

REGIONE  
CALABRIA

Provincia di  
Catanzaro



Committente:

**Cropani Wind Energy S.r.l.**  
via Sardegna, 40  
00187 Roma (RM)  
P.IVA/C.F. 15856981004

Documento:

**PROGETTO DEFINITIVO**

Titolo del Progetto:

**PARCO EOLICO "CROPANI"**

Elaborato:

**Studio acustico - Relazione generale**

ID PROGETTO	DISCIPLINA	CAPITOLO	TIPO	REVISIONE	SCALA	FORMATO
IT-VesCro-Gem	ENV	GEN	TR	0		A4
NOME FILE:	IT-VesCro-Gem-ENV-GEN-TR-04-Rev.0					

**Progettazione:**



**Ing. Saverio Pagliuso**

**Studi geologici, agronomici,  
archeologici e ambientali:**

**Studio geologico Dott.  
Gaetano Bordone**

**Gruppo di lavoro:**

**Dott. Gaetano Bordone  
Prof. Vittorio Amadio Guidi  
Dott. Fabio Interrante  
Dott. Sebastiano Muratore  
Ing. Mauro Di Prete**

Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	05/11/2021	PRIMA EMISSIONE	BORDONE	GEMSA	VESTAS

## Sommario

### Sommario

<b>3.1</b>	<b><i>Inquadramento normativo e definizione dei limiti acustici di riferimento</i></b> .....	<b>9</b>
	<i>Descrizione del contesto territoriale</i> .....	<b>12</b>
<b>3.2</b>	<b><i>Caratteristiche anemologiche del sito</i></b> .....	<b>16</b>
	<i>Il dato storico</i> .....	<b>17</b>
	<i>Il contesto anemologico durante la campagna fonometrica</i> .....	<b>22</b>
	<i>Confronto e validazione</i> .....	<b>27</b>
<b>3.3</b>	<b><i>Individuazione dell’ambito di studio e censimento dei ricettori</i></b> .....	<b>30</b>
	<i>Definizione delle attuali sorgenti acustiche sul territorio</i> .....	<b>36</b>
<b>3.4</b>	<b><i>Caratterizzazione del clima acustico attuale</i></b> .....	<b>39</b>
	<i>Interazione tra il rumore residuo allo stato attuale e la velocità del vento</i> .....	<b>53</b>
<b>4.1</b>	<b><i>Le caratteristiche emissive degli aerogeneratori</i></b> .....	<b>57</b>
<b>4.2</b>	<b><i>La modellazione acustica</i></b> .....	<b>59</b>
	<i>Il software SoundPlan</i> .....	<b>59</b>
	<i>Il metodo di calcolo ISO 9613-2</i> .....	<b>61</b>
	<i>Dati di input al modello</i> .....	<b>62</b>
<b>4.3</b>	<b><i>Il rumore indotto dal funzionamento del campo eolico</i></b> .....	<b>62</b>
<b>4.4</b>	<b><i>La verifica della compatibilità acustica del campo eolico</i></b> .....	<b>63</b>
<b>5.1</b>	<b><i>Le attività di cantiere previste per la realizzazione del parco eolico</i></b> .....	<b>66</b>
<b>5.2</b>	<b><i>La modellazione acustica</i></b> .....	<b>67</b>

<b>5.3</b>	<b><i>Il rumore indotto dalle attività di cantiere.....</i></b>	<b>68</b>
<b>5.4</b>	<b><i>La verifica della compatibilità acustica delle attività di cantiere .....</i></b>	<b>69</b>
<b>7</b>	<b>APPENDICE A.....</b>	<b>72</b>
<b>8</b>	<b>APPENDICE B.....</b>	<b>73</b>
<b>9</b>	<b>APPENDICE C.....</b>	<b>74</b>

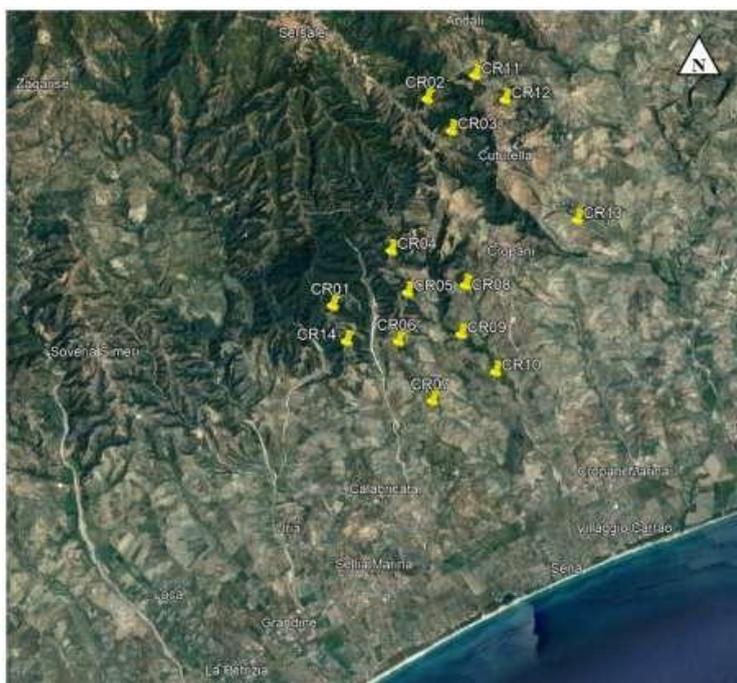
**Tecnico Competente in Acustica Ambientale**

Ing. Mauro Di Prete– Albo ENTECA n. 7332

## **1) PREMESSA**

Nei Comuni di Cropani, Cerva e Sersale in provincia di Catanzaro (CZ) è prevista la realizzazione di un campo eolico costituito da 14 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 6.0 MW. L'impianto è localizzato per la metà, 7 delle 14 turbine, sul territorio che va dalla zona sud-ovest del Comune di Cropani fino al confine a nord con il vicino Comune di Sersale mentre le rimanenti turbine si trovano nel territorio facente parte del Comune di Cerva e Sersale, rispettivamente a nord e nord-ovest del centro abitato di Cropani. Il campo eolico si estende, a partire da circa 3 km dalla costa di Cropani Marina (177 m.s.l.m.), verso zone più interne fino a raggiungere la quota massima di 607 m.s.l.m.

La tipologia di macchina impiegata è di tipo ad asse orizzontale in cui il sostegno, ovvero una torre tubolare con altezza pari a 126 m, porta alla sua sommità la navicella, al cui lato esterno è collegata un rotore di diametro di 162 m.



*Figura 1-1 Localizzazione del campo eolico oggetto di studio*

La seguente tabella geolocalizza e definisce le turbine la cui installazione è prevista per il campo eolico in progetto.

<b>Turbina</b>	<b>Comune</b>	<b>Coordinate UTM</b>		<b>Altitudine [m]</b>
		<b>Long. E [m]</b>	<b>Lat. N [m]</b>	
CR01	Sersale	650442.94	4313212.72	385
CR02	Cropani	652404.14	4317744.67	607
CR03	Cropani	652954.77	4317073.72	537
CR04	Cropani	651710.90	4314449.79	348
CR05	Cropani	652088.17	4313539.67	295
CR06	Sersale	651909.55	4312469.67	236
CR07	Sersale	652683.26	4311181.61	139
CR08	Cropani	653347.36	4313727.81	283
CR09	Cropani	653280.23	4312654.31	213
CR10	Cropani	654053.53	4311844.23	177
CR11	Cerva	653464.80	4318321.24	497
CR12	Cerva	654135.72	4317805.69	456
CR13	Cerva	655837.04	4315247.48	122
CR14	Sersale	650772.08	4312443.5	277

*Tabella 1-1 Coordinate geografiche puntuali turbine d'impianto*

## **2) IMPOSTAZIONE METODOLOGICA**

Lo studio acustico ha tenuto conto di tutti gli aspetti necessari sia alla caratterizzazione acustica ambientale attuale del territorio interessato sia alla valutazione della possibile interferenza indotta dal funzionamento degli aerogeneratori previsti e dalle relative attività di cantiere connesse alla loro realizzazione.

In accordo con la UNI/TS 11143-7:2013 “acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 7: Rumore degli aerogeneratori” per ciascun aerogeneratore è stata individuata un'area di potenziale disturbo definita da una circonferenza con raggio pari a 500 m.

L'involuppo di tutte le aree dei 14 aerogeneratori in progetto ha definito l'ambito di studio.

Per quanto riguarda la definizione del quadro conoscitivo di riferimento, oltre ad individuare i limiti normativi territoriali sulla scorta della normativa nazionale, regionale e comunale di riferimento, è stata predisposta un'analisi territoriale per l'individuazione dei potenziali ricettori.

A tal proposito, sono stati censiti cautelativamente tutti gli edifici ricadenti all'interno dell'ambito di studio precedentemente definito.

Il censimento è stato eseguito seguendo due livelli di dettaglio differenti: per i ricettori compresi tra la isofonica dei 50 dB(A), individuata tramite il calcolo della mappa di rumore, ed il margine dell'ambito di studio, sono state identificate le sole destinazioni d'uso; mentre per i ricettori più esposti (frontisti), compresi tra gli aerogeneratori e l'isofonica

dei 50 dB(A), è stato riportato anche il numero di piani oltreché predisposte apposite schede di censimento.

Nella analisi di caratterizzazione acustica del territorio è stata inoltre eseguita una campagna fonometrica considerando tre postazioni differenti e misurando i livelli acustici in più periodi di campionamento sia nel periodo diurno che notturno. In particolare, al fine di coprire le situazioni di ventosità e direzione del vento a terra e in quota tipiche del sito oggetto di indagine, per ognuna delle tre postazioni sono state eseguite 5 misure di tipo “spot”, ovvero con durata pari a 15’.

Confrontato il dato anemologico storico (1961-1990) con quello caratterizzante il periodo nel quale sono stati eseguiti i rilievi è stato possibile verificare che i dati ottenuti non facciano riferimento ad outliers meteorologici che potrebbero inficiare l’intero processo di analisi. Dalla predetta indagine si è appurato che le condizioni in cui sono stati eseguiti i rilievi rispecchiano le condizioni anemologiche tipiche del sito in esame.

Specificatamente al rumore ambientale attuale, o residuo nello stato post operam, è stata inoltre sviluppata una analisi della variazione dei livelli caratterizzanti i tre siti di indagine al variare della velocità del vento.

Questo perché nel caso specifico di un campo eolico, il vento è la principale variabile che influenza sia l’emissione sonora della turbina eolica (maggiore è l’intensità del vento, maggiore è la potenza sonora emessa dall’aerogeneratore) e la sua propagazione nell’ambiente, sia l’entità del rumore ambientale naturale in un territorio, come nel caso specifico ma in generale per tutti i campi eolici, prettamente naturale/agricolo e scarsamente antropizzato.

Per questo motivo, al fine di valutare l’entità del rumore ambientale attuale e la sua variazione al variare della velocità del vento, nel presente

studio si è fatto riferimento ai valori misurati in corrispondenza dei punti di misura e assunto una legge di correlazione tra velocità del vento e livelli di rumore basata su dati sperimentali.

Per la verifica delle potenziali interferenze sul clima acustico attuale, indotte dagli aerogeneratori nella condizione di funzionamento, è stato predisposto uno studio modellistico previsionale mediante il software SoundPlan con l'obiettivo di determinare le diverse mappature acustiche al suolo per tutto l'ambito di studio e i livelli puntuali in corrispondenza degli edifici frontisti ricadenti all'interno dell'area compresa tra l'isofonica dei 50 dB(A) e gli aerogeneratori.

La metodologia assunta si basa sulla teoria del “worst case scenario”, ovvero quello di massimo disturbo, in modo tale che verificata la compatibilità acustica di quest'ultimo sul territorio qualunque altro scenario di minor interferenza risulta conseguentemente verificato.

Per quanto riguarda il funzionamento di una pala eolica questo dipende sia dall'intensità del vento che dalla durata dello stesso durante l'arco della giornata.

Il “worst case scenario” è quindi definito considerando il funzionamento di ciascuna pala nella condizione di massima emissione acustica, secondo la configurazione di progetto, in maniera continua e costante sia nel periodo diurno che notturno.

I risultati ottenuti dalla suddetta modellazione acustica sono stati quindi utilizzati per la verifica dei valori limite territoriali in corrispondenza dei ricettori in termini di livelli di emissione, di immissione assoluta e differenziale così come previsto dal quadro normativo di riferimento.

Lo studio acustico si completa con l'analisi della fase di cantiere per la realizzazione del parco eolico.

Seppur come detto il contesto territoriale risulta scarsamente antropizzato date le peculiarità dell'opera, in quanto gli aerogeneratori sono spesso posizionati in cima a colline ovvero in zone scarsamente abitate, è stata sviluppata una analisi previsionale mediante leggi di propagazione analitiche considerando anche in questo caso il “worst case scenario”, ovvero lo scenario più sfavorevole dal punto di vista acustico caratterizzato dalla presenza di più macchinari che operano in maniera contemporanea.

Tale metodo risulta estremamente cautelativo in quanto considera una situazione di massima emissione.

Seppur tali attività risultano a carattere temporaneo e come noto disciplinate con specifiche procedure preliminarmente all'esecuzione dei lavori stante il quadro normativo nazionale, regionale e comunale di riferimento in materia di inquinamento acustico, in questa fase dello studio si intendono verificare le condizioni di esposizione al rumore di cantiere del territorio interessato e la loro compatibilità rispetto ai limiti acustici territoriali.

### **3) QUADRO CONOSCITIVO**

#### **3.1 Inquadramento normativo e definizione dei limiti acustici di riferimento**

La Commissione Centrale Tecnica dell'UNI il 28 gennaio 2013 ha approvato la UNI/TS 11143-7:2013, la quale è stata elaborata per supportare, dal punto di vista metodologico, i diversi tipi di iter autorizzativo per la realizzazione o la modifica di un parco eolico, in conformità alla legislazione nazionale vigente, riportata in questo paragrafo.

Essa descrive una metodologia per la stima dell'impatto acustico e del clima acustico, allo scopo di definire un percorso chiaro per i progettisti, i consulenti e per gli enti pubblici competenti.

In particolare, la presente specifica tecnica si applica a singoli aerogeneratori, aventi potenza elettrica pari ad almeno 500 kW (come nel caso in esame), e a parchi eolici destinati allo sfruttamento industriale dell'energia del vento. Essa descrive i metodi per la caratterizzazione sperimentale del clima acustico presso i ricettori collocati nell'area di influenza e per la valutazione previsionale dell'impatto acustico.

Si specifica che la UNI/TS 11143-7:2013 non si applica alle sorgenti sonore e alle attività che, pur contemplate nella valutazione dell'impatto acustico di un parco eolico, non sono legate alla fase di esercizio, come, per esempio, le attività di costruzione.

Inoltre, non riguarda il calcolo del livello di potenza sonora degli aerogeneratori, per il quale è opportuno applicare la norma CEI EN 61400-11, introdotta al paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, insieme alla UNI ISO 9613-1 “Acustica -

Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto - Parte 1: Calcolo dell'assorbimento atmosferico”.

La Legge Quadro n.447 del 1995, recentemente modificata dal D.Lgs. 42/2017, costituisce il riferimento normativo cardine in materia di inquinamento acustico ambientale.

Nello specifico per l'individuazione dei valori limite di riferimento sul territorio per le diverse sorgenti acustiche demanda ai Comuni la determinazione delle classi acustiche e dei relativi livelli limite in termini di emissione e immissione secondo i criteri dettati dalle normative regionali in armonia con il DPCM 14.11.1997.

Con Legge regionale 19 ottobre 2009 n. 34, la Regione Calabria ha emanato le linee guida per la classificazione in zone acustiche del territorio dei comuni.

Queste, oltre che contenere le metodiche che i Comuni devono seguire durante la fase di redazione del proprio Piano di classificazione acustica, contengono anche indicazioni riguardo le attività temporanee, tra cui i cantieri, e le modalità di autorizzazione della deroga ai limiti di emissione.

Nel caso di comuni che non hanno ancora individuato la suddivisione in classi acustiche del proprio territorio di competenza, come nel caso specifico dei Comuni di Cropani, Cerva e Sersale, si fa riferimento a quanto previsto all'art. 6 del DPCM 1 marzo 1991 nel quale vengono individuati dei limiti di accettabilità su tutto il territorio nazionale per le sorgenti sonore fisse (cfr. Tabella 3-1).

<b>Zone</b>	<b>Limite diurno Leq(A)</b>	<b>Limite notturno Leq(A)</b>
<b>Tutto il territorio nazionale</b>	70	60
<b>Zona A (*)</b>	65	55
<b>Zona B (*)</b>	60	50
<b>Zona esclusivamente industriale</b>	70	70

(\*) Zone di cui all'art.2 del decreto ministeriale n 1444 del 2/04/1968

Tabella 3-1 Limiti di accettabilità previsti dall'art. 6 del DPCM 1 marzo 1991

L'art.2 del decreto ministeriale n 1444 del 2/04/1968 definisce:

- ✓ Zona A: le parti del territorio interessate da agglomerati urbani che rivestano carattere storico, artistico e di particolare pregio ambientale o da porzioni di essi, comprese le aree circostanti, che possono considerarsi parte integrante, per tali caratteristiche, degli agglomerati stessi;
- ✓ Zona B: le parti del territorio totalmente o parzialmente edificate, diverse dalle zone A: si considerano parzialmente edificate le zone in cui la superficie coperta degli edifici esistenti non sia inferiore al 12,5% (un ottavo) della superficie fondiaria della zona e nelle quali la densità territoriale sia superiore ad 1,5 mc/mq;

In particolare, l'area oggetto di studio è edificata per appena lo 0,07%, (cfr. paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) motivo per cui non possiede requisiti tali da ricadere nella casistica delle zone classificate di tipo "A" o "B" dell'precedente tabella, né tantomeno di tipo esclusivamente industriale, in quanto quest'ultimo tipo di sorgenti sono completamente assenti nella porzione di territorio indagata (cfr. paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

Ne consegue pertanto come i valori di riferimento in Leq(A) assunti nel presente studio risultino essere pari a 70 dB(A) nel periodo diurno (6:00-22:00) e 60 dB(A) in quello notturno (22:00-6:00).

A questi si considerano inoltre i valori di immissione differenziale per i soli edifici residenziali, ovvero le differenze tra il livello equivalente del rumore ambientale e quello del rumore residuo, fissati a 5 dB(A) nel

periodo diurno e 3 dB(A) in quello notturno.

A riguardo, il DPCM 14.11.1997 stabilisce che il criterio differenziale non si applica, in quanto ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile, se il rumore misurato a finestre aperte è inferiore a 50 dB(A) nel periodo diurno (35 dB(A) nel caso di finestre chiuse) e inferiore a 40 dB(A) nel periodo notturno (25 dB(A) nel caso di finestre chiuse).

Quanto detto fa riferimento alle sorgenti acustiche fisse, ovvero quindi agli aerogeneratori.

Per quanto riguarda le attività di cantiere, queste si inquadrano come sorgenti acustiche temporanee soggette, proprio per la temporaneità dell'oro svolgimento, a possibili deroghe ai limiti di rumorosità da parte del Comune competente.

In tal senso le Linee guida regionali disciplinano le attività di cantiere stabilendo orari di lavoro (8:00-19:00, salvo ulteriori restrizioni da parte del Comune), limiti di riferimento (70 dB(A), ovvero 65 dB(A) all'interno delle abitazioni), e le modalità di richiesta della deroga a seconda della complessità del caso.

### ***Descrizione del contesto territoriale***

Il comune di Cropani è situato nel territorio della provincia di Catanzaro in Calabria, si estende per 44,8 km<sup>2</sup> ed ha una popolazione di circa 4836 abitanti. Il comune sorge su una collina panoramica a 10 km dal Mare Ionio e 13 km dalla Sila.

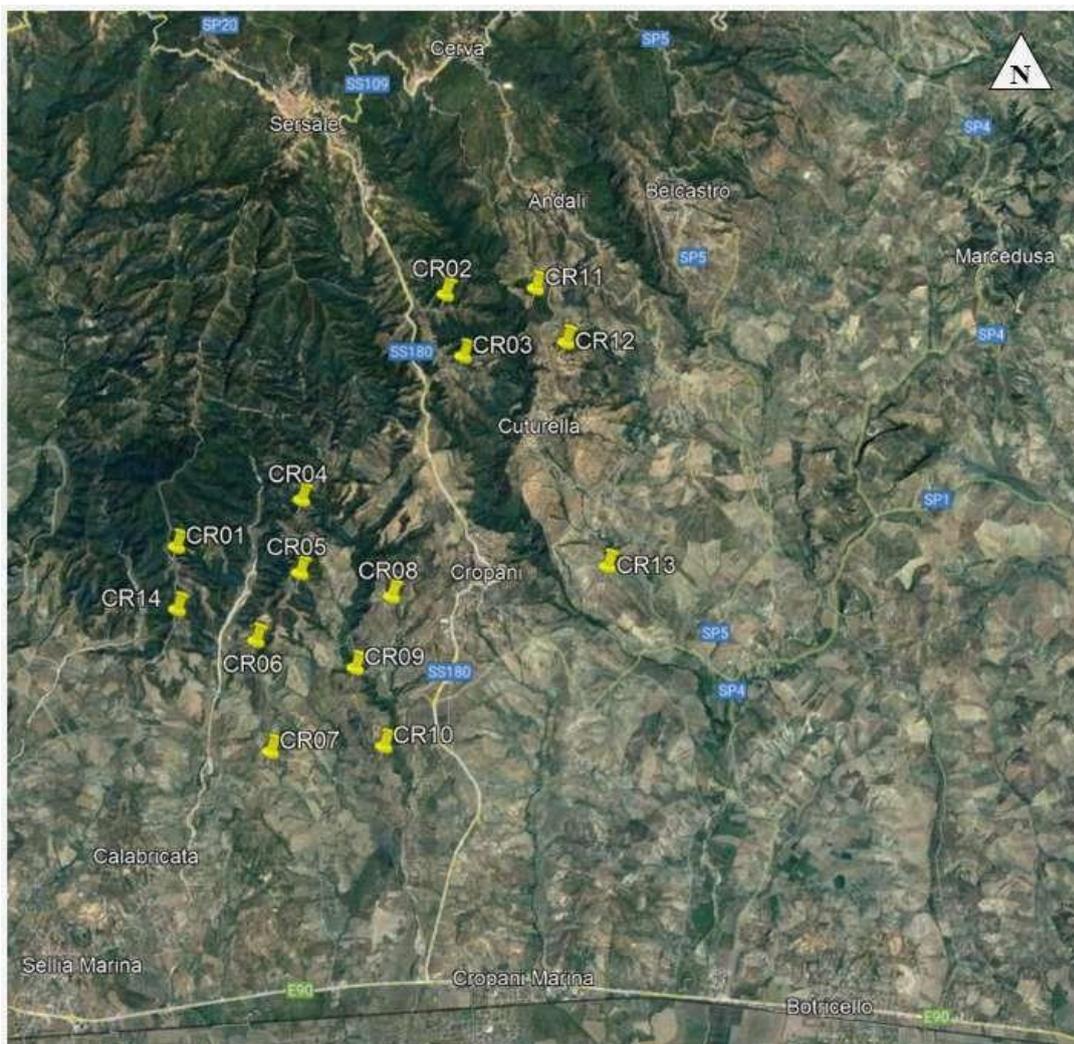
Il territorio gode di un clima mite, che lo rende adatto alla coltivazione e lavorazione delle olive, da cui si ricava il pregiato olio extravergine. Infatti, la parte collinare del territorio è caratterizzata dalla presenza della macchia mediterranea e di estesi oliveti, in quest'area si trova il centro

abitato più antico, chiamato talvolta Cropani Superiore, che ospita la sede municipale.

Dall'altra parte del fiume Crocchio, che bagna l'intero territorio fino a sfociare nello Ionio, trova spazio la piccola frazione di Cuturella di Cropani.

Mentre nella marginale zona pianeggiante è situata l'altra frazione Cropani Marina, un centro abitato che si estende dal mare alla Strada statale 106 Jonica.

Le attuali delimitazioni del territorio comunale sono costituite da elementi del paesaggio naturale o antropizzato, quali corsi d'acqua, rilievi collinari, linee di spartiacque, antiche mulattiere e la costa ionica calabra.



*Figura 3-1 Contesto territoriale in cui si prevede l'inserimento del campo eolico*

Il comune di Cerva (CZ), 1146 abitanti, è situato nel cuore della Presila Catanzarese.

L'altitudine del territorio comunale è compresa tra una minima di 44 metri sul livello del mare, nella zona Cuturella di Cropani che fa capo dal punto di vista amministrativo al comune di Cropani, ed una massima di 1333 metri sul livello del mare, ai confini del Parco nazionale della Sila.

Il comune sviluppa tra il corso del fiume Crocchio e del torrente Nasari a circa 20 chilometri dalla costa ionica, confina a nord con il territorio di Petronà, a ovest con il comune di Sersale, a est con i comuni di Belcastro e Andali, infine a sud e verso il Mar Ionio i territori comunali confinano con i comuni di Cropani e di Andali.

Il comune di Sersale (CZ), 4450 abitanti, è caratterizzato da un territorio di notevole valore escursionistico e paesaggistico.

Al suo interno ricade la Riserva Naturale Regionale delle Valli Cupe con i suoi canyon, monoliti, alberi secolari e le cascate dei fiumi Campanaro e Crocchio.

Il Canyon Valli Cupe è unico in Europa nel suo genere e custodisce la rarissima felce bulbifera. Gli altri canyon sono Melissano, Inferno, Gole del Crocchio, Catoie-Barbaro e Raga.

Il monolito più importante è Pietra Aggiallu alto circa 18 metri.

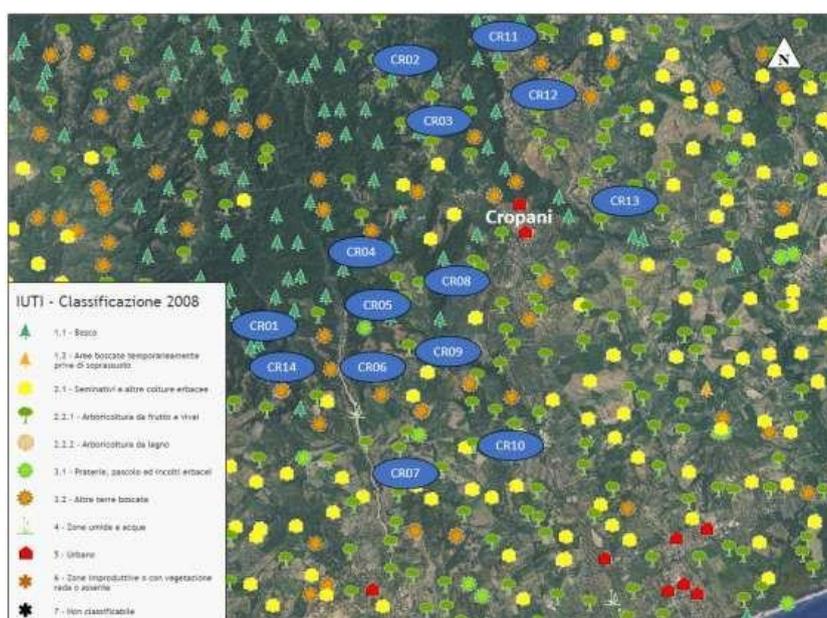
Tra le innumerevoli cascate si annoverano le cascate Campanaro, Rupe, Allori, Salice, Muschi, Chiusa, Chiusetta, Rovetto, San Basile, Crocchio, Cavallopoli e quella dell'Inferno che con le sue profonde gole e i suoi vetusti platani orientali è ritenuta una delle più suggestive.

Nello specifico, il contesto in cui il progetto si inserisce è delimitato:

- A Nord dai rilievi montuosi e collinari appartenenti ai comuni di Sersale, Andali (CZ) e Belcastro (CZ);

- A Sud dalle località Calabricata, frazione del comune di Sellia Marina (CZ), Cropani Marina e Botricello (CZ), oltreché dalla strada europea E90 (ex SS 106 Ionica);
- Ad Est dai territori collinari a nord del centro abitato di Botricello e dalla SS180 che congiunge Cropani con Cropani Marina intersecando di fatto l'area di studio;
- Ad Ovest da rilievi montuosi intervallati da canyon appartenenti al Comune di Soveria Simeri distante 16 km da Catanzaro, 12 km dalla costa ionica e 20 km dai monti della Sila.

Dalle indagini effettuate, la presenza antropica in questa porzione di territorio risulta estremamente ridotta, con una prevalenza di aree caratterizzate da praterie, pascoli ed incolti erbacei (Classificazione IUTI 2018, cfr. Figura 3-2). Nello specifico l'area edificata è pari ad appena lo 0,07% del totale, inoltre, i pochi edifici presenti sono per lo più ruderi, depositi agricoli, aziende agricole e/o allevamenti, pertanto, meno sensibili ai potenziali effetti acustici indotti dal progetto in esame.



*Figura 3-2 Localizzazione campo eolico di progetto ed Inventario dell'Uso delle Terre d'Italia, fonte: Geoportale Nazionale (<http://www.pcn.minambiente.it/viewer/>).*

In generale, l'area interessata dalla realizzazione del parco eolico attraversa territori eterogenei per conformazione e caratteristiche meteo climatiche, in ragione della differente elevazione delle zone oggetto di studio che vanno dalla costa fino a rilievi montuosi di 700 m sul livello del mare.

### ***3.2 Caratteristiche anemologiche del sito***

Il presente paragrafo è volto all'analisi delle caratteristiche anemologiche dell'area di studio.

Tale analisi è strutturata al fine di perseguire una finalità costituita da due fasi consequenziali: in primis occorre analizzare dal punto di vista “storico” il contesto di intervento, definendo in un arco temporale ampio le condizioni di vento che hanno caratterizzato l'area interessata dall'iniziativa progettuale in esame, secondariamente occorre analizzare il dato anemologico che ha caratterizzato le giornate in cui è stata svolta la campagna fonometrica per la caratterizzazione del clima acustico attuale. In questo modo è possibile verificare la coerenza con il dato storico e validare i risultati ottenuti, in quanto non potranno essere associati ad outliers meteorologici che potrebbero inficiare l'intero processo di analisi.

La presente trattazione pertanto sarà divisa in due parti principali: “il dato storico” che descrive l'analisi nell'arco temporale di riferimento 1961-1990 e l'analisi del “contesto anemologico di misura” corrispondenti alle giornate tra il 15 e il 17 dicembre 2020 in cui è stata svolta la campagna fonometrica.

### ***Il dato storico***

L'analisi delle caratteristiche anemologiche storiche del sito è stata effettuata sulla base dei dati presenti nell'Atlante Climatico dell'Aeronautica Militare. Il quale raccoglie i dati relativi ad un arco temporale di un trentennio, permettendo così la ricostruzione, in termini medi, delle caratteristiche tipiche e prevalenti durante i diversi periodi dell'anno.

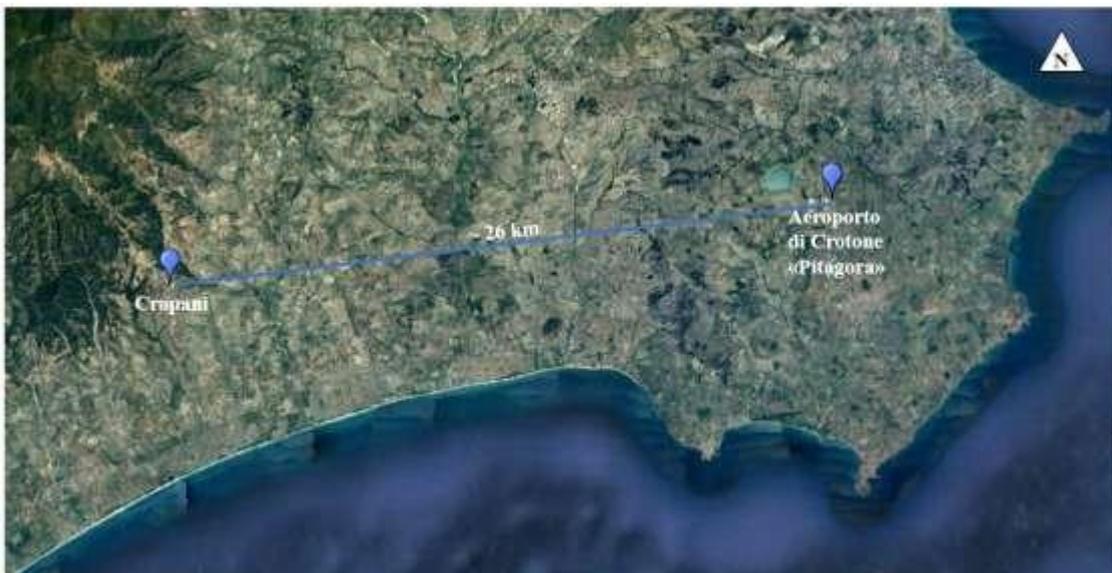
L'Atlante è gestito dall'Aeronautica Militare e risulta coerente con quanto espresso dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM) dove il clima in generale è definito come lo stato medio delle variabili fisiche atmosferiche, con riferimento ad uno specifico periodo temporale e ad un'area circoscritta.

In particolare, questo paragrafo ha l'obiettivo di analizzare e definire le distribuzioni di frequenza ed intensità dei venti al suolo per le seguenti ore sinottiche: 06 - 09, 12 - 15, 18 - 21 UTC.

Per il rilevamento dei dati anemologici è stata scelta la stazione meteo più vicina all'area oggetto di studio e per la quale erano disponibili i dati necessari all'analisi. Si tratta, pertanto, della stazione meteorologica di Crotona (KR), ubicata nell'area dell'aeroporto di Crotona "Pitagora", distante dall'area di studio circa 26 chilometri e può essere ritenuta più che significativa e rappresentativa delle condizioni meteo-climatiche dell'area in esame, in quanto l'APAT (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici) afferma che le osservazioni rilevate dalle stazioni meteo dell'Aeronautica Militare sono rappresentative di un'area di circa 70 chilometri di raggio.

La stazione meteo di riferimento è inquadrata in Figura 3-3, con le seguenti coordinate UTM:

- ❖ Lat: 679906;
- ❖ Long: 4318214.



*Figura 3-3 Localizzazione della Stazione meteorologica di Crotona – Aeroporto di Crotona “Pitagora”, rispetto al Comune di Cropani (CZ)*

I diagrammi seguenti riportano le direzioni di provenienza dei venti, espressi in termini percentuali e per fasce orarie, della stagione invernale, relativi all’area di studio.

Direzione - Media Mensile Ottobre - Novembre -  
Dicembre Ore 06 e 09

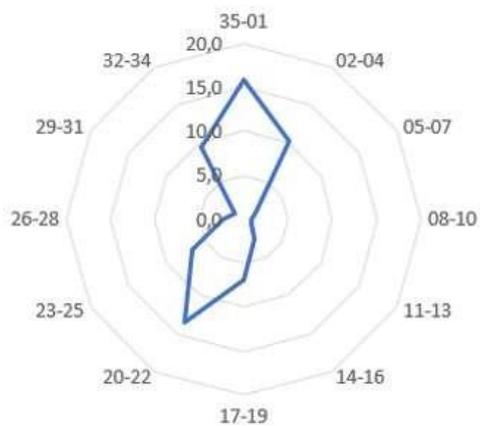


Figura 3-4 Rosa dei venti stagione invernale 1961-1990 ore 6.00-9.00. Fonte: Atlante Climatico Aeronautica Militare

Direzione - Media Mensile Ottobre - Novembre -  
Dicembre Ore 12 e 15

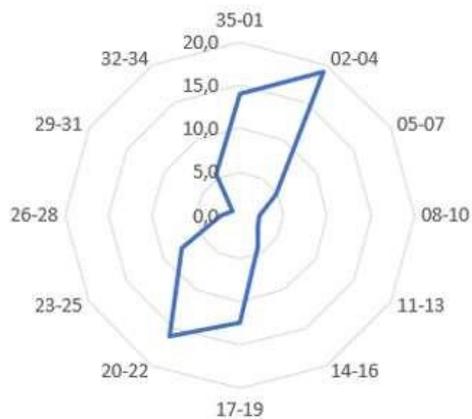
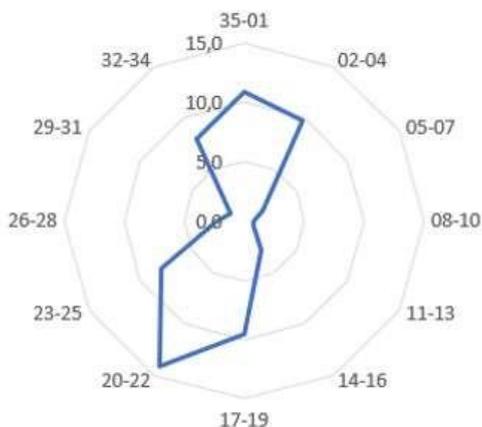


Figura 3-5 Rosa dei venti stagione invernale 1961-1990 ore 12.00-15.00. Fonte: Atlante Climatico Aeronautica Militare

Direzione - Media Mensile Ottobre - Novembre -  
Dicembre Ore 18 e 21



*Figura 3-6 Rosa dei venti stagione invernale 1961-1990 ore 18.00-21.00. Fonte: Atlante Climatico Aeronautica Militare*

L'analisi dei diagrammi mostra per la stagione invernale una prevalenza di vento con direzione, nord-est e sud-ovest specialmente nelle ore del primo pomeriggio e della sera mentre nelle ore della mattina vengono accentuate le direzioni nord e sud-ovest.

Relativamente alle velocità, espresse in nodi, i seguenti diagrammi riassumono le percentuali di incidenza per le stesse fasce orarie ed in funzione di specifiche classi di appartenenza.

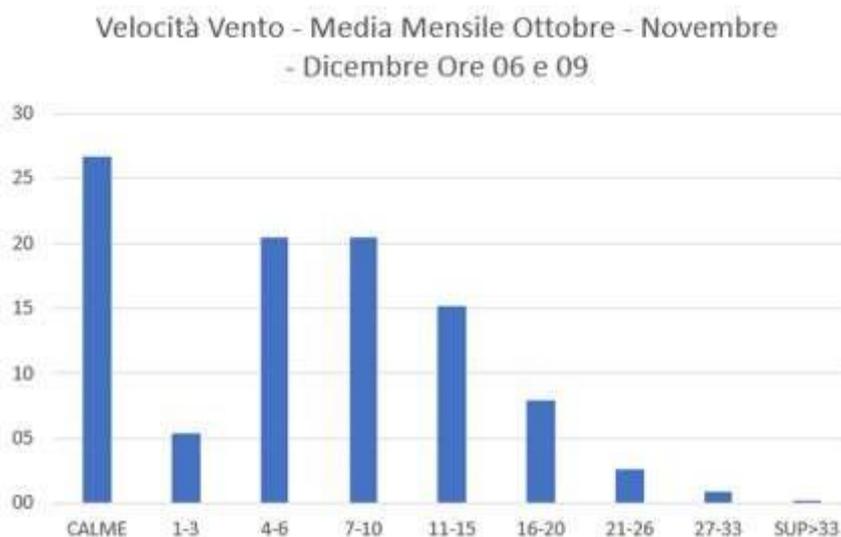


Figura 3-7 Velocità del vento media 1961-1990 ore 6.00-9.00. Fonte: Atlante Climatico Aeronautica Militare

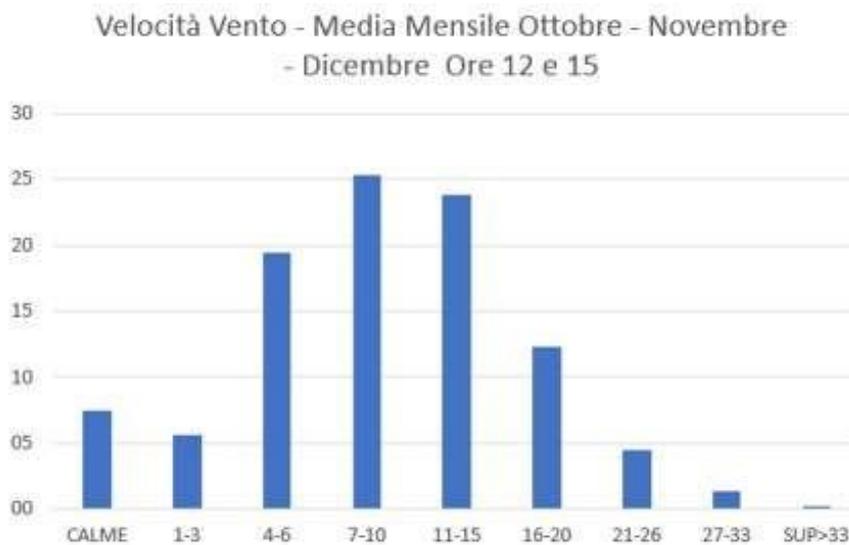


Figura 3-8 Velocità del vento media 1961-1990 ore 12.00-15.00. Fonte: Atlante Climatico Aeronautica Militare

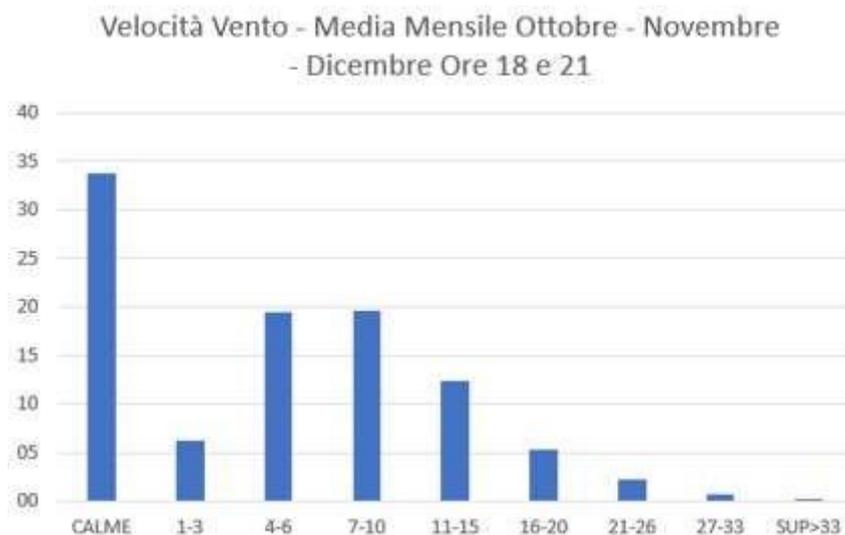


Figura 3-9 Velocità del vento media 1961-1990 ore 18.00-21.00. Fonte: Atlante Climatico Aeronautica Militare

L'analisi dei diagrammi mette in evidenza per la stagione invernale una prevalenza di calme di vento o con intensità comprese tra i 4 ed i 10 nodi nelle ore della sera mentre in quelle della mattina e del primo pomeriggio la concentrazione dei venti è spostata di una classe, ovvero compresa tra i 7 e 15 nodi.

### ***Il contesto anemologico durante la campagna fonometrica***

I dati meteorologici vengono costantemente rilevati dagli osservatori e dalle stazioni per poi essere aggregati per l'utilizzo, la trasmissione e l'archiviazione sotto forma di bollettini meteorologici da parte dell'Aeronautica Militare.

In particolare, il bollettino METAR, dal quale sono stati ricavati i dati meteorologici dell'area di studio relativi alle condizioni di misura durante la campagna fonometrica (15-17 dicembre 2020), rappresenta un messaggio di osservazione in superficie di tipo aeronautico, che viene

emesso ogni mezz'ora oppure ogni ora a seconda del servizio della stazione.

Il bollettino fornisce informazioni relative a diversi parametri, tra cui quelli di vento. In particolare, per il vento vengono adottate differenti unità di misura in base alla componente.

Per l'intensità, che corrisponde alla velocità dell'aria rispetto al suolo, l'unità di misura utilizzata è il nodo (KT che corrisponde a 1.852 km/h) e per la direzione di provenienza il grado sessagesimale (si assume come valore 0 la calma di vento e 360 il nord).

Lo strumento di misura, chiamato anemometro, è posto, lontano da ostacoli, ad un'altezza di 10 metri dal suolo. In particolare, per il bollettino METAR viene fornita la direzione e l'intensità del vento al suolo; viene, inoltre, indicata anche la raffica, che consiste nella velocità massima del vento riferita allo stesso periodo di 10 minuti, quando questa supera di almeno 10 nodi il valore dell'intensità.

La stazione considerata, coerentemente a quella scelta per l'analisi storica, è rappresentata dall'Aeroporto di Crotone "Pitagora".

Al fine di poter descrivere compiutamente lo stato attuale, si riportano di seguito le descrizioni dei parametri di vento per le giornate comprese tra il 15 ed il 17 dicembre 2020, per poi successivamente confrontare quest'ultimi con i dati storici e verificarne la coerenza. Qualora la verifica risultasse positiva in termini di coerenza sarà possibile affermare che le condizioni in cui sono stati eseguiti i rilievi rispecchiano le condizioni anemologiche tipiche del sito in esame.

In relazione alla frequenza percentuale per direzione del vento, come si nota dalle seguenti figure, le direzioni prevalenti registrate sono quelle nord/nord-ovest e sud/sud-ovest/ovest.

Direzione - dal 15 al 17 Dicembre - Ore 06 alle 09

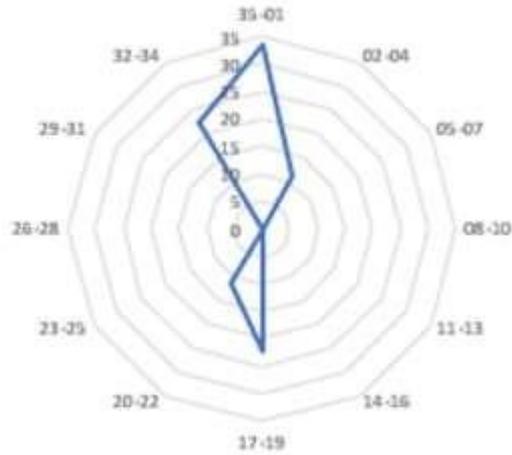


Figura 3-10 Rosa dei venti 15-17/12/2021 ore 6.00-9.00. Fonte: elaborazione dei dati METAR

Direzione - dal 15 al 17 Dicembre - Ore 12 alle 15

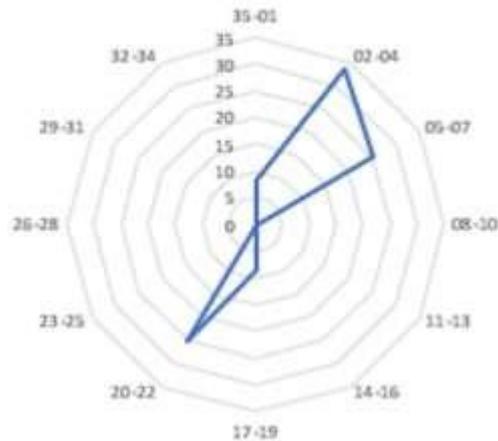
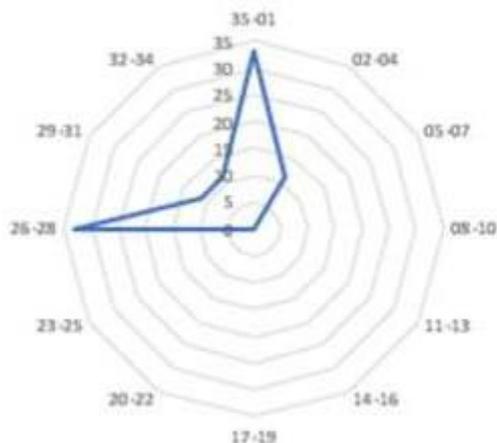


Figura 3-11 Rosa dei venti 15-17/12/2021 ore 12.00-15.00. Fonte: elaborazione dei dati METAR

Direzione - dal 15 al 17 Dicembre - Ore 18 alle 21



*Figura 3-12 Rosa dei venti 15-17/12/2021 ore 18.00-21.00. Fonte: elaborazione dei dati METAR*

Per quel che concerne le velocità del vento, i dati registrati dalla stazione precedentemente definita, indicano una prevalenza delle classi comprese tra 1 e 6 nodi.

In particolare, per le ore della sera si hanno venti con intensità minore rispetto alle ore della mattina, in cui compare la classe di vento 7-10 nodi.

Le precedenti considerazioni sono riassunte e descritte dai grafici seguenti.

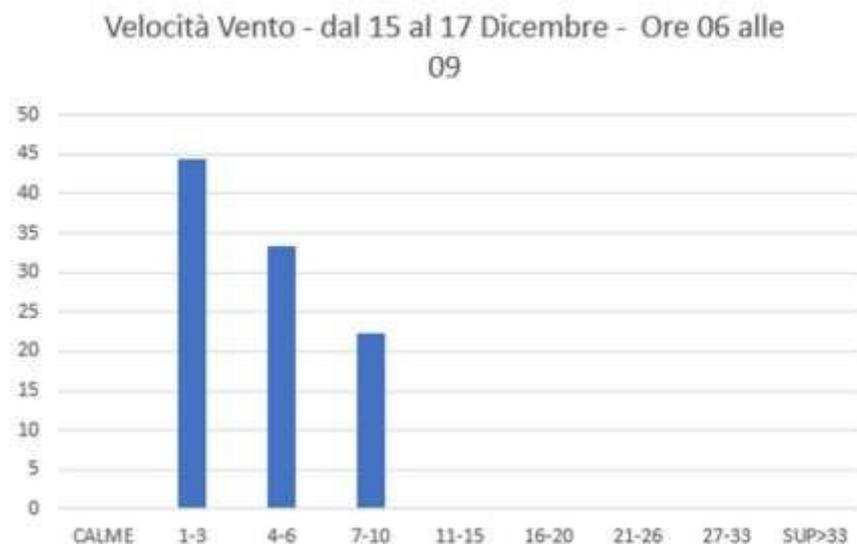
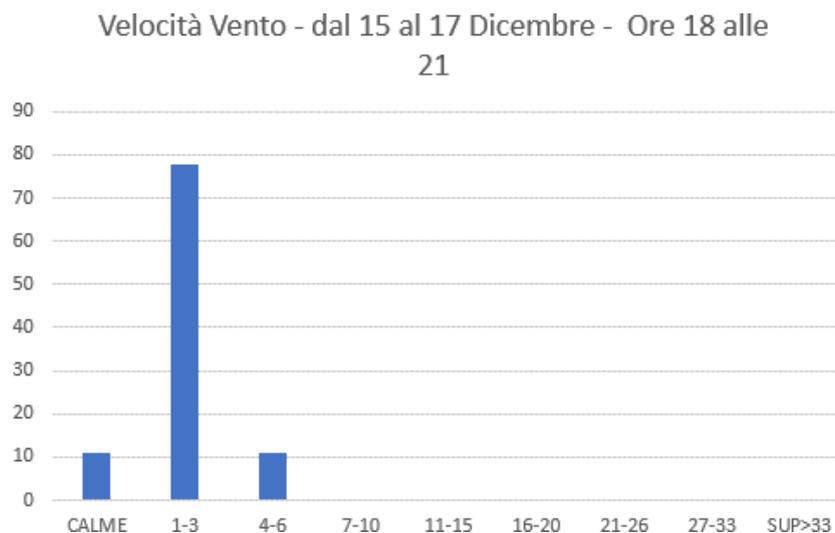


Figura 3-13 Velocità del vento 15-17/12/2021 ore 6.00-9.00. Fonte: elaborazione dei dati METAR



Figura 3-14 Velocità del vento 15-17/12/2021 ore 12.00-15.00. Fonte: elaborazione dei dati METAR



*Figura 3-15 Velocità del vento 15-17/12/2021 ore 18.00-21.00. Fonte: elaborazione dei dati METAR*

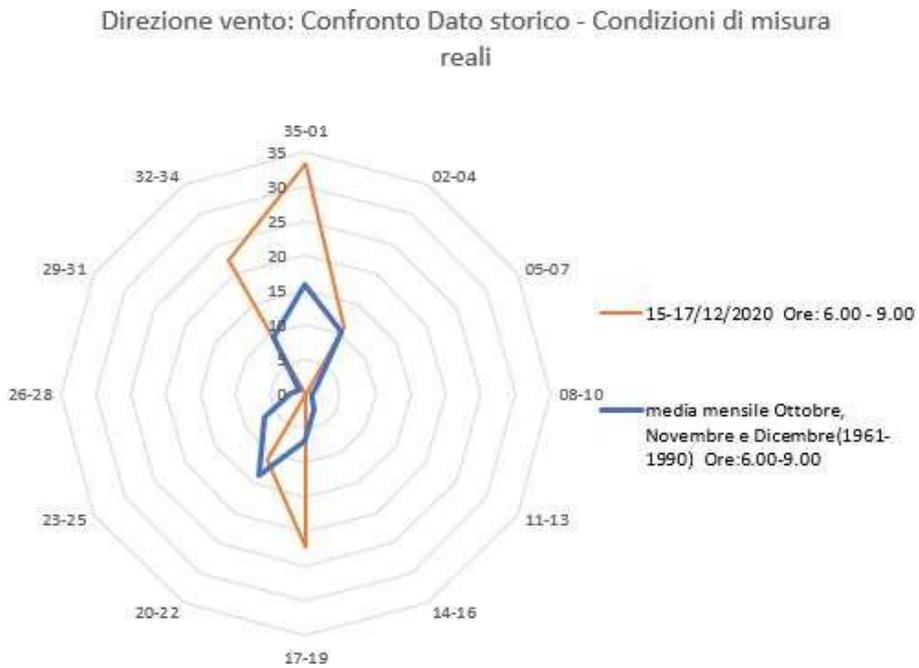
### ***Confronto e validazione***

Al fine di validare le misurazioni fonometriche e descrivere il contesto anemologico di riferimento escludendo possibili outliers meteorologici, nel presente paragrafo verranno messi a confronto i dati storici relativi agli anni 1961-1990 per la stagione invernale, con quelli caratterizzanti le giornate in cui sono stati eseguiti i rilievi.

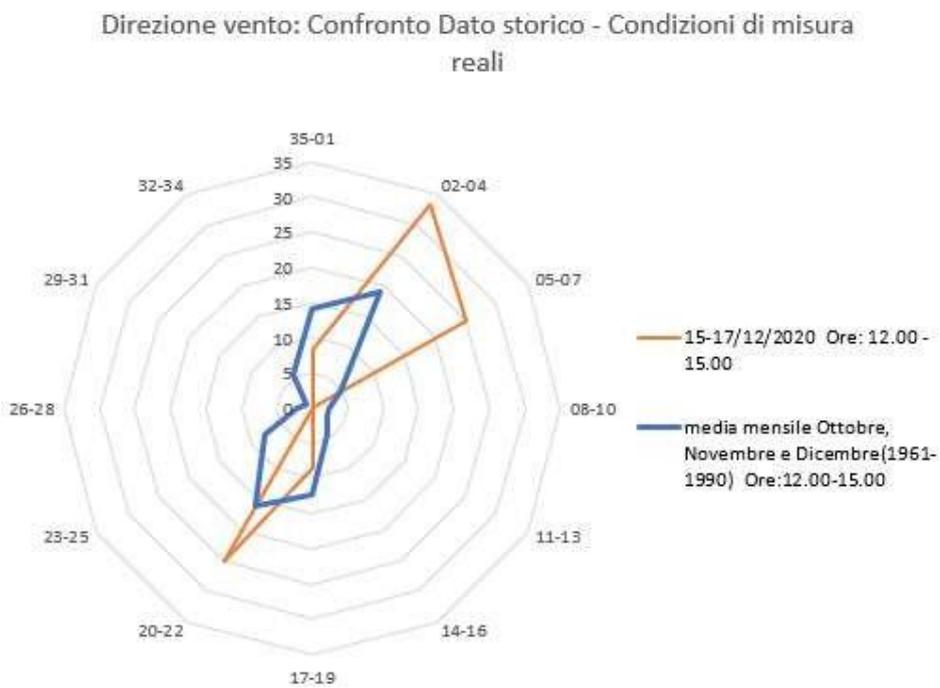
Con tale verifica sarà quindi evidenziato come il dato anemometrico che ha caratterizzato le giornate di misura comprese tra il 15 ed il 17 dicembre 2020 sia conforme al dato storico. Nello specifico verranno, analizzati e confrontati i parametri di vento, quali direzione e velocità, in termini percentuali.

Le seguenti figure mettono a confronto le condizioni anemometriche di storiche con quelle reali di misura, suddivise per fasce orarie.

*Studio di Impatto Acustico – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Cropani, Cerva, Sersale e Belcastro (Cz)*



*Figura 3-16 Confronto direzione del vento per le ore 6.00-9.00*



*Figura 3-17 Confronto direzione del vento per le ore 12.00-15.00*

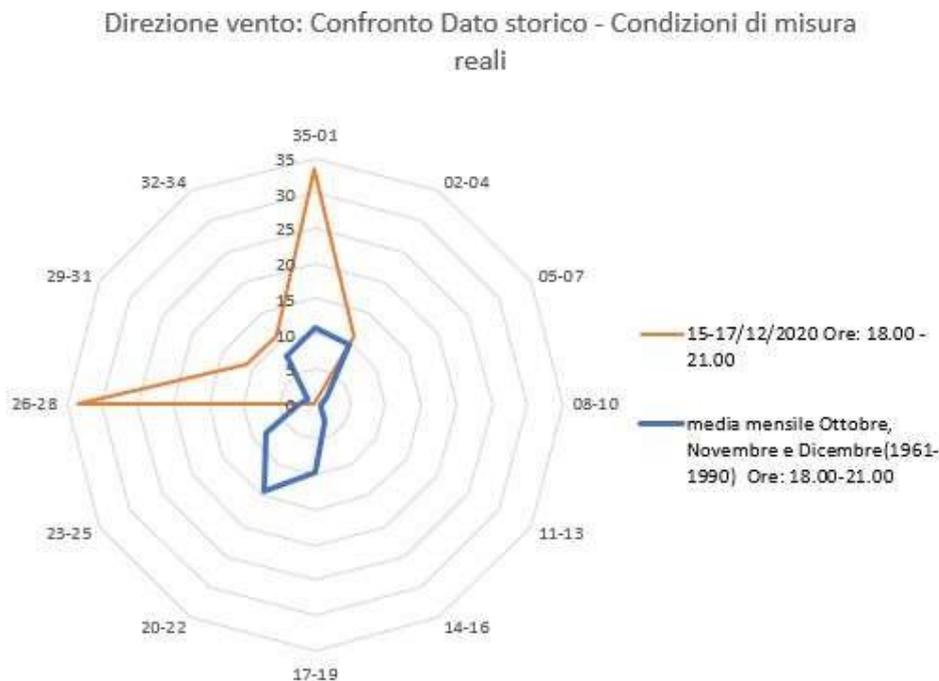


Figura 3-18 Confronto direzione del vento per le ore 18.00-21.00

Dal confronto risulta come le direzioni principali dei venti siano quelle nord, nord-est e sud-ovest per i dati storici così come per quelli caratterizzanti le giornate di rilievi fonometrici. Per quanto riguarda le velocità in termini di nodi, per entrambi i dati si registrano valori superiori la mattina rispetto alle ore del primo pomeriggio e sera.

In linea generale è possibile affermare come vi sia una buona approssimazione del dato attuale (15-17 dicembre 2020) rispetto allo storico per la stagione invernale poiché le direzioni e le intensità seguono la stessa distribuzione rispetto alle fasce orarie definite.

È bene, però, sottolineare come le differenze principali possano essere ricondotte ad una differenza nella modalità di registrazione del dato storico, suddiviso in 12 classi di vento per direzione a differenza del dato attuale suddiviso in 16 classi e ricondotto in back analysis ad 8.

Alla luce di quanto esposto nei paragrafi precedenti in relazione all'aspetto anemologico, è possibile evidenziare in generale una buona corrispondenza del dato attuale relativo alle giornate tra il 15 ed il 17 dicembre 2020 con i dati provenienti dalle serie storiche fornite dall'Atlante Climatico 1961-1990 per la stessa stazione meteo di riferimento. Pertanto, possono essere considerati attendibili i rilievi effettuati durante la campagna fonometrica, che verranno utilizzati nel prosieguo della trattazione per la caratterizzazione del rumore allo stato attuale.

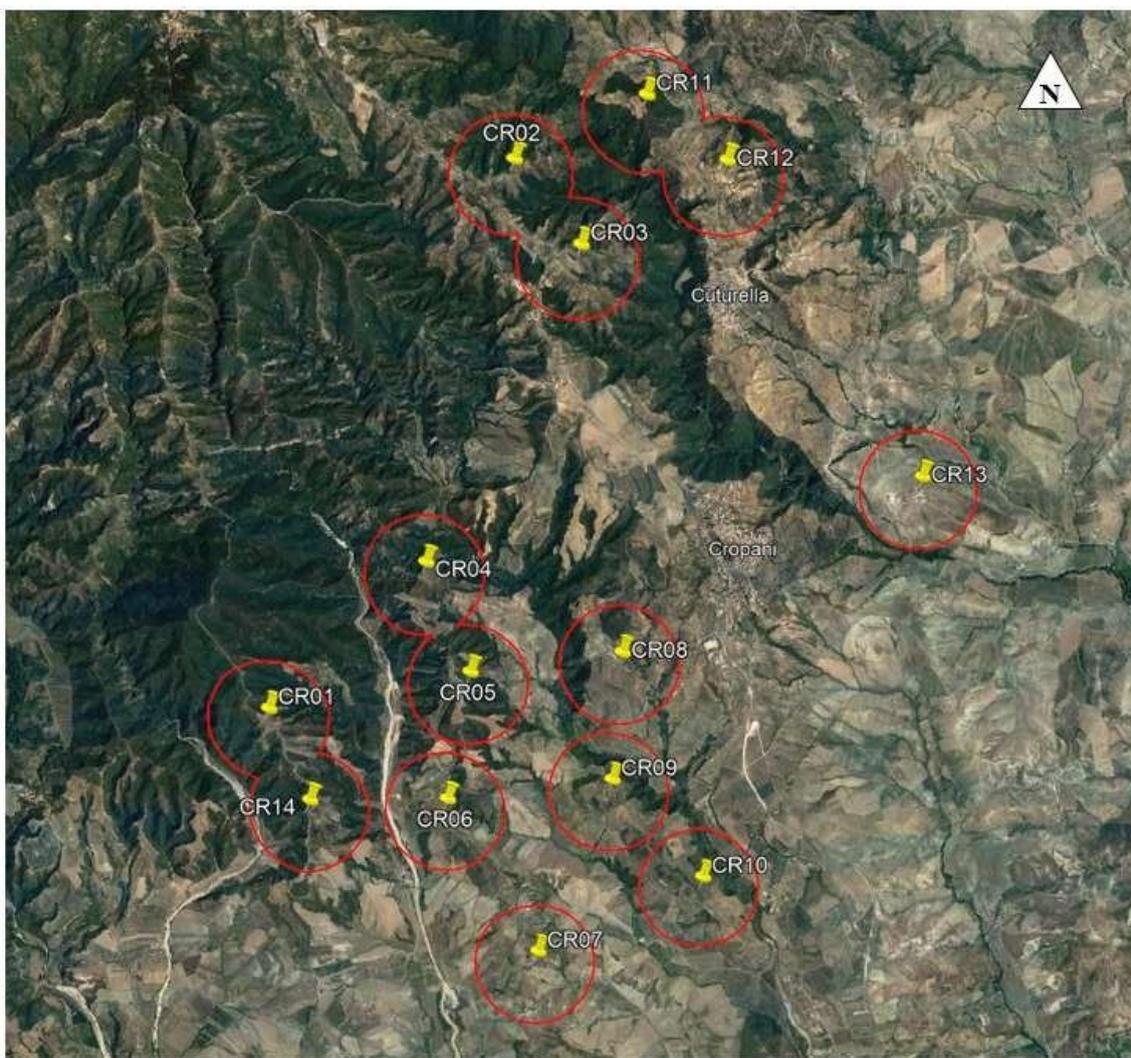
### ***3.3 Individuazione dell'ambito di studio e censimento dei ricettori***

Come ambito di studio si intende la porzione di territorio che si ritiene potenzialmente interferita dalle opere in progetto nelle loro modalità di funzionamento e realizzazione. Appare evidente come, pertanto, la definizione di tale area sia correlata alla tipologia di sorgente acustica oggetto di studio.

Da un punto di vista acustico un aerogeneratore è una sorgente sonora caratterizzata da una emissione principalmente concentrata alle basse frequenze e quindi potenzialmente percepibile anche ad elevate distanze dalla pala stessa in virtù della maggior lunghezza d'onda che caratterizza una bassa frequenza rispetto ad una alta. In accordo con quanto descritto dalla UNI/TS 11143-7:2013 "Acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 7: Rumore degli aerogeneratori", con l'obiettivo di tener conto di questo fenomeno, per ciascun aerogeneratore è stata definita un'area di potenziale interferenza acustica

delimitata da una circonferenza di centro il singolo aerogeneratore e raggio pari a 500 m.

L'ambito di studio complessivo (cfr. Figura 3-19) del parco eolico in studio è definito dall'involuppo delle 14 singole aree, ciascuna definita per ogni aerogeneratore secondo il suddetto criterio.



*Figura 3-19 Ambito di studio e turbine di progetto*

Successivamente, a partire da tale area, è stata calcolata tramite il software di simulazione SoundPlan (cfr. paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) la mappa di rumore, individuando in

questo modo la curva isofonica previsionale dei 50 dB(A).

L'area delimitata dalla predetta curva è stata presa come riferimento per le successive analisi acustiche puntuali dei ricettori, effettuando un censimento degli edifici ed individuandone la destinazione d'uso con particolare riferimento a quella residenziale, in quanto certamente oggetto di un potenziale maggior disturbo vista l'operatività del parco eolico in continuo, e quindi anche nel periodo notturno più sensibile.

Nello specifico il censimento è stato eseguito seguendo due livelli di dettaglio differenti: per i ricettori compresi tra la isofonica dei 50 dB(A) ed il margine dell'ambito di studio, sono state identificate le sole destinazioni d'uso; mentre per i ricettori maggiormente esposti agli aerogeneratori e compresi tra quest'ultimi e l'isofonica dei 50 dB(A) è stato riportato anche il numero di piani e predisposte apposite schede di censimento.



*Figura 3-20 Stralcio dell'ambito di studio (rosso), della curva isofonica 50 dB(A) e ricettori in prossimità dell'aerogeneratore CR08*

L'approccio precedentemente descritto ha consentito di stimare i valori puntuali in dB(A) del rumore prodotto dal campo eolico per ricettori frontisti e maggiormente esposti ai potenziali effetti acustici indotti. Ovvero quelli posti a distanza inferiore ai 500 m e contenuti all'interno della curva isofonica 50 dB(A), rappresentativa del valore maggiormente restrittivo ammesso dall'art. 6 del DPCM 1 marzo 1991 (cfr. paragrafo 0).

Il territorio che ricade all'interno dell'ambito di studio è prettamente naturale, scarsamente antropizzato, con alcune aree a destinazione agricola. Infatti, la percentuale di area edificata rispetto a quella totale è di circa lo 0,07%.

Complessivamente sono stati censiti 137 ricettori di cui: 3 di tipo residenziale, 17 ad uso lavorativo (aziende agricole o allevamenti) e 117 ruderi e/o depositi agricoli. Gli edifici censiti sono poi stati codificati negli elaborati grafici con il codice Rxx (cfr. Tabella 3-2).

In particolare, il calcolo dei livelli puntuali di rumore in facciata è stato predisposto per i soli ricettori residenziali e lavorativi compresi tra la curva isofonica dei 50 dB(A) e gli aerogeneratori, in quanto i risultati ottenuti dal calcolo della mappa di rumore evidenziavano la conformità di tutti gli altri ricettori ai limiti di riferimento nazionale pari a 70 e 60 dB(A) rispettivamente in periodo diurno (6.00-22.00) e notturno (22.00-6.00).

Nella tabella seguente vengono riportati i riferimenti geografici, i codici identificativi e la tipologia dei ricettori individuati.

Le celle evidenziate rappresentano i ricettori, presenti nel raggio interferito, per i quali è stato eseguito il calcolo dei livelli acustici in facciata.

*Studio di Impatto Acustico – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Cropani, Cerva, Sersale e Belcastro (Cz)*

Ric.	Tipologia	Coordinate UTM		Ric.	Tipologia	Coordinate UTM	
		Long. E [m]	Lat. N [m]			Long. E [m]	Lat. N [m]
<b>R1</b>	deposito	650481,72	4313160,52	<b>R6</b>	deposito	650698,53	4313066,93
<b>R2</b>	deposito	650280,81	4313334,30	<b>R7</b>	deposito	650734,41	4312953,08
<b>R3</b>	deposito	650560,76	4313111,88	<b>R8</b>	deposito	650682,52	4312845,46
<b>R4</b>	deposito	650654,63	4313055,61	<b>R9</b>	lavorativo	650673,55	4312852,71
<b>R5</b>	deposito	650434,43	4313074,97	<b>R10</b>	deposito	650463,26	4313206,92
<b>R11</b>	deposito	650957,42	4312448,50	<b>R46</b>	deposito	653826,20	4313881,16
<b>R12</b>	lavorativo	650957,62	4312120,41	<b>R47</b>	lavorativo	653792,75	4313860,07
<b>R13</b>	deposito	650968,59	4312104,22	<b>R48</b>	residenziale	653838,65	4313688,19
<b>R14</b>	deposito	651298,73	4314684,01	<b>R49</b>	deposito	653576,07	4313402,71
<b>R15</b>	deposito	651284,22	4314668,97	<b>R50</b>	deposito	653637,35	4313343,81
<b>R16</b>	deposito	651265,63	4314672,37	<b>R51</b>	deposito	653311,24	4312656,12
<b>R17</b>	deposito	651253,24	4314671,29	<b>R52</b>	deposito	653098,05	4312365,86
<b>R18</b>	deposito	651249,20	4314654,30	<b>R53</b>	deposito	653534,73	4312447,80
<b>R19</b>	deposito	651229,51	4314615,86	<b>R54</b>	deposito	653668,23	4312326,99
<b>R20</b>	deposito	651994,19	4314257,35	<b>R55</b>	deposito	654166,69	4311705,19
<b>R21</b>	deposito	652061,36	4313549,11	<b>R56</b>	deposito	654212,58	4311732,09
<b>R22</b>	deposito	652436,48	4313465,24	<b>R57</b>	deposito	654226,63	4311729,22
<b>R23</b>	deposito	652048,30	4312349,04	<b>R58</b>	deposito	653598,78	4311969,87
<b>R24</b>	deposito	651497,27	4312602,13	<b>R59</b>	deposito	653792,18	4311452,33
<b>R25</b>	deposito	651616,59	4312451,25	<b>R60</b>	deposito	653820,93	4311439,36
<b>R26</b>	deposito	651912,22	4312056,79	<b>R61</b>	deposito	653836,52	4311432,89
<b>R27</b>	deposito	652451,12	4311219,08	<b>R62</b>	deposito	654095,99	4311368,28
<b>R28</b>	lavorativo	652365,73	4311277,96	<b>R63</b>	deposito	652365,48	4317683,94
<b>R29</b>	deposito	652375,68	4311261,60	<b>R64</b>	deposito	652452,75	4317698,66
<b>R30</b>	deposito	652350,25	4311245,72	<b>R65</b>	lavorativo	652395,90	4317645,68
<b>R31</b>	lavorativo	652405,27	4311220,91	<b>R66</b>	deposito	652408,44	4317639,75
<b>R32</b>	deposito	652403,11	4311181,36	<b>R67</b>	deposito	652589,51	4317763,06
<b>R33</b>	deposito	652393,48	4311159,93	<b>R68</b>	deposito	652653,20	4317853,36
<b>R34</b>	lavorativo	652308,66	4311380,44	<b>R69</b>	deposito	652300,41	4317988,98
<b>R35</b>	deposito	652403,77	4311602,39	<b>R70</b>	deposito	652246,58	4317888,91
<b>R36</b>	deposito	652435,42	4311023,38	<b>R71</b>	deposito	652134,32	4317670,93
<b>R37</b>	deposito	652398,25	4310904,10	<b>R72</b>	deposito	652221,87	4317640,74
<b>R38</b>	deposito	653017,10	4310983,24	<b>R73</b>	lavorativo	652075,84	4317650,56
<b>R39</b>	deposito	653519,94	4313962,40	<b>R74</b>	deposito	652479,48	4317400,83
<b>R40</b>	residenziale	653821,19	4313513,19	<b>R75</b>	deposito	652450,61	4317248,39

*Studio di Impatto Acustico – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Cropani, Cerva, Sersale e Belcastro (Cz)*

Ric.	Tipologia	Coordinate UTM		Ric.	Tipologia	Coordinate UTM	
		Long. E [m]	Lat. N [m]			Long. E [m]	Lat. N [m]
<b>R41</b>	deposito	653610,30	4313999,81	<b>R76</b>	deposito	652465,07	4317255,50
<b>R42</b>	deposito	653668,22	4314115,21	<b>R77</b>	deposito	652535,12	4317252,16
<b>R43</b>	deposito	653673,23	4314104,93	<b>R78</b>	deposito	652767,78	4317765,29
<b>R44</b>	deposito	653804,54	4313882,26	<b>R79</b>	deposito	652820,36	4317861,56
<b>R45</b>	deposito	653815,56	4313878,49	<b>R80</b>	deposito	652868,08	4317866,32
<b>R81</b>	deposito	652731,87	4318063,08	<b>R110</b>	deposito	653046,06	4317330,82
<b>R82</b>	lavorativo	652728,31	4318075,25	<b>R111</b>	lavorativo	652682,44	4317169,56
<b>R83</b>	deposito	652731,39	4318105,78	<b>R112</b>	lavorativo	652795,51	4316934,48
<b>R84</b>	lavorativo	652718,78	4318117,37	<b>R113</b>	deposito	653124,44	4317087,51
<b>R85</b>	deposito	652595,05	4318081,14	<b>R114</b>	deposito	653168,92	4317085,80
<b>R86</b>	deposito	652539,72	4318037,03	<b>R115</b>	deposito	653140,47	4317047,26
<b>R87</b>	deposito	652339,89	4318089,64	<b>R116</b>	lavorativo	654195,39	4317699,79
<b>R88</b>	deposito	652339,36	4318110,95	<b>R117</b>	deposito	654205,52	4317694,19
<b>R89</b>	deposito	652284,18	4318156,87	<b>R118</b>	deposito	653152,53	4318662,04
<b>R90</b>	deposito	651986,03	4317911,26	<b>R119</b>	deposito	653139,77	4318639,09
<b>R91</b>	lavorativo	652625,91	4317255,26	<b>R120</b>	deposito	653173,27	4318641,14
<b>R92</b>	lavorativo	652487,71	4316843,68	<b>R121</b>	lavorativo	653159,92	4318621,61
<b>R93</b>	residenziale	652563,69	4316748,74	<b>R122</b>	deposito	653701,27	4318509,22
<b>R94</b>	deposito	652586,51	4316744,21	<b>R123</b>	deposito	653945,07	4318289,87
<b>R95</b>	deposito	652584,11	4316738,37	<b>R124</b>	deposito	653686,95	4317898,97
<b>R96</b>	deposito	652699,82	4316674,65	<b>R125</b>	deposito	653687,72	4317879,22
<b>R97</b>	deposito	652702,48	4316652,11	<b>R126</b>	deposito	653682,54	4317850,44
<b>R98</b>	deposito	652695,76	4316646,43	<b>R127</b>	deposito	653782,38	4317656,01
<b>R99</b>	deposito	652891,68	4316622,77	<b>R128</b>	deposito	653765,27	4317637,10
<b>R100</b>	deposito	652992,96	4316627,21	<b>R129</b>	deposito	653765,47	4317627,08
<b>R101</b>	deposito	653118,01	4316810,28	<b>R130</b>	deposito	653763,39	4317620,69
<b>R102</b>	deposito	653187,72	4316822,67	<b>R131</b>	deposito	654015,81	4317321,05
<b>R103</b>	deposito	653213,01	4316805,99	<b>R132</b>	deposito	654089,66	4317324,69
<b>R104</b>	deposito	653281,52	4316935,17	<b>R133</b>	deposito	656134,52	4315613,69
<b>R105</b>	deposito	653397,21	4316976,17	<b>R134</b>	deposito	655457,99	4314996,80
<b>R106</b>	deposito	653247,68	4317063,37	<b>R135</b>	deposito	655766,24	4314779,23
<b>R107</b>	lavorativo	653388,14	4317095,36	<b>R136</b>	deposito	655789,64	4314750,98
<b>R108</b>	deposito	653281,34	4317183,05	<b>R137</b>	deposito	655835,01	4314753,66
<b>R109</b>	deposito	653076,77	4317341,43				

*Tabella 3-2 Coordinate geografiche e tipologia dei ricettori ricadenti nell'ambito di studio*

### ***Definizione delle attuali sorgenti acustiche sul territorio***

Al fine di escludere potenziali effetti acustici cumulativi causati dalla sovrapposizione delle sorgenti (attuali e di progetto), è stata svolta un'analisi di definizione delle sorgenti attualmente presenti sul territorio, sia nelle prossimità che all'interno dell'ambito di studio precedentemente definito. La disamina ha consentito di escludere la presenza di qualunque tipo di sorgente che possa concorrere all'alterazione dell'attuale clima acustico e/o fornire effetti di disturbo cumulativi indotti dall'inserimento nel contesto territoriale degli aerogeneratori di progetto.

Nello specifico si segnala la completa assenza aree industriali nelle vicinanze del campo eolico di progetto.

I siti più vicini si trovano a distanze comprese tra i 6,7 km ed i 9,4 km dal margine dell'ambito di studio e ritenuti per tanto ininfluenti ai fini della valutazione del clima acustico attuale e previsionale.

Il sito più vicino è rappresentato dalla “SP Industries S.r.l” collocata ad est del centro abitato di Botricello (CZ). Si segnala, inoltre, la presenza della “Elia Industrie Metalmeccaniche” con sede nei pressi dell'abitato di Simeri Crichi (CZ) e dalla “Edison” nella frazione di Apostolello facente parte dello stesso comune (cfr. Figura 3-21).

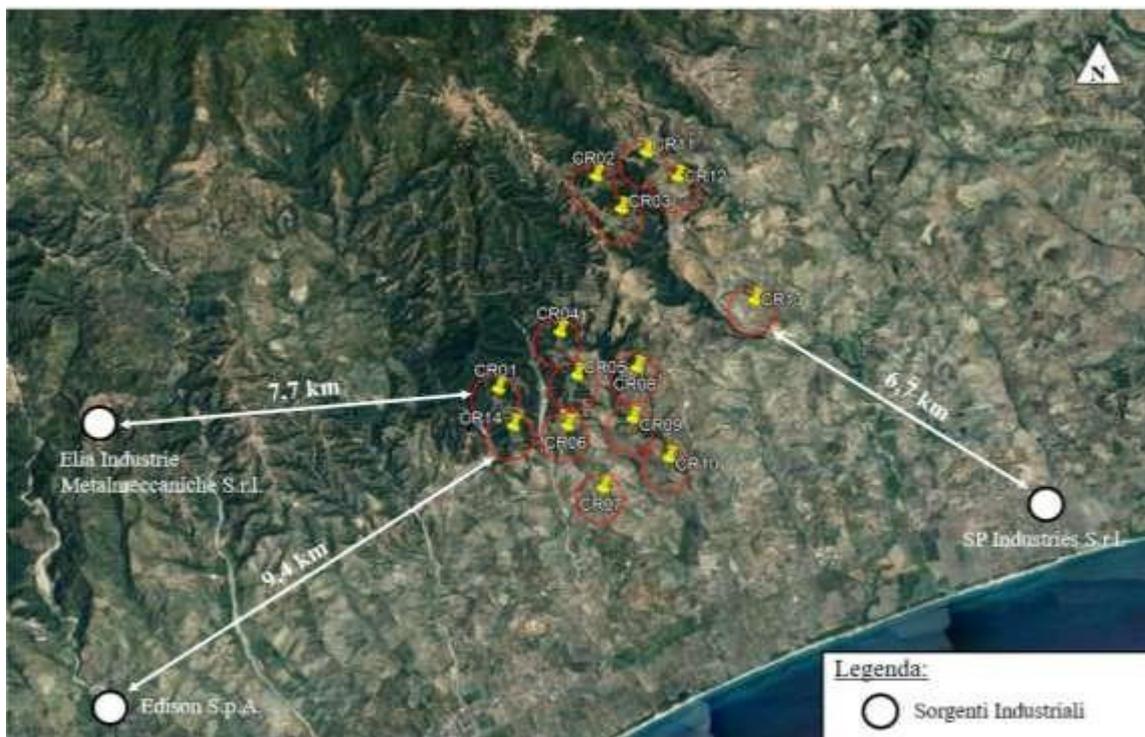


Figura 3-21 Sorgenti industriali più vicine all'ambito di studio.

Per quanto riguarda le infrastrutture viarie e ferroviarie, all'interno dell'ambito di studio si segnala la presenza di sole strade locali di categoria F, caratterizzate da esigui livelli di traffico e pertanto ritenute non significative dal punto di vista acustico.

Le infrastrutture viarie o ferroviarie di rilievo che potrebbero pertanto concorrere alla variazione del clima acustico attuale e di progetto scorrono parallelamente al margine sud-est dell'area in esame (E90 e tratta ferroviaria Metaponto - Reggio Calabria), ad una distanza media sempre superiore ai 2,5 km.

Mentre, la SS180 che congiunge Cropani con la costa ionica e la E90, suddivide l'ambito di studio acustico in due aree: quella "Nord" costituita dagli aerogeneratori CR02, CR03, CR11, CR12 e CR13 e quella "Sud" dove si trovano i restanti aerogeneratori.

Le fasce di pertinenza stradali e ferroviarie definite rispettivamente dal DPR 142 del 2004 e dal DPR 559/98 non intersecano mai l'ambito di studio acustico definito al precedente paragrafo. Fatta eccezione per l'ambito di studio relativo agli aerogeneratori CR02 e CR03, in cui laSS180 e relative fasce di pertinenza intersecano l'ambito di studio, seppur limitatamente.

A tal proposito, considerando: l'esigua estensione dell'area (0.08km<sup>2</sup>), lo scarso numero di ricettori presenti (4), la lontananza delle pale di progetto (circa 500 m da CR03) e il limitato flusso di traffico che caratterizza l'infrastruttura, si può affermare che non sussistano criticità legate alla sovrapposizione delle sorgenti acustiche di progetto con quelle attualmente presenti.

La seguente figura descrive dal punto di vista grafico le considerazioni appena menzionate.

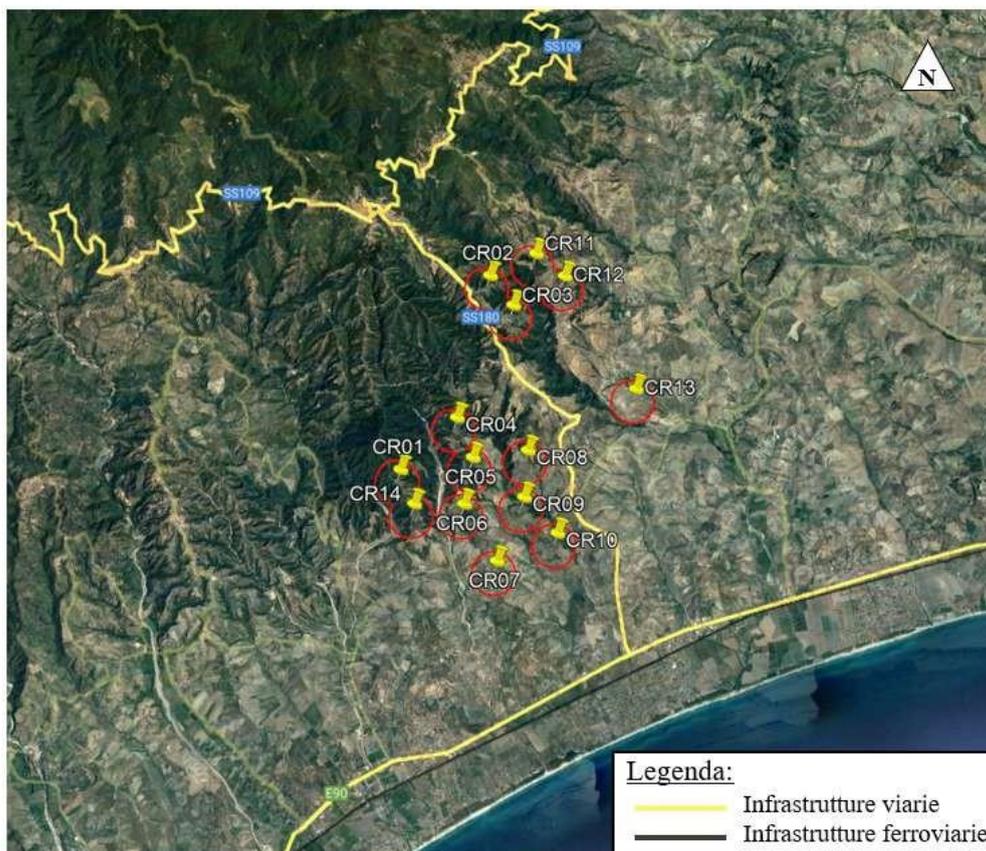


Figura 3-22 Infrastrutture viarie e ferroviarie adiacenti all'ambito di studio acustico

### 3.4 Caratterizzazione del clima acustico attuale

Per la caratterizzazione del clima acustico allo stato attuale è stata effettuata una campagna fonometrica per il rilevamento dell'attuale rumore ambientale del territorio.

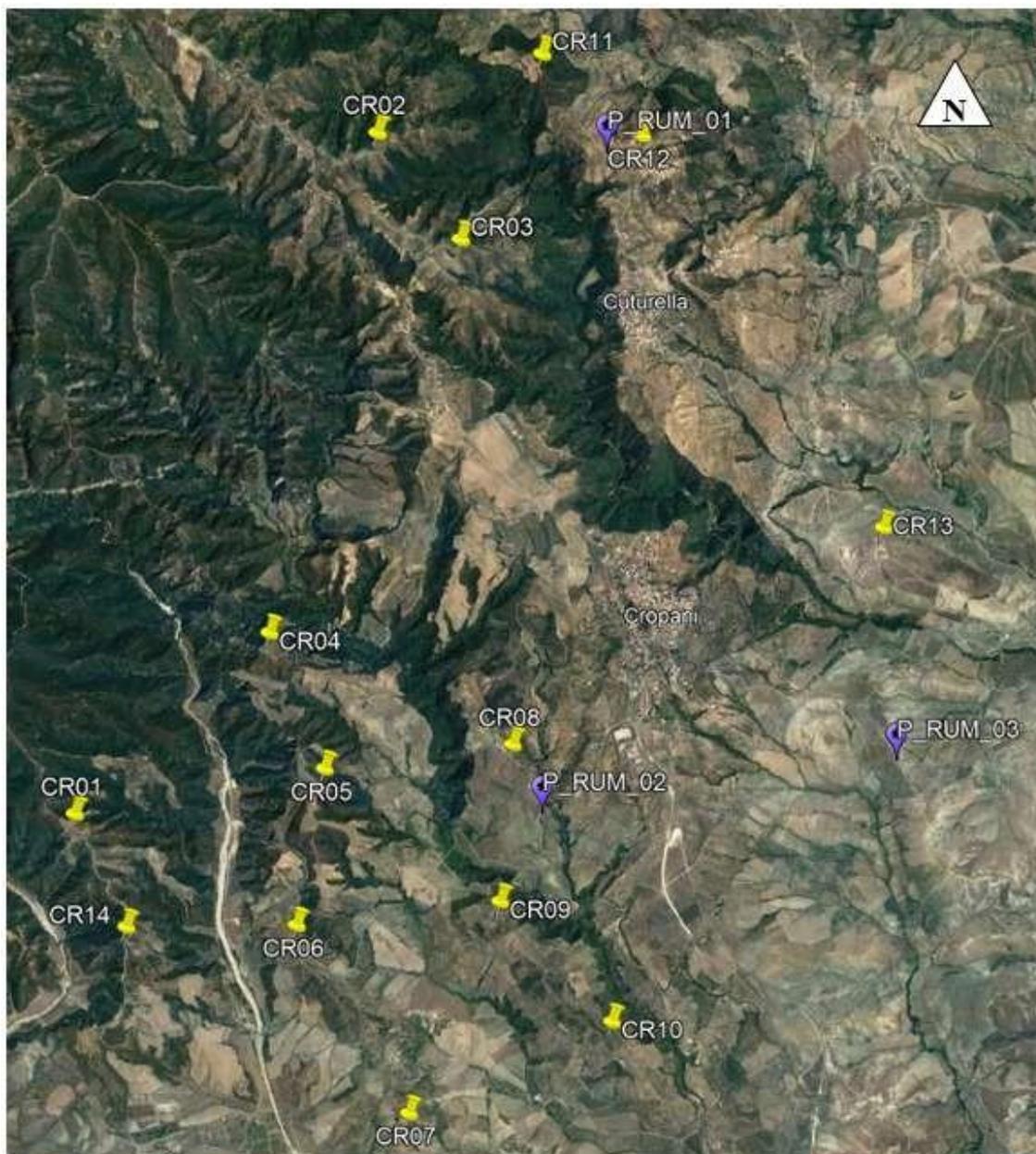
Nello specifico sono state considerate tre postazioni differenti per le quali sono state eseguite campionamenti di breve durata durante sia il periodo diurno che notturno.

Le misure sono state eseguite secondo le modalità previste dal DM 16.03.1998 in accordo con la già citata UNI/TS 11143-7:2013, ovvero con fonometro di classe I con certificato di taratura valido, calibrazione ante e post misura e in assenza di pioggia e nebbia.

Nello specifico la strumentazione utilizzata è stata:

- ❖ Fonometro integratore e analizzatore in frequenza 01dB Fusion s/n 12345 con certificato di taratura del produttore 01dB emesso in data 22 novembre 2019 (vedi appendice A);
- ❖ Calibratore del livello sonoro 01dB Cal01 s/n 867464 con certificato di taratura emesso dal produttore 01dB il 18 dicembre 2018 (vedi appendice A);
- ❖ Treppiedi ed accessori di completamento;
- ❖ Sistema di analisi con software 01dB dBTrait.

Le misure sono state eseguite nel periodo 15-17 dicembre 2020 nelle tre postazioni individuate in figura seguente e codificate con la dicitura P\_RUM\_X.



*Figura 3-23 Localizzazione dei punti di misura P\_RUM\_1, P\_RUM\_2 e RUM\_3 rispetto al campo eolico di progetto*

Per ciascun punto è stato effettuato un campionamento di breve durata del livello acustico equivalente con tempo di integrazione pari a 100 ms, articolato in 4 misure nel periodo diurno e 1 in quello notturno. Questo ha permesso di stabilire i valori in  $Leq(A)$  rappresentativi del rumore

ambientale allo stato attuale che nelle successive analisi previsionali nello scenario post operam sono da riferirsi al rumore residuo.

Tutte le postazioni fonometriche sono caratterizzate da un contesto territoriale similare, ovvero poco antropizzato e prettamente rurale/agricolo.

I punti P\_RUM\_1 e P\_RUM\_2 sono stati posizionati rispettivamente in prossimità degli aerogeneratori CR12 e CR8, in particolare la CR8 è la prima che si incontra a sud dell'abitato di Cropani, distante comunque più di 1000 m dall'area residenziale del centro storico.

Per quanto riguarda la CR12, questa si trova in prossimità della località Cuturella, frazione del comune di Cerva.

In entrambi i casi i fonometri sono stati posizionati a ridosso delle colline adiacenti le due aree residenziali più vicine.

Il punto P\_RUM\_3 è stato invece posizionato in maniera simmetrica rispetto al P\_RUM\_2 ed al centro abitato di Cropani, lungo la Strada Provinciale 10 in un'area esclusivamente rurale ed agricola caratterizzata da piantagioni di olivi.



*Figura 3-24 Posizione del fonometro nella postazione P\_RUM\_1*



*Figura 3-25 Posizione del fonometro nella postazione P\_RUM\_2*



Figura 3-26 Posizione del fonometro nella postazione P\_RUM\_3

Di seguito si riportano i valori acustici rilevati per ciascuna misura rispetto al valore medio del periodo di misura del  $Leq(A)$ , del valore massimo e minimo ( $L_{max}$  e  $L_{min}$ ) e dei valori percentili.

Punto di misura: P_RUM_1										
Misura	Orario	Leq	Lmin	Lmax	L99	L95	L90	L50	L10	L5
1	16:30-16:45	35,8	25,6	58,6	26,1	26,5	26,9	29,1	34,3	38,2
2	17:40-17:55	44,0	24,7	64,5	25,4	25,9	26,2	28,2	43,2	48,9
3	22:05-22:20	44,3	32,3	75,6	33,4	34,5	35,3	39,3	45,5	47,7
4	9:30-9:45	43,3	22,1	64,3	23,0	24,2	25,7	39,4	45,6	48,9
5	10:40-10:55	43,7	30,1	64,3	32,7	34,2	35,2	40,0	46,0	49,3

Tabella 3-3 Livelli acustici rilevati per il punto P\_RUM\_1 nelle 5 misure eseguite

Punto di misura: P_RUM_2										
Misura	Orario	Leq	Lmin	Lmax	L99	L95	L90	L50	L10	L5
1	17:15-17:30	43,5	21,4	66,0	22,8	24,0	24,7	29,3	37,8	44,3
2	18:30-18:45	46,0	22,2	64,9	23,1	24,0	24,6	27,2	35,9	48,2

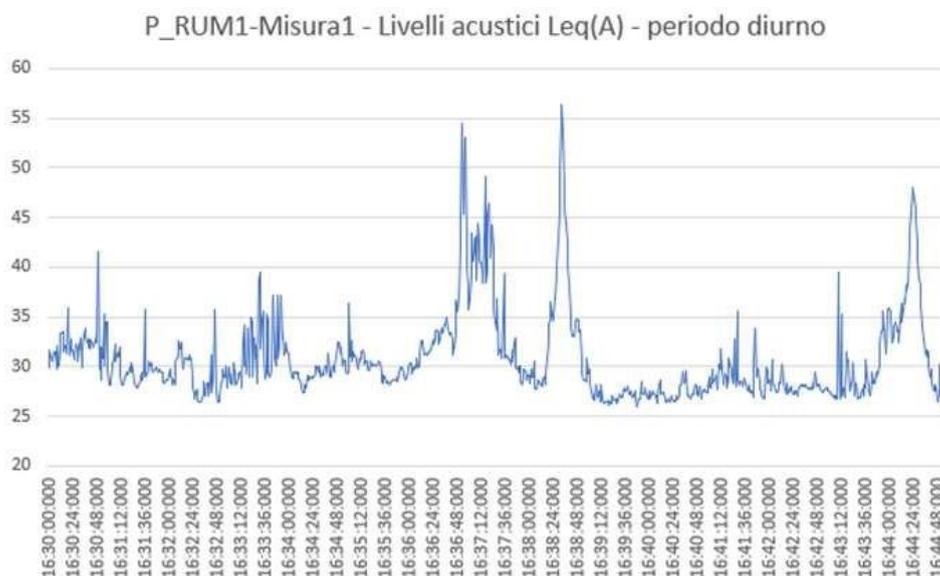
*Studio di Impatto Acustico – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Cropani, Cerva, Sersale e Belcastro (Cz)*

3	22:40-22:55	42,3	29,3	67,8	30,7	32,2	33,3	37,6	45,7	48,5
4	8:30-8:45	50,3	20,1	80,4	21,2	21,9	22,4	27,0	45,9	51,9
5	12:30-12:45	50,5	20,7	76,5	21,2	21,8	22,1	25,8	44,2	51,4

*Tabella 3-4 Livelli acustici rilevati per il punto P\_RUM\_2 nelle 5 misure eseguite*

<b>Punto di misura: P_RUM_3</b>										
Misura	Orario	Leq	Lmin	Lmax	L99	L95	L90	L50	L10	L5
1	17:00-17:15	38,5	25,8	71,0	26,8	27,6	28,1	30,1	33,9	35,6
2	18:00-18:15	36,5	25,6	71,0	26,7	27,6	28,2	30,4	34,6	36,9
3	23:20-23:35	31,4	23,4	59,7	24,5	25,5	26,3	29,1	32,5	34,4
4	11:40-11:55	42,3	26,2	70,7	27,7	28,7	29,4	32,8	37,7	42,4
5	13:00-13:15	45,3	25,7	87,1	27,4	29,3	30,4	35,3	43,9	50,4

*Tabella 3-5 Livelli acustici rilevati per il punto P\_RUM\_3 nelle 5 misure eseguite*



*Figura 3-27 Punto di misura P\_RUM\_1: misura 1 (periodo diurno)*



Figura 3-28 Punto di misura P\_RUM\_1: misura 2 (periodo diurno)

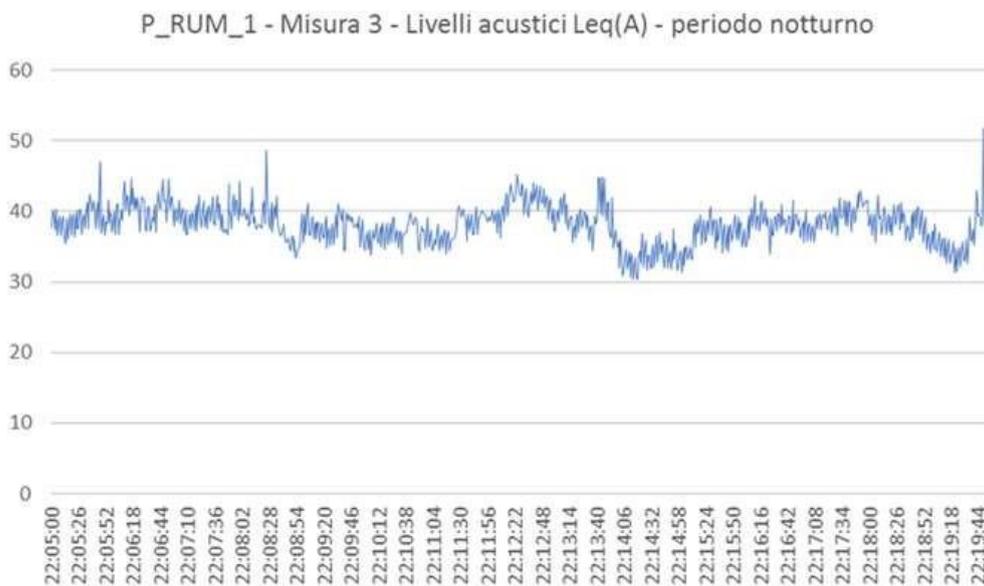


Figura 3-29 Punto di misura P\_RUM\_1: misura 3 (periodo notturno)

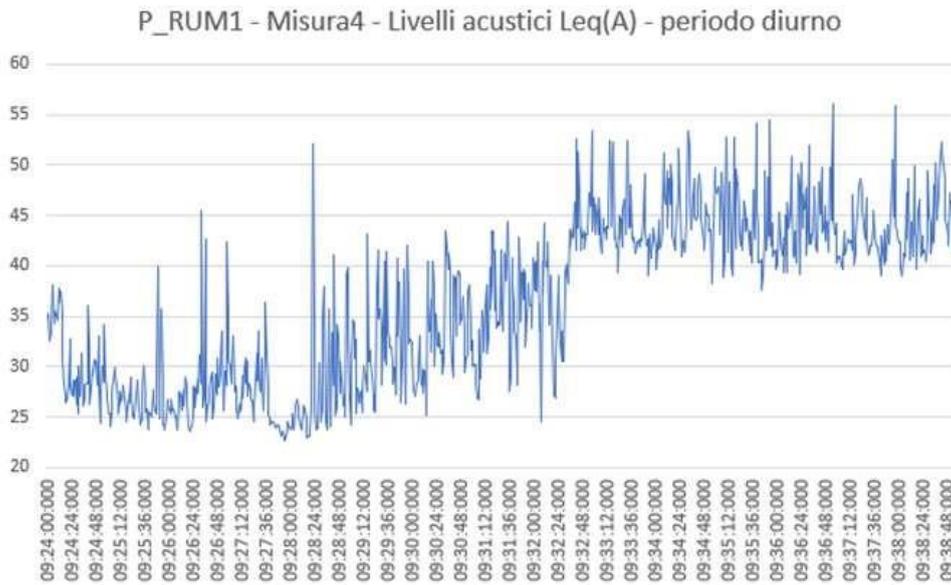


Figura 3-30 Punto di misura P\_RUM\_1: misura 4 (periodo diurno)

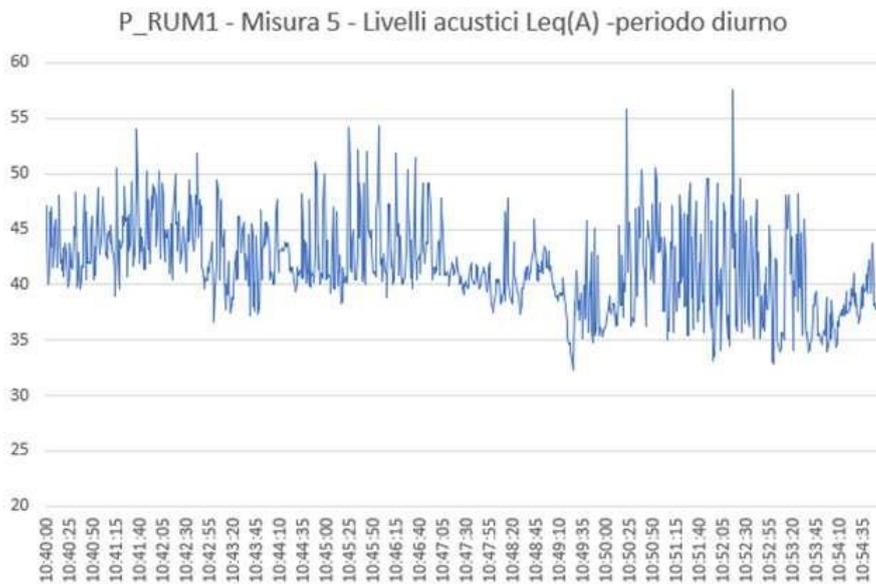


Figura 3-31 Punto di misura P\_RUM\_1: misura 5 (periodo diurno)

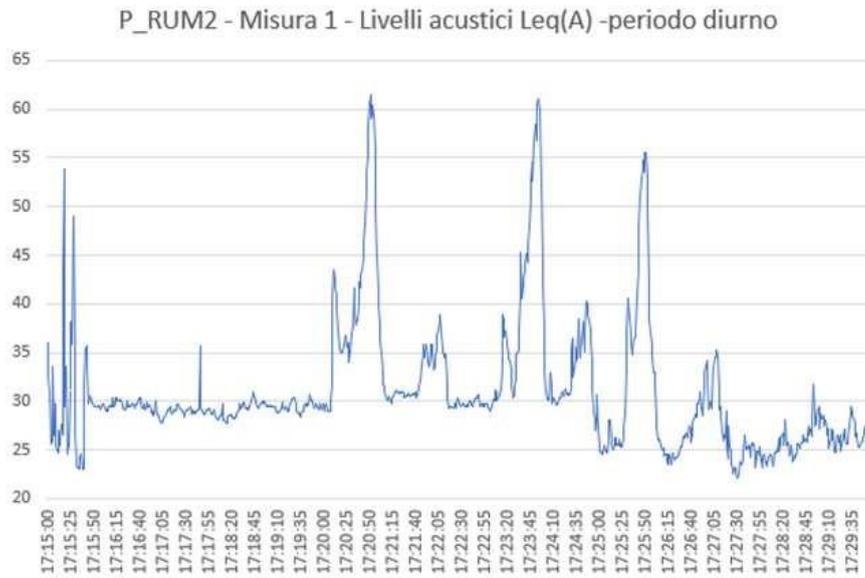


Figura 3-32 Punto di misura P\_RUM\_2: misura 1 (periodo diurno)

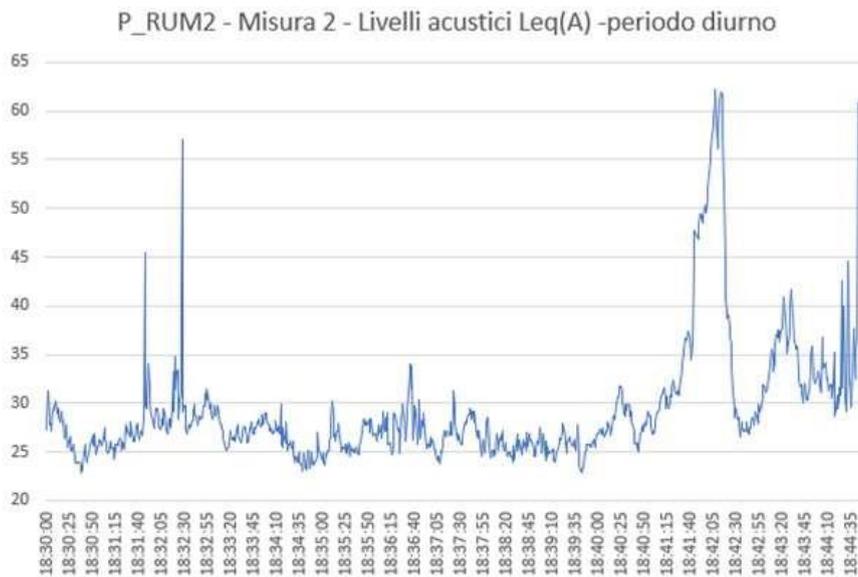


Figura 3-33 Punto di misura P\_RUM\_2: misura 2 (periodo diurno)

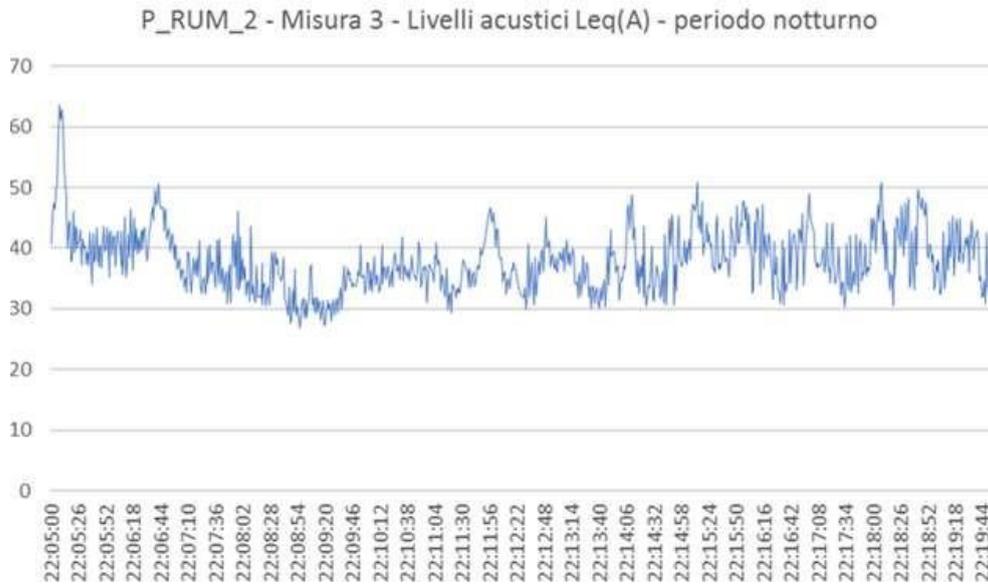


Figura 3-34 Punto di misura P\_RUM\_2: misura 3 (periodo notturno)

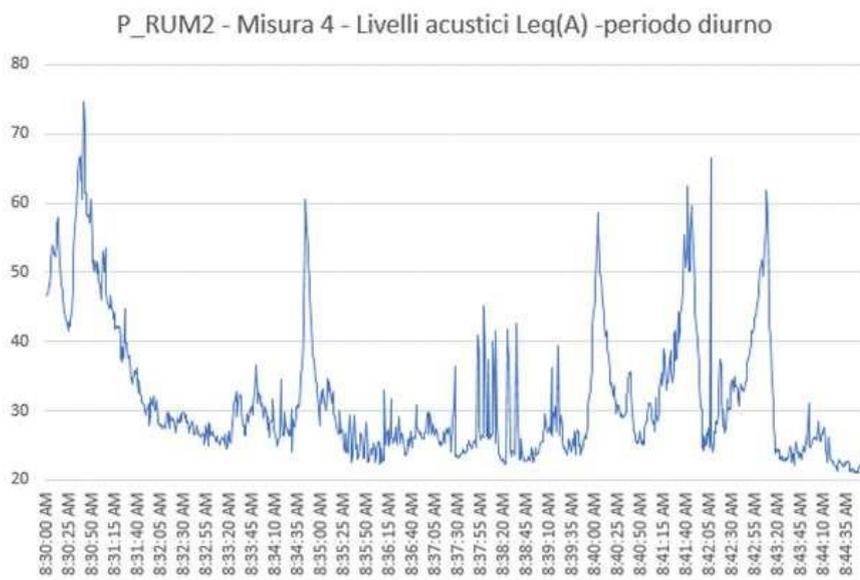


Figura 3-35 Punto di misura P\_RUM\_2: misura 4 (periodo diurno)

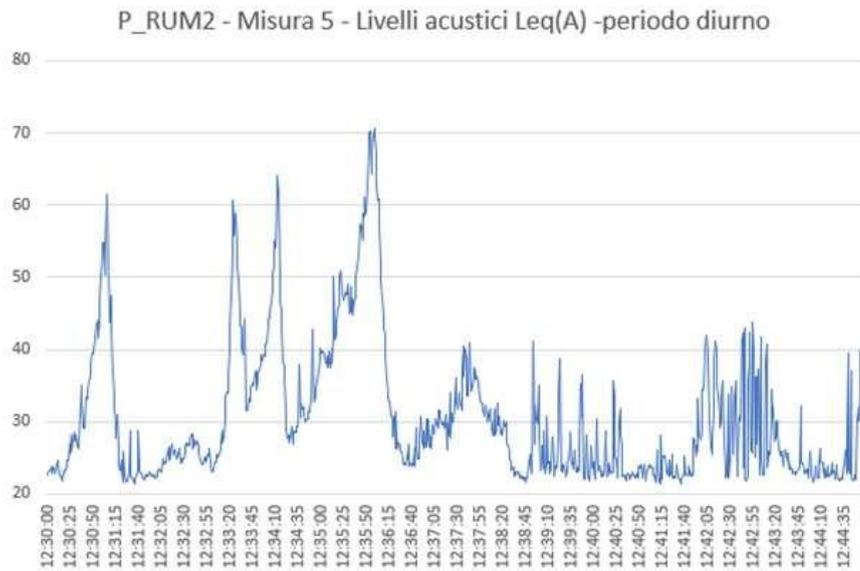


Figura 3-36 Punto di misura P\_RUM\_2: misura 5 (periodo diurno)

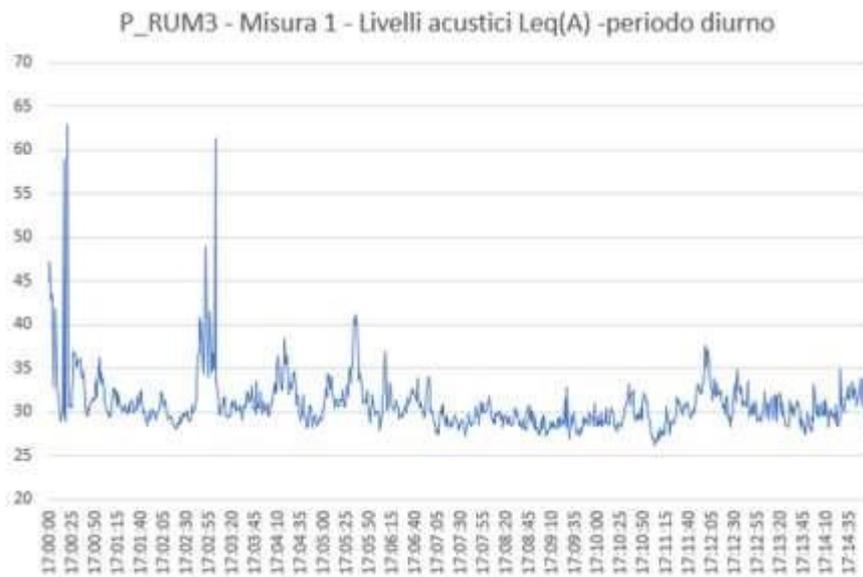


Figura 3-37 Punto di misura P\_RUM\_3: misura 1 (periodo diurno)

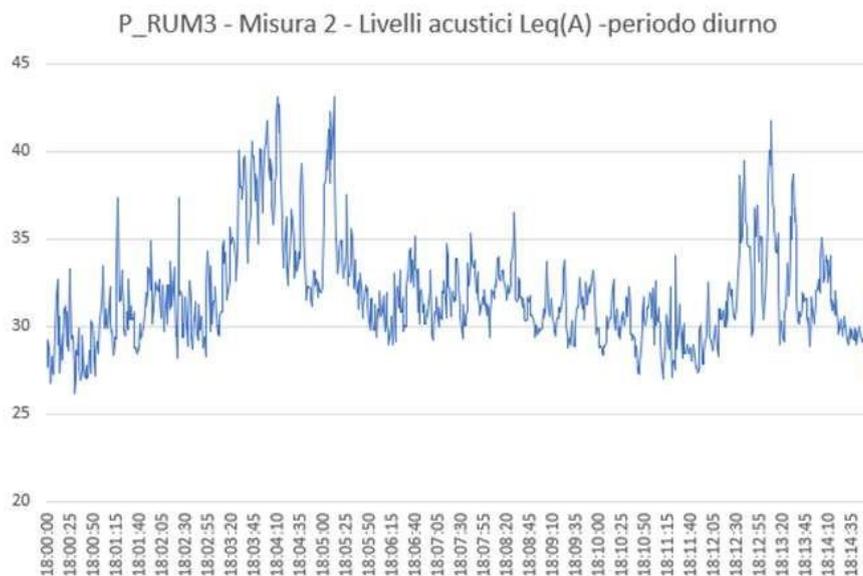


Figura 3-38 Punto di misura P\_RUM\_3: misura 2 (periodo diurno)



Figura 3-39 Punto di misura P\_RUM\_3: misura 3 (periodo notturno)

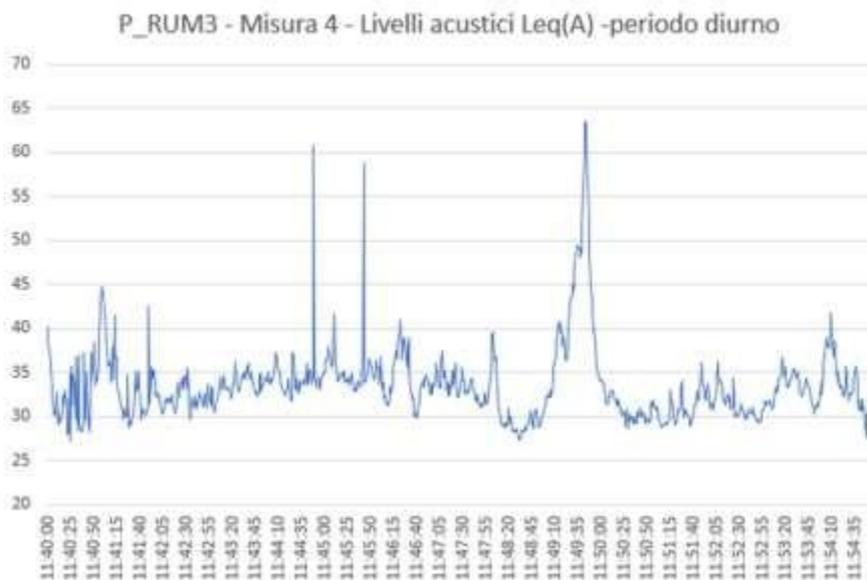


Figura 3-40 Punto di misura P\_RUM\_3: misura 4 (periodo diurno)

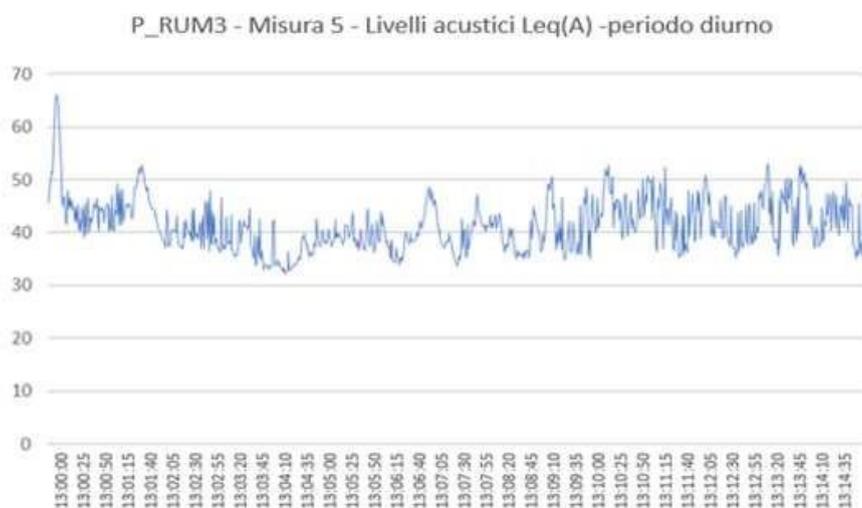


Figura 3-41 Punto di misura P\_RUM\_3: misura 5 (periodo diurno)

In sintesi, i valori determinati sulla base dei campionamenti fonometrici eseguiti hanno evidenziato la seguente condizione sul territorio.

Punto di misura	Periodo diurno	Periodo notturno
P_RUM_1	41,7	40,3

P_RUM_2	47,6	42,3
P_RUM_3	41,9	31,4

*Tabella 3-6 Sintesi dei valori in Leq(A) rilevati nei tre punti nel periodo diurno e notturno*

### ***Interazione tra il rumore residuo allo stato attuale e la velocità del vento***

Il rumore residuo è come definito dalla normativa il contributo acustico indotto da tutte le sorgenti sonore presenti nel territorio ad eccezione di quella oggetto di studio e verifica.

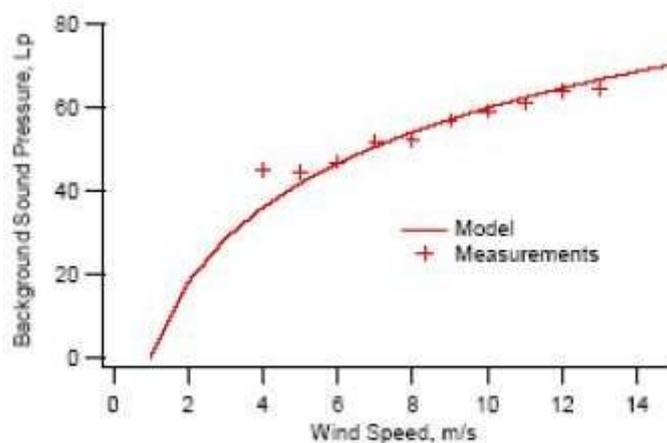
Essendo il parco eolico di nuova realizzazione, ne consegue come in tale analisi esso sia definito sulla base dei dati fonometrici rilevati in situ durante la campagna di misura svolta.

Il contesto territoriale in cui i diversi aerogeneratori sono localizzati è, per la peculiarità dell'opera stessa, prettamente caratterizzato da un basso indice di antropizzazione.

Ad eccezione del punto P\_RUM\_3, lungo la Strada Provinciale 10 il cui clima acustico è saltuariamente disturbato dal traffico veicolare, in linea generale il rumore ambientale nel caso specifico è prettamente di origine naturale, ovvero indotto dall'interazione del vento con l'orografia e con la vegetazione presente.

Il rumore di fondo è quindi prettamente connesso alla naturalità dei luoghi e alla sua variazione con l'intensità anemometrica. Studi scientifici [Fégeant, 1999] a riguardo hanno evidenziato una correlazione tra la velocità del vento e il livello acustico misurato del rumore di fondo secondo la seguente formula:

$L_{A,eq}$  a  $\log_{10}(U)$



In seguito, viene riportata la correlazione dei dati di vento e rumore, stimata attraverso una serie di misure sperimentali in contesti territoriali simili al variare del vento ed alla sua interazione con lo stato naturale del luogo (orografia e vegetazione).

Tale correlazione sarà utilizzata nelle successive analisi per tener conto oltre che della variabilità del rumore indotto dal parco eolico in funzione del vento anche della correlazione rumore-vento di origine naturale.

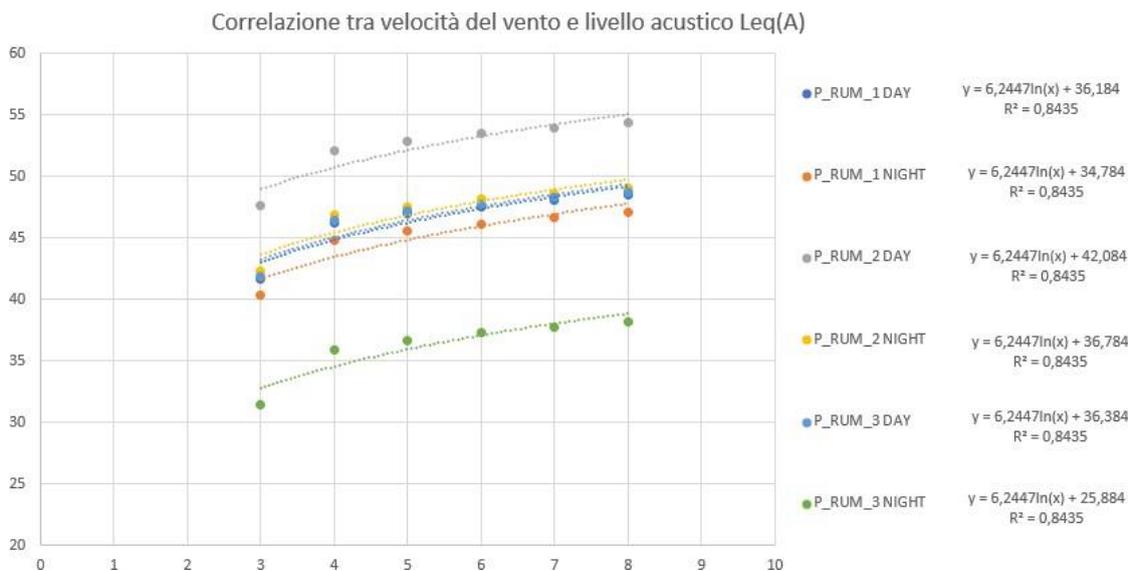


Figura 3-42 Correlazione tra velocità del vento [m/s] e livello acustico Leq(A) del rumore naturale di fondo (rumore residuo post operam) sulla base di dati fonometrici sperimentali

Considerando quindi la suddetta legge di correlazione tra velocità del vento e rumore naturale, e verificando le condizioni anemometriche durante le indagini di misura (velocità del vento di circa 3 m/s), per il caso specifico si riporta di seguito il valore del rumore residuo nelle diverse condizioni.

Punto	Leq(A)	Velocità del vento					
		3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s
P_RUM_1	Diurno	41,7	46,2	47,0	47,6	48,1	48,5
	Notturno	40,3	44,8	45,6	46,2	46,7	47,1
P_RUM_2	Diurno	47,6	52,1	52,9	53,5	54,0	54,4
	Notturno	42,3	46,8	47,6	48,2	48,7	49,1
P_RUM_3	Diurno	41,9	46,4	47,2	47,8	48,3	48,7
	Notturno	31,4	35,9	36,7	37,3	37,8	38,2

*Studio di Impatto Acustico – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Cropani, Cerva, Sersale e Belcastro (Cz)*

*Tabella 3-7 Valore del rumore residuo al variare della velocità del vento a partire dal dato misurato e utilizzando la legge di correlazione su dati sperimentali*

## **4 CLIMA ACUSTICO NELLA FASE DI ESERCIZIO**

### **4.1 Le caratteristiche emissive degli aerogeneratori**

Il campo eolico è costituito da 14 aerogeneratori di potenza unitaria di 6 MW, ciascuno dei quali caratterizzato da una altezza del mozzo di 126 m e un diametro del rotore di 162 m.

Da un punto di vista acustico una turbina eolica genera rumore sia per fenomeni aerodinamici dovuti all'interazione tra il vento e le pale sia per fenomeni meccanici dovuti al movimento dei diversi componenti all'interno della gondola.

Il rumore aerodinamico a banda larga rappresenta la componente emissiva principale ed è connesso ai fenomeni di flusso intorno alle pale e alla velocità del rotore stesso, ovvero:

- ⇒ perdita di portanza per effetto della separazione del flusso intorno alla pala (presenza della torre sottovento, cambi di intensità anemometrica, turbolenze di scia, etc.);
- ⇒ presenza di turbolenze atmosferiche che inducono variazioni della pressione intorno alla pala;
- ⇒ accoppiamento aria-pala, ovvero dalla corrente di aria lungo le superfici del profilo alare.

Il rumore aerodinamico è un rumore di natura a banda larga tipicamente concentrato alle basse frequenze.

Il rumore di origine meccanica è connesso invece ai diversi componenti e alla loro interazione dinamica durante il funzionamento delle pale eoliche, ovvero generatore, ventilatori, moltiplicatore di giri, etc. Il rumore prodotto, di tipo tonale essendo le sorgenti connesse alla rotazione di componenti meccanici, si propaga direttamente nell'aria o attraverso la

trasmissione strutturale a seconda della localizzazione dello specifico componente.

Per quanto riguarda le caratteristiche emissive dell'aerogeneratore si è fatto riferimento a quanto previsto ai dati forniti dal costruttore e determinati sulla scorta della normativa CEI EN 61400-11 che costituisce un riferimento per stabilire le tecniche di misura e di analisi delle emissioni acustiche delle turbine eoliche.

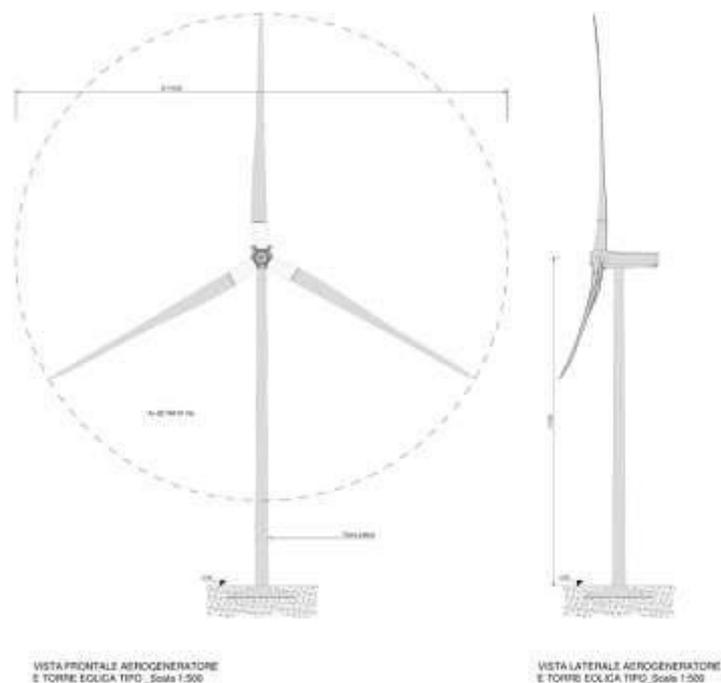
Come detto in precedenza la potenza sonora emissiva di una turbina eolica dipende dalle condizioni di velocità del vento: maggiore è l'intensità anemometrica più elevata è l'energia sonora emessa.

L'impostazione metodologica alla base del presente studio acustico è quella di valutare la condizione di massima interferenza, il cosiddetto "worst case scenario, ovvero quello caratterizzato da una condizione di potenza sonora emissiva maggiore.

Nel caso specifico tale condizione viene raggiunta già ad una velocità del vento di 8 m/s con un livello di potenza sonora  $L_w$  pari a 104,3dB(A). Oltre tale velocità e fino a quella di "cut-out" la potenza sonora si mantiene costante.

Le principali caratteristiche degli aerogeneratori costituenti il parco eolico oggetto di studio sono:

- ✓ altezza mozzo: 126 m;
- ✓ dimensioni pale: 81 m;
- ✓ diametro rotore: 162 m;
- ✓ potenza nominale: 6 MW;
- ✓ livello di potenza sonora (massima emissione alla minima velocità di vento): 104,3 dB(A) ad una velocità del vento di 8 m/s



*Figura 4-1 Vista aerogeneratore*

## **4.2 La modellazione acustica**

### ***Il software SoundPlan***

L'analisi modellistica previsionale è stata sviluppata attraverso il software di calcolo SoundPlan 8.2, sviluppato dalla Braunstein & Berndt GmbH sulla base di norme e standard definiti dalle ISO e da altri standards utilizzati localmente.

La peculiarità del modello SoundPLAN si basa sul metodo di calcolo per “raggi”. Il sistema di calcolo fa dipartire dal ricevitore una serie di raggi ciascuno dei quali analizza la geometria della sorgente e quella del territorio, le riflessioni e la presenza di schermi.

Studiando il metodo con maggior dettaglio si vede che ad ogni raggio che parte dal ricevitore viene associata una porzione di territorio e così, via via, viene coperto l'intero territorio.

Quando un raggio incontra la sorgente, il modello calcola automaticamente il livello prodotto della parte intercettata.

I contributi forniti dai diversi raggi vengono evidenziati nei diagrammi di output. In tali schematizzazioni la lunghezza dei raggi è proporzionale al contributo in rumore fornito da quella direzione.

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

Questa metodologia di calcolo consente quindi una particolare accuratezza nella valutazione della geometria del sito e risulta quindi molto preciso ed efficace in campo urbano, dove l'elevata densità di edifici, specie se di altezza elevata, genera riflessioni multiple che producono un innalzamento dei livelli sonori.

La possibilità di inserire i dati sulla morfologia dei territori, sui ricettori e sulle infrastrutture esistenti ed in progetto mediante cartografia tridimensionale consente di schematizzare i luoghi in maniera più che mai realistica e dettagliata.

Ciò a maggior ragione se si considera che, oltre alla conformazione morfologica, è possibile associare ad elementi naturali e antropici specifici comportamenti acustici.

Il modello prevede infatti l'inserimento di appositi coefficienti che tengono conto delle caratteristiche più o meno riflettenti delle facciate dei fabbricati o del territorio naturale o antropizzato.

### ***Il metodo di calcolo ISO 9613-2***

Per la valutazione della propagazione acustica nell'ambiente il metodo di calcolo assunto è quello dello standard ISO 9613-2 indicato come metodo per le attività produttive e industriali.

Tale metodica viene utilizzata per stimare i livelli di pressione sonora ad una determinata distanza dal punto di emissione basandosi su algoritmi di propagazione che dipendono dalla frequenza e tengono conto degli effetti di:

- Divergenza geometrica;
- Riflessione delle superfici;
- Assorbimento atmosferico;
- Effetto di schermatura del terreno e degli ostacoli;
- Terreno complesso;
- Attenuazione laterale dovuta all'effetto del terreno;
- Direttività della sorgente;
- Attenuazione dovuta alla vegetazione;
- Attenuazione dovuta alle condizioni meteorologiche.

Come indicato dalla UNI/TS 11143-7:2013 e da ISPRA nelle “Linee guida per la valutazione e il monitoraggio dell'impatto acustico degli impianti eolici”, nel caso di una modellazione acustica di aerogeneratori occorre tener conto di una serie di fattori connessi ai dati emissivi delle turbine fornite dai costruttori sulla norma CEI EN 61400-11, all'altezza e dimensioni del rotore e alle condizioni meteorologiche che influenzano la propagazione del suono a grandi distanze.

Riguardo il primo aspetto, essendo l'impianto di nuova realizzazione ed inserito in un contesto territoriale attualmente privo di altre sorgenti analoghe (nuovo parco eolico e non estensione di uno attuale), si è scelto di

considerare il valore del livello di potenza sonora massimo tra quelli forniti dal costruttore e stimati secondo la norma CEI EN 61400-11.

### ***Dati di input al modello***

L'applicazione del modello previsionale SoundPlan ha richiesto l'inserimento dei dati riguardanti i seguenti aspetti:

1. Orografia per la costruzione tridimensionale della morfologia del terreno;
2. Edifici;
3. Layout del parco eolico definendo per ciascun aerogeneratore i parametri dimensionali (altezza mozzo, diametro rotore);
4. Caratteristiche emissive degli aerogeneratori (Livello di potenza sonora singola turbina eolica pari a 104,3 dB(A)) modellati in SoundPlan;
5. Dati meteorologici per il calcolo della propagazione del rumore nell'ambiente

Lo standard di calcolo è come detto precedentemente è quello della ISO 9613-2 impostando una griglia 5x5 m e un ordine di riflessione pari a 3.

### ***4.3 Il rumore indotto dal funzionamento del campo eolico***

Il risultato dello studio previsionale con il software SoundPlan consiste sia nella mappatura acustica al suolo calcolata a 4 metri dal piano campagna e all'interno dell'intero ambito di studio sia nei valori di  $Leq(A)$  puntuali in corrispondenza della facciata più esposta al rumore indotto dal campo eolico. Nell'elaborato grafico T01 è riportata la mappatura acustica in termini di  $Leq(A)$ .

Essendo assunta costante la potenza sonora emissiva delle turbine eoliche sia nel periodo diurno che notturno il risultato in  $Leq(A)$  risulta uguale per i due periodi di riferimento previsti dalla normativa. Il risultato rappresentato nell'elaborato grafico è da ritenersi quindi rappresentativo sia del periodo diurno (6:00-22:00) che notturno (22:00-6:00) nella condizione di massima emissione del campo eolico.

Per quanto concerne i valori in  $Leq(A)$  puntuali, questi come detto sono stati calcolati per ciascun ricettore residenziale e lavorativo compreso tra l'isofonica dei 50 dB(A) gli aerogeneratori (cfr. paragrafo 3.3). Il calcolo tiene conto della facciata più esposta al rumore indotto dagli aerogeneratori assumendo un punto di calcolo all'esterno dell'edificio. Tali valori sono riportati nella tabella dei risultati riportata in Appendice A (colonna "Rumore campo eolico").

#### ***4.4 La verifica della compatibilità acustica del campo eolico***

Per quanto concerne la verifica della compatibilità acustica del campo eolico, la normativa in materia di inquinamento acustico prevede la verifica dei limiti di immissione assoluta e differenziale.

Per quanto concerne i limiti di immissione assoluti, nel caso specifico questi sono fissati dal DPCM 1 marzo 1991 non essendo i Comuni di Cropani, Cerva e Sersale dotati di Piano Comunale di Classificazione Acustica del territorio ai sensi della L.447/95.

Tali valori, come noto, sono fissati essere pari a 70 dB(A) nel periodo diurno e 60 dB(A) nel periodo notturno.

Per quanto concerne invece i valori limite di immissione differenziale questi sono fissati pari a 5 dB(A) nel periodo diurno e 3 dB(A) in quello notturno.

La normativa di riferimento indica che tale verifica debba essere eseguita all'intero degli edifici negli ambienti abitativi a finestre aperte o chiuse purché il valore del  $Leq(A)$  sia superiore a 50 dB(A), o 35 dB(A) nel secondo caso, nel periodo diurno o 40 dB(A), o 25 dB(A) a finestre chiuse, nel periodo notturno.

In questo caso, la verifica del criterio differenziale viene eseguita all'esterno dell'edificio, in questo modo non si tiene conto di alcun fattore "standard" connesso all'abbattimento acustico dell'involucro edilizio in dB(A) che potrebbe indurre ad una eccessiva approssimazione del risultato.

La verifica della compatibilità acustica del campo eolico tiene conto delle seguenti ipotesi:

- 1) Condizione di massima emissione di ciascun aerogeneratore ad una velocità del vento di 8 m/s (valore minimo del vento al quale la potenza sonora della turbina eolica raggiunge il valore massimo) in funzionamento continuo nelle 24 ore;
- 2) Rumore residuo rappresentativo del territorio considerando una condizione meteorologica (velocità vento) omogenea a quella assunta per la stima emissiva del campo eolico (8 m/s);
- 3) Limiti di immissione assoluta secondo il DPCM 1.3.1991 data l'assenza del PCCA nei Comuni di Cropani, Cerva e Sersale;
- 4) Verifica del limite di immissione differenziale per gli ambienti abitativi sulla base dei valori acustici in facciata all'esterno (ipotesi cautelativa in quanto non viene considerato il potere fonoisolante della struttura e quindi una riduzione dei valori di  $Leq(A)$  all'interno dell'ambiente abitativo).

Nella tabella riportata in Appendice A sono riportati i valori in  $Leq(A)$  riferiti ai diversi contributi, ovvero:

- ❖ Rumore indotto dal campo eolico (sorgente specifica oggetto di verifica);
- ❖ Rumore residuo, ovvero il rumore indotto dalle altre sorgenti presenti sul territorio e pari al rumore ambientale ante operam misurato nelle tre postazioni di misura (si associa il valore più rappresentativo secondo la localizzazione del ricettore);
- ❖ Rumore ambientale, ovvero il rumore complessivo dato dalla somma dei due suddetti contributi.

Contestualmente viene riportata la verifica del rispetto dei limiti di immissione assoluta per ciascun edificio considerato e differenziale per i soli ricettori residenziali.

I risultati dello studio di propagazione del rumore eseguito per la fase di esercizio del parco eolico prevedono livelli di emissione sonora generati dagli aerogeneratori ai recettori analizzati compresi tra 52,6 e 57 dB(A) (si veda Appendice A).

I livelli di rumore ambientale (dati dal contributo del parco eolico e il livello di rumore monitorato ante operam) variano tra 52,9 e 57,1 dB(A) in periodo diurno e tra 52,8 e 57,1 dB(A) in periodo notturno. Tali valori sono al di sotto dei limiti di rumore definiti dal DPCM 1 marzo 1991 (70 dB(A) periodo diurno, 60 dB(A) periodo notturno).

In conclusione, le emissioni sonore prodotte dal parco eolico in fase di esercizio sono tali da non indurre una interferenza sul clima acustico attuale, né un superamento dei limiti di immissione assoluta e differenziale ai recettori analizzati.

## 5 CLIMA ACUSTICO IN FASE DI CANTIERE

### 5.1 Le attività di cantiere previste per la realizzazione del parco eolico

Le principali attività di cantiere sono quelle connesse alla realizzazione degli aerogeneratori, in quanto opere principali del parco eolico. Per ciascun aerogeneratore si prevedono le seguenti macro-attività:

- ⇒ Scavo per le fondazioni;
- ⇒ Realizzazione delle opere di fondazione (pali e plinti);
- ⇒ Preparazione della piazzola;
- ⇒ Montaggio delle componenti (torre, navicella, rotore, pale, etc.).

Per l'esecuzione delle suddette attività si prevede principalmente l'utilizzo dei macchinari indicati in tabella seguente. Da un punto di vista acustico emissivo, ciascun macchinario è stato caratterizzato sulla base di valori desunti dalla letteratura di settore (cfr. INAIL – CPT Torino).

Lavorazione	Macchinari	Potenza sonora
Scavi per le fondazioni	Escavatore	107 dB(A)
	Pala gommata	102 dB(A)
	Autocarro	101 dB(A)
Realizzazione delle opere di fondazione	Macchina per pali	110 dB(A)
	Pala gommata	102 dB(A)
	Betoniera con pompa cls	109 dB(A)
	Autogru	101 dB(A)
Preparazione della piazzola	Pala gommata	102 dB(A)
	Grader	101 dB(A)
	Rullo	105 dB(A)
Montaggio	Gru	101 dB(A)

<b>Lavorazione</b>	<b>Macchinari</b>	<b>Potenza sonora</b>
componenti	Attrezzature per assemblaggi	85 dB(A)
	Montacarichi	97 dB(A)

*Tabella 5-1 Macchinari di cantiere principalmente impiegati nella fase di corso d'opera e loro caratterizzazione acustica*

L'impostazione metodologica assunta per la fase di corso d'opera prevede la verifica dell'interferenza sul clima acustico attuale indotta dalla fase di cantiere più critica, ovvero quella a maggior emissione acustica.

Stante il suddetto quadro di massima delle lavorazioni previste e il parco mezzi principalmente utilizzato per la realizzazione delle opere si assume che lo scenario più critico sia rappresentato dalla fase di realizzazione delle opere di fondazione.

## **5.2 La modellazione acustica**

Dato il contesto territoriale e la localizzazione degli aerogeneratori rispetto ai ricettori, l'analisi modellistica delle attività di cantiere è sviluppata mediante l'utilizzo di formule analitiche di propagazione dell'emissione sonora considerando le sorgenti di cantiere come puntuali.

Per ciascuna attività di cantiere, sulla scorta del numero e tipologia di macchinari, si considera una unica sorgente sonora puntuale con un livello di potenza sonora pari alla somma dei singoli contributi.

Nello specifico quindi nella determinazione della propagazione acustica si è fatto riferimento al caso di onde sferiche prodotte da sorgenti puntiformi considerando una condizione di campo libero e un fattore di direttività (Q) pari a 2 in quanto si suppone, cautelativamente, che la sorgente sia poggiata su un piano perfettamente riflettente (anche se il

terreno naturale ha un suo fattore di assorbimento che riduce la quantità di energia acustica riflessa).

$$L_p = L_w - 20 \log r - 11 + 10 \log Q$$

Per quanto riguarda l'emissione acustica delle sorgenti di cantiere nell'arco temporale delle 24h, si ipotizza:

- ✓ Esecuzione attività di cantiere in 8 ore nel periodo diurno;
- ✓ Funzionamento dei mezzi di cantiere al 50% nelle 8 ore di lavoro.

Ciascuna area di cantiere è localizzata in corrispondenza di ciascun aerogeneratore.

### 5.3 Il rumore indotto dalle attività di cantiere

Dall'applicazione della formula analitica individuata secondo le ipotesi di lavoro fatte e le caratteristiche emissive tipologiche dei diversi mezzi sulla scorta delle varie lavorazioni previste, è stato determinato il livello acustico complessivo per ciascuna macro attività al variare della distanza dall'area di cantiere.

Come si evince dai valori calcolati il rumore di cantiere risulta al di sotto del valore limite diurno dei 70 dB(A) già ad una distanza di 50 m dall'area di cantiere.

Attività di cantiere	Potenza sonora totale	Potenza sonora periodo lavoro (8h al 50%)	Distanza dal cantiere [metri]					
			10 m	20 m	50 m	100 m	150 m	200 m
Scavi per le fondazioni	109,0	103,0	75,0	68,9	61,0	55,0	51,4	48,9
Realizzazione	113,2	107,2	79,2	73,2	65,2	59,2	55,7	53,2

delle opere di fondazione								
Preparazione della piazzola	107,8	101,8	73,8	67,8	59,8	53,8	50,3	47,8
Montaggio componenti	102,5	96,5	68,5	62,5	54,6	48,5	45,0	42,5

*Tabella 5-2 Livelli acustici complessivi indotti dalle attività di cantiere durante le diverse fasi lavorative calcolati al variare della distanza dall'area di cantiere localizzata in corrispondenza di ciascun aerogeneratore*

#### ***5.4 La verifica della compatibilità acustica delle attività di cantiere***

Il cantiere come detto si configura come una attività temporanea e limitata al solo periodo di realizzazione delle opere previste dal progetto.

Nel contesto normativo di riferimento indicato nella prima parte dello studio acustico, tali attività sono disciplinate dalla Legge Regionale n.34 del 2009 che prescrive:

- orario esercizio attività di cantiere nel solo periodo diurno e nelle fasce orarie: 7:00-12:00 e 15:00-19:00;
- limite di 70 dB(A) in Leq(A) nel suddetto periodo, superato il quale si deve fare richiesta di autorizzazione in deroga al Comune territorialmente competente secondo le modalità indicate dalla Legge Regionale stessa.

Stante quanto prescritto, i livelli acustici indotti sul territorio alle diverse distanze dalle aree di cantiere nonché la localizzazione dei ricettori rispetto alle stesse le attività di cantiere non costituiscono un elemento di criticità da un punto di vista acustico sul territorio.

Già ad una distanza di 50 m il rumore indotto dal cantiere, nella condizione di massima emissione, risulta inferiore ai 70 dB(A), ovvero

l'area di potenziale criticità (area con  $Leq(A) > 70$  dB(A)) risulta di fatto contenuta all'interno dell'area di lavoro stessa per ciascun aerogeneratore.

In particolare, utilizzando la formula citata al paragrafo 5.2, e prendendo in considerazione l'attività di cantiere più critica, si ottengono i valori puntuali in dB(A) in corrispondenza dei ricettori frontisti, per i quali in APPENDICE A sono riportati i valori acustici  $Leq(A)$ .

La seguente tabella riassume tali valori.

<b>Ricettore</b>	<b>Distanza dall'aerogeneratore più vicino</b>	<b>Livelli acustici dB(A)</b>
R65	96 m	59,6
R111	286 m	50,1
R112	206 m	52,9
R116	119 m	57,7

*Tabella 5-3 valori puntuali in dB(A) presso i ricettori nella fase di corso d'opera*

La distanza delle diverse pale eoliche inoltre è tale da poter ritenere nulla la sovrapposizione degli effetti per l'eventuale contemporaneità delle attività su diverse aree di lavoro.

In conclusione, vista la distanza dei ricettori dagli aerogeneratori, in ogni caso maggiore a 50 m, ed i risultati riportati nella Tabella 5-3, anche la fase di corso d'opera per la realizzazione del parco eolico oggetto di studio è tale da non indurre una interferenza sul clima acustico attuale.

## **6 CONCLUSIONI**

Verificata la conformità ai requisiti di legge in materia di inquinamento acustico nella condizione di funzionamento del campo eolico alla massima emissione acustica già ad una velocità del vento di 8 m/s, secondo la metodologia assunta del “worst case scenario” qualsiasi altra condizione operativa degli aerogeneratori è tale da non indurre un superamento dei valori limite.

Ne consegue pertanto come sia possibile affermare che il campo eolico oggetto di studio sia tale da non costituire una interferenza sul clima acustico del territorio.

Anche rispetto alla fase di corso d’opera la realizzazione dei diversi aerogeneratori di progetto il parco eolico non costituisce una criticità sul clima acustico.

Sulla base dei risultati ottenuti, della distanza intercorrente tra ricettori e sorgenti e della temporaneità delle attività si ritiene trascurabile l’interferenza sul territorio.

## 7 APPENDICE A

### Valori acustici in Leq(A) calcolati in corrispondenza dei ricettori – livelli di immissione assoluta e differenziali e confronto con limiti acustici

Ricettore	Cod.	R65	R111	R112	R116
Rumore campo eolico (A)	LeqD	55,8	52,6	54,1	57,0
	LeqN	55,8	52,6	54,1	57,0
Rumore residuo (B)	LeqD	41,7	41,7	41,7	41,7
	LeqN	40,3	40,3	40,3	40,3
Limite di immissione assoluta	LeqD	70,0	70,0	70,0	70,0
	LeqN	60,0	60,0	60,0	60,0
Rumore ambientale (C)	LeqD	56,0	52,9	54,3	57,1
	LeqN	55,9	52,8	54,3	57,1
Limite di immissione differenziale	LeqD	-	-	-	-
	LeqN	-	-	-	-
Livello differenziale (C-B)	LeqD	Non Applicabile*	Non Applicabile*	Non Applicabile*	Non Applicabile*
	LeqN	Non Applicabile*	Non Applicabile*	Non Applicabile*	Non Applicabile*
*il DPCM 14.11.1997 stabilisce che il calcolo dei livelli differenziali è applicabile ai soli ambienti abitativi					

## 8 APPENDICE B

### Certificati di taratura della strumentazione

11

### Chapitre 2.

#### CERTIFICAT D'ETALONNAGE CALIBRATION CERTIFICATE

---

DELIVRE PAR : **CE-DTE-L-19-PVE-72765**  
ISSUED BY : **ACDEM**  
**Service Metrologie**

INSTRUMENT ETALONNE  
CALIBRATED INSTRUMENT  
Designation : **69766 LIMONEST**  
**France**  
Designation : **Sonomètre Intégrateur-Moyennneur**  
**Integrating-Averaging Sound Level Meter**

Constructeur : **01dB**  
Manufacturer :

Type : **FUSION** N° de série : **12240**  
Type : **FUSION** Serial number :

N° d'identification :  
Identification number :

Date d'émission : **22/11/2019**  
Date of issue :

Ce certificat comprend 10 Pages  
This certificate includes 10 Pages

LE RESPONSABLE METROLOGIQUE  
DU LABORATOIRE  
HEAD OF THE METROLOGY LAB  
**François MAGAND**

LA REPRODUCTION DE CE CERTIFICAT N'EST AUTORISEE QUE  
PAR LE SERVICE DE FACSIMILE PHOTOGRAPHIQUE AFDOMAL.  
THE REPRODUCTION OF THIS CERTIFICATE IS PERMITTED ONLY BY THE  
AFDOMEAL PHOTOCOPYING SERVICE.

CE CERTIFICAT EST CONFORME AU PROTOCOLE DE  
OCCUPATION FOX/D/012.  
THIS CERTIFICATE IS COMPLIANT WITH THE FOX/D/012  
STANDARD/OCCUPATION.

●●●

Service **ACDEM**

## 9 APPENDICE C

### Tecnico competente in acustica ambientale



The screenshot displays the ENTECA website interface. The header features the ENTECA logo and the text "Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica". A left sidebar contains navigation links: Home, Tecnici Competenti in Acustica, Corsi, and Login. The main content area shows a breadcrumb trail "Tecnici Competenti in Acustica / Vista" and a table of personal and professional details for a technician.

<b>Numero Iscrizione Elenco Nazionale</b>	7332
<b>Regione</b>	Lazio
<b>Numero Iscrizione Elenco Regionale</b>	351
<b>Cognome</b>	Di Prete
<b>Nome</b>	Mauro
<b>Titolo studio</b>	Laurea Ingegneria Civile
<b>Estremi provvedimento</b>	A07703/2012
<b>Nazionalità</b>	Italiana
<b>Telefono</b>	0651606033
<b>Cellulare</b>	
<b>Data pubblicazione in elenco</b>	10/12/2018