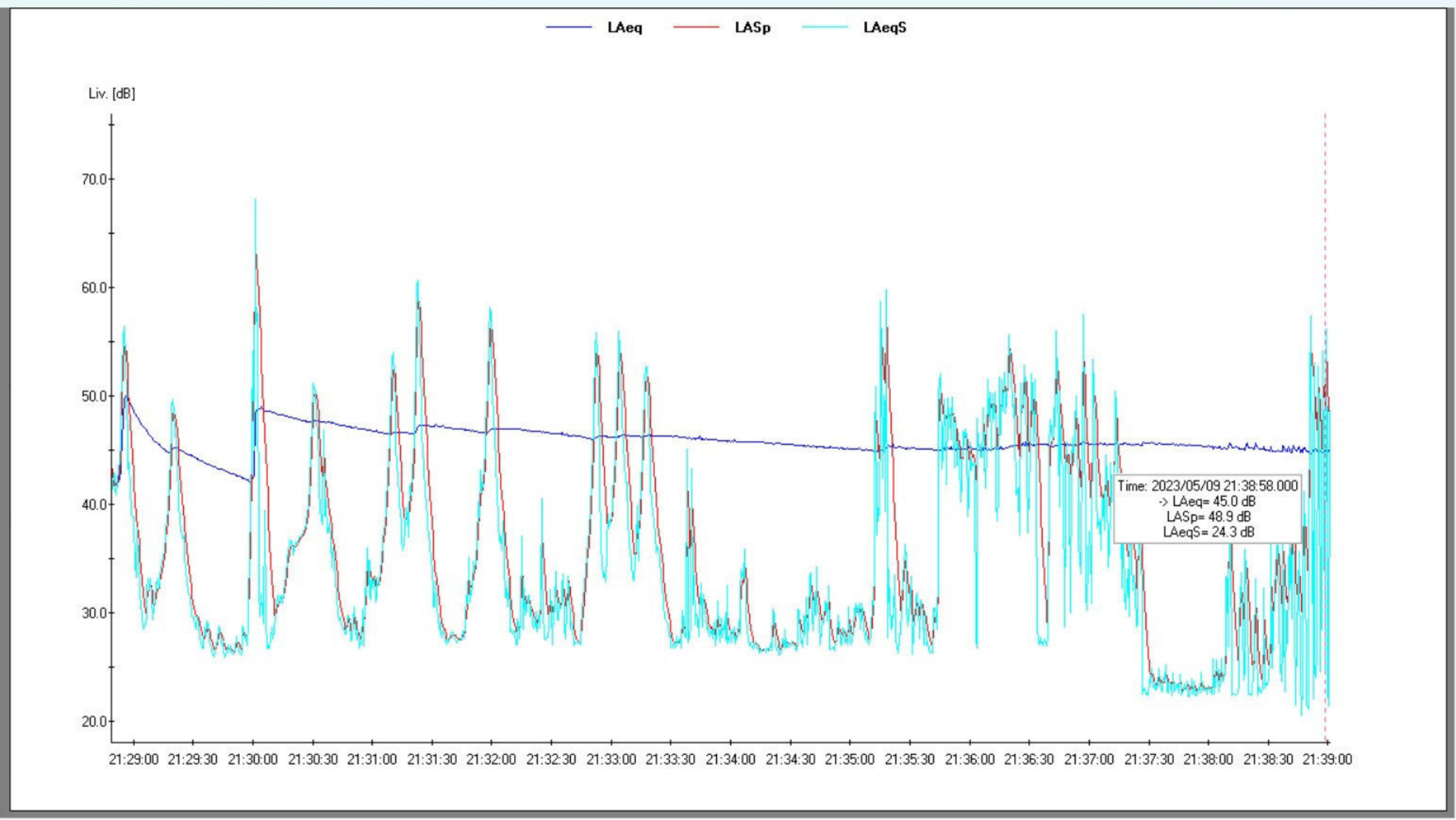
Sorgente specifica

Posizione	**T_R**	**L_E**	**L_E limite**
1			
2			

Note:
……
……
Conclusioni:
……
……

I Tecnici competenti …… …….. …….


LAeq
LASp
LAeqS
Liv. [dB]
70.0
60.0
50.0
40.0
30.0
20.0
Time: 2023/05/09 06:50:38.500
-> LAeq= 46.2 dB
LASp= 31.4 dB
LAeqS= 26.7 dB
06:41:00
06:41:30
06:42:00
06:42:30
06:43:00
06:43:30
06:44:00
06:44:30
06:45:00
06:45:30
06:46:00
06:46:30
06:47:00
06:47:30
06:48:00
06:48:30
06:49:00
06:49:30
06:50:00
06:50:30


LAeq
LASp
LAeqS
Liv. [dB]
70.0
60.0
50.0
40.0
30.0
20.0
Time: 2023/05/09 21:38:58.000
-> LAeq= 45.0 dB
LASp= 48.9 dB
LAeqS= 24.3 dB
21:29:00
21:29:30
21:30:00
21:30:30
21:31:00
21:31:30
21:32:00
21:32:30
21:33:00
21:33:30
21:34:00
21:34:30
21:35:00
21:35:30
21:36:00
21:36:30
21:37:00
21:37:30
21:38:00
21:38:30
21:39:00

ALLEGATO 2:

REGIONE LIGURIA – Ente ……..

Scheda di rilevamento inquinamento acustico tipo 2

Ambiente esterno – Indagine su specifica sorgente

Pratica n. ……..…… del ……..…… Scheda n. ……..

Strumentazione impiegata **D.O. HD2110** Classe **1** Codice S.I.T. **124** del **31/07/23**

Data **09/10/23** Ora **05.00** Giorno sett. **Lunedì** Vento vel. ……m/s – dir. …..° N

Via **Pian del Melo** Città **Savona (SV)**

Classe acustica **II** Fasce di pertinenza infrastrutture trasporto ……..……

Posizione di misura 1) **Vedere Tavola 1 allegata** 2) ……..…… Quota s.l.m. ……..….m

Coordinate Gauss-Boaga – Latitudine Nord ……. Longitudine Est …….

Alla presenza di ……

Sorgente in esame **Rumore d'area** Codice **99:01:00** Distanza ……m

Riferita all'attività **Rumore d'area**

Descrizione dell'emissione sonora **Fluttuante**

Rumore residuo esterno attribuibile a **Rumore d'area**

Rumore ambientale

					Fenomeni impulsivi					
Posizione	**T_R**	**T_O**	**T_M**	**L_A**	**L_{AImax}**	**L_{ASmax}**	**L_{AI} - L_{AS}**	Com-ponenti Tonali **L_A**	Tempo parziale	**L_A corretto**
1										
2										

Rumore residuo esterno

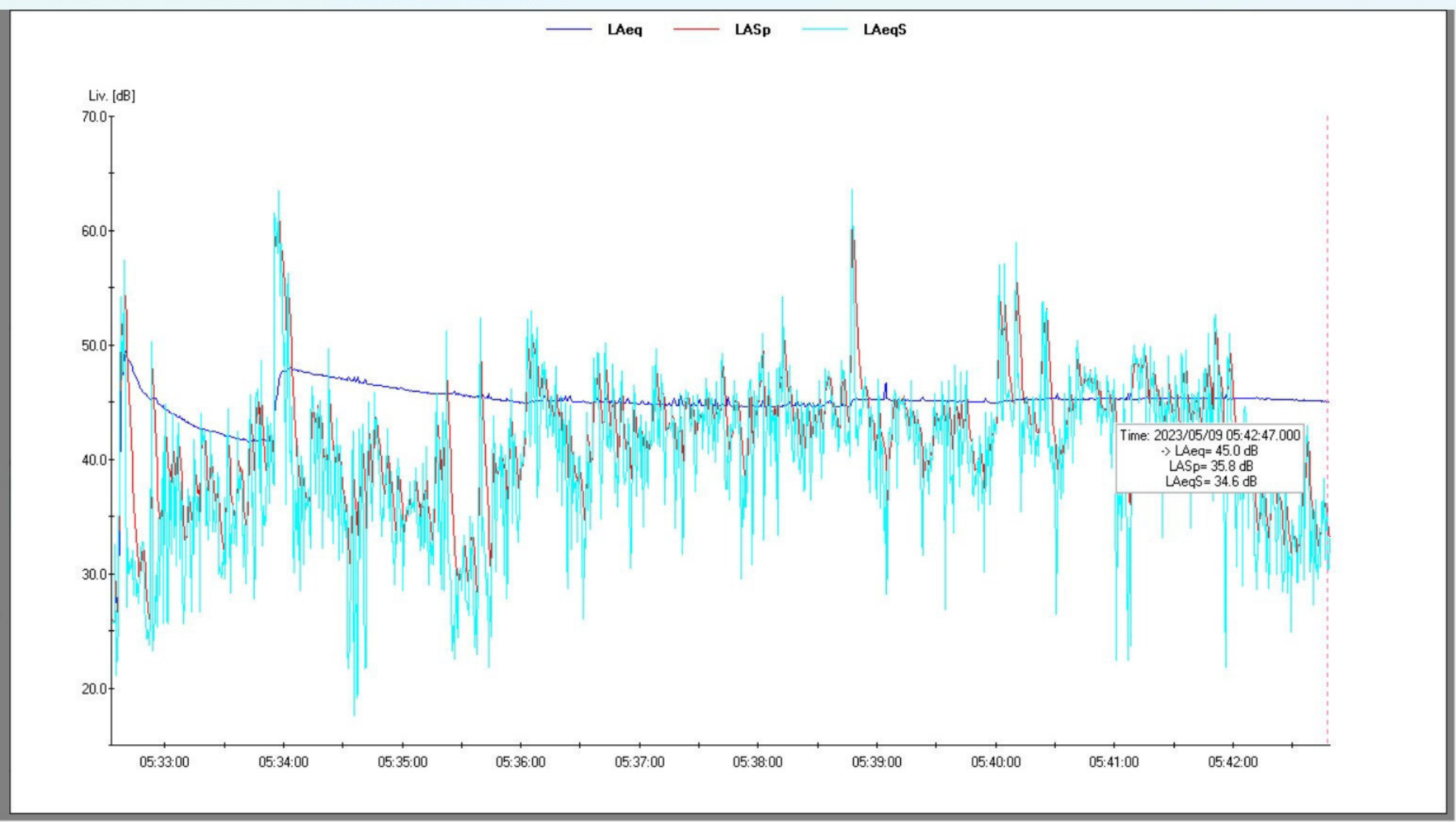
					Fenomeni impulsivi					
Posizione	**T_R**	**T_O**	**T_M**	**L_R**	**L_{RImax}**	**L_{RSmax}**	**L_{RI} - L_{RS}**	Com-ponenti Tonali **L_R**	Tempo parziale	**L_A limite**
1	**N**	**05.00 – 06.00**	**10'**	**45.0**						**45.0**
2	**N**	**23.00 – 00.00**	**10'**	**44.5**						**45.0**

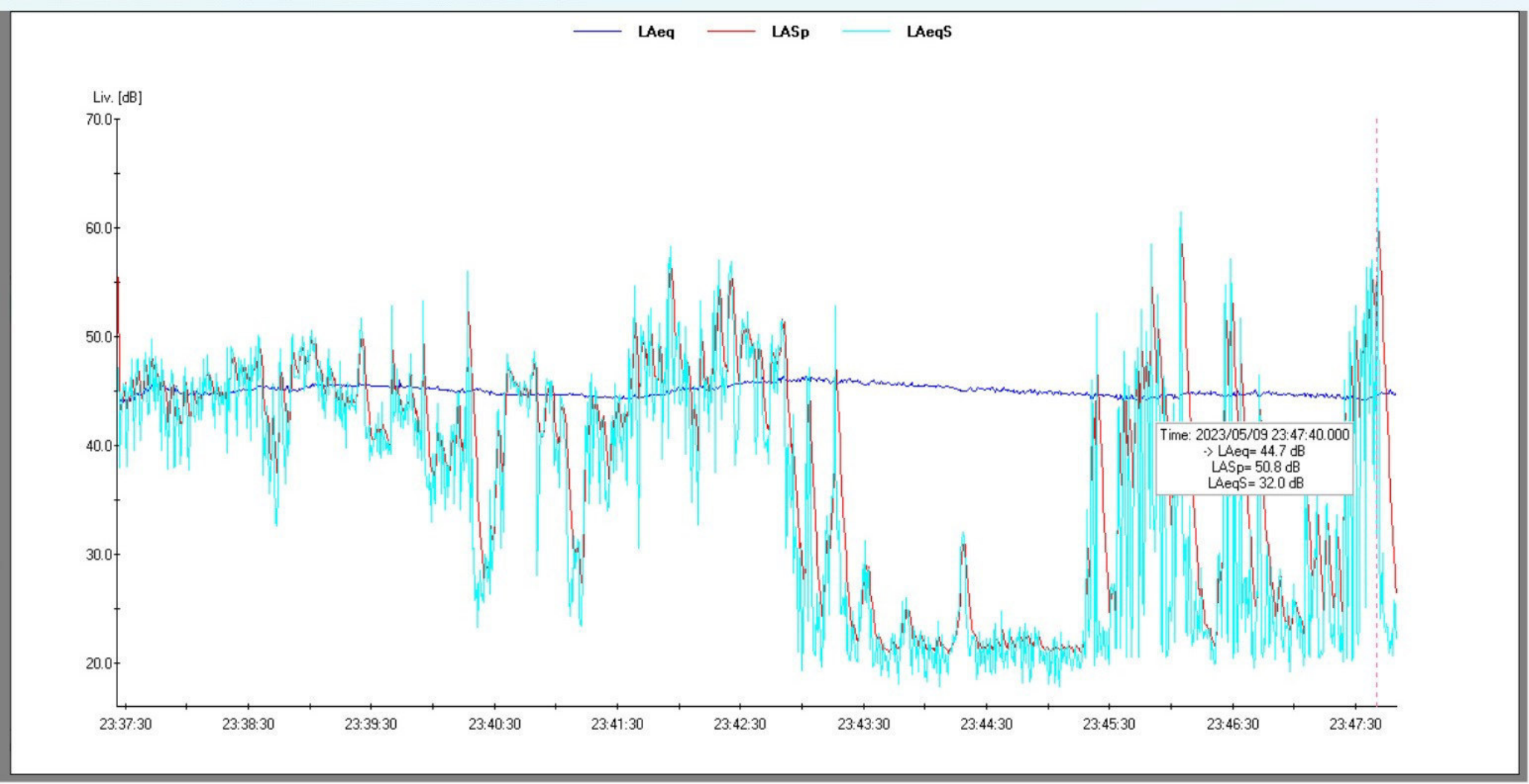
Sorgente specifica

Posizione	**T_R**	**L_E**	**L_E limite**
1			
2			

Note:
……
……
Conclusioni:
……
……

I Tecnici competenti …… …….. …….


LAeq
LASp
LAeqS
Liv. [dB]
70.0
60.0
50.0
40.0
30.0
20.0
05:33:00
05:34:00
05:35:00
05:36:00
05:37:00
05:38:00
05:39:00
05:40:00
05:41:00
05:42:00
Time: 2023/05/09 05:42:47.000
-> LAeq= 45.0 dB
LASp= 35.8 dB
LAeqS= 34.6 dB


LAeq
LASp
LAeqS
Liv. [dB]
70.0
60.0
50.0
40.0
30.0
20.0
23:37:30
23:38:30
23:39:30
23:40:30
23:41:30
23:42:30
23:43:30
23:44:30
23:45:30
23:46:30
23:47:30
Time: 2023/05/09 23:47:40.000
-> LAeq= 44.7 dB
LASp= 50.8 dB
LAeqS= 32.0 dB

Allegato C - Descrittori acustici

Per maggiore chiarezza e completezza espositiva i termini e le grandezze cui si fa riferimento nella presente relazione vengono di seguito riportati.

decibel (dB)

è l'unità di misura del livello di una grandezza sonora rispetto ad un valore di riferimento, non è un'unità di misura di una grandezza ma un'unità di relazione logaritmica.

10 dB	¨ 10 volte il valore soglia
20 dB	¨ 100 volte il valore soglia
100 dB	¨ 10^{10} volte il valore soglia

L_p - Livello di pressione acustica:

esprime il valore della pressione acustica di un fenomeno sonoro ed è dato dalla relazione seguente:

$$L_p = 10\log\left(\frac{p}{p_0}\right)^2 dB$$

dove

p è il valore efficace della pressione sonora misurata in Pascal (Pa);

p_0 è la pressione di riferimento che si assume a 20 μPa in condizioni standard.

$Leq_{(A)}$ - livello continuo di pressione sonora ponderato "A":

parametro che rappresenta il livello di pressione sonora costante nel tempo avente lo stesso contenuto energetico del fenomeno osservato il cui livello è però variabile; in altre parole, il Leq rappresenta l'energia media del fenomeno acustico ed è espresso dalla seguente relazione:

$$Leq_{(A),T} = 10\log.\left[\frac{1}{T}\int {p_A}^2 \frac{(t)}{{p_0}^2}.dt\right].dB(A)$$

dove:

$p_A(t)$ è il valore istantaneo della pressione sonora ponderata secondo la curva A (norma IEC

651)

p_0 è il valore della pressione sonora di riferimento

T è l'intervallo di tempo

Il significato di curva di ponderazione "A" deriva dall'esigenza di misurare direttamente su un fonometro il livello di pressione sonora così come percepito dall'uomo al fine di valutare una situazione di rischio uditivo o di disturbo.

MAXP: livello massimo di picco.

MAXL: livello massimo efficace.

$L_{(n)}$ - livello percentile

È il livello che è stato presente o superato per un intervallo di tempo pari al n % del tempo di misura considerato; quindi, fornisce l'indicazione del livello medio e della fluttuazione di livello.

L_1 - livello sonoro

presente o superato per un intervallo di tempo dell'1% della misura; serve ad individuare le sorgenti e le cause che originano i valori di punta, i quali sono da un lato quelli che hanno una forte influenza sul valore del livello equivalente rilevabile e dall'altro sono le maggiori cause del disturbo e di degrado ambientale in aree urbane, dove il rumore da traffico è nettamente prevalente.

L_{10} - livello sonoro

presente o superato per un intervallo di tempo del 10% della misura; questo parametro risulta utile ad eseguire una analisi del rumore prodotto dal traffico veicolare; in particolare evidenzia la consistenza del passaggio di mezzi pesanti.

L_{90} - livello sonoro

presente o superato per un intervallo di tempo del 90% della misura, in sintesi il parametro rappresentante il rumore di fondo. In altre parole, L_{90} rappresenta in maniera normalizzata i livelli sonori minimi più frequenti che caratterizzano un determinato clima sonoro oppure, detto più semplicemente, rappresenta la sonorità dell'ambiente quando non transitano sorgenti mobili e non sono attive sorgenti fisse.

(L_{10} - L_{90}) - differenza di livello sonoro

tra i valori di **L_{10} - L_{90}** risulta indicativa della variabilità della rumorosità nel periodo di misura.

L_r - Livello di rumore residuo:

è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato «A» che si rileva quando si escludono le specifiche sorgenti disturbanti; deve essere misurato con le identiche modalità impiegate per la misura del rumore ambientale.

L_a - Livello di rumore ambientale:

è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato «A» prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. Il rumore ambientale è costituito dall'insieme del rumore residuo (come precedentemente definito) e da quello prodotto dalle specifiche sorgenti disturbanti.

Livello differenziale di rumore:

differenza tra il livello Leq(A) di rumore ambientale e quello del rumore residuo.

T_r - Tempo di riferimento:

è il parametro che rappresenta la collocazione del fenomeno acustico nell'arco delle 24 ore: si individuano il periodo diurno e notturno. Il periodo diurno è, di norma, quello relativo all'intervallo di tempo compreso tra le h 6.00 e le h 22.00. Il periodo notturno è quello relativo all'intervallo di tempo compreso tra le h 22.00 e le h 6.00.

($L_{eq,T}$) - Livello sonoro equivalente:

è il livello di pressione sonora di un suono costante che nel tempo T ha la massima pressione quadratica media del suono variabile considerato

$$L_{eq,T} = 10.\log\left[\frac{1}{T}\int_0^T \frac{p^2(t)}{p_0^2}.dt\right]$$

Dove p_0 è la pressione di riferimento di 20 μPa.

(L_{Aeq},T) - livello sonoro equivalente ponderato A:

È il livello sonoro equivalente di un suono ponderato in frequenza mediante la curva di ponderazione "A"; si misura in dB(A).

Livello sonoro equivalente sul tempo a lungo termine:

$$L_{Aeq,TL} = 10.\log\left[\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} 10^{0.1(L_{Aeq,T)i}}\right]$$

dove N è il numero di giorni di misura.

Allegato D - Normativa di riferimento e definizioni

La legge quadro sull'inquinamento acustico (447/95) che riprende ed integra il D.P.C.M. 1.3.1991 sottopone all'attenzione degli amministratori pubblici la necessità di procedere alla divisione del territorio comunale secondo classi di destinazioni d'uso a cui riferire anche i valori limite per le sorgenti sonore e i "valori di qualità" per limitare la diffusione di rumorosità verso gli ambienti ad uso non produttivo.

Si riporta la tabella di cui all'art. 6 alla quale è necessario fare riferimento in assenza di classificazione acustica del territorio comunale.

Zonizzazione	Limite diurno	Limite notturno
	Leq (A)	Leq (A)
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
(*) Zone di cui all'art. 2 del decreto ministeriale 2 aprile 1968		

- D.P.C.M 1 marzo 1991 – "limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno"
- D. Lgs. 30 aprile 1992, n°285 – "Nuovo codice della strada"
- Legge 26 ottobre 1995 n° 447 – "Legge quadro sull'inquinamento acustico"
- D.M. 16 marzo 1998 - "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico"
- DPR 18 novembre 1998 n 459 – "Regolamento recante norme di esecuzione dell'art.11 della legge 26 ottobre 1995 n° 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico

ferroviario"

- DPCM 14 novembre 1997 – "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"
- D.M. 29 novembre 2000 – "criteri per la predisposizione da parte di gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani di contenimento e abbattimento del rumore"
- D.P.R 30 marzo 2004 n° 142 - Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante da traffico veicolare, a norma dell'art. 11 della legge 26 ottobre 1995 n° 447.
- Legge regionale 25 ottobre 2000, n. 52 – "Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento acustico."
- Deliberazione della Giunta Regionale 2 febbraio 2004, n. 9-11616 – "linee guida regionali per la redazione della documentazione di impatto acustico ai sensi dell'art. 3, comma 3, lett. c) della L.R. 25 ottobre 2000 n. 52"