



Regione Sardegna
 Provincia di Sassari
 Comuni di Tergu, Nulvi, Sedini, Chiaramonti,
 Ploaghe e Codrongianos



Proposta di ammodernamento complessivo (“repowering”) del “Parco Eolico Nulvi Tergu” esistente da 29,75 MW, con smantellamento degli attuali 35 aerogeneratori e sostituzione in riduzione degli stessi con l’installazione di 15 aerogeneratori, per una potenza totale definitiva di 99 MW

Titolo:

RELAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO DURANTE LA FASE DI CANTIERE

Numero documento:

Commissa						Fase	Tipo doc.		Prog. doc.				Rev.	
2	2	4	3	0	8	D	R	0	4	3	8	0	1	

Proponente:

FRI-EL

FRI-EL ANGLONA S.R.L.
 Piazza del Grano 3
 39100 Bolzano (BZ)
fri-el_anglona@legalmail.it
 P.iva 02429050210

PROGETTO DEFINITIVO

Progettazione:



PROGETTO ENERGIA S.R.L.

Via Serra 8 83031 Ariano Irpino (AV)
 Tel. +39-0825 891313
www.progettoenergia.biz - info@progettoenergia.biz

SERVIZI DI INGEGNERIA INTEGRATI
 INTEGRATED ENGINEERING SERVICES



Consulente:

Ing. Filippo Continisio



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

REVISIONI	N.	Data	Descrizione revisione	Redatto	Controllato	Approvato
	00	25.09.2023	Riscontro nota CTVA/5969 del 22/05/2023	F. CONTINISIO	F. CONTINISIO	M. LO RUSSO
	01	14.03.2024	AGGIORNAMENTO LAYOUT	F. CONTINISIO	F. CONTINISIO	M. LO RUSSO

INDICE

1. INTRODUZIONE	3
2. METODOLOGIA DELLO STUDIO DI IMPATTO ACUSTICO IN FASE DI CANTIERE	4
3. RIFERIMENTI TECNICI E NORMATIVI	5
3.a. Normativa nazionale	5
3.b. Normativa regionale	7
3.c. Normativa comunale	7
3.d. Modelli di calcolo utilizzati	7
4. DESCRIZIONE DEL PROGETTO	11
4.a. Cantierizzazione	13
5. LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO	14
6. DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO IN CUI SI INSERISCE IL PROGETTO	17
5.a. Classificazione acustica del territorio	17
5.b. Individuazione dei ricettori	17
7. ANALISI ACUSTICA DELLO STATO AMBIENTALE ANTE OPERAM	20
5.a. Modalità e Catena di misura	20
7.a. Misure fonometriche ante operam	22
8. ANALISI DELLE SORGENTI ACUSTICHE E CALCOLO PREVISIONALE IN FASE DI CANTIERE	24
8.a. Modello della rumorosità del cantiere	24
9. IMPATTO ACUSTICO DI CANTIERE – RISULTATI DI CALCOLO E CONCLUSIONI	27
All. 1 - Certificati di misura della strumentazione fonometrica	33
All. 2 - Scheda di Monitoraggio acustico di fondo attuale	36
All. 3 - Estremi di iscrizione all’albo ENTECA del tecnico acustico	37

1. INTRODUZIONE

La Società FRI-EL in data 23 gennaio 2023 ha presentato istanza di Valutazione di Impatto Ambientale al Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica, ai sensi dell’art.23 del D. Lgs. 152/2006, di un Progetto d’ammodernamento di un impianto eolico esistente “Parco Eolico Nulvi Tergu”, con la contestuale installazione di n. 15 aerogeneratori (al posto dei 35 aerogeneratori attualmente esistenti) della potenza nominale unitaria di 6,6 MW ciascuno e delle relative opere di connessione.

La presente costituisce una revisione della documentazione consegnata a gennaio 2023 che tiene conto dell’ottimizzazione del layout, a seguito della modifica del preventivo di connessione da parte del gestore di rete, prevedendo l’ammodernamento tecnico della esistente Stazione Elettrica di Utenza ubicata nel comune di Tergu (SS) e connessa, a sua volta, all’esistente CP 150/20 kV di Enel Distribuzione Spa di Tergu.

L’ottimizzazione del layout ha determinato una notevole riduzione dell’effetto antropico e un minor utilizzo di suolo. Nello specifico si riscontra:

- eliminazione della Stazione Elettrica di Utenza 150/30 kV, ubicata nel comune di Nulvi (SS);
- eliminazione del Cavidotto con livello di tensione 150 kV nei comuni di Nulvi (SS), Chiamonti (SS), Ploghe (SS) e Codrongianos (SS);
- eliminazione della Stazione Elettrica di Condivisione 150 kV, ubicata nel comune di Codrongianos (SS);
- il progetto di ammodernamento andrà ad interessare esclusivamente i comuni di Nulvi (SS) e Tergu (SS).

Inoltre, sono state effettuate alcune modifiche alla posizione degli aerogeneratori al fine di garantire una idonea distanza tra di essi, garantendo il rispetto di 5 volte il diametro del rotore lungo la direzione predominante del vento e 3 volte il diametro lungo la direzione perpendicolare a quella prevalente del vento.

Al fine di una più chiara ed immediata lettura, le modifiche indotte dall’ottimizzazione del layout rispetto quanto già presentato, saranno indicate con una diversa colorazione (blu).

La **revisione 00** della presente relazione tecnica è elaborata al fine di valutare, come richiesto dal Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica - Commissione Tecnica PNRR – PNIEC con nota CVTA/5959 del 22/05/2023, l’impatto acustico in via previsionale prodotto durante la fase di cantiere del progetto di ammodernamento complessivo (“repowering”) del “Parco Eolico Nulvi Tergu” esistente da 29,75 MW, con smantellamento degli attuali 35 aerogeneratori e sostituzione in riduzione degli stessi con l’installazione di 15 aerogeneratori, per una potenza totale definitiva di 99 MW.

Scopo della presente relazione previsionale di impatto acustico è quello di valutare le emissioni acustiche prodotte dalla demolizione degli aerogeneratori esistenti e dalle fasi realizzative e di scavo da parte dei mezzi d’opera per l’installazione dei nuovi aerogeneratori sui ricettori maggiormente esposti alle emissioni sonore riconducibili alle attività stesse di cantiere. In particolare sarà valutato il valore del livello sonoro ambientale (assoluto e, se applicabile, differenziale), contestualmente al rispetto dei limiti acustici, in vigore nella zona in cui saranno smantellate le turbine esistenti e saranno realizzate le nuove in progetto e presso i ricettori limitrofi, esposti alle emissioni riconducibili alle attività di cantiere.

Il presente studio definisce, quindi, alcuni scenari di impatto per la componente acustica: attraverso questa articolazione in scenari di lavorazione è possibile individuare la successione degli impatti diversi che il cantiere produrrà. Ogni scenario deve anche descrivere la sovrapposizione di diversi macchinari da cui discendono gli impatti acustici. Per ogni scenario si avranno una o più mappe di simulazione dell’impatto acustico in funzione della variabilità della posizione delle lavorazioni durante tale scenario.

La presente relazione tecnica di impatto, come tutti gli adempimenti riguardanti l’inquinamento acustico, è elaborata da un Tecnico competente in acustica ambientale iscritto all’elenco ENTeCA presso il MASE ai sensi del D.Lgs 42/2017 e della L. quadro n. 447/95.

2. METODOLOGIA DELLO STUDIO DI IMPATTO ACUSTICO IN FASE DI CANTIERE

Di seguito sono elencati gli step più salienti in cui il presente studio è articolato, che rispecchiano la procedura standard per un’obiettiva valutazione dell’impatto acustico e conducono ad un eventuale e corretto dimensionamento degli interventi di mitigazione sonora da prevedere durante la fase di cantiere.

- a. Analisi del quadro legislativo e normativo
- b. Descrizione del progetto e delle fasi di cantiere;
- c. Descrizione dell’area, classificazione degli edifici e dei relativi ricettori sensibili;
- d. Analisi ed individuazione delle sorgenti sonore presenti nell’area oggetto dell’intervento;
- e. Analisi delle sorgenti sonore di cantiere;
- f. Misura fonometrica del livello sonoro ante-operam in posizioni campione;
- g. Costruzione del modello tridimensionale del terreno (DTM), degli edifici (compresi i punti ricettori, delle sorgenti e delle interferenze spaziali);
- h. Valutazione dell’impatto acustico con la simulazione peggiorativa delle attività di cantiere in progetto come da indicazione del gestore relativamente al cronoprogramma opere;
- i. Dimensionamento degli interventi di bonifica acustica se necessari con valutazione del rumore a valle dell’inserzione dei suddetti interventi;

Una non corretta valutazione del clima acustico esistente può portare a sovrastimare o sottostimare gli impatti con conseguenti inadempienze dei limiti di legge oppure al sovradimensionamento delle opere di bonifica, quindi a soluzioni progettuali non coerenti. Il presente studio ha avuto come dati di base il monitoraggio ante-operam realizzato per la redazione della “Relazione previsionale di impatto acustico” (Elaborato: 224308_D_R_0330 Rev. 00) per il quale sono state eseguite nelle giornate del 21-22-23 luglio 2022 delle misure fonometriche ante operam finalizzate alla valutazione del clima acustico esistente.

3. RIFERIMENTI TECNICI E NORMATIVI

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

3.a. Normativa nazionale

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

I limiti massimi assoluti e differenziali, cui fare riferimento nelle valutazioni di inquinamento acustico, sono contenuti nel D.P.C.M. del 14/11/1997 Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore. Per i comuni che hanno adottato la zonizzazione acustica del territorio comunale, si fa riferimento alla classificazione in essa contenuta ed ai valori limite assoluti di immissione ed Emissione riportati nelle tabelle B e C allegate al D.P.C.M. del 14 novembre 1997:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

p_0 è il valore della pressione sonora di riferimento.

Livello di rumore ambientale (L_A): è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato “A” prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. Il rumore ambientale è costituito dall’insieme del rumore residuo e da quello prodotto dalle specifiche sorgenti disturbanti, con l’esclusione degli eventi sonori singolarmente identificabili di natura eccezionale rispetto al valore ambientale della zona. È il livello che si confronta con i limiti massimi d’esposizione:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Rumore con componenti tonali: emissioni sonore all’interno delle quali siano evidenziabili suoni corrispondenti ad un tono puro o contenuti entro 1/3 d’ottava e che siano chiaramente udibili (confronto con curva di Loudness ISO 226) e strumentalmente rilevabili. Si è in presenza di una componente tonale se il livello minimo di una banda supera i livelli minimi delle bande adiacenti per almeno

5 dB. La citata Legge Quadro definisce il periodo di riferimento diurno dalle ore 6.00 alle ore 22.00 ed il periodo di riferimento notturno dalle ore 22.00 alle ore 6.00.

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

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

3.b. Normativa regionale

In ottemperanza al DCPM 1 marzo 1991, la Regione Sardegna ha approvato con Deliberazione n. 62/9 del 14/11/2008 le “Direttive regionali in materia di inquinamento acustico ambientale” e disposizioni in materia di acustica ambientale. Il documento ha lo scopo di aggiornare e sostituire i “Criteri e linee guida sull’inquinamento acustico”, emanate con delibera n. 30/9 dell’8 luglio 2005. Il documento, tra l’altro, fornisce le indicazioni che le Amministrazioni comunali dovranno seguire per adeguare i propri regolamenti edilizi affinché nella costruzione degli edifici venga garantito il rispetto dei requisiti acustici passivi, ai sensi del D.P.C.M. del 5 dicembre 1997 e definisce le procedure per la redazione e approvazione dei Piani comunali di classificazione acustica.

Delibera del 12 novembre 2012, n. 45/34 - Linee guida per la installazione degli impianti eolici nel territorio regionale di cui alla Delib.G.R. n. 3/17 del 16.1.2009 e s.m.i. Conseguenze della Sentenza della Corte Costituzionale n. 224/2012. Indirizzi ai fini dell’attuazione dell’art 4 comma 3 del D.Lgs. n. 28/2011.

3.c. Normativa comunale

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

Il Comune di Nulvi ha recepito suddetta normativa e con Deliberazione di Consiglio Comunale n. 65 del 10/09/2008 ha approvato in via definitiva il Piano comunale, pertanto si applicano i valori limite assoluti di immissione riportati nella tabella C allegata al D.P.C.M. del 14 novembre 1997.

Il Comune di Tergu si è dotato del Piano di Classificazione acustica, approvato definitivamente con Deliberazione di Consiglio Comunale n. 31 del 20/10/2015; pertanto si applicano i valori limite assoluti di immissione riportati nella tabella C allegata al D.P.C.M. del 14 novembre 1997.

3.d. Modelli di calcolo utilizzati

ISO 9613-2

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

Di fatto tale norma non fa riferimento alcuno a sorgenti specifiche di rumore e invece esplicita nel dichiarare che non va applicata al rumore aereo, durante in volo dei velivoli, e al rumore generato da esplosioni di vario tipo. La norma pur non addentrandosi nella definizione delle sorgenti, specifica i criteri per la riduzione di sorgenti di vario tipo a sorgenti puntiformi, ovvero la semplificazione

risulta valida solo se la distanza tra il punto rappresentativo della sorgente ed il ricevitore è maggiore del doppio del diametro massimo dell'area emittente reale.

Il valore di pressione sonora in condizioni favorevoli alla propagazione si ottiene una propagazione in cui la sommatoria di attenuazioni è definita dalle relazioni seguenti:

$$L_P = L_W + DI - A$$

$$A = A_d + A_a + A_g + A_b + A_n + A_v + A_s + A_h$$

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

A_d : contributo legato alla divergenza geometrica delle onde sonore determinabile con la relazione seguente:

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

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

A_a : attenuazione per assorbimento atmosferico*

A_g : attenuazione per effetto del suolo*

A_b : attenuazione per diffrazione da parte di ostacoli (barriere);

A_n : attenuazione per effetto di variazioni dei gradienti verticali di temperatura e di velocità del vento e della turbolenza atmosferica*

A_v : attenuazione per attraversamento di vegetazione*

A_s : attenuazione per attraversamento di siti industriali*

A_h : attenuazione per attraversamento di atti residenziali*

*: attenuazioni di bassa entità per distanze fino a i 100 m

L'attenuazione A_g (ground) nel caso non si abbiano dati di potenza sonora espressi in frequenza, è determinabile con una formula semplificata a larga banda:

$$A_{ground} = 4,8 - \frac{2h_m}{d} \left(17 + \frac{300}{d} \right)$$

dove

d è la distanza tra sorgente e ricevitore [m]

h_m è l'altezza media dal suolo del cammino di propagazione [m]

Non tutti questi parametri sono sempre applicabili o hanno influenza sul risultato finale (ad esempio l'effetto di attenuazione del suolo è influente a partire da 50 m e solo per le medie frequenze). L'attenuazione A_n tiene in conto anche della variabilità statistica dei fenomeni atmosferici di gradienti termici e vento.

Software SoundPLAN

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

La peculiarità del modello SoundPlan si basa sul metodo di calcolo per "raggi" (Metodologia ray-tracing). Il sistema di calcolo fa dipartire dal ricevitore una serie di raggi, ciascuno dei quali analizza la geometria della sorgente e quella del territorio, le riflessioni e la presenza di schermi. Studiando il metodo con maggior dettaglio, si vede che ad ogni raggio che parte dal 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. Pertanto, sorgenti lineari come strade e ferrovie vengono discretizzate in tanti singoli punti sorgente, ciascuno dei quali fornisce un contributo. La somma dei contributi associati ai vari raggi va quindi a costituire il livello di rumore prodotto dall'intera sorgente sul ricevitore.

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

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

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

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

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

Standard di calcolo NMPB96

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

$$L_{A_{mi}} = [(E_{VL} + 10 \log Q_{VL}) (+) (E_{PL} + 10 \log Q_{PL})] + 20 + 10 \log (L) + R(i)$$

dove:

(+) indica l'operazione di somma energetica;

LAWi = livello di potenza sonora (ponderata A) dell'i-esimo tratto di strada di lunghezza li (in metri);

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

QVL, QPL = flusso orario rispettivamente di veicoli leggeri e pesanti (n° veicoli/ora)

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

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

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

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

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

$$L = 0.5 d$$

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

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

4. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Oggetto della presente relazione è, come detto, la valutazione previsione di impatto acustico dell’opera in progetto che prevede ammodernamento complessivo (“repowering”) del “Parco Eolico Nulvi Tergu” esistente da 29,75 MW, con smantellamento degli attuali 35 aerogeneratori e sostituzione in riduzione degli stessi con l’installazione di 15 aerogeneratori, per una potenza totale definitiva di 99 MW.

L’impianto eolico esistente, da dismettere, è costituito come di seguito descritto:

- ✓ n° 35 aerogeneratori (modello Vestas V52) e relative fondazioni, piazzole e viabilità;
- ✓ cavidotto interrato di collegamento in media tensione (MT = 20 kV) fra gli aerogeneratori e la Stazione di Utenza;
- ✓ n° 1 Stazione elettrica di Utenza con relativi impianti elettrici MT/AT (MT = 20 kV -AT=150 kV) ubicata nel Comune di Tergu;

Le macchine hanno tutte una potenza dichiarata di 850 kW per un totale di 29,75 MW con tre pale, un rotore da 52 m di diametro ed un’altezza di hub di 55 m.

L’impianto eolico esistente come innanzi descritto, è ubicato a nord del comune di Nulvi (SS) e a Sud del comune di Tergu (SS).

Le opere di connessione, il cavidotto di collegamento e la stazione di utenza sita in prossimità della “C.P. Tergu” interessano i territori comunali di Nulvi e Tergu.

Il progetto prevede la dismissione dell’impianto esistente ed in particolare degli aerogeneratori, con relative fondazioni e cabine di trasformazione BT/MT a base torre, delle piazzole e viabilità, delle linee di cavo interrato MT, della stazione elettrica d’utenza.

Il nuovo progetto prevede la realizzazione nelle stesse aree di un nuovo impianto eolico costituito da 15 aerogeneratori e relative opere accessorie per una potenza complessiva di 99 MW. L’impianto sarà costituito da aerogeneratori della potenza unitaria di 6,6 MW, diametro del rotore di 170 m ed altezza complessiva di 200 m. In particolare, l’impianto eolico avrà le seguenti caratteristiche:

- n° 15 aerogeneratori e relative fondazioni, piazzole e cavidotti interrati in media tensione (MT= 30 kV);
- Stazione elettrica di Utenza 150/30KV ricadente nel comune di Nulvi;
- Stazione elettrica 380/150KV RTN ricadente nel comune di Codrongianos (SS);
- Cavidotti in AT di collegamento tra la stazione elettrica di Utenza e la stazione di condivisione;
- Impianto di Utenza per la connessione;
- Impianto di rete per la connessione.

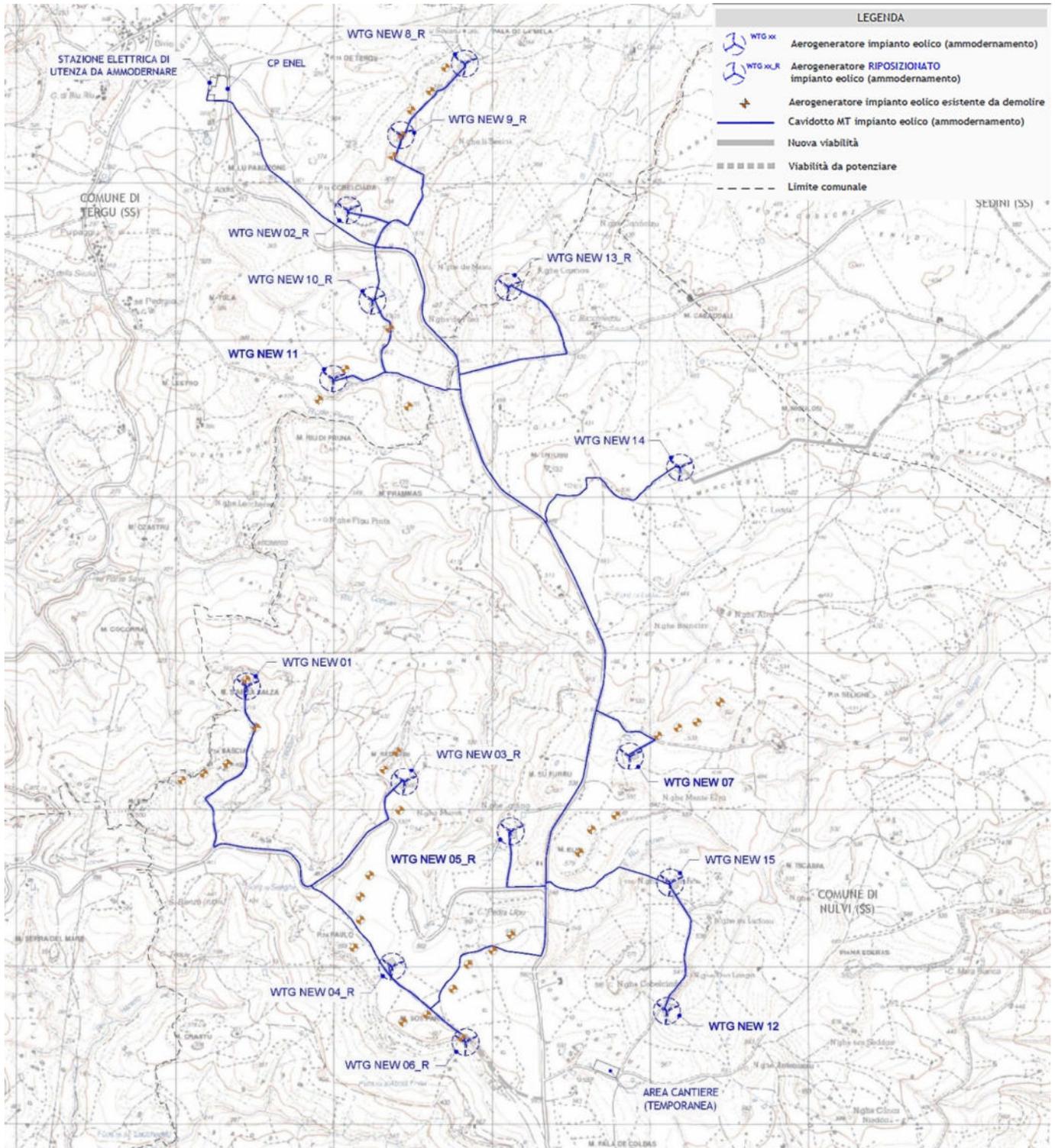


Figura 1: Corografia d’inquadramento – fuori scala

4.a Cantierizzazione

La fase di cantiere comprende la Dismissione dell'impianto eolico esistente e la realizzazione del nuovo impianto. Di seguito si descrivono nel dettaglio le fasi previste:

1. Dismissione dell'impianto eolico esistente

La prima fase del progetto consiste nello smantellamento dell'impianto attualmente in esercizio.

La dismissione comporterà in primo luogo l'adeguamento delle piazzole e della viabilità per poter allestire il cantiere, sia per la dismissione delle opere giunte a fine vita, sia per la costruzione del nuovo impianto; successivamente si procederà con lo smontaggio dei componenti dell'impianto ed infine con l'invio dei materiali residui a impianti autorizzati ad effettuare operazioni di recupero o smaltimento.

Non saranno oggetto di dismissione tutte le infrastrutture utili alla realizzazione del nuovo parco potenziato, come la viabilità esistente, le opere idrauliche ad essa connesse e le piazzole esistenti, nei casi in cui coincidano parzialmente con le nuove piazzole di montaggio. Anche la stazione elettrica d'utenza, l'impianto di utenza e di rete per la connessione non saranno oggetto di dismissione, a meno della sostituzione di un trasformatore all'interno della stazione elettrica d'utenza con uno più grande.

Le operazioni di smantellamento saranno eseguite secondo le seguenti procedure, in conformità con la comune prassi da intraprendere per il completo smantellamento di un parco eolico:

1. Smontaggio del rotore, che verrà collocato a terra per poi essere smontato nei componenti, pale e mozzo di rotazione;
2. Smontaggio della navicella;
3. Smontaggio di porzioni della torre in acciaio pre-assemblate;
4. Demolizione del primo metro e mezzo (in profondità) delle fondazioni in conglomerato cementizio armato;
5. Rimozione dei cavidotti e dei relativi cavi di potenza;
6. Demolizione stazione elettrica di utenza;
7. Riciclo e smaltimento dei materiali;
8. Ripristino delle aree che non saranno più interessate dall'installazione del nuovo impianto eolico mediante la rimozione delle opere, il rimodellamento del terreno allo stato originario ed il ripristino della vegetazione. Si precisa che i prodotti dello smantellamento (acciaio delle torri, calcestruzzo delle opere di fondazione, cavi MT e apparecchiature elettriche ed elettromeccaniche, ecc...) saranno oggetto di una accurata valutazione finalizzata a garantire il massimo recupero degli stessi. Si calcola che oltre il 90% dei materiali dismessi possa essere riutilizzato in altre comuni applicazioni industriali.

La descrizione delle operazioni di smantellamento dell'impianto eolico esistente e del conseguente smaltimento è stata approfondita con la predisposizione del seguente documento, a cui si rimanda per dettagli:

224308_D_R_0325 Piano di dismissione dell'impianto eolico esistente

2. Realizzazione del nuovo impianto

La seconda fase del progetto, che consiste nella realizzazione del nuovo impianto eolico.

L'intervento prevede l'installazione di 15 nuovi aerogeneratori di ultima generazione, con dimensione del diametro di 170 m e potenza pari a 6,6 MW ciascuno. La viabilità interna al sito sarà mantenuta il più possibile inalterata, in alcuni tratti saranno previsti solo degli interventi di adeguamento della sede stradale mentre in altri tratti verranno realizzati alcune piste ex novo, per garantire il trasporto delle nuove pale in sicurezza e limitare per quanto più possibile i movimenti terra. Sarà in ogni caso sempre seguito e assecondato lo sviluppo morfologico del territorio. Sarà parte dell'intervento anche la posa del nuovo sistema di cavidotti interrati MT e AT e la realizzazione della nuova stazione elettrica di Utenza e la stazione elettrica di Condivisione. Il tracciato di progetto, interamente interrato, seguirà principalmente il percorso del tracciato del cavidotto esistente, a meno di un breve tratto all'interno del parco eolico, che, tuttavia, comporterà, una riduzione dello sviluppo complessivo del cavidotto.

5. LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO

Il Progetto di ammodernamento è realizzato nell’ambito dello stesso sito in cui è localizzato l’Impianto eolico esistente, autorizzato ed in esercizio, dove per stesso sito si fa riferimento alla definizione del comma 3-bis dell’art. 5 del D. Lgs. N. 28/2011.

L’impianto eolico esistente è costituito da 35 aerogeneratori realizzato nei Comuni di Tergù e Nulvi, con opere di connessione ricadenti nel Comune di Tergù (SS), dove il cavidotto in media tensione interrato raggiunge la Stazione Elettrica di Utenza 150/20 kV, a sua volta connessa alla dell’esistente C.P. 150/20 kV di Enel Distribuzione Spa di Tergu.

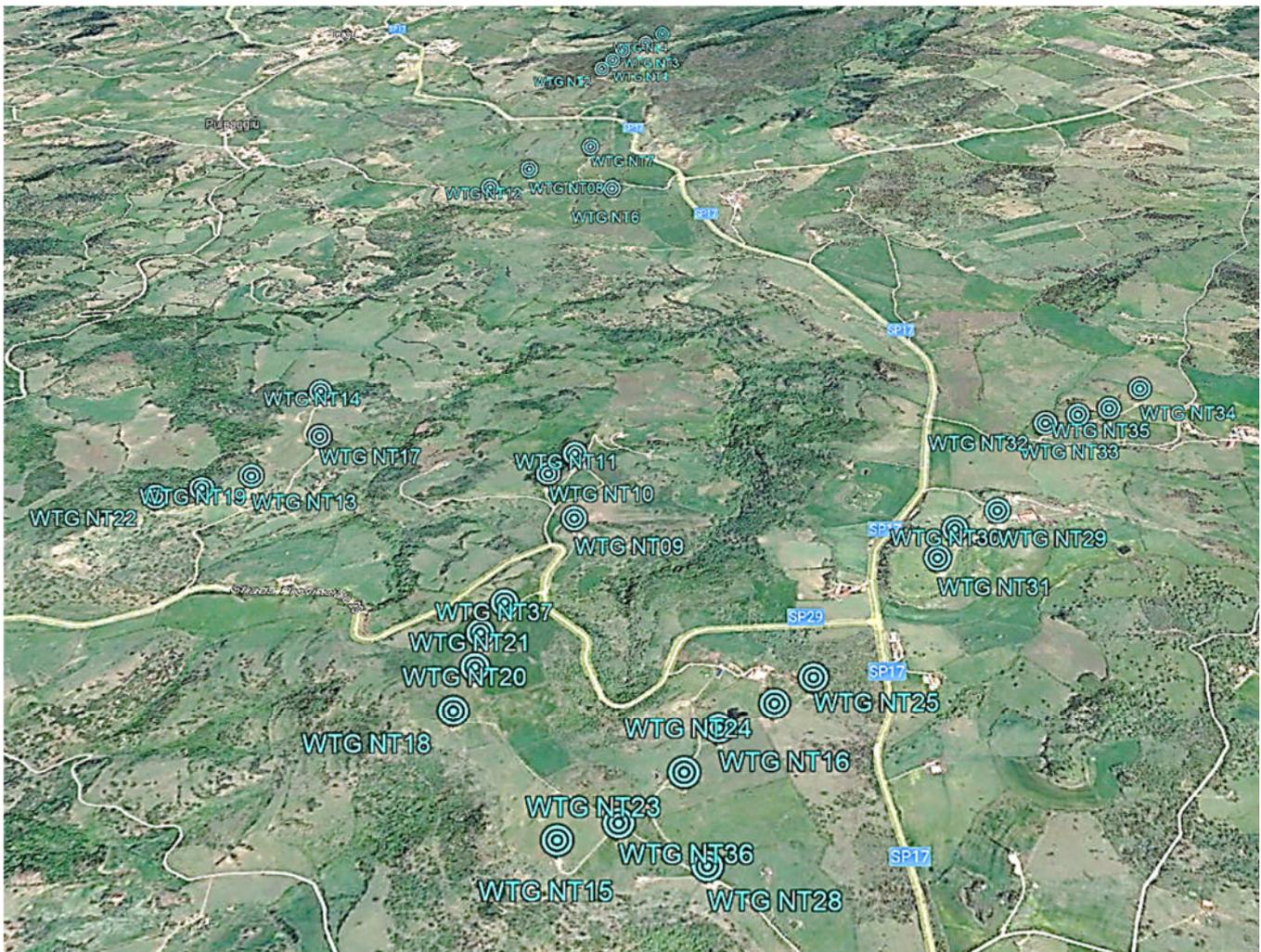


Figura 2: Vista aerea dei punti di ubicazione degli aerogeneratori da smantellare

L’ammodernamento complessivo dell’impianto eolico esistente, consta nell’installazione di 15 aerogeneratori con diametro massimo pari a 170m da realizzare nel medesimo sito. Le opere connesse ed infrastrutture indispensabili saranno ubicate nei comuni di Tergu, Nulvi, Sedini, Chiaramonti, Ploaghe e Codrongianos collegato alla Rete Elettrica Nazionale mediante connessione con uno stallo a 150 KV in antenna all’interno della Stazione elettrica 380/150KV RTN ricadente nel comune di Codrongianos (SS).

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

Tabella 1: Ubicazione degli aerogeneratori del progetto di ammodernamento

AEROGENERATORE	COORDINATE AEROGENERATORE UTM (WGS84) - FUSO 32		COORDINATE AEROGENERATORE GAUSS BOAGA - WEST		Identificativo catastale			Elevazione Z [m]
	Long. E [m]	Lat. N [m]	Long. E [m]	Lat. N [m]	Comune	Foglio	Particella	
WTG NEW 01	476.380,0	4.519.595,0	1.476.409,6	4.519.603,4	NULVI	6	124	427,5
WTG NEW 02_R	477.019,0	4.522.631,0	1.477.048,5	4.522.639,5	TERGU	2 - Sez. B	394	390,5
WTG NEW 03_R	477.376,0	4.518.983,0	1.477.405,6	4.518.991,4	NULVI	10	10	508,8
WTG NEW 04_R	477.298,0	4.517.809,0	1.477.327,6	4.517.817,4	NULVI	10	145	575,9
WTG NEW 05_R*	478.047,0	4.518.667,0	1.478.076,6	4.518.675,4	NULVI	10	8	513,9
WTG NEW 06_R	477.762,0	4.517.328,0	1.477.791,6	4.517.336,4	NULVI	14	137	597,0
WTG NEW 07	478.800,0	4.519.148,0	1.478.829,6	4.519.156,4	NULVI	8	123	525,5
WTG NEW 08_R*	477.757,0	4.523.566,0	1.477.786,5	4.523.574,5	TERGU	2 - Sez. B	259	368,9
WTG NEW 09_R	477.354,0	4.523.111,0	1.477.383,5	4.523.119,5	TERGU	2 - Sez. B	253-302	410,5
WTG NEW 10_R	477.174,0	4.522.058,0	1.477.203,6	4.522.066,5	TERGU	4 - Sez. B	13-124	387,0
WTG NEW 11	476.926,0	4.521.559,0	1.476.955,6	4.521.567,5	TERGU	4	207	403,0
WTG NEW 12	479.034,0	4.517.526,0	1.479.063,6	4.517.534,4	NULVI	11	244	544,5
WTG NEW 13_R	478.033,0	4.522.143,0	1.478.062,6	4.522.151,5	TERGU	3 - Sez. B	58	408,0
WTG NEW 14	479.118,0	4.520.990,0	1.479.147,6	4.520.998,5	NULVI	5	14	462,0
WTG NEW 15	479.056,0	4.518.341,0	1.479.085,6	4.518.349,4	NULVI	11	15-16	522,5

*: turbine per le quali è utilizzato il modello STE

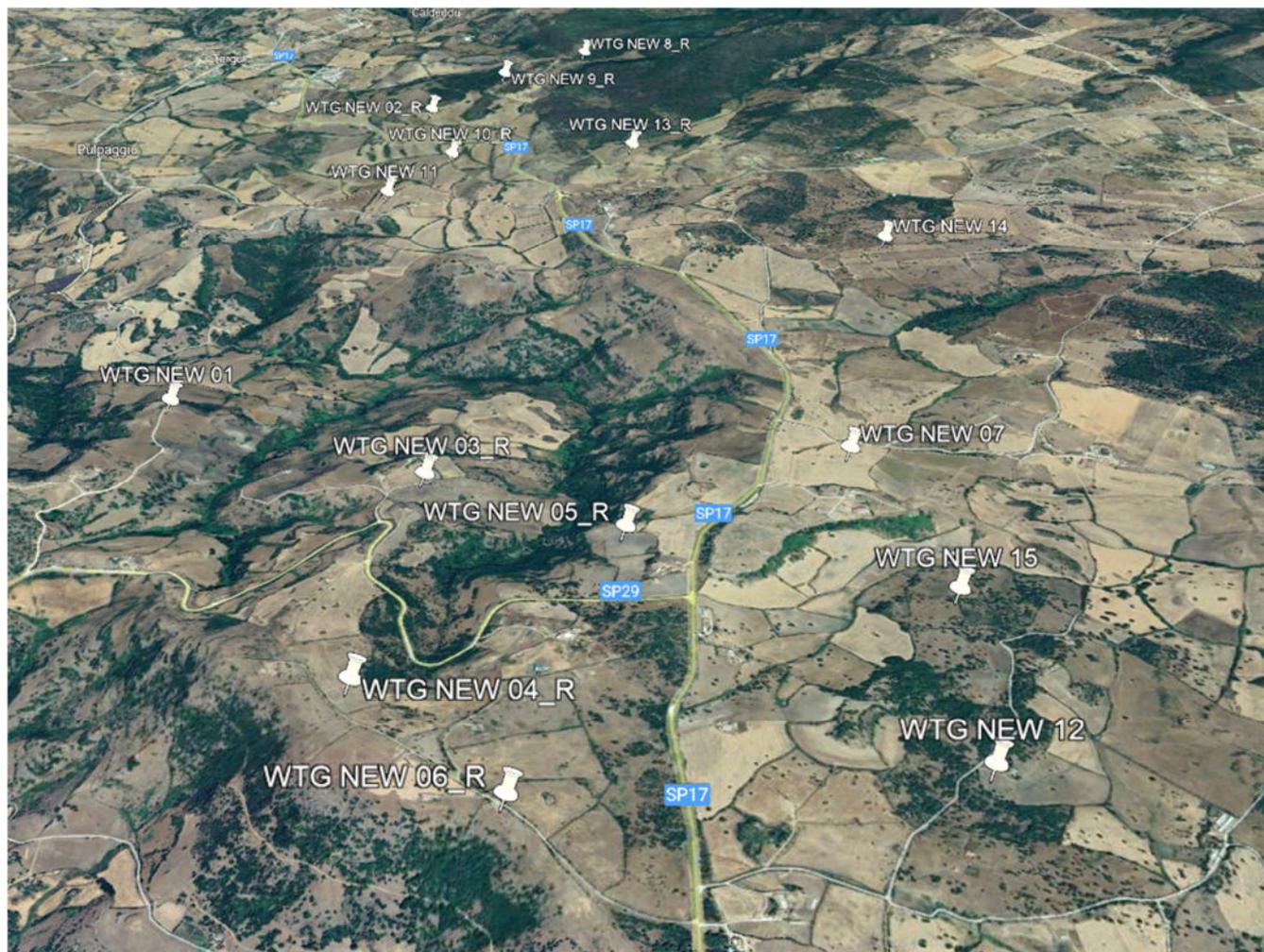


Figura 3: Vista aerea dei punti di ubicazione degli aerogeneratori del progetto di ammodernamento

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

5.a. Classificazione acustica del territorio

L’area di ubicazione degli aerogeneratori ricade, secondo quanto previsto dal Piano comunale di classificazione acustica del Comune di Nulvi, approvato con Deliberazione del Consiglio Comunale n. 65 del 10/09/2008 e da quello del Comune di Tergu, approvato con Deliberazione del Consiglio Comunale n. 31 del 20/10/2015, in Classe acustica III - Aree di tipo misto. Analogamente i ricettori ricadono tutti in Classe acustica III.

5.b. Individuazione dei ricettori

Il presente studio ha valutato le aree di impatto da cantiere con presenza di ricettori in corrispondenza delle aree interessate dello smantellamento delle torri esistenti e dalla realizzazione delle torri dell’impianto eolico di progetto.

In prossimità di dette aree sono stati individuati 13 sono ricettori di tipo abitativo/residenziale (tra questi sono state considerate anche le strutture agrituristiche); per essi in altro elaborato sono svolte le valutazioni di confronto con i Limiti di Norma di immissione (assoluta e differenziale per il solo esercizio d’impianto). I restanti ricettori presenti non sono accatastati come residenze ma spesso depositi o sono collabenti/diruti.

I ricettori considerati per la definizione dell’impatto acustico del cantiere di realizzazione dell’opera oggetto di studio saranno soggetti ai rumori provenienti dalle sorgenti di cantiere per le varie fasi di realizzazione. I ricettori individuati ricadono nel territorio del Comune di Nulvi, uno solo nel Comune di Tergu.

Tutti i ricettori ricadono tutti in Classe acustica III.

Per ogni ricettore preso in considerazione la Tabella 2 riporta i dati catastali, la localizzazione (coordinate in formato UTM - WGS84) e la classe acustica di appartenenza con i relativi limiti.

Tabella 2: Ubicazione e dettaglio degli edifici ricettori

Recettore	Comune	Foglio	Particella	UTM - WGS84		Classe acustica Valore limite periodo diurno LAeq - dB(A)
				Long. E [m]	Lat. N [m]	
2	NULVI (SS)	6	130	476472,27	4518598,95	Classe III 60
23	NULVI (SS)	11	224	D10	478403,59	Classe III 60
24	NULVI (SS)	11	226	D10	478382,46	Classe III 60
26	NULVI (SS)	11	248	478341,29	4517733,51	Classe III 60
33	NULVI (SS)	11	241	478342,03	4516913,00	Classe III 60
56	NULVI (SS)	8	80	479496,27	4519327,33	Classe III 60
57	NULVI (SS)	8	153	479494,72	4519294,28	Classe III 60
73	NULVI (SS)	4	194	477936,98	4521370,85	Classe III 60
78	NULVI (SS)	4	199 - 200 - 201 - 202 203 - 204 - 205 - 206	477933,46	4521313,67	Classe III 60
97	TERGU (SS) - sez B	2	277	477239,24	4524056,75	Classe III 60
99	NULVI (SS)	4	214	478286,84	4521000,28	Classe III 60
100	NULVI (SS)	4	215	478295,00	4520976,28	Classe III 60
101	NULVI (SS)	4	221	478315,72	4520861,07	Classe III 60

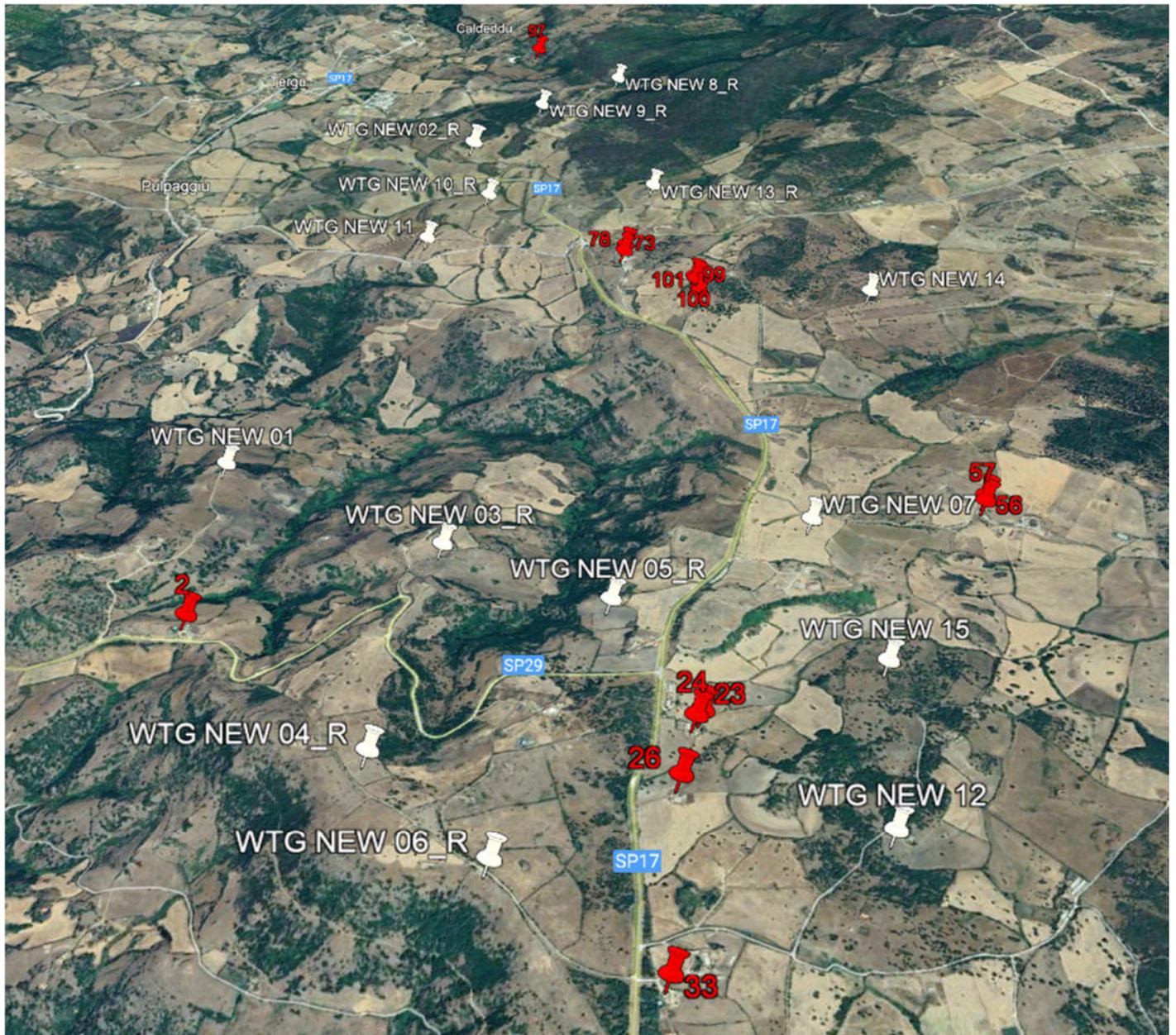


Figura 4: Vista aerea delle 15 nuove turbine impianto in sostituzione con ubicazione dei ricettori residenziali/strutture agrituristiche (rossi)

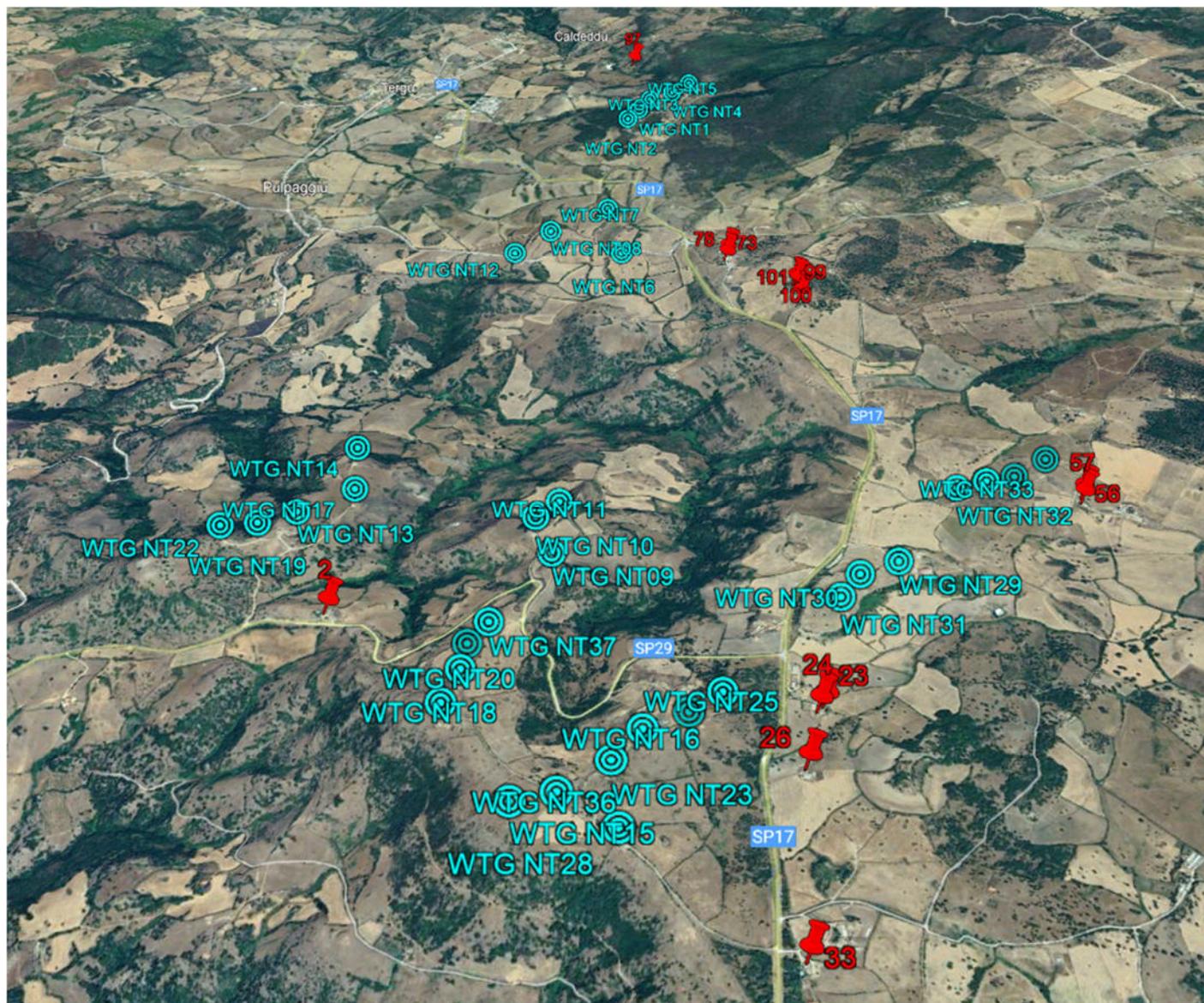


Figura 5: Vista aerea delle 35 turbine dell'impianto esistente con ubicazione dei ricettori residenziali/strutture agrituristiche (rossi)

7. ANALISI ACUSTICA DELLO STATO AMBIENTALE ANTE OPERAM

Il processo d’analisi territoriale che ha portato alla completa caratterizzazione dello scenario ante - operam ha riguardato, come da specifiche indicazioni normative, la lettura fisico-morfologia dei luoghi e l’individuazione dei potenziali recettori, con relativa descrizione degli usi e dell’attuale clima acustico d’area (descritto mediante specifiche verifiche strumentali), oltre che della classe acustica di riferimento. Il Clima acustico attuale della località di insidenza dell’impianto eolico esistente e di progetto insistenti nell’agro di Nulvi (SS) e Tergu (SS), è caratterizzato da sorgenti acustiche di origine naturale (animali, vento, ecc.) e di origine antropica: le lavorazioni nei campi, le attività agrituristiche e il traffico sulla S.P. 17 e sulle strade comunali insistenti nell’area.

5.a. Modalità e Catena di misura

Tutte le misure sono state effettuate con microfono posizionato su di un cavalletto a ca. 2,5 [m] di altezza dal suolo, distanti dall’edificio ricettore più prossimo e protetti da dispositivo antivento. Nelle schede in allegato le foto della postazione di misura con la stazione meteo posta a distanza dal punto di misura ad un’altezza di 3m dal suolo. La durata delle misure è stata scelta di 24 minime in conformità ai contenuti dell’allegato 1 del D.M. 1 giugno 2022. Lo strumento è stato impostato per la rilevazione del livello equivalente in dB(A) e spettri di frequenza in 1/3 di ottava (20Hz ÷ 20KHz). All’inizio e al termine delle sessioni di misura è stato eseguito il controllo di calibrazione a 114 dB – 1000 Hz, con esito positivo. Il dispositivo era disposto in cabinet per monitoraggi di lungo periodo con alimentazione a pannello solare e protezione atmosferica.

La catena di misura adottata è costituita come da tabella seguente sulla base di un fonometro in classe 1 analizzatore statistico e in frequenza modello Larson Davis 831. Il fonometro è conforme alla Normativa tecnica di settore. L’intera catena fonometrica impiegata, filtri, microfoni e calibratore di livello sonoro tutti di classe 1, è stata sottoposta a verifica di conformità secondo gli standard delle norme CEI EN 61672-1:2003 ed ha taratura in corso di validità (vv. allegato 1). La fase di elaborazione dei dati acustici registrati ha comportato l’utilizzo di software applicativi legati al fonometro impiegato.

Parallelamente ad ogni sessione di misura fonometrica sono stati rilevati i principali parametri meteorologici come da report tecnico riportato, in particolare velocità e direzione del vento per poter operare la correlazione di cui al paragrafo precedente.

Tabella 3: Elenco della strumentazione utilizzata

Descrizione		Modello	Matricola
Fonometro integratore Larson Davis	Classe 1	LD 831	2399
Capsula microfonica PCB	Classe 1	377B02	129170
Calibratore 94-114 dB Larson Davis	Classe 1	CAL 200	8033
Stazione meteorologica con data logger	Ventus	W835	-

Per effettuare la calibrazione del fonometro integratore, prima di ogni ciclo di misura, è stato utilizzato il calibratore modello CAL200, Larson Davis e conforme alla norma IEC 942 (1988) Classe 1. Anche il calibratore è stato tarato in conformità alla legislazione vigente. Sulla base delle caratteristiche strumentali, di accuratezza e precisione correlate, si stima un errore associato ai dati misurati pari a 0,8÷1 dB. Di seguito si riportano le caratteristiche del fonometro e del microfono:

NORMATIVE:

- IEC-601272 2002-1 Classe 1
- IEC-60651 2001 Tipo 1
- IEC-60804 2000-10 Tipo 1
- IEC 61252 2002
- IEC 61260 1995 Classe 0

- ANSI S1.4 1983 e S1.43 1997 Tipo 1
- ANSI S1.11 2004
- Direttiva 2002/96/CE, WEEE –Direttiva 2002/95/CE, RoHS

Microfono in dotazione:

- Microfono a condensatore da 1/2” a campo libero a PCB 377°02
- Correzione elettronica ‘incidenza casuale’ per microfoni a campo libero
- Sensibilità nominale 50mV/Pa. Capacità: 18 pF – Risposta in frequenza: 4Hz – 20kHz ± 1 dB.
- Preamplificatore microfonico: tipo PRM-831 con attacco Switchcraft
- compatibile per cavi di prolunga da 5m, 10m, 30m, 50m, 100m, 200m.

GAMMA DINAMICA:

- Gamma dinamica in modalità fonometrica > 125 dB(A) (linearità>116dB(A))
- Gamma dinamica per analisi in frequenza 1/1 e 1/3 d’ottava > 110dB
- Livello minimo rilevabile: <15.0 dB(A) e Livello massimo rms: >140 dB(A), 143 dB Picco. (con mic. 377B02)

RILEVATORI:

- Valori: Fast, Slow, Impulse, Leq, Picco paralleli e per ognuna delle 3 curve di ponderazione (A), (C) e (Lin).

7.a. Misure fonometriche ante operam

La caratterizzazione della rumorosità ambientale esistente nell’area, in relazione della grande variabilità spaziale e temporale delle emissioni acustiche dovute al traffico veicolare ed ai suoni naturali diurni e notturni, è stata eseguita ricorrendo a rilievi strumentali (misura del rumore in continuo) da parte di Tecnico Competente in Acustica in due punti scelti nell’impianto e presso due ricettori (entrambi con attività agrituristiche). Sono state scelte due posizioni di misura fonometrica, in due aree nell’impianto attuale, distanti oltre 500 e 800m dalla Turbina esistente più vicina, pertanto rappresentative del clima acustico dell’area di impianto e presso due ricettori (R33 – R73); in particolare il microfono è stato collocato a circa 2,5 metri di altezza, per una durata di 24 h in continuo su entrambi i periodi di riferimento diurno e notturno. Le attività di misura si sono svolte nelle giornate e notti del 21, 22 e 23 luglio 2022. I risultati fonometrici e statistici sono riportate **nell’allegato 2** alla presente con le schede di misura effettuate.

In ogni scheda di misura sono riportati i grafici temporali di ciascuna misurazione. I grafici dB-tempo mostrano gli andamenti dei livelli sonori rilevati, in essi la curva sottile rappresenta l’andamento del livello equivalente di breve periodo (campionamento 0.1 sec); la curva bordeaux, invece, il livello equivalente mediato sui 10’ nel tempo, sono anche riportati dati ei LAeq per l’intera misura, per i periodi diurno e notturno e dati statistici e in frequenza dei due periodi di riferimento per il rumore rilevato. Da tale determinazione sono stati esclusi, se presenti, eventi atipici e straordinari mediante mascheratura degli stessi. Viene riportato l’inquadramento territoriale del punto di misura, la foto della postazione e le analisi statistiche e in frequenza.

Di seguito si riporta il risultato della simulazione ante operam mediante mappe cromatiche delle curve isofoniche del periodo diurno, l’unico considerato dato che le attività di cantiere si svolgono soltanto di giorno. Vista l’orografia dell’area e della disposizione delle Turbine eoliche, le mappe sono state orientate con Nord in alto della mappa.

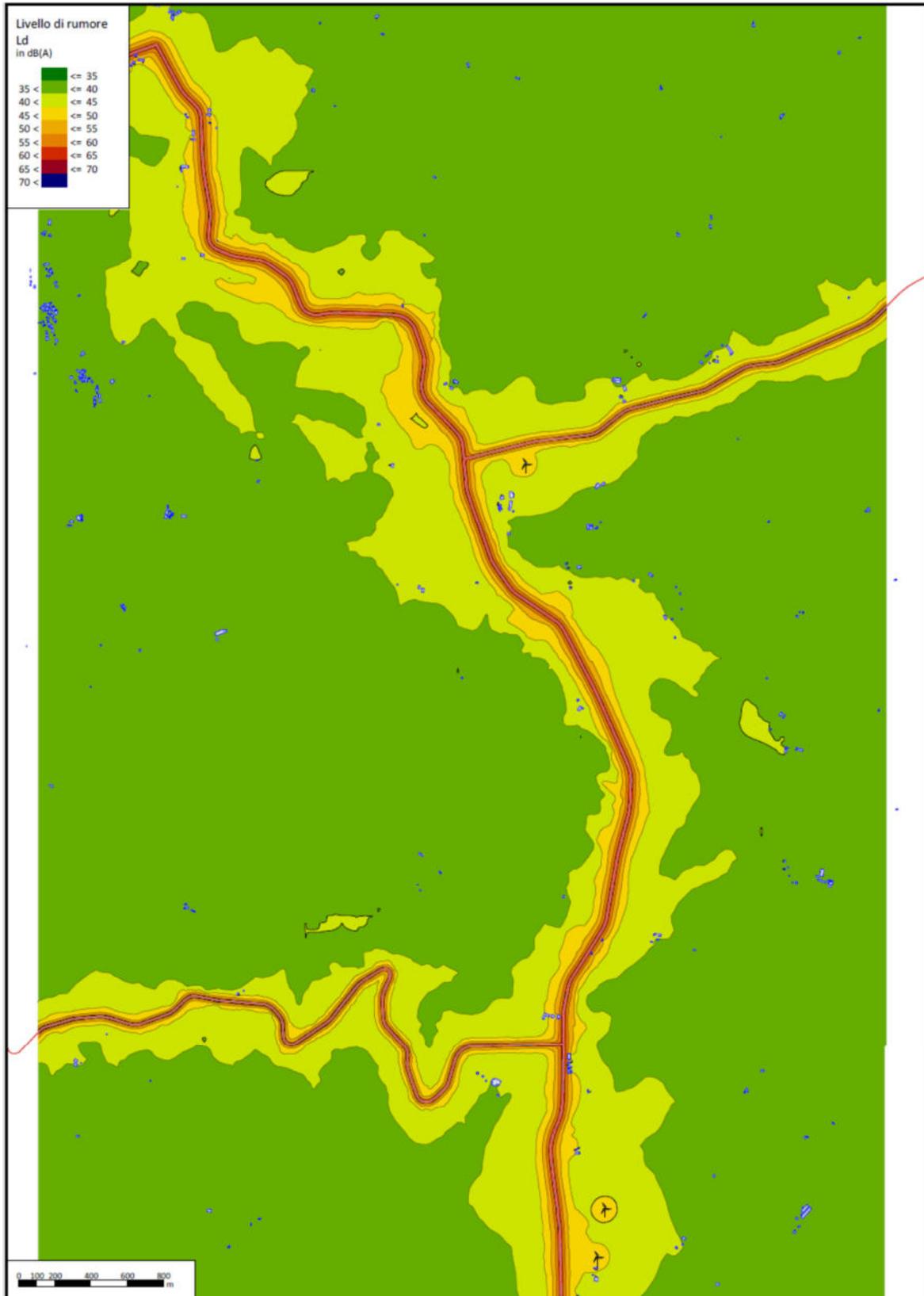


Figura 6: Mappa acustica di propagazione FONDO ante operam diurno

8. ANALISI DELLE SORGENTI ACUSTICHE E CALCOLO PREVISIONALE IN FASE DI CANTIERE

8.a Modello della rumorosità del cantiere

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

Come descritto precedentemente (cfr. par. 4.a), la cantierizzazione consta di due fasi: 1. Dismissione dell'impianto eolico esistente, 2. Realizzazione del nuovo impianto. Ai fini acustici la modellizzazione (che ha tenuto conto delle fasi di lavoro comunicate dalla committenza, come da cronoprogramma riportato in Figura 7) prevede tre diverse simulazioni:

1. demolizione delle turbine esistenti
2. realizzazione delle Opere civili per le nuove turbine
3. Montaggio delle nuove turbine

Ai fini acustici la modellizzazione ha tenuto conto delle fasi di lavoro come comunicate dalla committenza. È stata pertanto eseguita la simulazione di cantiere che ha considerato anche i flussi di traffico e materiali di cantiere. Il numero di veicoli pesanti diurni **orari massimi** sono stati modellizzati all'interno del modello di calcolo secondo le indicazioni del progetto suddivisi nei tratti coinvolti dal traffico di cantiere.

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

Demolizione turbine esistenti:

- Smontaggio degli aerogeneratori;
- Rimozione dei cavidotti e dei relativi cavi di potenza;
- Demolizione delle fondazioni;
- Smantellamento delle piazzole e delle strade;
- Rimozione della Stazione Elettrica d'Utenza;
- Rimozione impianto di utenza per la connessione;
- Riciclo e smaltimento dei materiali;

Realizzazione nuove turbine:

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

Montaggio delle nuove turbine

- trasporto e montaggio degli aerogeneratori;

In via generale, il cronoprogramma dei lavori di realizzazione prevede (a seguito dell'apprestamento del cantiere) dapprima la dismissione degli aerogeneratori esistenti, poi la dismissione dei cavidotti interni esistenti, poi la dismissione delle piazzole e della

viabilità esistente, poi la realizzazione della nuova viabilità, poi le lavorazioni edili delle nuove turbine, poi il montaggio di torre e pale nei nuovi aerogeneratori, poi le pose delle nuove linee elettriche.

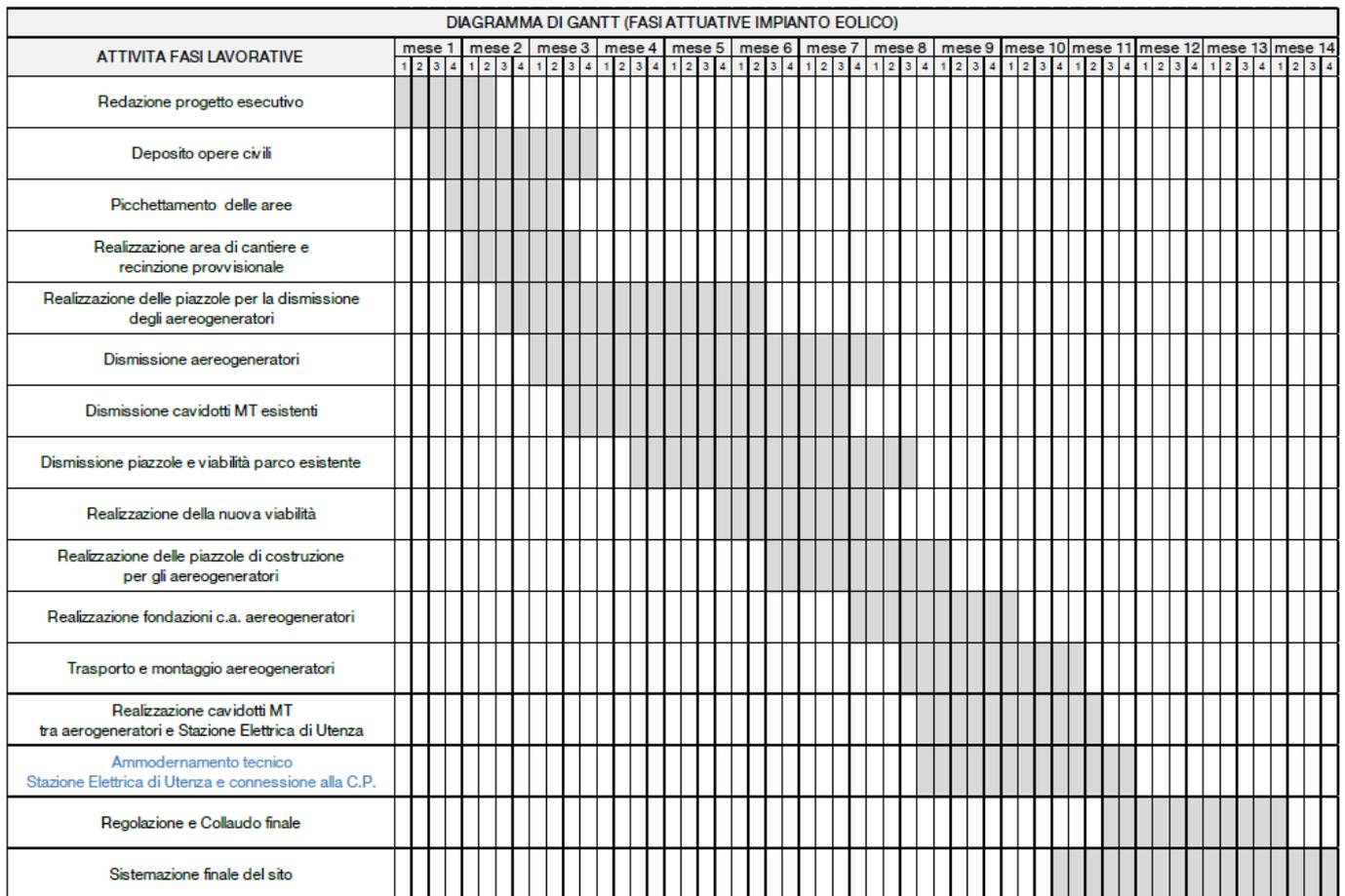


Figura 7: Cronoprogramma dei lavori

Di seguito si riporta l’elenco delle attrezzature di cantiere utilizzate per l’esecuzione delle fasi di cui sopra nella modellizzazione acustica. La demolizione e la costruzione non avverranno contemporaneamente. Si sono definite le 3 macrofasi/scenari principali peggiorative di Demolizione turbine esistenti, Opere Civili e Montaggio turbine:

- automezzo dotato di gru;
- pale escavatrici, per l’esecuzione di scavi a sezione obbligata;
- macchinari perforatrici per i pali di fondazione aerogeneratori;
- pale meccaniche, per movimenti terra ed operazioni di carico/scarico di materiali dismessi;
- autocarri, per l’allontanamento dei materiali di risulta e dei rifiuti.

La fase di montaggio prevede il trasporto dei pezzi di turbina verso i cantieri realizzativi, stimando 15-20 viaggi di trasporto per ciascun aerogeneratore si sono dislocati un numero peggiorativo di 2-3 viaggi/ora (mediamente 20 viaggi/giorno).

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

Attrezzatura da lavoro	n. attrezzature	Macrofase di Cantiere	Dato di rumorosità Lw dBA	Fattore di contemporaneità orario
Autogru	1	Demolizione	101	100%
	2	Montaggio		
Macchine perforatrici	1	Opere civili	110	60%
Martello demolitore	1	Demolizione	108	40%
Rullo Compattatore	1	Opere civili	107	40%
Autocarro dumper	2	Demolizione	106	50%
	1	Opere civili		
	1	Montaggio		
Escavatore	2	Demolizione	109	50%

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

9. IMPATTO ACUSTICO DI CANTIERE – RISULTATI DI CALCOLO E CONCLUSIONI

Sulla base dei rilievi e le osservazioni sul luogo effettuati, si è potuto determinare il clima acustico globale dell’area per poi implementare i dati di progetto nel software previsionale di propagazione sonora (algoritmo di propagazione utilizzato ISO 9613-2) tramite i dati previsti di cantiere di cui ai paragrafi precedenti. Il modello previsionale tiene in considerazione le caratteristiche geometriche e morfologiche del territorio e permette di calcolare il livello di emissione sonora in funzione delle attrezzature di lavoro previste per le varie fasi di cantiere, comunicato dal Committente e dai progettisti. Il Clima acustico ante operam è stato rilevato sul sito ottenendo valori compresi tra 35 e 54 dBA di LAeq periodo diurno, tale dato è stato poi modellizzato in taratura ante-operam.

Nella tabella risultati seguente sono riportate le emissioni prodotte ai singoli ricettori nell’area di cantiere modellizzati nel periodo diurno.

Si riportano di seguito le mappe / isoaree ad una quota di 3m sul livello del suolo di propagazione sonora con una scala di dB media su 1 ora (condizione più sfavorevole di contemporaneità dei mezzi di lavoro) delle 3 simulazioni di Corso d’Opera CO.

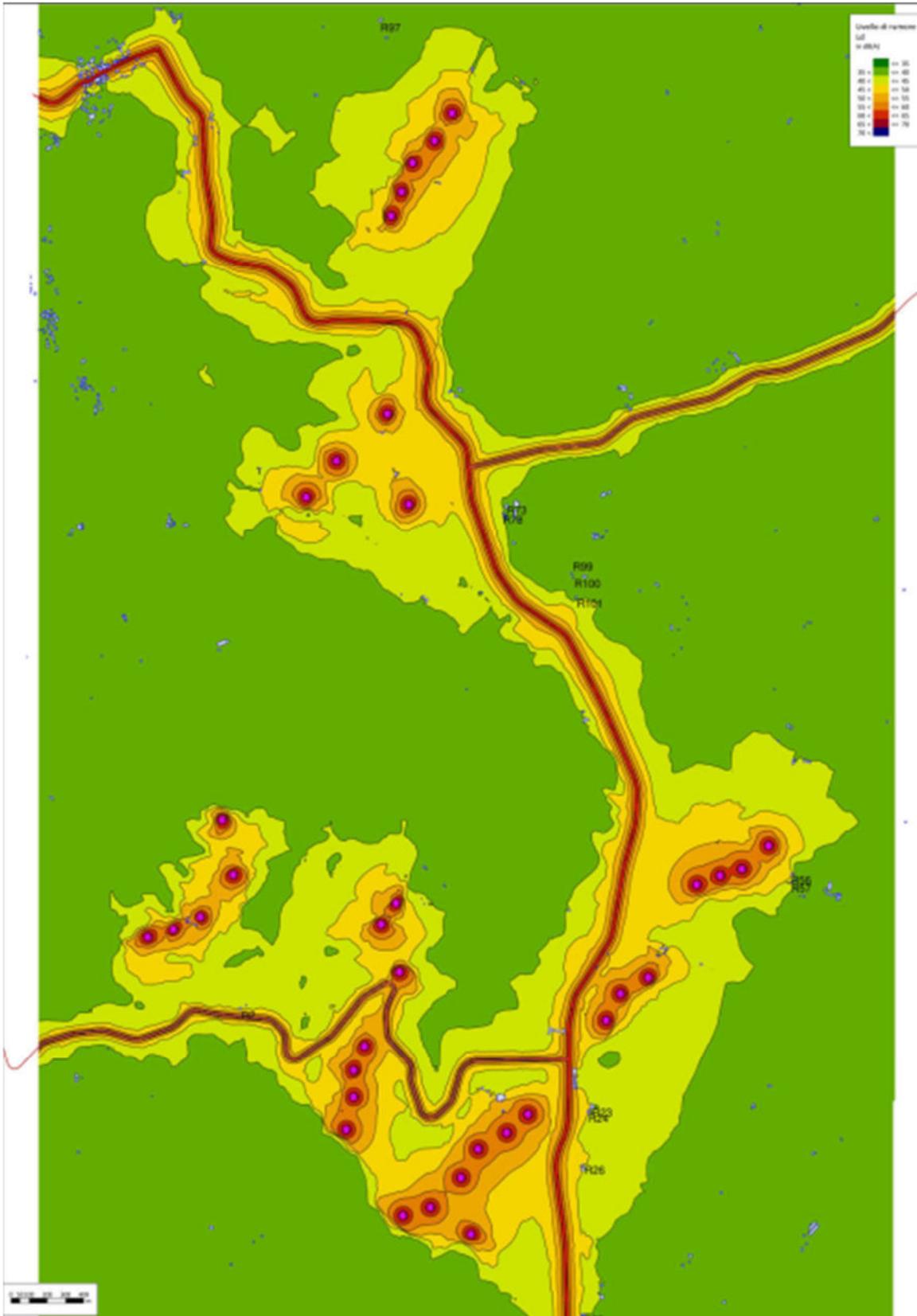


Figura 8: Mappa acustica di propagazione diurna CO – Cantiere Dismissione

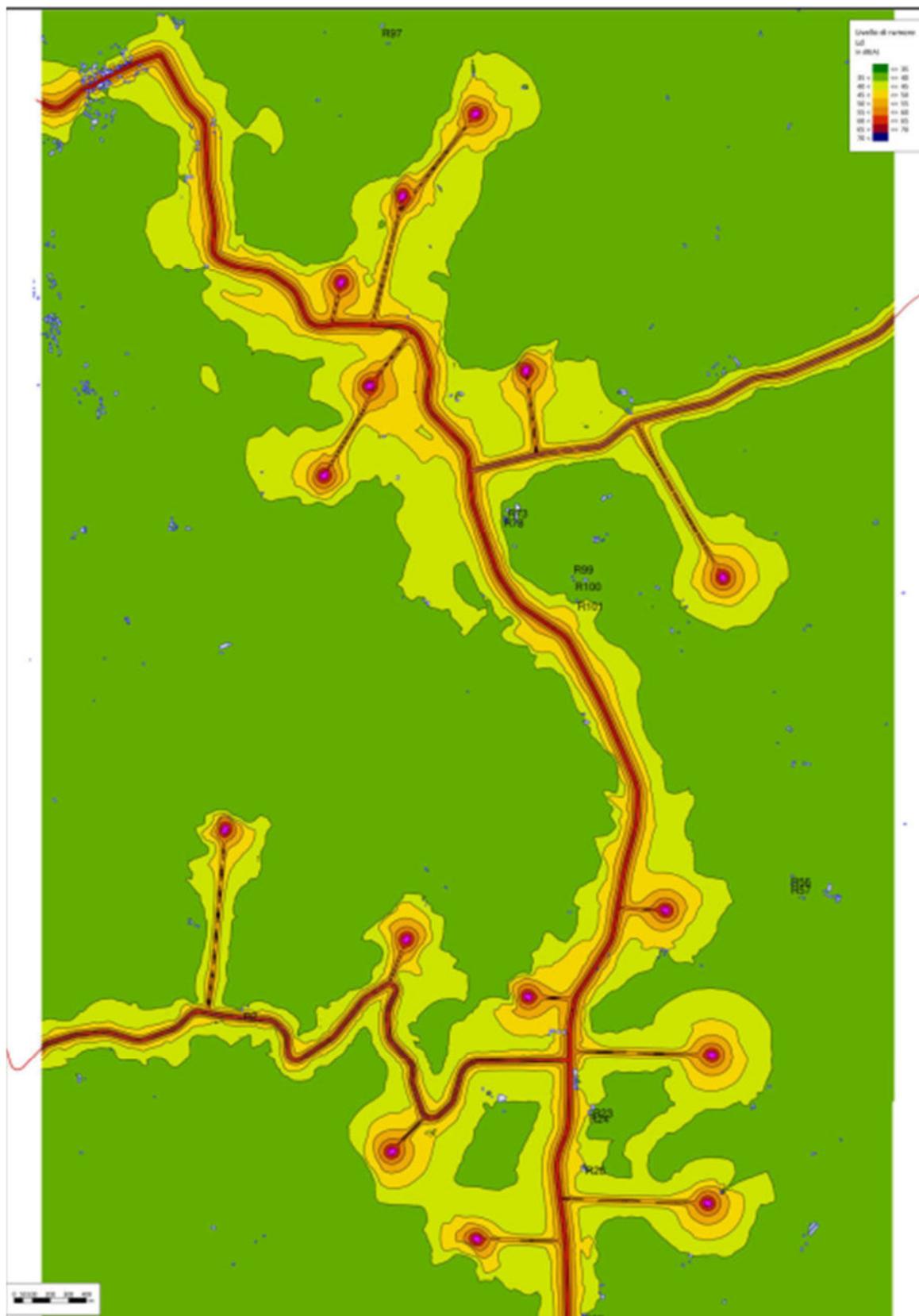


Figura 9: Mappa acustica di propagazione diurna CO – Cantiere Opere Civili nuove Turbine

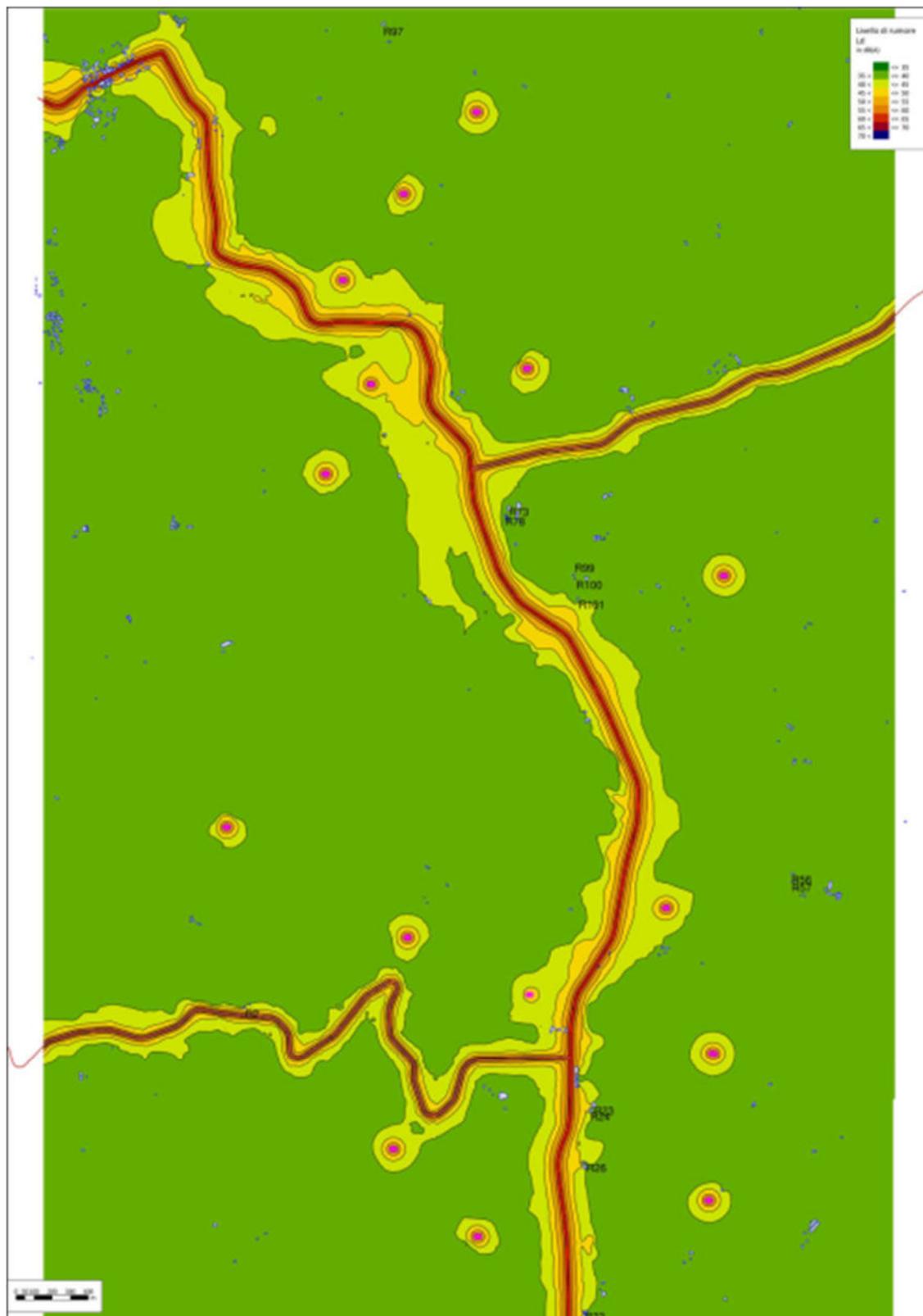


Figura 10: Mappa acustica di propagazione diurna CO- Cantiere Montaggio nuove turbine

Tabella 4: Livelli di Immissione assoluta per Ricettori Residenziali – Attività di cantiere

Nome	Piano	Direzione	Ricettori Post con Fondo dB(A)	Ricettori Post con Fondo dB(A)	Ricettori Post con Fondo dB(A)	Limite di Immissione Assoluto (ex DPCM 14.11.1997) Classe III	Note Superamento limiti
			Cantiere Demolizione	Cantiere Opere Civili	Cantiere Montaggio	L _{Aeq} / L _A Diurno	
R2	GF	SE	44,9	45,4	43,9	60	NO
R23	GF	E	36,1	32,2	24,2	60	NO
R23	GF	N	41,6	40,3	39,3	60	NO
R24	GF	W	42,6	41,6	41,0	60	NO
R26	GF	W	42,5	41,1	40,1	60	NO
R26	GF	E	46,0	44,3	43,6	60	NO
R33	GF	N	40,4	40,2	39,3	60	NO
R33	F 1	N	45,4	45,5	45,0	60	NO
R56	F 1	W	44,6	30,2	23,5	60	NO
R57	GF	W	43,0	30,3	23,3	60	NO
R73	GF	N	34,6	31,8	25,9	60	NO
R78a	GF	N	40,1	35,1	33,2	60	NO
R78c	GF	NW	38,4	35,5	33,6	60	NO
R97	GF	SE	34,2	28,3	19,8	60	NO
R97	F 1	SE	34,5	29,2	20,3	60	NO
R97	F 2	SE	34,7	29,4	20,5	60	NO
R99	GF	NE	31,5	32,6	27,3	60	NO
R100	GF	E	33,9	34,2	32,3	60	NO
R101	GF	E	36,3	36,5	35,5	60	NO

Sulla base di quanto sopra i livelli di rumorosità ambientale previsti durante il cantiere di realizzazione dell'Impianto eolico oggetto di valutazione sono stati stimati inferiori al limite di Classe III per i ricettori dei comuni di Nulvi e Tergu. I valori limite del Livello Differenziale presso i ricettori si ritengono non applicabili per l'attività a carattere temporaneo.

Durante la fase di realizzazione delle opere, secondo la valutazione effettuata, non è previsto il superamento dei limiti di zona in corrispondenza dei ricettori abitativi. Per quanto sopra, non si prevedono specifiche opere di mitigazione, ma si prevede che le imprese esecutrici attuino le seguenti misure mitigative preventive e di buona prassi allo scopo di non variare le ipotesi emissive qui fatte. Tali risultanze saranno anche verificate mediante l'attuazione del PMA in fase di CO.

Interventi di mitigazione preventive e di buona prassi

- selezione di macchine ed attrezzature omologate in conformità alle direttive della Comunità Europea e ai successivi recepimenti nazionali;

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

La presente relazione vale per le condizioni di realizzazione indicati dalla committenza la valutazione va rinnovata in caso di modifiche sostanziali delle attività di cantiere del progetto. La presente relazione tecnica si compone di n. 32 (trentadue) pagine oltre agli allegati.


ing. Filippo CONTINISIO
TECNICO COMPETENTE
IN ACUSTICA
(D.D. REGIONE PUGLIA N. 398 DEL 10/11/2004)
N. 6463 DI ISCRIZIONE ALL'ENTECA

All. 1 - Certificati di misura della strumentazione fonometrica



Sky-lab S.r.l.
Area Laboratori
Via Belvedere, 42 Arcore (MB)
Tel. 039 5783463
skylab.taratura@outlook.it

Centro di Taratura LAT N° 163
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura
Accredited Calibration Laboratory



LAT N° 163

Pagina 1 di 10
Page 1 of 10

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 26735-A Certificate of Calibration LAT 163 26735-A

- data di emissione <i>date of issue</i>	2022-02-18
- cliente <i>customer</i>	FILIPPO ING. CONTINISIO 70022 - ALTAMURA (BA)
- destinatario <i>receiver</i>	FILIPPO ING. CONTINISIO 70022 - ALTAMURA (BA)

Si riferisce a
Referring to

- oggetto <i>item</i>	Fonometro
- costruttore <i>manufacturer</i>	Larson & Davis
- modello <i>model</i>	831
- matricola <i>serial number</i>	2399
- data di ricevimento oggetto <i>date of receipt of item</i>	2022-02-10
- data delle misure <i>date of measurements</i>	2022-02-18
- registro di laboratorio <i>laboratory reference</i>	Reg. 03

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 163 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 163 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

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

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

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

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

Direzione Tecnica
(Approving Officer)

Firmato digitalmente da: Emilio Giovanni Caglio
Data: 18/02/2022 12:37:23



Sky-lab S.r.l.
 Area Laboratori
 Via Belvedere, 42 Arcore (MB)
 Tel. 039 5783463
 skylab.tarature@outlook.it

Centro di Taratura LAT N° 163
 Calibration Centre
 Laboratorio Accreditato di Taratura
 Accredited Calibration Laboratory



LAT N° 163

Pagina 2 di 10
 Page 2 of 10

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 26735-A
 Certificate of Calibration LAT 163 26735-A

Di seguito vengono riportate le seguenti informazioni:

- la descrizione dell'oggetto in taratura (se necessaria);
- l'identificazione delle procedure in base alle quali sono state eseguite le tarature;
- gli strumenti/campioni che garantiscono la riferibilità del Centro;
- gli estremi dei certificati di taratura di tali campioni e l'Ente che li ha emessi;
- il luogo di taratura (se effettuata fuori dal Laboratorio);
- le condizioni ambientali e di taratura;
- i risultati delle tarature e la loro incertezza estesa.

In the following, information is reported about:

- description of the item to be calibrated (if necessary);
- technical procedures used for calibration performed;
- instruments or measurement standards which guarantee the traceability chain of the Centre;
- relevant calibration certificates of those standards with the issuing Body;
- site of calibration (if different from Laboratory);
- calibration and environmental conditions;
- calibration results and their expanded uncertainty.

Strumenti sottoposti a verifica
 Instrumentation under test

Strumento	Costruttore	Modello	Matricola
Fonometro	Larson & Davis	831	2399
Preamplificatore	PCB Piezotronics	PRM831	17058
Microfono	PCB Piezotronics	377B02	324224

Procedure tecniche, norme e campioni di riferimento
 Technical procedures, Standards and Traceability

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando la procedura di taratura N. PR1B Rev. 2. Le verifiche effettuate sull'oggetto della taratura sono in accordo con quanto previsto dalla norma CEI EN 61672-3:2014. I limiti riportati sono relativi alla classe di appartenenza dello strumento come definito nella norma CEI EN 61672-1:2014. Nella tabella sottostante vengono riportati gli estremi dei campioni di riferimento dai quali ha inizio la catena della riferibilità del Centro.

Strumento	Matricola	Certificato	Data taratura	Data scadenza
Pistonofono G.R.A.S. 42AA	31303	INRIM 21-0609-02	2021-06-30	2022-06-30
Barometro Druck RPT410V	1614002	LAT 128 128P-862/21	2021-10-29	2022-10-29
Calibratore Multifunzione Brüel & Kjaer 4226	2565233	SKL-1634-A	2022-01-10	2022-04-10
Multimetro Agilent 34401A	MY47066202	LAT 019 66754	2021-11-22	2022-11-22
Termoigrometro LogTag UHADO-16	A0C1015246F5	128U-1015/21	2021-11-11	2022-11-11

Condizioni ambientali durante le misure
 Environmental parameters during measurements

Parametro	Di riferimento	Intervallo di validità	All'inizio delle misure	Alla fine delle misure
Temperatura / °C	23,0	da 20,0 a 26,0	22,9	23,0
Umidità / %	50,0	da 30,0 a 70,0	34,5	34,5
Pressione / hPa	1013,3	da 800,0 a 1050,0	996,0	996,0

Nella determinazione dell'incertezza non è stata presa in considerazione la stabilità nel tempo dell'oggetto in taratura. Sullo strumento in esame sono state eseguite misure sia per via elettrica che per via acustica. Le misure per via elettrica sono state effettuate sostituendo alla capsula microfonica un adattatore capacitivo con impedenza elettrica equivalente a quella del microfono. Tutti i dati riportati nel presente Certificato sono espressi in Decibel (dB). I valori di pressione sonora assoluta sono riferiti a 20 uPa. Il numero di decimali riportato in alcune prove può differire dal numero di decimali visualizzati sullo strumento in taratura in quanto i valori riportati nel presente Certificato possono essere ottenuti dalla media di più letture.



Sky-lab S.r.l.
Area Laboratori
Via Belvedere, 42 Arcore (MB)
Tel. 039 5783463
skylab.taratura@outlook.it

Centro di Taratura LAT N° 163
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura
Accredited Calibration Laboratory



LAT N° 163

Pagina 1 di 4
Page 1 of 4

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 26734-A
Certificate of Calibration LAT 163 26734-A

- data di emissione
date of issue 2022-02-18
- cliente
customer FILIPPO ING. CONTINISIO
70022 - ALTAMURA (BA)
- destinatario
receiver FILIPPO ING. CONTINISIO
70022 - ALTAMURA (BA)

Si riferisce a
Referring to

- oggetto
item Calibratore
- costruttore
manufacturer Larson & Davis
- modello
model CAL200
- matricola
serial number 8033
- data di ricevimento oggetto
date of receipt of item 2022-02-10
- data delle misure
date of measurements 2022-02-18
- registro di laboratorio
laboratory reference Reg. 03

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 163 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 163 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

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

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

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

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

Direzione Tecnica
(Approving Officer)

Firmato digitalmente da: Emilio Giovanni Caglio
Data: 18/02/2022 12:37:08

FRI-EL

RELAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO DURANTE LA FASE
DI CANTIERE

Proposta di ammodernamento complessivo (“repowering”) del “Parco Eolico Nulvi Tergu” esistente da 29,75 MW, con smantellamento degli attuali 35 aerogeneratori e sostituzione in riduzione degli stessi con l’installazione di 15 aerogeneratori, per una potenza totale definitiva di 99 MW



Codifica Elaborato: **224308_D_R_0438** Rev. **01**

All. 2 - Scheda di Monitoraggio acustico di fondo attuale

All. 3 - Estremi di iscrizione all'albo ENTECA del tecnico acustico



(index.php) / Tecnici Competenti in Acustica (tecnic_i_viewlist.php) / Vista

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