



Nuovo impianto per la produzione di energia da fonte eolica nel comune di Maracalagonis (CA)

Valutazione Previsionale di Impatto Acustico
ai sensi DGR Sardegna N. 62/9 del 14.11.2008

Analisi nel campo delle frequenze udibili e
delle basse frequenze (10 Hz ÷ 160 Hz)

Rev. 0.0

Data: Giugno 2022

WIND003.REL006a

Committente:

ECOWIND 2 S.r.l.

Via Alessandro Manzoni 30
20121 Milano

Incaricato:

Queequeg Renewables, Ltd
Unit 3.03, 1110 Great West Road
TW80GP London (UK)
Company number: 111780524
email: mail@quenter.co.uk

Sommario

1	PREMESSA	5
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	7
2.1	Normativa Nazionale	7
2.2	Normativa della Regione Sardegna	8
2.3	Normativa Tecnica.....	8
3	VALUTAZIONE DI IMPATTO ACUSTICO.....	9
3.1	Descrizione della tipologia dell'opera o attività in progetto, del ciclo produttivo o tecnologico, degli impianti, delle attrezzature e dei macchinari di cui è prevedibile l'utilizzo, dell'ubicazione dell'insediamento e del contesto in cui viene inserita (punto "a" DGR 62/9 del 14.11.2008)	9
3.2	Descrizione delle caratteristiche costruttive dei locali (coperture, murature, serramenti, vetrate ecc.) con particolare riferimento alle caratteristiche acustiche dei materiali utilizzati (punto "b" DGR 62/9 del 14.11.2008)	15
3.3	Descrizione delle sorgenti rumorose connesse all'opera o attività, con indicazione dei dati di targa relativi alla potenza acustica e loro ubicazione (punto "c" DGR 62/9 del 14.11.2008).....	15
3.3.1	Parco Eolico.....	15
3.3.2	Cabina di "Step-up"	18
3.3.3	Elettrodotta interrato	19
3.4	Indicazione degli orari di attività e di quelli di funzionamento degli impianti principali e sussidiari (punto "d" DGR 62/9 del 14.11.2008)	20
3.5	Indicazione della classe acustica cui appartiene l'area di studio (punto "e" DGR 62/9 del 14.11.2008)	20
3.6	Identificazione e descrizione dei ricettori presenti nell'area di studio, con indicazione delle loro caratteristiche utili sotto il profilo acustico (punto "f" DGR 62/9 del 14.11.2008)	22
3.7	Individuazione delle principali sorgenti sonore già presenti nell'area di studio e indicazione dei livelli di rumore preesistenti in prossimità dei ricettori (punto "g" DGR 62/9 del 14.11.2008).....	26
3.8	Calcolo previsionale dei livelli sonori generati dall'opera o attività nei confronti dei ricettori e dell'ambiente esterno circostante indicando i parametri e i modelli di calcolo utilizzati (punto "h" DGR 62/9 del 14.11.2008)	32
3.8.1	Parco Eolico.....	32
3.8.2	Cabina di Step-up.....	47
3.9	Calcolo previsionale dell'incremento dei livelli sonori in caso di aumento del traffico veicolare indotto da quanto in progetto nei confronti dei ricettori e dell'ambiente circostante (punto "i" DGR 62/9 del 14.11.2008)	48
3.10	Descrizione degli eventuali interventi da adottarsi per ridurre i livelli di emissioni sonore al fine di ricondurli al rispetto dei limiti associati alla classe acustica assegnata o ipotizzata per ciascun ricettore (punto "l" DGR 62/9 del 14.11.2008).....	48
3.11	Analisi dell'impatto acustico generato nella fase di realizzazione, o nei siti di cantiere (punto "m" DGR 62/9 del 14.11.2008)	48
3.11.1	Posa degli aerogeneratori e realizzazione della viabilità di accesso al parco eolico	49

3.11.2	Elettrodotto interrato.....	53
3.11.3	Trasporto degli aerogeneratori	55
3.11.4	Interventi di mitigazione.....	57
3.12	Indicazione del provvedimento regionale con cui il tecnico competente in acustica ambientale, che ha predisposto la documentazione di impatto acustico, è stato riconosciuto "competente in acustica ambientale" ai sensi della legge n. 447/1995, art. 2, commi 6 e 7 (punto "n" DGR 62/9 del 14.11.2008).....	58

1 PREMESSA

Nel presente elaborato viene riportata la Valutazione Previsionale di Impatto Acustico relativa alla realizzazione ed esercizio di un Impianto Eolico da realizzarsi nel territorio comunale di Maracalagonis (CA).

La relazione tecnica è articolata in base a quanto richiesto dalla Deliberazione N. 62/9 del 14.11.2008 della Regione Sardegna ed in specifico nel documento tecnico denominato "Direttive regionali in materia di inquinamento acustico". Si riporta nel seguito lo stralcio del articolo 3 della Parte IV del suddetto documento tecnico in cui sono elencati i contenuti richiesti per la Valutazione Previsionale di Impatto Acustico.

a) *descrizione della tipologia dell'opera o attività in progetto, del ciclo produttivo e tecnologico, degli impianti, delle attrezzature e dei macchinari che verranno utilizzati, dell'ubicazione dell'insediamento e del contesto in cui viene inserita;*

b) *descrizione delle caratteristiche costruttive dei locali (coperture, murature, serramenti, vetrate ecc.) con particolare riferimento alle caratteristiche acustiche dei materiali utilizzati;*

c) *descrizione delle sorgenti rumorose connesse all'opera o attività, con indicazione dei dati di targa relativi alla potenza acustica e loro ubicazione. In situazioni di incertezza progettuale sulla tipologia o sul posizionamento delle sorgenti sonore che saranno effettivamente installate è ammessa l'indicazione di livelli di emissione stimati per analogia con quelli derivanti da sorgenti simili (nel caso non siano disponibili i dati di potenza acustica, dovranno essere riportati i livelli di emissione in pressione sonora);*

d) *indicazione degli orari di attività e di quelli di funzionamento degli impianti principali e sussidiari. Dovranno essere specificate le caratteristiche temporali dell'attività e degli impianti, indicando l'eventuale carattere stagionale, la durata nel periodo diurno e notturno e se tale durata è continua o discontinua, la frequenza di esercizio, la possibilità (o la necessità) che durante l'esercizio vengano mantenute aperte superfici vetrate (porte o finestre), la contemporaneità di esercizio delle sorgenti sonore, eccetera;*

e) *indicazione della classe acustica cui appartiene l'area di studio. Nel caso in cui l'amministrazione comunale non abbia ancora approvato e adottato il Piano di classificazione acustica è cura del proponente ipotizzare, sentita la stessa Amministrazione comunale, la classe acustica da assegnare all'area interessata.*

f) *identificazione e descrizione dei ricettori presenti nell'area di studio, con indicazione delle loro caratteristiche utili sotto il profilo acustico, quali ad esempio la destinazione d'uso, l'altezza, la distanza intercorrente dall'opera o attività in progetto, con l'indicazione della classe acustica da assegnare a ciascun ricettore presente nell'area di studio avendo particolare riguardo per quelli che ricadono nelle classi I e II;*

g) *individuazione delle principali sorgenti sonore già presenti nell'area di studio e indicazione dei livelli di rumore preesistenti in prossimità dei ricettori di cui al punto precedente. L'individuazione dei livelli di rumore si effettua attraverso misure articolate sul territorio con riferimento a quanto stabilito dal D.M. Ambiente 16 marzo 1998 (Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico);*

h) *calcolo previsionale dei livelli sonori generati dall'opera o attività nei confronti dei ricettori e dell'ambiente esterno circostante indicando i parametri e i modelli di calcolo utilizzati. Particolare attenzione deve essere*

posta alla valutazione dei livelli sonori di emissione e di immissione assoluti, nonché ai livelli differenziali, qualora applicabili, all'interno o in facciata dei ricettori individuati. La valutazione del livello differenziale deve essere effettuata nelle condizioni di potenziale massima criticità del livello differenziale;

i) calcolo previsionale dell'incremento dei livelli sonori in caso di aumento del traffico veicolare indotto da quanto in progetto nei confronti dei ricettori e dell'ambiente circostante;

l) descrizione degli eventuali interventi da adottarsi per ridurre i livelli di emissioni sonore al fine di ricondurli al rispetto dei limiti associati alla classe acustica assegnata o ipotizzata per ciascun ricettore. La descrizione di detti interventi è supportata da ogni informazione utile a specificare le loro caratteristiche e a individuare le loro proprietà di riduzione dei livelli sonori, nonché l'entità prevedibile delle riduzioni stesse;

m) analisi dell'impatto acustico generato nella fase di realizzazione, o nei siti di cantiere, secondo il percorso logico indicato ai punti precedenti, e puntuale indicazione di tutti gli appropriati accorgimenti tecnici e operativi che saranno adottati per minimizzare il disturbo e rispettare i limiti (assoluto e differenziale) vigenti all'avvio di tale fase, fatte salve le eventuali deroghe per le attività rumorose temporanee di cui all'art. 6, comma 1, lettera h, e dell'art. 9 della legge 447/1995;

n) indicazione del provvedimento regionale con cui il tecnico competente in acustica ambientale, che ha predisposto la documentazione di impatto acustico, è stato riconosciuto "competente in acustica ambientale" ai sensi della legge n. 447/1995, art. 2, commi 6 e 7.

Il documento è stato redatto dagli ingegneri ambientali Vincenzo Buttafuoco e Fabio Massimo Calderaro, Tecnici Competenti in Acustica Ambientale regolarmente inseriti nell' Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica, istituito ai sensi dell'art. 21 del d.lgs. 42/2017 (cfr. <https://agentifisici.isprambiente.it/enteca/home.php>):

- Dott. Ing. Fabio Massimo Calderaro, n° 4473;
- Dott. Ing. Vincenzo Buttafuoco, n° 4468.



2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Lo studio acustico è stato sviluppato coerentemente a quanto prescritto dal quadro normativo vigente. Nel seguito si riporta l'elenco delle normative a carattere nazionale e regionale di specifico interesse per la presente relazione.

2.1 Normativa Nazionale

- D.lgs. 17 febbraio 2017, n. 41 (G.U. 4 aprile 2017 n. 79): "Disposizioni per l'armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico con la direttiva 2000/14/CE e con il regolamento (CE) n. 765/2008, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere i), l) e m) della legge 30 ottobre 2014, n. 161"
- D.lgs. 17 febbraio 2017, n. 42 (G.U. 4 aprile 2017 n. 79): "Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161"
- D.lgs. 19/8/2005, n. 194 (G.U. n. 239 del 13/10/2005): "Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale"
- Circolare Ministro dell'Ambiente 6/9/2004 (G.U. n. 217 del 15/9/2004): "Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali"
- DPR 30/3/2004, n. 142 (G.U. n. 127 dell'1/6/2004): "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n.447"
- DPR 3/4/2001, n. 304 (G.U. n. 172 del 26/7/2001): "Regolamento recante disciplina delle emissioni sonore prodotte nello svolgimento delle attività motoristiche, a norma dell'art. 11 della legge 26 novembre 1995, n. 447"
- DPR 18/11/98 n. 459 (G.U. n. 2 del 4/1/99): "Regolamento recante norme in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario"
- DPCM 31/3/98 (G.U. n. 120 del 26/5/98): "Atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l'esercizio dell'attività del tecnico competente in acustica"
- DM Ambiente 16/3/98 (G.U. n. 76 dell'1/4/98): "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico"
- DPCM 5/12/97 (G.U. n. 297 del 19/12/97): "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici"

- DPCM 14/11/97 (G.U. n. 280 dell'1/12/97): "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"
- DM Ambiente 11/12/96(G.U. n. 52 del 4/3/97): "Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo"
- LEGGE 26/10/1995, n. 447 (G.U. n. 254 del 30/10/95): "Legge quadro sull'inquinamento acustico"
- DPCM 1/3/1991 (G.U. n. 57 dell'8/3/91): "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno".

2.2 Normativa della Regione Sardegna

- Delibera del 14 novembre 2008, n. 62/9: "Direttive regionali in materia di inquinamento acustico ambientale" e disposizioni in materia di acustica ambientale.

2.3 Normativa Tecnica

- 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
- Linee Guida per la valutazione e il monitoraggio dell'impatto acustico degli impianti eolici - Delibera del Consiglio Federale Seduta del 20 ottobre 2012 - DOC. N. 28/12 - ISPRA
- Statutory Order on Noise from Wind Turbines - Translation of Statutory Order no. 1284 of 15 December 2011 - Danish Environmental Protection Act.

3 VALUTAZIONE DI IMPATTO ACUSTICO

3.1 Descrizione della tipologia dell'opera o attività in progetto, del ciclo produttivo o tecnologico, degli impianti, delle attrezzature e dei macchinari di cui è prevedibile l'utilizzo, dell'ubicazione dell'insediamento e del contesto in cui viene inserita (punto "a" DGR 62/9 del 14.11.2008)

Il progetto "Brunco de Lianu" è ubicato nel Comune di Maracalagonis, in provincia di Cagliari.

È prevista l'installazione di quattordici aerogeneratori di ultima generazione ad asse orizzontale (HAWTG, Horizontal axis wind turbine generators) di potenza pari a 6,6 MW ciascuno, per una potenza complessiva di 92.4 MW, denominati in ordine crescente da WTG001 a WTG014. Gli aerogeneratori saranno montati su torri tubolari di acciaio che porteranno il mozzo del rotore a un'altezza da terra di 135 metri, e l'altezza massima dal suolo di ogni macchina sarà pertanto pari a 220 metri. È inoltre prevista l'installazione di una torre anemometrica di misura che monitorerà le condizioni di vento e ambientali della zona di impianto per tutta la vita di quest'ultimo.

L'energia prodotta sarà convogliata verso la nuova stazione elettrica dell'operatore Terna S.p.A., tramite un cavidotto in media tensione a 30 kV interamente interrato su strada, che raggiungerà la stazione di innalzamento della tensione di competenza del proponente attraverso elettrodotto interrato su strada di proprietà pubblica. La corrente verrà quindi convogliata su una stazione di trasformazione step-up che innalzerà la tensione della corrente prodotta dall'impianto da 30 kV a 150 kV per poi convogliarla nella rete elettrica dell'operatore di alta e altissima tensione per poter essere dispacciata sul territorio servendo utenze civili e commerciali.

La nuova Stazione Elettrica verrà realizzata in entra-esci sulla linea elettrica RTN a 150 kV "Villasimius-Quartucciu".

Concettualmente l'impianto si suddivide in tre rami:

- Campo Ovest: WTG014, WTG002, WTG010;
- Campo Centrale: WTG009, WTG001, WTG011, WTG005;
- Campo Est: WTG003, WTG013, WTG004, WTG012, WTG008, WTG007, WTG006.

All'interno di ciascun sottocampo, gli aerogeneratori vengono collegati in parallelo in di un quadro MT posizionato all'interno di un aerogeneratore stesso, mediante linee MT a 30 kV in cavo ARP1H5EX tripolare elicordato interrato.

Ciascun aerogeneratore contiene al suo interno:

- Un alternatore asincrono da 6,6 MW nominali posto nella navicella a 135 metri di altezza;
- Un trasformatore BT/MT 0,69/30 kV da 7 MVA posto anch'esso nella navicella;

- Un quadro MT dislocato alla base dalla torre;
- Quadro BT di potenza dislocato nella navicella;
- Quadro BT ausiliari alla base della torre.

In **Figura 1 ÷ Figura 3** si riporta la planimetria dell'impianto con l'indicazione grafica delle fasce di 500 m e 1000 m da ciascun aerogeneratore.

La cabina di step-up MT/AT di competenza del Proponente (SSEU), sarà adiacente alla nuova stazione elettrica di Terna.

La step-up riceve a 30 kV l'energia prodotta dall'impianto eolico tramite una cabina MT posta all'interno dell'area della step-up stessa. Successivamente, l'energia collettata viene innalzata al livello di tensione della RTN 150kV, tramite due trasformatori 150/30 kV della potenza di 45-63 MVA. Dai trasformatori si dipartono gli stalli AT, costituiti da organi di misura, protezione e sezionamento in AT isolati in aria, fino a giungere al punto di connessione con l'adiacente cabina primaria Terna, attraverso un sistema di sbarre aeree.

La sezione di impianto AT di utente sarà così composta:

Apparati sezione 1

- N. 3 TA induttivi lato MT (misure)
- n. 1 trasformatore AT/MT 150/30 kV della potenza di 45 MVA in ONAN e 63 MVA in ONAF
- n. 1 scaricatore di sovratensioni
- n. 3 TA induttivi lato AT (protezioni)
- n. 1 interruttore di protezione generale (DG) che svolge anche la funzione di dispositivo di interfaccia (DDI)
- n. 3 TV induttivi (misure)
- n. 3 TV capacitivi (protezioni)
- n. 1 sezionatore di linea
- n. 1 sistema di distribuzione in corda e sbarre di alluminio.

Apparati sezione 2

- N. 3 TA induttivi lato MT (misure)
- n. 1 trasformatore AT/MT 150/30 kV della potenza di 45 MVA in ONAN e 63 MVA in ONAF
- n. 1 scaricatore di sovratensioni
- n. 3 TA induttivi lato AT (protezioni)
- n. 1 interruttore di protezione generale (DG) che svolge anche la funzione di dispositivo di interfaccia (DDI)
- n. 3 TV induttivi (misure)

- n. 3 TV capacitivi (protezioni)
- n. 1 sezionatore di linea
- n. 1 sistema di distribuzione in corda e sbarre di alluminio.

Apparati montante generale

- n. 1 sezionatore di linea
- n. 1 interruttore di protezione generale (DG) che svolge anche la funzione di dispositivo di interfaccia (DDI)
- n. 1 sezionatore di linea
- n. 1 sistema di distribuzione in corda e sbarre di alluminio

L'impianto sarà completato dalla sezione 30 kV, posta all'interno della cabina MT, la quale sarà composta da:

- n. 1 quadro MT generale 30kV completo di:
 - Scomparti di sezionamento e protezione linee provenienti dall'impianto eolico (n. 4 montanti suddivisi in 2 sezioni)
 - Scomparti misure
 - Scomparto protezione generale
 - Scomparto trafo ausiliari
- Trasformatore MT/BT servizi ausiliari 30/0,4 kV da 100 kVA
- Quadro servizi ausiliari
- Misuratori fiscali
- Sistema di monitoraggio e controllo
- Impianto TVCC.

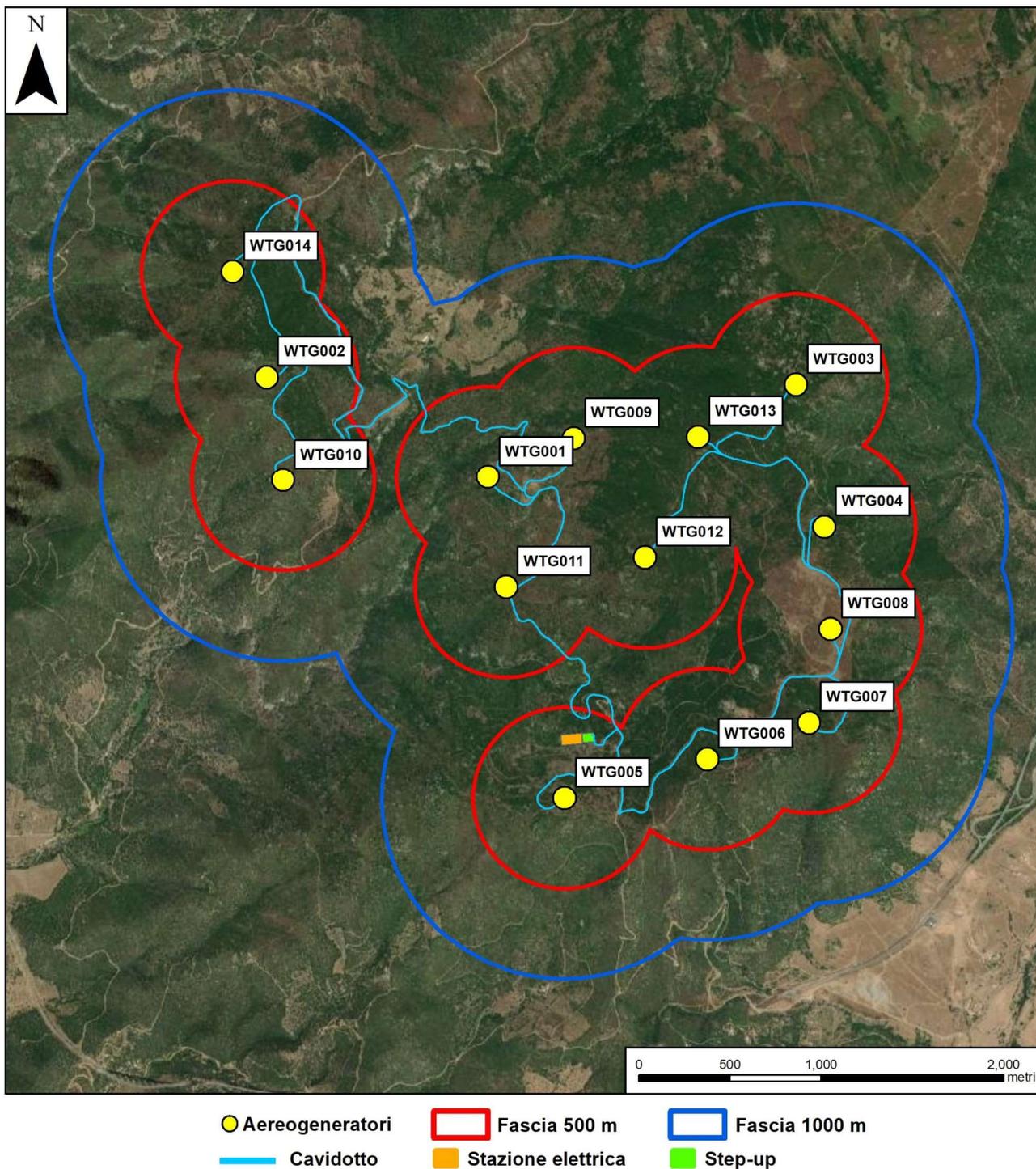


Figura 1 - Planimetria dell'impianto – Vista generale

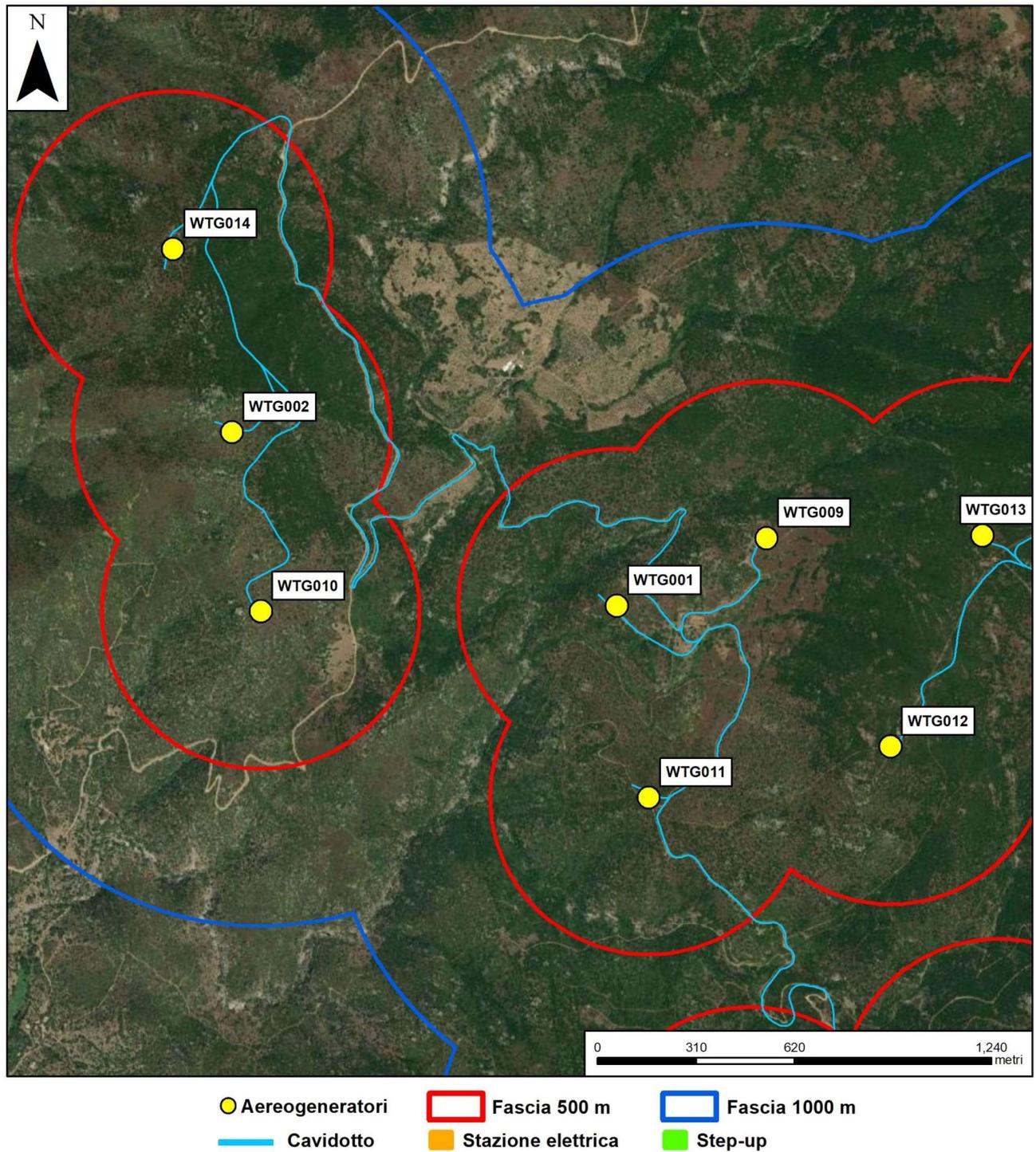


Figura 2 - Planimetria dell'impianto – Dettaglio – Lato Ovest

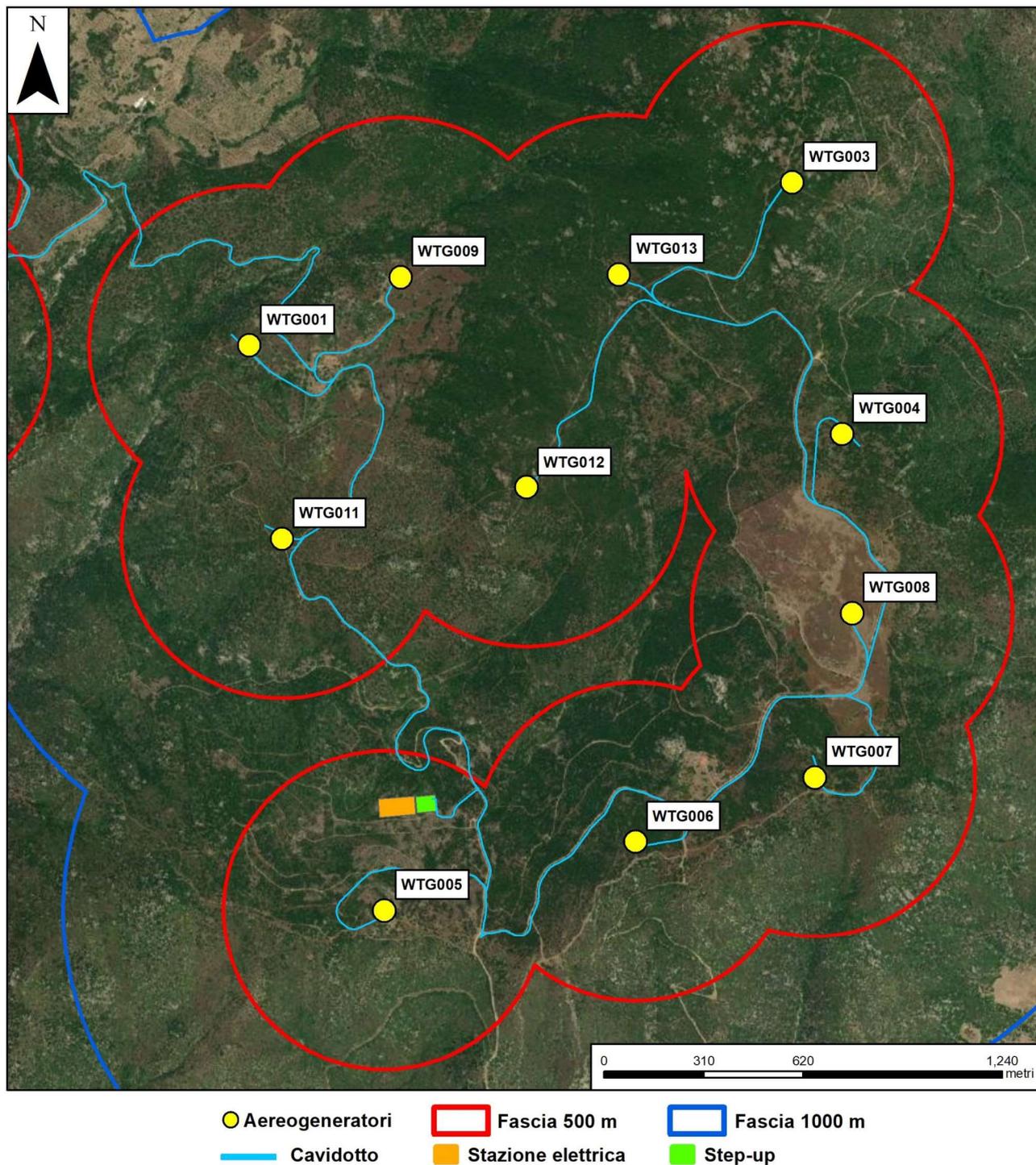


Figura 3 - Planimetria dell'impianto – Dettaglio – Lato Est

3.2 Descrizione delle caratteristiche costruttive dei locali (coperture, murature, serramenti, vetrate ecc.) con particolare riferimento alle caratteristiche acustiche dei materiali utilizzati (punto "b" DGR 62/9 del 14.11.2008)

All'interno dell'impianto non saranno realizzate strutture per le quali risulta possibile definire delle caratteristiche costruttive rilevanti dal punto di vista acustico.

3.3 Descrizione delle sorgenti rumorose connesse all'opera o attività, con indicazione dei dati di targa relativi alla potenza acustica e loro ubicazione (punto "c" DGR 62/9 del 14.11.2008)

Dal punto di vista acustico l'impianto in progetto può essere suddiviso in tre macro ambiti:

1. Parco Eolico;
2. La cabina di Step-up;
3. L'elettrodotto interrato.

3.3.1 Parco Eolico

Le emissioni acustiche del Parco Eolico sono essenzialmente determinate dal rumore dei singoli aerogeneratori che a loro volta sono strettamente connesse alla presenza di fenomeni anemologici di entità tale da mettere in movimento le pale.

La rotazione della pala ed il funzionamento della stessa generano un rumore di tipo diretto e un rumore di tipo indiretto.

Con l'espressione di rumore diretto si indicano le emissioni acustiche riconducibili alla rotazione della pala eolica e quindi direttamente legate all'azione del vento, mentre con l'espressione di rumore indiretto si indicano quei contributi legati al funzionamento della pala eolica stessa.

Appartengono alla prima categoria:

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

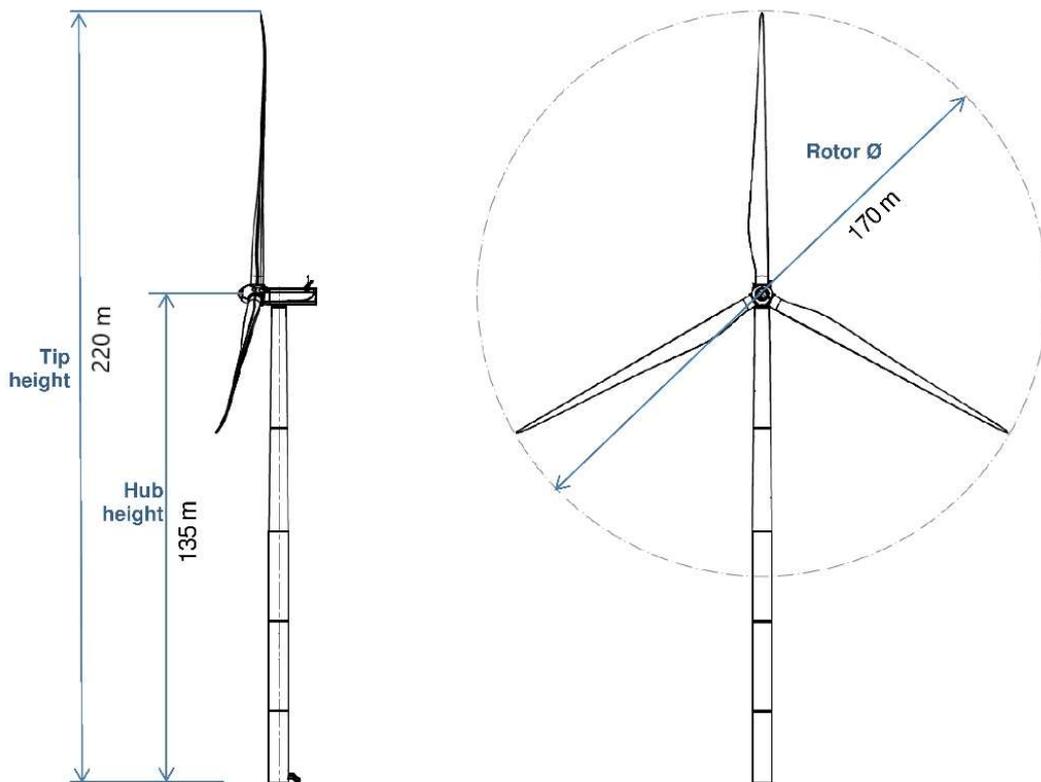
Appartengono viceversa alla seconda categoria:

- il rumore generato dal sistema di raffreddamento del generatore elettrico;
- il rumore legato dagli organi di posizionamento della navicella e delle pale;
- il rumore generato dagli apparati elettrici ed elettronici posti per il corretto funzionamento della pala.

La componente di rumore diretto in termini di intensità è correlata all'azione del vento ed aumenta all'aumentare della velocità di quest'ultimo fino ad assestarsi su un valore massimo in corrispondenza della velocità massima delle pale consentita dal sistema. La componente indiretta, energeticamente meno significativa rispetto a quella diretta, è in prima approssimazione indipendente dalla velocità del vento e costante in presenza di impianto attivo.

Per l'impianto oggetto di approfondimento si ipotizza l'installazione di aerogeneratori tipo SG 6.6-170 della Siemens Gamesa con altezza del rotore pari a 135 m dal piano campagna locale.

Nelle **Tabella 1 ÷ Tabella 4** sono riportate le emissioni acustiche, impiegate per le valutazioni modellistiche di cui al **Paragrafo 3.8**, messe a disposizione dal produttore per la tipologia di aerogeneratori disponibili sul mercato in questa fase progettuale.



Item	Description	Item	Description
1	Canopy	8	Blade bearing
2	Generator	9	Converter
3	Blades	10	Cooling
4	Spinner/hub	11	Transformer
5	Gearbox	12	Stator cabinet.
6	Control panel	13	Front Control Cabinet
		14	Aviation structure

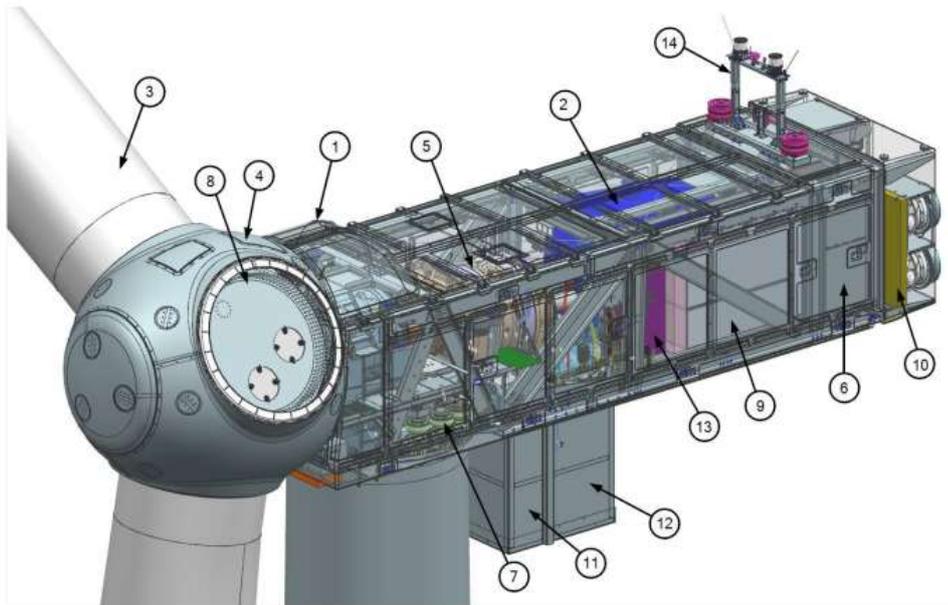


Figura 4 - Aerogeneratori Siemens Gamesa

Wind speed [m/s]	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Up tp cut-out
AM 0	92.0	92.0	94.5	98.4	101.8	104.7	106.0	106.0	106.0	106.0	106.0

Tabella 1 - Livello di potenza acustica (Lwa [dBA]) da 10 Hz a 10 kHz

Wind speed [m/s]	6	8
AM 0	87.6	93.9

Tabella 2 - Livello di potenza acustica (Lwa [dBA]) da 10 Hz a 160 Hz

1/1 oct. band center freq.	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Wind Speed [m/s] 6 m/s
AM 0	79.9	86.7	88.9	89.9	93.1	92.8	88.3	76.5	

1/1 oct. band center freq.	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Wind Speed [m/s] 8 m/s
AM 0	86.2	93.0	95.2	96.2	99.4	99.1	94.6	82.8	

Tabella 3 - Spettro potenza acustica in bande di ottava (Lwa [dBA]) – Emissioni acustiche compressive (da 63 Hz a 8 kHz)

1/3 oct. band center freq.	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160
AM 0	43.3	46.3	49.6	52.7	55.7	60.9	63.9	70.1	74.3	77.8	80.1	82.0	83.2

Wind Speed [m/s] 6 m/s

1/3 oct. band center freq.	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160
AM 0	49.6	52.6	55.9	59.0	62.0	67.2	70.2	76.4	80.6	84.1	86.4	88.3	89.5

Wind Speed [m/s] 8 m/s

Tabella 4 - Spettro potenza acustica in bande di terzi di ottava (Lwa [dBA]) – Emissioni acustiche alle basse frequenze (da 10 Hz a 160 Hz)

3.3.2 Cabina di "Step-up"

Le sorgenti sonore associate all'esercizio della "Step-up" sono costituite da:

- 2 Trasformatori di elevazione della tensione da MT ad AT da 63 MVA.

Nelle **Figura 5** si riportano le emissioni acustiche fornite dalle schede tecniche di tipologie dei suddetti componenti reperibili sul mercato e con caratteristiche conformi alle esigenze del progetto.

In questa fase progettuale non è possibile definire con precisione i macchinari che verranno impiegati, in ogni caso le emissioni riportate nel seguito e utilizzate per caratterizzare le sorgenti acustiche (**cfr. Paragrafo 3.8**) sono da considerarsi rappresentative delle emissioni tipiche degli impianti di cui si prevede l'installazione.

Livelli di tensione [kV]		Potenza [MVA]	Livello di potenza sonora di specifica [dB(A)]	Livello di potenza sonora corretto (*) [dB(A)]
Avvolgimento di AT	Avvolgimento di MT			
132	15.6	16	67	71.2
	20.8			
	20.8-10.4			
150	15.6			
	20.8			
	20.8-10.4			
132	15.6	25	70	73.0
	20.8			
	20.8-10.4			
150	15.6			
	20.8			
	20.8-10.4			
132	15.6	40	70	76.4
	20.8			
	20.8-10.4			
150	15.6			
	20.8			
	20.8-10.4			
132	15.6	63	74	78.1
	20.8			
150	15.6			
	20.8			

(*) Valore usato come dato di ingresso per le valutazioni del presente studio acustico¹

Figura 5 - Trasformatore di elevazione - Sintesi dei livelli di potenza sonora stabiliti nella specifica tecnica di riferimento GST002 del 15/01/2014 (raffreddamento di tipo ONAN) ed utilizzati nei calcoli

3.3.3 Elettrodotto interrato

L'esercizio dell'elettrodotto interrato non determina alcuna emissione acustica in fase di esercizio e pertanto tale aspetto non verrà considerato nel presente studio.

¹ Si è assunto, come valore di partenza, il dato imposto nella specifica tecnica di acquisizione Enel. Tale dato, relativo ad una situazione di prova a vuoto con ventilatori disattivati, è stato **corretto** per tenere conto del carico e della corrente. Si è assunto il dato peggiorativo del 130% della corrente che, a fini conservativi, dà origine ad un valore più elevato del livello di potenza sonora. Infine, per tenere conto della variazione della tensione di esercizio, si è assunto un ulteriore termine correttivo di 2 dB.

3.4 Indicazione degli orari di attività e di quelli di funzionamento degli impianti principali e sussidiari (punto "d" DGR 62/9 del 14.11.2008)

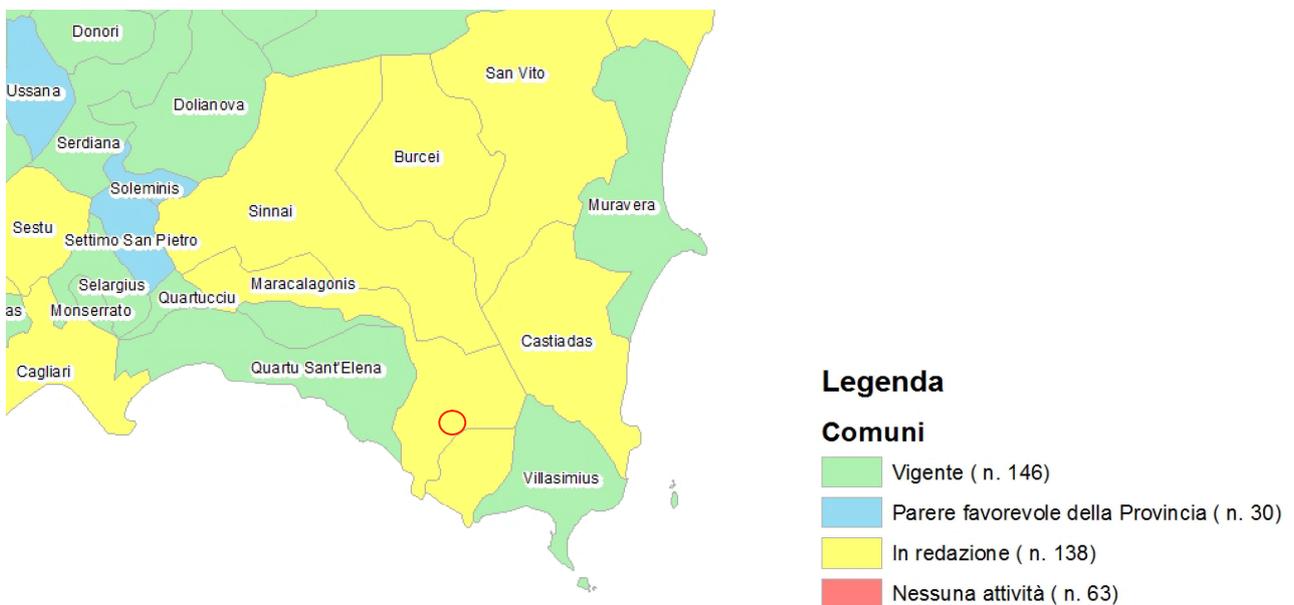
L'attività dell'impianto è strettamente connessa alla presenza di vento e di conseguenza il suo orario dipenderà dal periodo dell'anno e dalle condizioni meteorologiche.

Il Parco Eolico potrà essere operativo sia in periodo diurno sia in periodo notturno.

3.5 Indicazione della classe acustica cui appartiene l'area di studio (punto "e" DGR 62/9 del 14.11.2008)

Il Parco Eolico oggetto di approfondimento ricade nel territorio del Comune di Maracalagonis che non dispone attualmente di un Piano di Classificazione Acustica del proprio territorio, come evidenziato **Figura 6**.

Anche il Comune di Sinnai ubicato a sud del Parco Eolico oggetto di approfondimento non dispone attualmente di un Piano di Classificazione Acustica del proprio territorio.



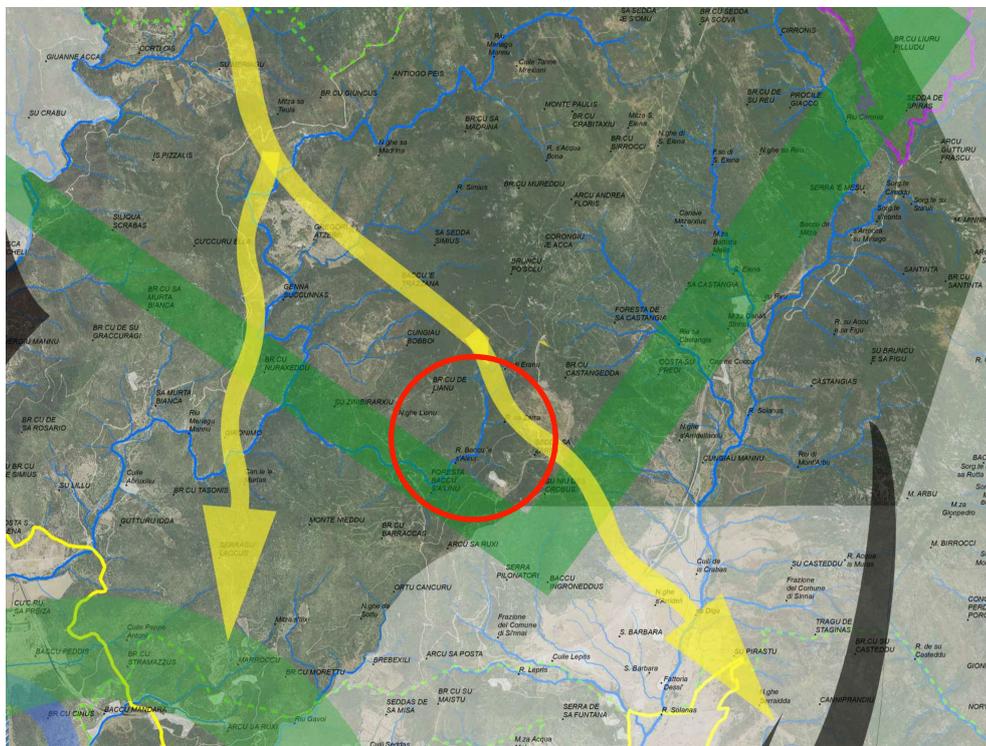
○ Ubicazione Parco Eolico

Figura 6 - Stato di avanzamento del procedimento di redazione e approvazione dei PCA nei vari Comuni della Sardegna (fonte <https://portal.sardegna.sira.it/classificazione-acustica-comunale>)

In data 31/07/2020 il Comune di Maracalagonis con la Deliberazione del Consiglio Comunale n° 25 "Redazione del piano urbanistico comunale in adeguamento al ppr e al pai. approvazione del piano urbanistico preliminare di cui all'art.20 comma 4 della l.r. n.45/89 modificata con la l.r. n.1/2019" ha approvato il Piano Urbanistico Comunale Preliminare.

In **Figura 7** si riporta uno stralcio della Tavola PP1 del Piano Urbanistico Comunale Preliminare, da cui si evince che il futuro Parco Eolico risulta ubicato in un’area sostanzialmente caratterizzata dall’assenza di insediamenti residenziali e dalla presenza di fondi agricoli. Risulta pertanto ragionevole ipotizzare, per tale ambito, un inserimento nella Classe Acustica III, definita dal DECRETO DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 14 novembre 1997 come *“aree di tipo misto: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici”*.

Si ritiene ragionevole ipotizzare una **Classe III** anche per la porzione di territorio del Comune di Sinai confinate a sud con il Comune di Maracalagonis.



Ubicazione Parco Eolico

Figura 7 – Stralcio Tavola PP1 del Piano Urbanistico Comunale Preliminare

3.6 Identificazione e descrizione dei ricettori presenti nell'area di studio, con indicazione delle loro caratteristiche utili sotto il profilo acustico (punto "f" DGR 62/9 del 14.11.2008)

Il progetto si sviluppa sui rilievi montuosi del campidano orientale, nel territorio della provincia di Cagliari, nel quadrante sud-orientale della Regione Autonoma della Sardegna. L'estensione dell'area è di circa 5.32 km², prevalentemente collinare nella parte orientale e più pianeggiante verso ovest.

L'area di progetto destinata ai generatori eolici occupa invece un'area, intesa come sottesa delle posizioni degli aerogeneratori più periferici, pari a 531.5 ha e si sviluppa longitudinalmente (N-S) per circa 3.1 km e latitudinalmente (E-O) per circa 3.162 km.

In termini di inserimento paesaggistico, le aree interessate dagli aerogeneratori rientrano nell'ambito Paesaggistico censito dal P.P.R. all'art. 14 delle N.T.A. "Golfo orientale di Cagliari".

L'area di pertinenza del progetto ricade in un'area scarsamente antropizzata; i centri abitati più vicini distano in linea d'aria: 2.8 km abitato di Maracalagonis, 7.6 km abitato di Villasimius, 8,5 km abitato di Castiadas e 5 km Solanas frazione di Sinnai.

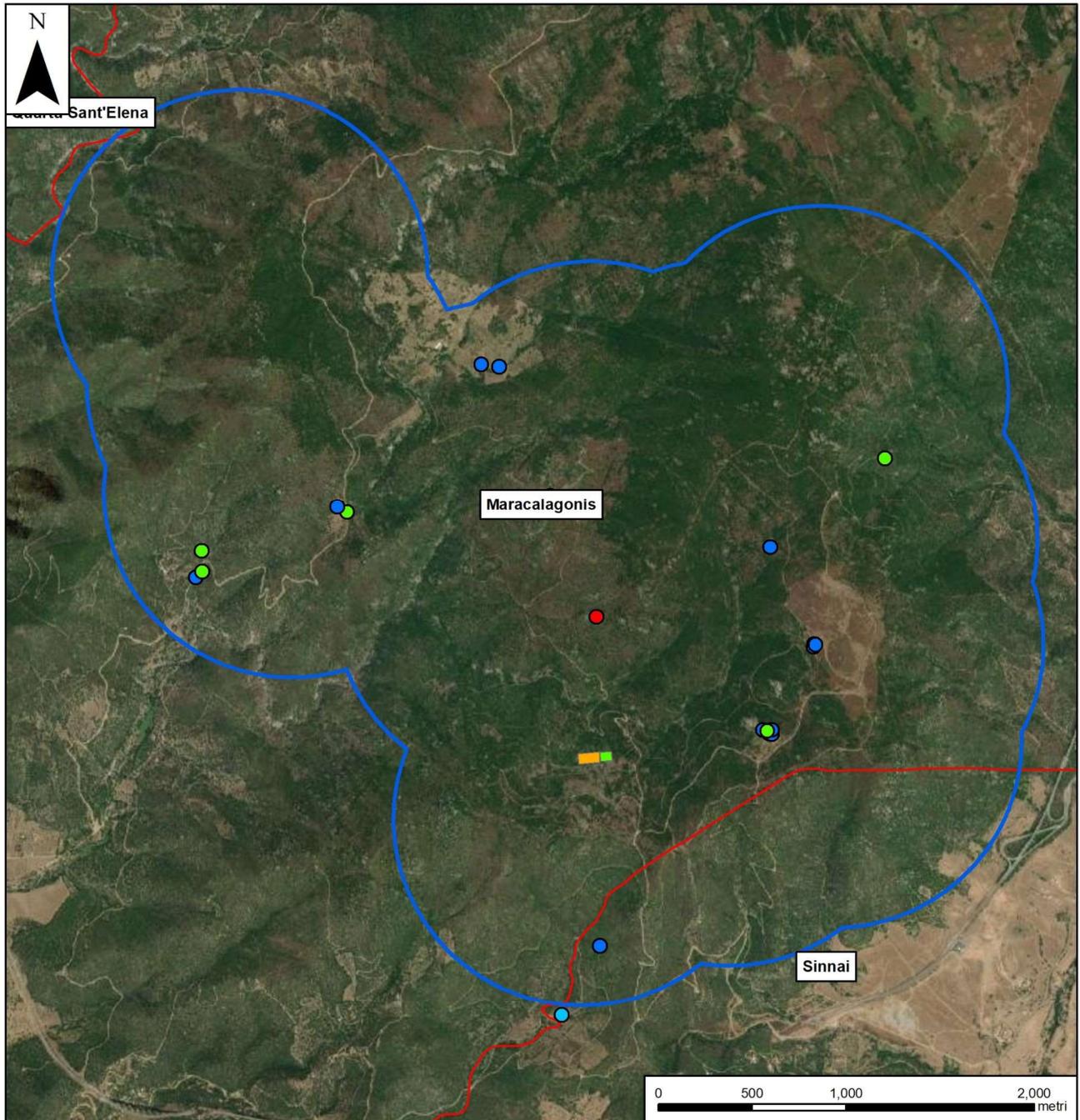
Il territorio, prevalentemente collinare, è caratterizzato da una vegetazione tipicamente mediterranea. I terreni oggetto dell'intervento si sviluppano a una quota tra i 350 e i 580 metri sopra il livello del mare, non ricadono in zone destinate alla coltivazione pregiate, in aree definibili come boschive, o comunque in zone che possano subire impatti sensibili diretti dalla presenza degli aerogeneratori e dalle opere ancillari previste.

La morfologia dell'ambito in oggetto è collinare con alcuni profili di pendenze tipiche delle zone sub-collinari dell'area del Campidano, è ben esposta al vento e senza particolari ostacoli che si antepongano al flusso del vento dominante. La viabilità interna esistente è attualmente utilizzata per l'ordinaria manutenzione dei fondi; gli adeguamenti alla viabilità verranno pertanto progettati tenendo conto anche delle necessità relative ad attività diverse da quelle prettamente relative all'installazione e manutenzione del solo parco eolico.

L'area oggetto dell'intervento è caratterizzata dai corsi d'acqua naturali di entità modesta quali "Riu Trazzana", "Riu Lianu", "Riu Sa Zarra", "Riu Siliqua", "Riu Simius" e da due corsi d'acqua censiti nel registro delle acque pubbliche: "Riu Baccu e' Salinu", "Riu Meriagu Mannu".

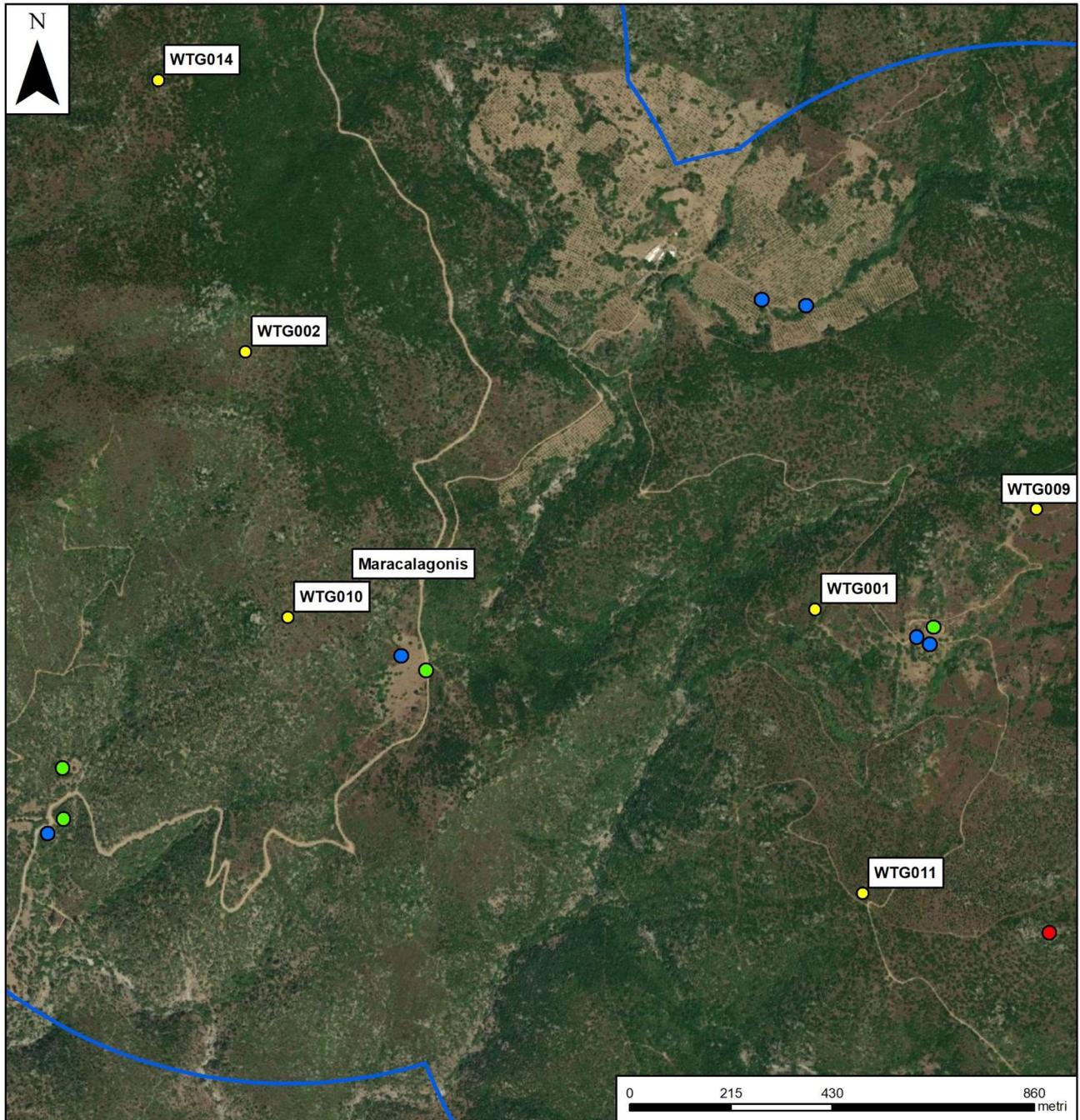
Dal punto di vista strettamente antropico analizzando un ambito spaziale di 1000 m da ogni singolo aerogeneratore si evidenzia uno scarso numero di corpi edificati costituiti prevalentemente da ruderi, edifici rurali non ad uso residenziale (stalle, ricoveri temporanei per agricoltori, ...). Non si segnala la presenza di ricettori strettamente residenziali in cui è ragionevole prevedere la presenza umana anche in periodo notturno. Il ricettore residenziale maggiormente prossimo al futuro Parco Eolico risulta ubicato in direzione Sud, nel territorio Comunale di Sinnai ad una distanza minima dagli aerogeneratori di circa 1070 m.

Nelle **Figura 9÷Figura 11** si riporta l'ubicazione degli aerogeneratori e dei manufatti, suddivisi per tipologie, individuati nel censimento.



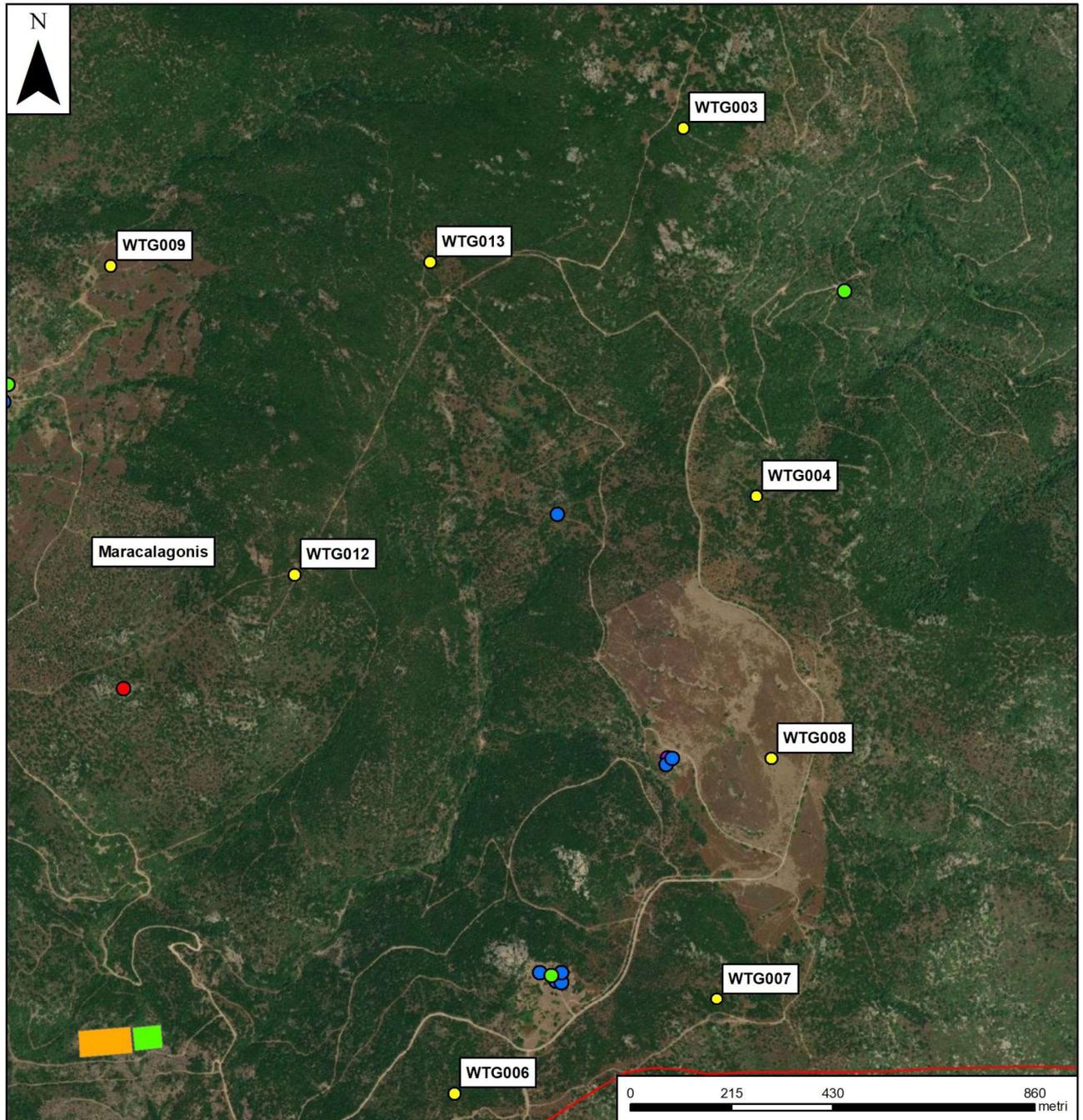
- Aereogeneratori
- Stazione elettrica
- Step-up
- Edificio abbandonato
- Edificio rurale
- Nuraghe
- Rudere
- Edificio residenziale
- Fascia 1000 m
- Confine comunali

Figura 8 - Sistema ricettore fascia 1000 m - corografia



- Aereogeneratori ■ Stazione elettrica ■ Step-up
- Edificio abbandonato ● Edificio rurale ● Nuraghe ● Rudere ● Edificio residenziale
- ▭ Fascia 1000 m — Confine comunali

Figura 9 - Sistema ricettore fascia 1000 m



- Aereogeneratori
- Stazione elettrica
- Step-up
- Edificio abbandonato
- Edificio rurale
- Nuraghe
- Rudere
- Edificio residenziale
- Fascia 1000 m
- Confine comunali

Figura 10 - Sistema ricettore fascia 1000 m

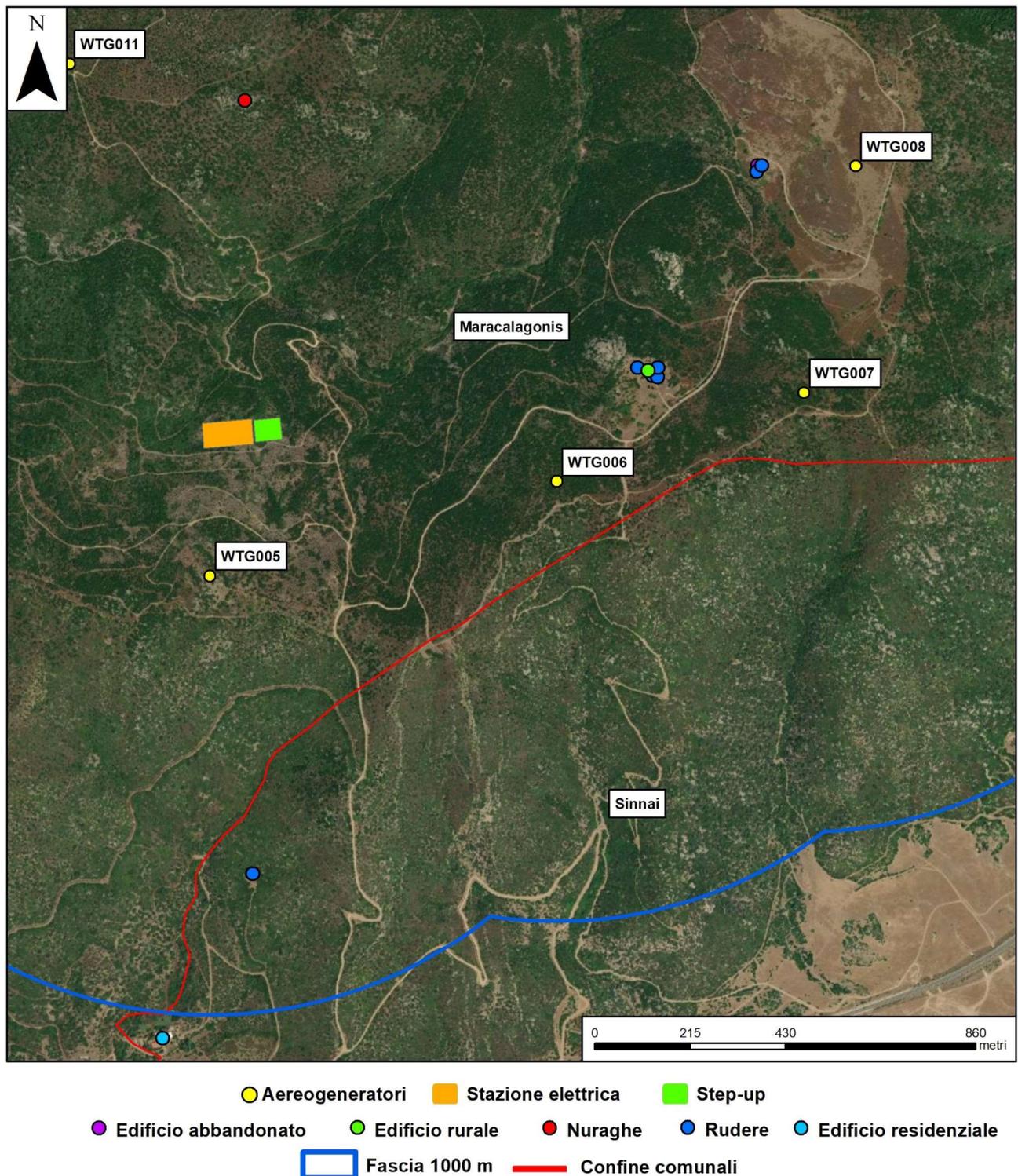


Figura 11 - Sistema ricettore fascia 1000 m

3.7 Individuazione delle principali sorgenti sonore già presenti nell'area di studio e indicazione dei livelli di rumore preesistenti in prossimità dei ricettori (punto "g" DGR 62/9 del 14.11.2008)

La caratterizzazione acustica di un ambiente o di una sorgente richiede la definizione di una serie di indicatori fisici (Leq, Ln, Lmax...) per mezzo dei quali "etichettare" il fenomeno osservato.

Tale caratterizzazione, ottenuta con strumentazione conforme alle prescrizioni contenute nelle direttive comunitarie/leggi nazionali o fornite in sede di regolamentazione tecnica delle misure del rumore, deve riguardare le condizioni di esercizio o di funzionamento in cui può normalmente operare la sorgente o il mix di sorgenti di emissione presenti nell'area.

La valutazione dei livelli di rumore che attualmente caratterizzano l'area in oggetto è stata svolta attraverso una specifica campagna di rilevamenti fonometrici spot in corrispondenza di un ambito spaziale rappresentativo dei livelli di rumore dell'area e pertanto anche dei ricettori non residenziali che risultano ubicati a minor distanza dai futuri aereogeneratori. La metodologia scelta, conforme alle prescrizioni normative di settore, risulta adeguata ad una caratterizzazione degli attuali livelli di rumorosità presenti nell'area che, come descritto in precedenza, non presenta sorgenti di rumore specifiche.

Al fine di garantire l'attendibilità dei risultati sono state rispettate alcune prescrizioni generali relativamente alla calibrazione e alle condizioni meteorologiche.

Calibrazione

All'inizio e alla fine di ogni serie di misurazioni il fonometro è stato calibrato con uno strumento di Classe 1. Le misure fonometriche sono state considerate valide se le due calibrazioni differivano al massimo di 0.5 dB.

Condizioni meteorologiche

Le misure non sono state eseguite nelle seguenti condizioni meteorologiche:

- in caso di precipitazioni (pioggia, neve)
- con velocità del vento superiore a 5 m/s
- in periodi di gelo
- con il suolo coperto da uno strato di neve.

In ogni caso i rilevamenti sono stati effettuati utilizzando la "cuffia" antivento, a protezione del microfono.

I rilievi sono stati svolti con strumentazione conforme alle prescrizioni normative vigenti e alle indicazioni della normativa tecnica di settore.

Nel seguito si riporta l'elenco dei principali riferimenti normativi a cui ci si è attenuti nella definizione della catena di misura.

EN 60651-1994	Class 1 Sound Level Meters (CEI 29-1)
EN 60804-1994	Class 1 Integrating-averaging sound level meters (CEI29-10)
EN 61094/1-1994	Measurements microphones Part 1: Specifications for laboratory standard microphones
EN 61094/2-1993	Measurements microphones Part 2: Primary method for pressure calibration of laboratory standard microphones by the reciprocity technique
EN 61094/3-1994	Measurements microphones Part 3: Primary method for free-field calibration of laboratory standard microphones by the reciprocity technique
EN 61094/4-1995	Measurements microphones Part 4: Specifications for working standard microphones

EN 61260-1995	Octave Band and fractional O.B. filters (CEI 29-4)
IEC 942-1988	Electroacoustics - Sound calibrators (CEI 29-14)
ISO 226-1987	Acoustics - Normal equal - loudness level contours
UNI 9884-1991	Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale
DPCM 1/3/1991	Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno
Legge 447-1996	Legge quadro sull'inquinamento acustico
DPCM 14/11/1997	Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore
DM 16/03/1998	Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico.

Tutti i rilievi sono stati effettuati con strumentazione in Classe 1, la catena di misura impiegata è riportata in **Tabella 5**.

Postazione	Catena di misura
P01	LD831 Fonometro Integratore Real Time Larson Davis mod. 831 Preamplificatore PRM 831 - Microfono Larson Davis 377B02

Tabella 5 - Strumentazione impiegata

Nello specifico il 19/02/2020 sono stati effettuati tre rilievi da 30' in periodo diurno e notturno, presso la postazione P01.

L'ubicazione delle postazioni di misura è riportata in **Figura 12**. La documentazione fotografica della postazione è riportata in **Figura 13**.

Contestualmente alle attività di monitoraggio acustico sono state monitorate anche le condizioni meteo ed in particolare velocità e direzione del vento.

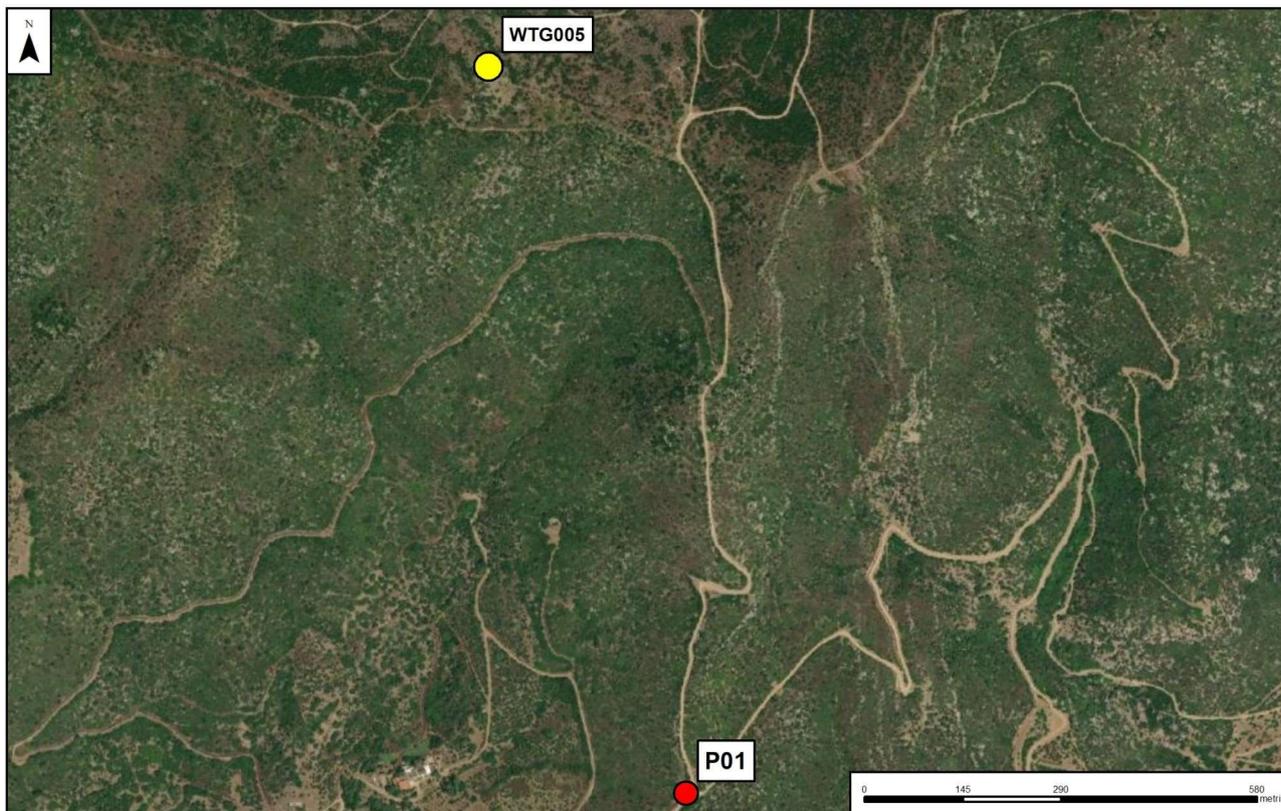
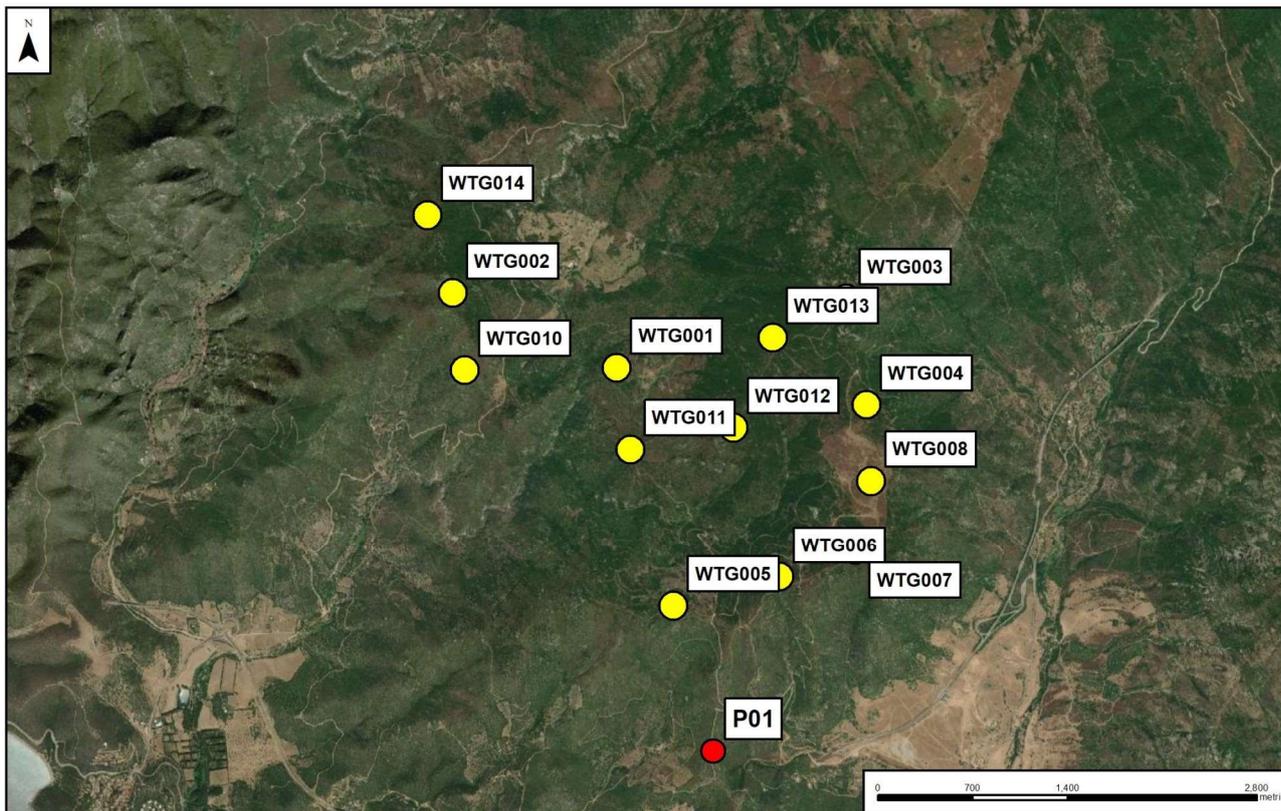


Figura 12 - Ubicazione postazione di monitoraggio



Figura 13 - Documentazione fotografica postazione di monitoraggio

I risultati dei rilievi sono contenuti nelle schede tecniche riportate in **Allegato 2** e sintetizzati nella **Tabella 6**.

I livelli rilevati risultano pienamente conformi ai limiti normativi ipotizzati. Si ricorda che i Comuni di Maragalagonis e Sinnai non dispongono di un Piano di Classificazione Acustica del proprio territorio vigente e che, in base alla destinazione d'uso delle aree è stata ipotizzato di inserire l'intero ambito di studio in Classe III (cfr. **Paragrafo 3.5**).

L'area risulta caratterizzata da una buona qualità acustica. In concomitanza ai rilievi le uniche sorgenti di origine antropica rilevate riguardano il traffico stradale circolante sulla SS 125 "Variante Orientale Sarda" udibile in lontananza con un basso contributo energetico ai livelli misurati. Il contributo biotico al clima acustico è determinato prevalentemente dall'avifauna, dal latrare dei cani, dal belare delle pecore e dai campanacci delle pecore. In periodo notturno è percepibile il frinire dei grilli.

Analizzando gli esiti dei rilievi ed in particolare il livello statistico L90, in un'ottica di estrema cautela nelle valutazioni previsionale descritte al **Paragrafo 3.8**, verrà considerato come livello ambientale di fondo il valore di 25 dBA.

Orario	Durata	LAeq	L90	Limite imm. PZA	Condizioni meteo
	[min]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	
09.16	10'	36.5	30.6	60	Condizioni del cielo: sereno Temperatura: 11.2 °C - Umidità: 80 % Velocità del vento: 1.8 m/s Direzione del vento: Sud/Est
09.26	10'	36.9	31.0	60	Condizioni del cielo: sereno Temperatura: 11.7 °C - Umidità: 81% Velocità del vento: 1.9 m/s Direzione del vento: Sud
09.36	10'	43.3	32.6	60	Condizioni del cielo: sereno Temperatura: 12.0°C - Umidità: 79% Velocità del vento: 2.0 m/s Direzione del vento: Sud
15.08	10'	42.1	33.3	60	Condizioni del cielo: sereno Temperatura: 14.5°C - Umidità: 75% Velocità del vento 2.7 m/s Direzione del vento: Sud/Est
15.18	10'	41.2	33.8	60	Condizioni del cielo: sereno Temperatura: 13.2°C - Umidità: 75% Velocità del vento: 4.1 m/s Direzione del vento: Sud
15.28	10'	44.1	34.5	60	Condizioni del cielo: sereno Temperatura: 13.5°C - Umidità: 76% Velocità del vento: 3.4 m/s Direzione del vento: Sud/Est
22.03	10'	29.4	24.4	50	Condizioni del cielo: sereno Temperatura: 11.4°C - Umidità: 79% Velocità del vento: 0.3 m/s Direzione del vento: Sud
22.13	10'	37.2	26.5	50	Condizioni del cielo: sereno Temperatura: 11.2°C - Umidità: 79% Velocità del vento: 0.1 m/s Direzione del vento: Sud
22.23	10'	33.2	25.1	50	Condizioni del cielo: sereno Temperatura: 11.3°C - Umidità: 80% Velocità del vento: 0.1 m/s Direzione del vento: Sud

Tabella 6 - Sintesi dei rilievi fonometrici effettuati - Punto P01

3.8 Calcolo previsionale dei livelli sonori generati dall'opera o attività nei confronti dei ricettori e dell'ambiente esterno circostante indicando i parametri e i modelli di calcolo utilizzati (punto "h" DGR 62/9 del 14.11.2008)

Come indicato nel **Paragrafo 3.3** la valutazione di impatto acustico sarà circoscritta al solo Parco Eolico ed alla cabina di "Step-up".

3.8.1 Parco Eolico

La verifica del rispetto delle prescrizioni normative in materia di impatto acustico relativa al Parco Eolico è sviluppata attraverso una dettagliata analisi critica dei risultati di valutazioni modellistiche numeriche che hanno consentito di stimare il contributo al clima acustico dell'area direttamente riconducibile al funzionamento dell'impianto oggetto di valutazione. Le valutazioni modellistiche sono state sviluppate in accordo alle impostazioni metodologiche indicate dalla UNI/TS 11143-7:2013.

Le valutazioni modellistiche hanno considerato le sorgenti di emissione descritte nel **Paragrafo 3.3** e sono state sviluppate con il supporto del modello previsionale SoundPLAN.

Il modello consente di considerare le caratteristiche geometriche e morfologiche del territorio e dell'edificio esistente e previsto nell'area di studio, la tipologia delle superfici, le caratteristiche emissive delle sorgenti, la presenza di schermi naturali o artificiali alla propagazione del rumore. Nel caso specifico le valutazioni sono state effettuate utilizzando l'implementazione prevista dal modello dalla norma ISO 9613 Part 1,2.

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

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

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

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

Assorbimento atmosferico: Attenuazione del livello di rumore in funzione della temperatura e dell'umidità dell'aria (A_{atm}). In NMPB le condizioni standard sono 15°C e 70% di umidità. Vanno considerati valori opportuni di coefficienti di assorbimento in accordo alla ISO 9613-1 per valori diversi della temperatura e umidità relativa.

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

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

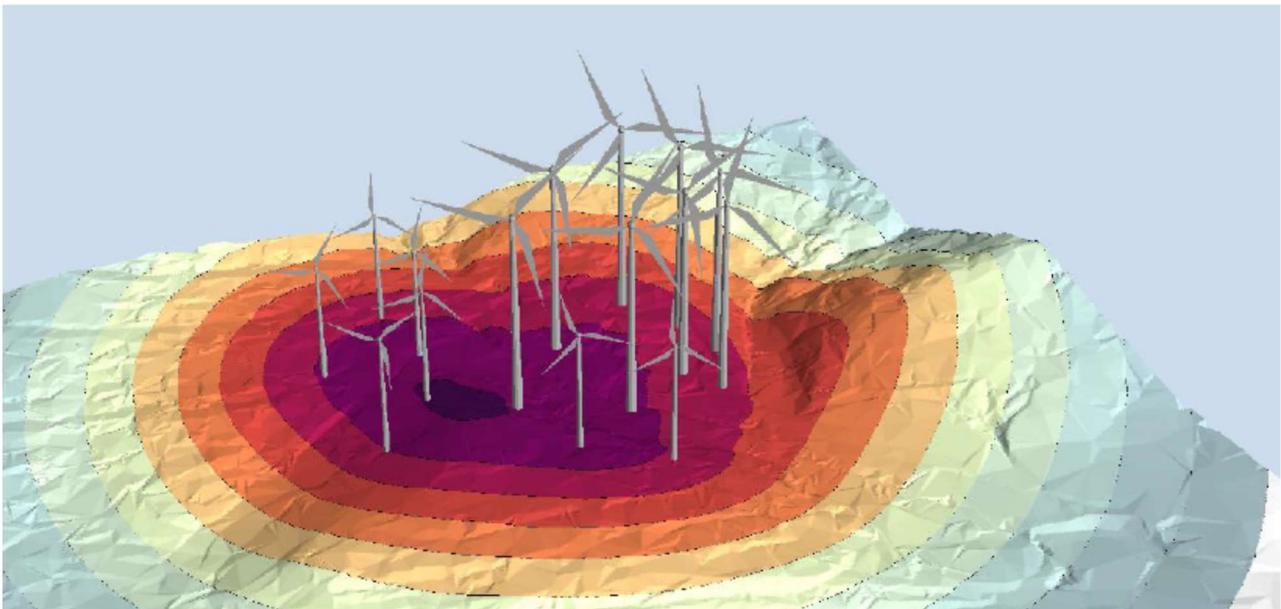


Figura 14 – Esempio di modellazione di parco eolico in SoundPlan

La sorgente di una turbina eolica, viene posizionata all'altezza del mozzo, risulta inoltre necessario inserire nella scheda "Addizionali" il diametro del rotore, al fine di effettuare il calcolo in accordo con IoA Windturbines. Per ottenere una visualizzazione realistica in 3D è possibile utilizzare il tipo di oggetto "Energia eolica" per impostare la direzione del rotore.

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

- **Scenario 1:** emissioni acustiche complessive (10 Hz ÷ 10 kHz) massime contemporanee di ogni singolo aerogeneratore e costanti nelle 24 ore. Come evidenziato in **Tabella 1** tali emissioni si verificano in presenza di velocità del vento superiori a 9 m/s al rotore. Per il caso oggetto di studio è stata utilizzata pertanto una velocità del vento ≥ 10 m/s.
- **Scenario 2:** emissioni acustiche complessive (10 Hz ÷ 10 kHz) in presenza di velocità del vento al rotore pari a 8 m/s; valore scelto, in un'ottica di estrema cautela, rappresentativo delle condizioni medie delle velocità del vento massime documentate per l'ambito di studio (cfr. Paragrafo 3.8.1.1).
- **Scenario 3:** emissioni acustiche alle basse frequenze (10 Hz ÷ 160 Hz).

Gli esiti dello **Scenario 1** risultano rappresentativi dei livelli sonori massimi che si potranno determinare nell'ambito di studio. Tali valori, in presenza di ricettori residenziali, risultano utili per l'eventuale verifica dei livelli differenziali in ambiente abitativo.

Gli esiti dello **Scenario 2** consentono di documentare i livelli di rumore stimati per l'area di studio considerando il valore di velocità media annuale (cfr. Caratterizzazione anemologica - **Paragrafo 3.8.1.1**). Tali valori risultano adeguati per una valutazione del contributo sonoro del parco eolico nelle condizioni medie (ma sempre riferite alle velocità massime documentate per il sito in oggetto) e sono, pertanto, utili per la verifica dei limiti di emissione ed immissione.

Gli esiti dello **Scenario 3**, in un'ottica di massima cautela, evidenziano il solo contributo alle basse frequenze. Per tale scenario non esiste un riferimento normativo cogente in Italia ma si può far riferimento a quanto indicato dalla Norma danese n° 1284 del 15/12/2011 "Statutory Order on Noise from Wind Turbines". Tale norma indica un limite di 20 dBA in ambiente abitativo per i soli ricettori residenziali relativo al solo contributo degli aerogeneratori in presenza di velocità del vento al rotore di 6 o 8 m/s. Nell'ambito del presente studio si è tenuto conto della condizione acusticamente più penalizzante ossia con velocità del vento di 8 m/s.

Gli esiti delle valutazioni sono rappresentati al continuo mediante mappe cromatiche delle curve isofoniche relativamente al periodo diurno/notturno in cui le sorgenti sonore saranno attive (cfr. **Allegato 1**).

Sono inoltre stati individuati 4 ricettori testimoniali in corrispondenza dei quali sono state effettuate delle valutazioni puntuali i cui esiti consentono una verifica rigorosa dei limiti di legge. I ricettori scelti rappresentano, all'interno della fascia di 1000 dai singoli aerogeneratori, gli edifici rurali a minima distanza dalle sorgenti sonore in cui è ragionevole ipotizzare la presenza umana solo in periodo diurno. Si è ritenuto opportuno effettuare anche le verifiche presso il ricettore residenza maggiormente prossimo agli aerogeneratori anche se ubicato a distanza maggiore di 1000 m (Ric01). La localizzazione dei ricettori di controllo è riportata in **Figura 15**.

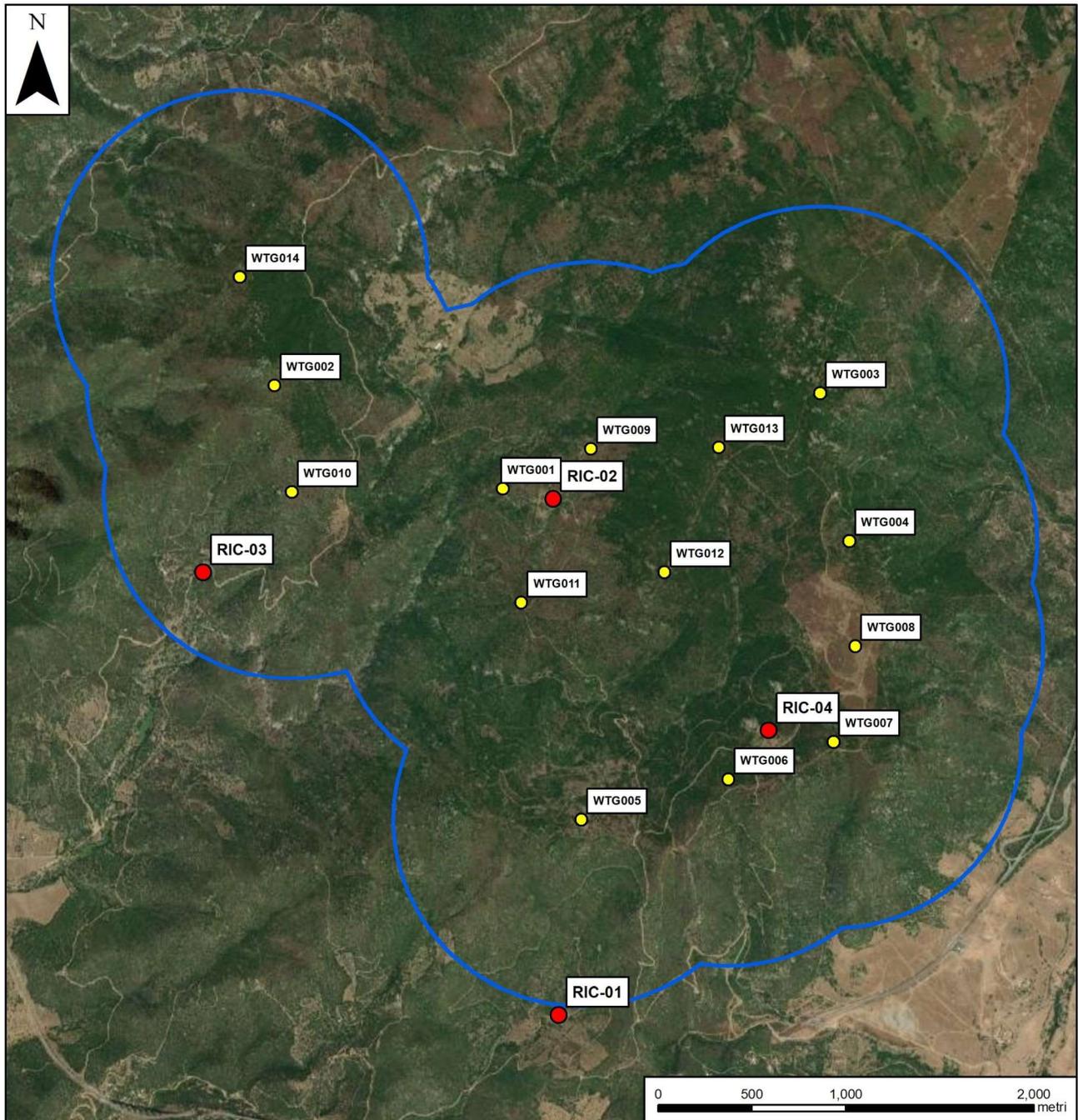


Figura 15 – Localizzazione dei ricettori di controllo

Nelle **Figura 16 ÷ Figura 18** si riportano alcune viste 3D degli esiti delle valutazioni modellistiche relative ai diversi scenari analizzati.



Figura 16 – Viste 3D impatto acustico - Scenario 1 (Massimo impatto)

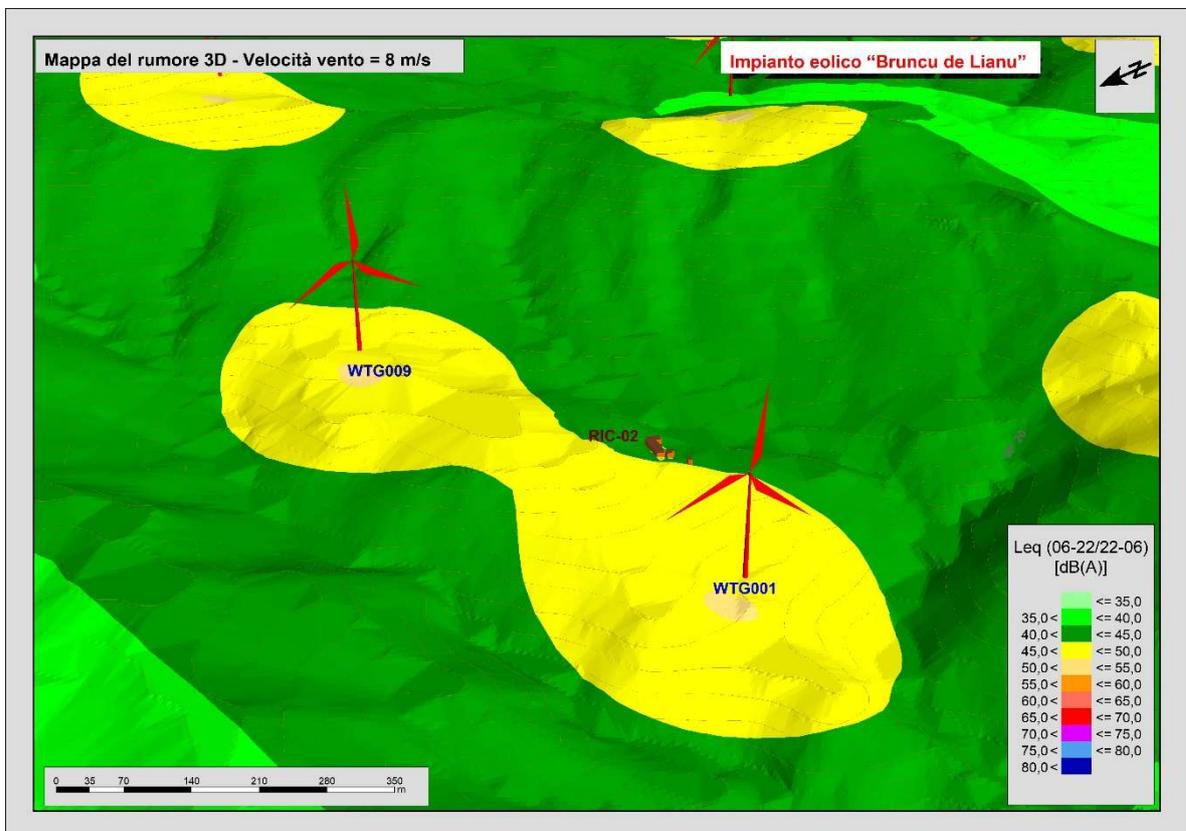


Figura 17 – Viste 3D impatto acustico - Scenario 2 (Velocità 8 m/s al rotore)



Figura 18 – Viste 3D impatto acustico - Scenario 3 (Velocità 8 m/s al rotore - Basse Frequenze)

Noti i livelli di impatto è possibile effettuare la verifica di compatibilità con i limiti normativi. Per la verifica dei limiti di immissione assoluti e differenziali è necessario conoscere i livelli di fondo dell'area di studio. Sulla base degli esiti dei rilievi documentati nel **Paragrafo 3.7**, in un'ottica di estrema cautela, si è ritenuto opportuno considerare come livello di fondo il valore di 25 dBA.

La verifica dei **limiti di emissione** è riportata in **Tabella 7**, in cui sono sintetizzati i livelli di impatto massimo valutati in corrispondenza di ogni singolo ricettore, indicando il piano e il fronte dell'edificio. Tutti i ricettori, in base a quanto ipotizzato in assenza di un Piano di Classificazione Acustica (**cfr. Paragrafo 3.5**), ricadono in ambiti appartenenti alla Classe III. Per i ricettori RIC02, RIC03 e RIC04 le verifiche sono state effettuate solo in periodo diurno in quanto non prevista la presenza di persone in periodo notturno.

Come si può osservare in corrispondenza di tutti i punti di controllo i livelli di impatto risultano conformi ai limiti di legge con ampi margini di sicurezza. Come precedentemente illustrato lo scenario maggiormente rappresentativo per tale verifica è quello relativo alla velocità del vento al rotore di 8 m/s ossia la velocità media annuale più sfavorevole documentata dai dati anemologici disponibili. **In ogni caso anche in presenza di emissioni acustiche massime, valori riportati nella tabella tra parentesi, i limiti risultano rispettati.**

Il rispetto dei limiti di emissione e i livelli di fondo particolarmente contenuti documentati dai rilievi di caratterizzazione effettuati consentono di garantire anche la piena compatibilità relativamente ai limiti assoluti di immissione previsti dalla classe III in cui ricadono tutti i ricettori (60 dBA in periodo diurno e 50 dBA in periodo notturno).

La verifica dei limiti differenziali, effettuata considerando cautelativamente lo scenario emissivo di massimo impatto, è documentata in **Tabella 8**.

Per la stima dei livelli in ambiente abitativo a finestre aperte e chiuse, necessaria per la verifica di applicabilità del limite, si è ipotizzato un potere di fonoisolante della facciata pari a 20 dB a finestre chiuse e una riduzione dei livelli a finestre aperte (fattore di forma) pari a 5 dBA². Il potere fonoisolante per la valutazione a finestre chiuse considera sia l'isolamento minimo garantito dalla facciata in base alla fonte citata (17 dBA) sia il fatto che il modello di calcolo considera anche le riflessioni determinate dalla facciata stessa che, a minima distanza dalla stessa, determinano un incremento di 3 dBA. Si ritiene opportuno sottolineare che tale isolamento è in ogni caso fortemente cautelativo considerando che in base a quanto previsto dal Decreto sui requisiti acustici Passivi (DPCM 5-12-1997) l'isolamento di facciata minimo dovrebbe essere pari ad almeno 40 dB.

Come si può osservare i livelli in ambiente abitativo risultano per tutti i punti di controllo inferiori ai limiti di applicabilità, si può pertanto affermare che **gli impatti del futuro campo eolico saranno conformi a quanto previsto dalla normativa anche in relazione ai limiti differenziali**. Anche in questo caso la verifica per i ricettori Ric02, Ric03 e Ric04 è stata effettuata solo in periodo diurno, in ragione dell'assenza di persone in periodo notturno.

Come indicato in precedenza i livelli di fondo sono stati considerati, in un'ottica di estrema cautela, molto contenuti e pari a 25 dBA. Tale assunzione potrebbe in realtà non rivelarsi a tutti gli effetti cautelativa nel caso in cui i livelli di fondo molto contenuti risultassero fondamentali per determinare la non applicabilità del limite. A tal proposito si sottolinea che anche in presenza di livelli di fondo pari a 40 dBA i limiti differenziali risulterebbero, per tutti i punti di controllo non applicabili. L'applicabilità dei limiti differenziali si verrebbe a determinare solo con livelli di fondo superiori ai livelli di impatto stimati e, pertanto, il differenziale risulterebbe in ogni caso inferiore a 3 dB.

Per quanto concerne le **Basse Frequenze** la Norma danese n° 1284 del 15/12/2011 "Statutory Order on Noise from Wind Turbines" richiede una verifica in ambiente abitativo. Anche in questo caso la stima degli impatti in ambiente abitativo è stata effettuata considerando un isolamento di facciata a finestre chiuse pari a 20 dB. Gli

² Cfr. Planning Policy Guidance 24: Planning and Noise, UK Department for Communities and Local Government; NANR116: "Open/closed window research – sound insulation through ventilated domestic windows, The Building Performance centre, Napier University, 2007; "Night noise guidelines for Europe", capp. 1 e 5, WHO Regional Office for Europe, 2009.

esiti delle valutazioni sono sintetizzati in **Tabella 9**. Anche in questo caso i livelli di impatto risultano conformi ai limiti non cogenti indicati dalla suddetta norma.

Ric.	Piano	Direzione	Livelli pressione sonora in [dBA]				
			Impatto Vvento= 8 m/s (Vvento Max)	Limiti di emissione		Esuperi Vvento= 8 m/s (Vvento Max)	
				6 -22	22.6	6 -22	22.6
RIC-01	P.t.	Nord	28.0 (29.2)	55.0	45.0	-27.0 (-25.8)	-17.0 (-15.8)
RIC-01	1° P	Nord	29.5 (30.8)	55.0	45.0	-25.5 (-24.2)	-15.5 (-14.2)
RIC-01	P.t.	Est	31.1 (32.3)	55.0	45.0	-23.9 (-22.7)	-13.9 (-12.7)
RIC-01	1° P	Est	32.1 (33.4)	55.0	45.0	-22.9 (-21.6)	-12.9 (-11.6)
RIC-01	P.t.	Nord	28.5 (29.8)	55.0	45.0	-26.5 (-25.2)	-16.5 (-15.2)
RIC-01	1° P	Nord	29.6 (30.8)	55.0	45.0	-25.4 (-24.2)	-15.4 (-14.2)
RIC-01	P.t.	Ovest	26.5 (27.7)	55.0	45.0	-28.5 (-27.3)	-18.5 (-17.3)
RIC-01	1° P	Ovest	27.5 (28.8)	55.0	45.0	-27.5 (-26.2)	-17.5 (-16.2)
RIC-01	P.t.	Nord	28.0 (29.3)	55.0	45.0	-27.0 (-25.7)	-17.0 (-15.7)
RIC-01	1° P	Nord	29.5 (30.7)	55.0	45.0	-25.5 (-24.3)	-15.5 (-14.3)
RIC-01	P.t.	Nord	29.1 (30.4)	55.0	45.0	-25.9 (-24.6)	-15.9 (-14.6)
RIC-01	1° P	Nord	30.2 (31.5)	55.0	45.0	-24.8 (-23.5)	-14.8 (-13.5)
RIC-01	P.t.	Ovest	26.3 (27.5)	55.0	45.0	-28.7 (-27.5)	-18.7 (-17.5)
RIC-01	1° P	Ovest	27.4 (28.6)	55.0	45.0	-27.6 (-26.4)	-17.6 (-16.4)
RIC-01	P.t.	Sud	26.2 (27.5)	55.0	45.0	-28.8 (-27.5)	-18.8 (-17.5)
RIC-01	1° P	Sud	27.3 (28.6)	55.0	45.0	-27.7 (-26.4)	-17.7 (-16.4)
RIC-01	P.t.	Est	26.6 (27.9)	55.0	45.0	-28.4 (-27.1)	-18.4 (-17.1)
RIC-01	1° P	Est	29.4 (30.6)	55.0	45.0	-25.6 (-24.4)	-15.6 (-14.4)
RIC-01	P.t.	Sud	26.4 (27.7)	55.0	45.0	-28.6 (-27.3)	-18.6 (-17.3)
RIC-01	1° P	Sud	27.5 (28.7)	55.0	45.0	-27.5 (-26.3)	-17.5 (-16.3)
RIC-01	P.t.	Est	26.5 (27.7)	55.0	45.0	-28.5 (-27.3)	-18.5 (-17.3)
RIC-01	1° P	Est	27.6 (28.8)	55.0	45.0	-27.4 (-26.2)	-17.4 (-16.2)
RIC-01	P.t.	Sud	26.5 (27.7)	55.0	45.0	-28.5 (-27.3)	-18.5 (-17.3)
RIC-01	1° P	Sud	27.5 (28.8)	55.0	45.0	-27.5 (-26.2)	-17.5 (-16.2)
RIC-01	P.t.	Ovest	25.6 (26.8)	55.0	45.0	-29.4 (-28.2)	-19.4 (-18.2)
RIC-01	1° P	Ovest	27.4 (28.7)	55.0	45.0	-27.6 (-26.3)	-17.6 (-16.3)
RIC-01	1° P	Sud	26.8 (28.1)	55.0	45.0	-28.2 (-26.9)	-18.2 (-16.9)
RIC-01	1° P	Est	26.0 (27.3)	55.0	45.0	-29.0 (-27.7)	-19.0 (-17.7)
RIC-02	P.t.	Nord	42.0 (43.2)	55.0	-	-13.0 (-11.8)	-
RIC-02	1° P	Nord	45.3 (46.6)	55.0	-	-9.7 (-8.4)	-
RIC-02	P.t.	Est	43.0 (44.2)	55.0	-	-12.0 (-10.8)	-
RIC-02	1° P	Est	44.4 (45.7)	55.0	-	-10.6 (-9.3)	-
RIC-02	P.t.	Nord	42.7 (43.9)	55.0	-	-12.3 (-11.1)	-
RIC-02	1° P	Nord	45.5 (46.7)	55.0	-	-9.5 (-8.3)	-
RIC-02	P.t.	Ovest	42.4 (43.7)	55.0	-	-12.6 (-11.3)	-

Ric.	Piano	Direzione	Livelli pressione sonora in [dBA]				
			Impatto Vvento= 8 m/s (Vvento Max)	Limiti di emissione		Esuperi Vvento= 8 m/s (Vvento Max)	
				6 -22	22.6	6 -22	22.6
RIC-02	1° P	Ovest	45.4 (46.7)	55.0	-	-9.6 (-8.3)	-
RIC-02	P.t.	Sud	45.8 (47.0)	55.0	-	-9.2 (-8.0)	-
RIC-02	1° P	Sud	45.6 (46.8)	55.0	-	-9.4 (-8.2)	-
RIC-02	P.t.	Sud	44.5 (45.8)	55.0	-	-10.5 (-9.2)	-
RIC-02	1° P	Sud	45.5 (46.7)	55.0	-	-9.5 (-8.3)	-
RIC-02	P.t.	Sud	44.9 (46.1)	55.0	-	-10.1 (-8.9)	-
RIC-02	1° P	Sud	45.4 (46.7)	55.0	-	-9.6 (-8.3)	-
RIC-02	P.t.	Ovest	45.0 (46.3)	55.0	-	-10.0 (-8.7)	-
RIC-02	1° P	Ovest	45.5 (46.7)	55.0	-	-9.5 (-8.3)	-
RIC-02	P.t.	Sud	44.8 (46.0)	55.0	-	-10.2 (-9.0)	-
RIC-02	1° P	Sud	45.2 (46.5)	55.0	-	-9.8 (-8.5)	-
RIC-02	P.t.	Est	43.4 (44.6)	55.0	-	-11.6 (-10.4)	-
RIC-02	1° P	Est	44.6 (45.9)	55.0	-	-10.4 (-9.1)	-
RIC-03	P.t.	Sud	30.2 (31.5)	55.0	-	-24.8 (-23.5)	-
RIC-03	1° P	Sud	34.0 (35.2)	55.0	-	-21.0 (-19.8)	-
RIC-03	P.t.	Sud	30.5 (31.8)	55.0	-	-24.5 (-23.2)	-
RIC-03	1° P	Sud	34.1 (35.4)	55.0	-	-20.9 (-19.6)	-
RIC-03	P.t.	Sud	32.0 (33.3)	55.0	-	-23.0 (-21.7)	-
RIC-03	1° P	Sud	32.9 (34.1)	55.0	-	-22.1 (-20.9)	-
RIC-03	P.t.	Sud	33.5 (34.7)	55.0	-	-21.5 (-20.3)	-
RIC-03	1° P	Sud	34.2 (35.5)	55.0	-	-20.8 (-19.5)	-
RIC-04	P.t.	Nord	41.9 (43.2)	55.0	-	-13.1 (-11.8)	-
RIC-04	1° P	Nord	43.4 (44.7)	55.0	-	-11.6 (-10.3)	-
RIC-04	P.t.	Ovest	41.8 (43.0)	55.0	-	-13.2 (-12.0)	-
RIC-04	1° P	Ovest	43.3 (44.6)	55.0	-	-11.7 (-10.4)	-
RIC-04	P.t.	Sud	41.4 (42.6)	55.0	-	-13.6 (-12.4)	-
RIC-04	1° P	Sud	44.3 (45.6)	55.0	-	-10.7 (-9.4)	-
RIC-04	P.t.	Ovest	42.7 (44.0)	55.0	-	-12.3 (-11.0)	-
RIC-04	1° P	Ovest	43.6 (44.8)	55.0	-	-11.4 (-10.2)	-
RIC-04	P.t.	Nord	42.6 (43.9)	55.0	-	-12.4 (-11.1)	-
RIC-04	1° P	Nord	43.5 (44.8)	55.0	-	-11.5 (-10.2)	-
RIC-04	P.t.	Ovest	41.9 (43.2)	55.0	-	-13.1 (-11.8)	-
RIC-04	1° P	Ovest	43.4 (44.7)	55.0	-	-11.6 (-10.3)	-
RIC-04	P.t.	Sud	41.8 (43.0)	55.0	-	-13.2 (-12.0)	-
RIC-04	1° P	Sud	43.9 (45.1)	55.0	-	-11.1 (-9.9)	-
RIC-04	P.t.	Est	41.8 (43.1)	55.0	-	-13.2 (-11.9)	-
RIC-04	1° P	Est	44.0 (45.3)	55.0	-	-11.0 (-9.7)	-

Tabella 7 – Verifica limiti di emissione

Ric.	Piano	Direzione	Livelli pressione sonora in [dBA]								
			Impatto	Residuo	Ambientale	Ambientale f.a.		Ambientale f.c.		Differenziale	
			6-22/22-6	6-22/22-6	6-22/22-6	6-22	22-6	6-22	22-6	6-22	22-6
RIC-01	P.t.	Nord	29.2	25.0	30.6	25.6	25.6	10.6	10.6	N.A.	N.A.
RIC-01	1° P	Nord	30.8	25.0	31.8	26.8	26.8	11.8	11.8	N.A.	N.A.
RIC-01	P.t.	Est	32.3	25.0	33.0	28.0	28.0	13.0	13.0	N.A.	N.A.
RIC-01	1° P	Est	33.4	25.0	34.0	29.0	29.0	14.0	14.0	N.A.	N.A.
RIC-01	P.t.	Nord	29.8	25.0	31.0	26.0	26.0	11.0	11.0	N.A.	N.A.
RIC-01	1° P	Nord	30.8	25.0	31.8	26.8	26.8	11.8	11.8	N.A.	N.A.
RIC-01	P.t.	Ovest	27.7	25.0	29.6	24.6	24.6	9.6	9.6	N.A.	N.A.
RIC-01	1° P	Ovest	28.8	25.0	30.3	25.3	25.3	10.3	10.3	N.A.	N.A.
RIC-01	P.t.	Nord	29.3	25.0	30.7	25.7	25.7	10.7	10.7	N.A.	N.A.
RIC-01	1° P	Nord	30.7	25.0	31.7	26.7	26.7	11.7	11.7	N.A.	N.A.
RIC-01	P.t.	Nord	30.4	25.0	31.5	26.5	26.5	11.5	11.5	N.A.	N.A.
RIC-01	1° P	Nord	31.5	25.0	32.4	27.4	27.4	12.4	12.4	N.A.	N.A.
RIC-01	P.t.	Ovest	27.5	25.0	29.4	24.4	24.4	9.4	9.4	N.A.	N.A.
RIC-01	1° P	Ovest	28.6	25.0	30.2	25.2	25.2	10.2	10.2	N.A.	N.A.
RIC-01	P.t.	Sud	27.5	25.0	29.4	24.4	24.4	9.4	9.4	N.A.	N.A.
RIC-01	1° P	Sud	28.6	25.0	30.2	25.2	25.2	10.2	10.2	N.A.	N.A.
RIC-01	P.t.	Est	27.9	25.0	29.7	24.7	24.7	9.7	9.7	N.A.	N.A.
RIC-01	1° P	Est	30.6	25.0	31.7	26.7	26.7	11.7	11.7	N.A.	N.A.
RIC-01	P.t.	Sud	27.7	25.0	29.6	24.6	24.6	9.6	9.6	N.A.	N.A.
RIC-01	1° P	Sud	28.7	25.0	30.2	25.2	25.2	10.2	10.2	N.A.	N.A.
RIC-01	P.t.	Est	27.7	25.0	29.6	24.6	24.6	9.6	9.6	N.A.	N.A.
RIC-01	1° P	Est	28.8	25.0	30.3	25.3	25.3	10.3	10.3	N.A.	N.A.
RIC-01	P.t.	Sud	27.7	25.0	29.6	24.6	24.6	9.6	9.6	N.A.	N.A.
RIC-01	1° P	Sud	28.8	25.0	30.3	25.3	25.3	10.3	10.3	N.A.	N.A.
RIC-01	P.t.	Ovest	26.8	25.0	29.0	24.0	24.0	9.0	9.0	N.A.	N.A.
RIC-01	1° P	Ovest	28.7	25.0	30.2	25.2	25.2	10.2	10.2	N.A.	N.A.
RIC-01	1° P	Sud	28.1	25.0	29.8	24.8	24.8	9.8	9.8	N.A.	N.A.
RIC-01	1° P	Est	27.3	25.0	29.3	24.3	24.3	9.3	9.3	N.A.	N.A.
RIC-02	P.t.	Nord	43.2	25.0	43.3	38.3	-	23.3	-	N.A.	-
RIC-02	1° P	Nord	46.6	25.0	46.6	41.6	-	26.6	-	N.A.	-
RIC-02	P.t.	Est	44.2	25.0	44.3	39.3	-	24.3	-	N.A.	-
RIC-02	1° P	Est	45.7	25.0	45.7	40.7	-	25.7	-	N.A.	-
RIC-02	P.t.	Nord	43.9	25.0	44.0	39.0	-	24.0	-	N.A.	-
RIC-02	1° P	Nord	46.7	25.0	46.7	41.7	-	26.7	-	N.A.	-
RIC-02	P.t.	Ovest	43.7	25.0	43.8	38.8	-	23.8	-	N.A.	-
RIC-02	1° P	Ovest	46.7	25.0	46.7	41.7	-	26.7	-	N.A.	-
RIC-02	P.t.	Sud	47.0	25.0	47.0	42.0	-	27.0	-	N.A.	-
RIC-02	1° P	Sud	46.8	25.0	46.8	41.8	-	26.8	-	N.A.	-
RIC-02	P.t.	Sud	45.8	25.0	45.8	40.8	-	25.8	-	N.A.	-

Ric.	Piano	Direzione	Livelli pressione sonora in [dBA]									
			Impatto	Residuo	Ambientale	Ambientale f.a.		Ambientale f.c.		Differenziale		
			6-22/22-6	6-22/22-6	6-22/22-6	6-22	22-6	6-22	22-6	6-22	22-6	
RIC-02	1° P	Sud	46.7	25.0	46.7	41.7	-	26.7	-	N.A.	-	
RIC-02	P.t.	Sud	46.1	25.0	46.1	41.1	-	26.1	-	N.A.	-	
RIC-02	1° P	Sud	46.7	25.0	46.7	41.7	-	26.7	-	N.A.	-	
RIC-02	P.t.	Ovest	46.3	25.0	46.3	41.3	-	26.3	-	N.A.	-	
RIC-02	1° P	Ovest	46.7	25.0	46.7	41.7	-	26.7	-	N.A.	-	
RIC-02	P.t.	Sud	46.0	25.0	46.0	41.0	-	26.0	-	N.A.	-	
RIC-02	1° P	Sud	46.5	25.0	46.5	41.5	-	26.5	-	N.A.	-	
RIC-02	P.t.	Est	44.6	25.0	44.6	39.6	-	24.6	-	N.A.	-	
RIC-02	1° P	Est	45.9	25.0	45.9	40.9	-	25.9	-	N.A.	-	
RIC-03	P.t.	Sud	31.5	25.0	32.4	27.4	-	12.4	-	N.A.	-	
RIC-03	1° P	Sud	35.2	25.0	35.6	30.6	-	15.6	-	N.A.	-	
RIC-03	P.t.	Sud	31.8	25.0	32.6	27.6	-	12.6	-	N.A.	-	
RIC-03	1° P	Sud	35.4	25.0	35.8	30.8	-	15.8	-	N.A.	-	
RIC-03	P.t.	Sud	33.3	25.0	33.9	28.9	-	13.9	-	N.A.	-	
RIC-03	1° P	Sud	34.1	25.0	34.6	29.6	-	14.6	-	N.A.	-	
RIC-03	P.t.	Sud	34.7	25.0	35.1	30.1	-	15.1	-	N.A.	-	
RIC-03	1° P	Sud	35.5	25.0	35.9	30.9	-	15.9	-	N.A.	-	
RIC-04	P.t.	Nord	43.2	25.0	43.3	38.3	-	23.3	-	N.A.	-	
RIC-04	1° P	Nord	44.7	25.0	44.7	39.7	-	24.7	-	N.A.	-	
RIC-04	P.t.	Ovest	43.0	25.0	43.1	38.1	-	23.1	-	N.A.	-	
RIC-04	1° P	Ovest	44.6	25.0	44.6	39.6	-	24.6	-	N.A.	-	
RIC-04	P.t.	Sud	42.6	25.0	42.7	37.7	-	22.7	-	N.A.	-	
RIC-04	1° P	Sud	45.6	25.0	45.6	40.6	-	25.6	-	N.A.	-	
RIC-04	P.t.	Ovest	44.0	25.0	44.1	39.1	-	24.1	-	N.A.	-	
RIC-04	1° P	Ovest	44.8	25.0	44.8	39.8	-	24.8	-	N.A.	-	
RIC-04	P.t.	Nord	43.9	25.0	44.0	39.0	-	24.0	-	N.A.	-	
RIC-04	1° P	Nord	44.8	25.0	44.8	39.8	-	24.8	-	N.A.	-	
RIC-04	P.t.	Ovest	43.2	25.0	43.3	38.3	-	23.3	-	N.A.	-	
RIC-04	1° P	Ovest	44.7	25.0	44.7	39.7	-	24.7	-	N.A.	-	
RIC-04	P.t.	Sud	43.0	25.0	43.1	38.1	-	23.1	-	N.A.	-	
RIC-04	1° P	Sud	45.1	25.0	45.1	40.1	-	25.1	-	N.A.	-	
RIC-04	P.t.	Est	43.1	25.0	43.2	38.2	-	23.2	-	N.A.	-	
RIC-04	1° P	Est	45.3	25.0	45.3	40.3	-	25.3	-	N.A.	-	
Soglia di applicabilità							50	40	35	25		
Limite differenziale										5	3	

N.A. = Non Applicabile

Tabella 8 – Verifica limiti differenziali

Ric.	Piano	Direzione	Livelli pressione sonora in [dBA]		
			Impatto basse frequenze	Livelli in ambiente abitativo basse frequenze	Limite di riferimento
RIC-01	P.t.	Nord	21.2	1.2	20.0
RIC-01	1° P	Nord	21.8	1.8	20.0
RIC-01	P.t.	Est	23.7	3.7	20.0
RIC-01	1° P	Est	24.4	4.4	20.0
RIC-01	P.t.	Nord	21.3	1.3	20.0
RIC-01	1° P	Nord	21.9	1.9	20.0
RIC-01	P.t.	Ovest	19.2	-0.8	20.0
RIC-01	1° P	Ovest	20.0	0.0	20.0
RIC-01	P.t.	Nord	20.8	0.8	20.0
RIC-01	1° P	Nord	21.8	1.8	20.0
RIC-01	P.t.	Nord	21.6	1.6	20.0
RIC-01	1° P	Nord	22.3	2.3	20.0
RIC-01	P.t.	Ovest	19.1	-0.9	20.0
RIC-01	1° P	Ovest	19.9	-0.1	20.0
RIC-01	P.t.	Sud	19.1	-0.9	20.0
RIC-01	1° P	Sud	19.7	-0.3	20.0
RIC-01	P.t.	Est	19.8	-0.2	20.0
RIC-01	1° P	Est	21.7	1.7	20.0
RIC-01	P.t.	Sud	19.2	-0.8	20.0
RIC-01	1° P	Sud	19.8	-0.2	20.0
RIC-01	P.t.	Est	19.2	-0.8	20.0
RIC-01	1° P	Est	20.0	0.0	20.0
RIC-01	P.t.	Sud	19.2	-0.8	20.0
RIC-01	1° P	Sud	19.9	-0.1	20.0
RIC-01	P.t.	Ovest	19.1	-0.9	20.0
RIC-01	1° P	Ovest	19.9	-0.1	20.0
RIC-01	1° P	Sud	19.7	-0.3	20.0
RIC-01	1° P	Est	21.0	1.0	20.0
RIC-02	P.t.	Nord	35.2	15.2	20.0
RIC-02	1° P	Nord	35.6	15.6	20.0
RIC-02	P.t.	Est	36.2	16.2	20.0
RIC-02	1° P	Est	34.9	14.9	20.0
RIC-02	P.t.	Nord	36.4	16.4	20.0
RIC-02	1° P	Nord	36.0	16.0	20.0
RIC-02	P.t.	Ovest	36.3	16.3	20.0
RIC-02	1° P	Ovest	36.0	16.0	20.0
RIC-02	P.t.	Sud	36.2	16.2	20.0
RIC-02	1° P	Sud	35.8	15.8	20.0
RIC-02	P.t.	Sud	36.1	16.1	20.0

Ric.	Piano	Direzione	Livelli pressione sonora in [dBA]		
			Impatto basse frequenze	Livelli in ambiente abitativo basse frequenze	Limite di riferimento
RIC-02	1° P	Sud	35.6	15.6	20.0
RIC-02	P.t.	Sud	35.8	15.8	20.0
RIC-02	1° P	Sud	35.7	15.7	20.0
RIC-02	P.t.	Ovest	35.8	15.8	20.0
RIC-02	1° P	Ovest	35.9	15.9	20.0
RIC-02	P.t.	Sud	35.4	15.4	20.0
RIC-02	1° P	Sud	35.9	15.9	20.0
RIC-02	P.t.	Est	35.2	15.2	20.0
RIC-02	1° P	Est	35.0	15.0	20.0
RIC-03	P.t.	Sud	25.6	5.6	20.0
RIC-03	1° P	Sud	26.0	6.0	20.0
RIC-03	P.t.	Sud	25.5	5.5	20.0
RIC-03	1° P	Sud	26.0	6.0	20.0
RIC-03	P.t.	Sud	24.2	4.2	20.0
RIC-03	1° P	Sud	24.7	4.7	20.0
RIC-03	P.t.	Sud	25.5	5.5	20.0
RIC-03	1° P	Sud	26.0	6.0	20.0
RIC-04	P.t.	Nord	34.3	14.3	20.0
RIC-04	1° P	Nord	34.1	14.1	20.0
RIC-04	P.t.	Ovest	34.2	14.2	20.0
RIC-04	1° P	Ovest	34.0	14.0	20.0
RIC-04	P.t.	Sud	33.3	13.3	20.0
RIC-04	1° P	Sud	34.4	14.4	20.0
RIC-04	P.t.	Ovest	34.0	14.0	20.0
RIC-04	1° P	Ovest	33.8	13.8	20.0
RIC-04	P.t.	Nord	33.4	13.4	20.0
RIC-04	1° P	Nord	34.0	14.0	20.0
RIC-04	P.t.	Ovest	34.3	14.3	20.0
RIC-04	1° P	Ovest	34.1	14.1	20.0
RIC-04	P.t.	Sud	34.1	14.1	20.0
RIC-04	1° P	Sud	34.3	14.3	20.0
RIC-04	P.t.	Est	34.2	14.2	20.0
RIC-04	1° P	Est	34.5	14.5	20.0

Tabella 9 – Verifica limiti basse frequenze

Si può pertanto concludere che gli impatti dell'impianto eolico oggetto di approfondimento determineranno un'alterazione dei livelli di pressione sonora attualmente presenti pienamente compatibile con quanto richiesto dalla vigente normativa.

Il contributo delle **emissioni** acustiche presso i ricettori non residenziali (eventuale presenza umana solo in periodo diurno) presenti nell'ambito di interferenza acustica (1000 m) risultano inferiori ai limiti previsti dalla classe III per il periodo diurno, unico periodo di riferimento di fruizione dei manufatti. Presso il ricettore residenziale maggiormente prossimo agli aereogeneratori (Ric01, distanza minima 1070 m), i livelli sono pienamente compatibili sia in periodo diurno sia in periodo notturno.

I **limiti di immissione**, considerando gli attuali livelli di rumore documentati dai rilievi fonometrici, risultano ampiamente rispettati.

Il **limite differenziale**, calcolato considerando cautelativamente come livello residuo il parametro statistico L90 documentato dai rilievi fonometrici, risulta non applicabile.

I **livelli di impatto alle basse frequenze** in ambiente abitativo risultano contenuti e conformi ai limiti non cogenti indicati dalla Norma danese n° 1284 del 15/12/2011 "Statutory Order on Noise from Wind Turbines".

3.8.1.1 *Caratterizzazione anemologica area di studio*

Le caratteristiche anemologiche dell'ambito di studio sono state desunte dalle valutazioni effettuate per stimare la potenzialità dell'impianto. Le analisi, effettuate attraverso i dati messi a disposizione dall' "Atlante del vento globale" (<https://globalwindatlas.info/>), sono sintetizzate nelle **Figura 19** e **Figura 20**.

Nell'ambito di studio la velocità media del 10% della superficie interessata dai venti maggiormente significativi è compresa tra 9.6 e 8.4 m/s a 150 m e tra 9 e 7.5 m/s a 100 m. Considerando la quota degli aereogeneratori, 135 m, si ritiene cautelativo, nella valutazione della rumorosità media del parco eolico, considerare la velocità di 8 m/s. A questa velocità del vento l'emissione degli aerogeneratori risulta la più elevata possibile, escludendo la velocità massima di funzionamento. Per questa ragione, in un'ottica di estrema cautela, tale parametro rappresenta una media delle condizioni più sfavorevoli previste per l'ambito di studio.

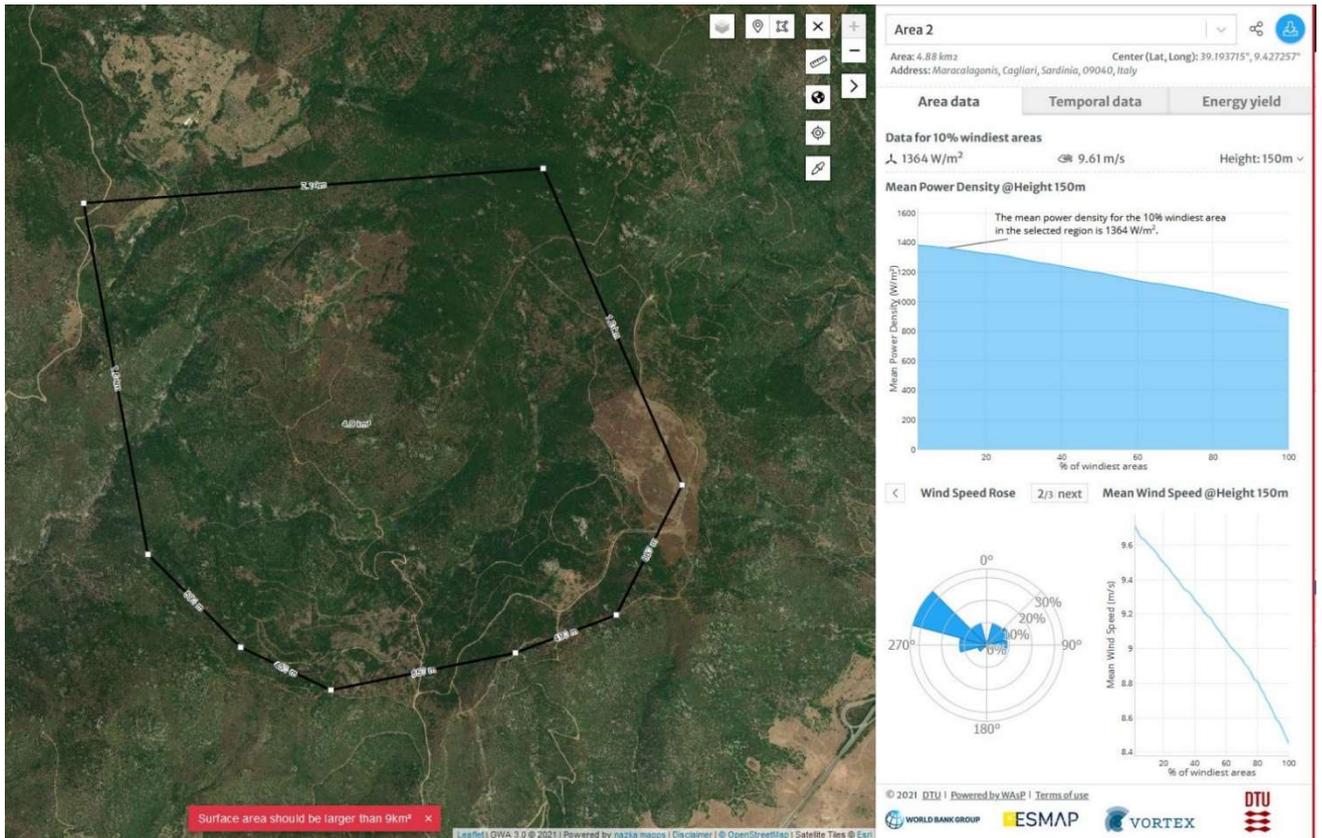


Figura 19 – Velocità del vento in quota – 150 m

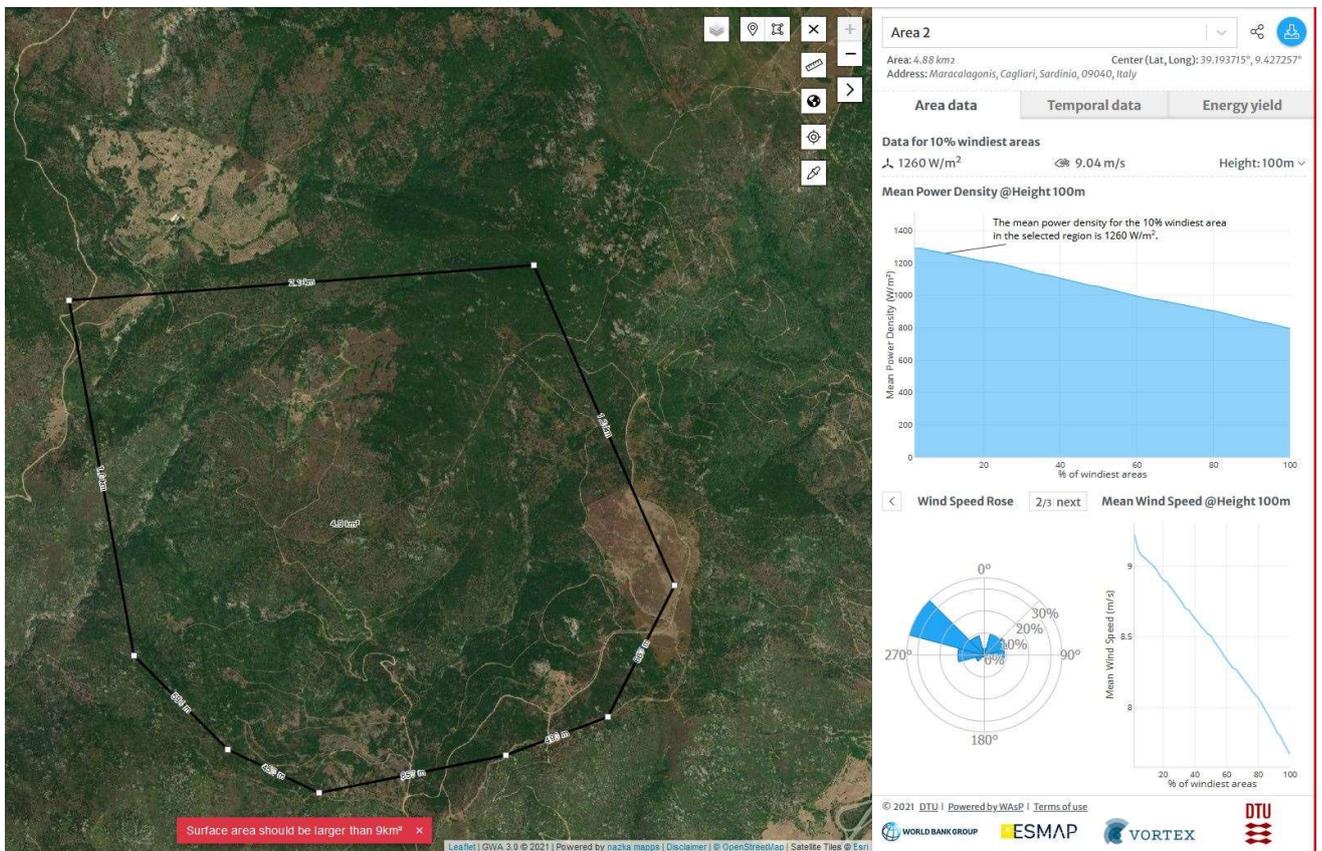


Figura 20 – Velocità del vento in quota – 100 m

3.8.2 Cabina di Step-up

In considerazione dell'assenza di ricettori residenziali in un ambito spaziale di 500 m e della limitata entità delle emissioni acustiche determinate dagli impianti installati si procederà ad una valutazione analitica degli impatti generati dall'esercizio degli impianti previsti nella cabina di Step-up.

Come evidenziato al **Paragrafo 3.3** gli impianti che ragionevolmente risultano più rivelanti dal punto di vista acustico sono associati all'esercizio dei due Trasformatori di elevazione della tensione da MT ad AT da 63 MVA. Noti i livelli di potenza complessiva dei singoli impianti (cfr. **Paragrafo 3.3**), applicando le relazioni matematiche che descrivono la propagazione delle onde sonore in campo aperto ed in presenza di terreni fonoassorbenti, è possibile stimare i livelli di pressione sonora che la cabina determinerà nell'intorno delle aree di Step-up.

Come accennato si è comunque utilizzato un approccio fortemente conservativo considerando le condizioni di utilizzo più sfavorevole per gli impianti presenti nell'area di Step-up. Gli esiti delle valutazioni sono riportati in

Figura 21.

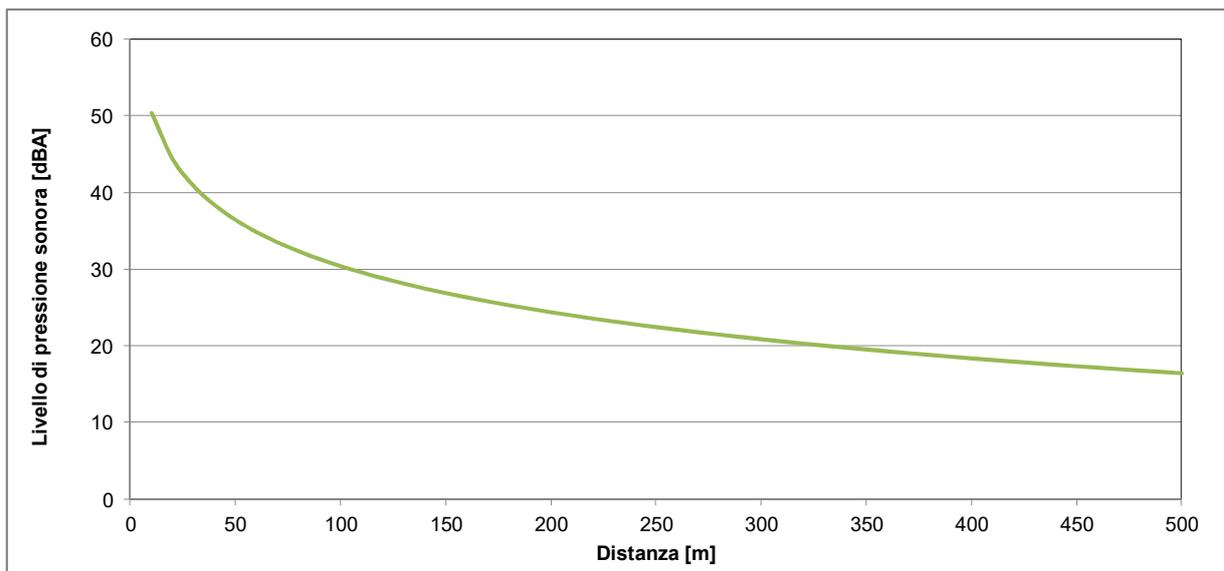


Figura 21 - Livelli di impatto determinati dalla cabina di Step-up in funzione della distanza

Considerando cautelativamente l'impatto complessivo della cabina di step-up è possibile determinare che già a 100 metri dall'impianto (ambito in cui non risultano essere presenti manufatti antropici, cfr. **Figura 11**) i livelli sonori stimati sono inferiori ai 30 dBA e pertanto acusticamente trascurabili (cfr. oltre 10 dBA inferiori) rispetto ai limiti di **immissione** ed **emissione** di classe II per il periodo diurno e notturno (55/45 dBA ÷ 50/40 dBA). Tali valori di impatto sono altresì trascurabili rispetto ad i limiti di applicabilità del criterio **differenziale** (50/40 dBA a finestre aperte e 35/25 dBA a finestre chiuse).

Le emissioni acustiche determinate dalla cabina di Step-up risultano pertanto trascurabili rispetto ai limiti stabiliti dalla normativa vigente.

3.9 Calcolo previsionale dell'incremento dei livelli sonori in caso di aumento del traffico veicolare indotto da quanto in progetto nei confronti dei ricettori e dell'ambiente circostante (punto "i" DGR 62/9 del 14.11.2008)

L'esercizio dell'impianto non determinerà traffico indotto e, pertanto, i livelli di rumore ad esso associati possono essere considerati nulli.

3.10 Descrizione degli eventuali interventi da adottarsi per ridurre i livelli di emissioni sonore al fine di ricondurli al rispetto dei limiti associati alla classe acustica assegnata o ipotizzata per ciascun ricettore (punto "l" DGR 62/9 del 14.11.2008)

Gli esiti delle valutazioni hanno documentato livelli di impatto pienamente conformi ai limiti di legge con buoni margini di sicurezza. Non risulta pertanto necessario alcun specifico intervento di mitigazione.

Al fine di garantire la massima tutela rispetto al sistema ricettore potenzialmente impattato, quando l'impianto sarà a pieno regime, potrà essere concordata con gli Enti di controllo competenti una campagna di rilievi fonometrici di verifica.

3.11 Analisi dell'impatto acustico generato nella fase di realizzazione, o nei siti di cantiere (punto "m" DGR 62/9 del 14.11.2008)

L'installazione dell'impianto determinerà inevitabilmente degli impatti sulla componente rumore connessi all'impiego di macchinari intrinsecamente rumorosi.

Le attività che potranno produrre alterazione del clima acustico possono essere suddivise in tre macro categorie:

- attività finalizzate alla posa degli aerogeneratori ed alla realizzazione della viabilità di accesso al parco eolico;
- attività finalizzate alla realizzazione dell'elettrodotto interrato;
- trasporto degli aerogeneratori.

In **Figura 22** viene rappresentato il cronoprogramma di massima delle principali attività di cantiere previste per la realizzazione dell'opera.

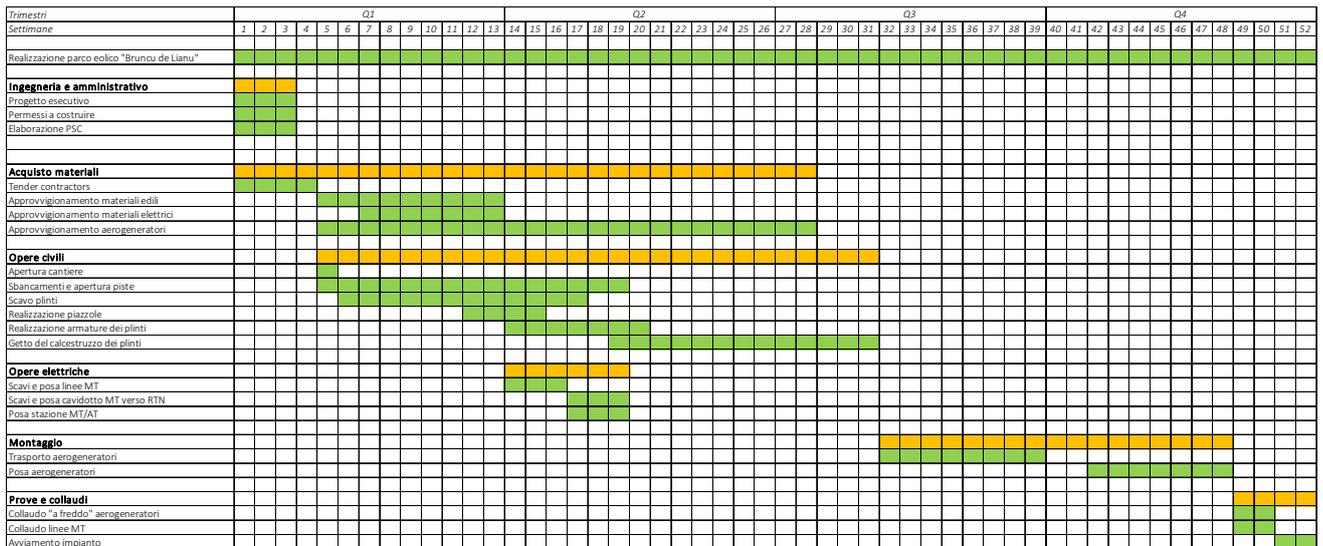


Figura 22 – Cronoprogramma dei Lavori

La rumorosità delle suddette attività è strettamente connessa alle tipologie di macchinari che verranno impiegati e alle scelte operative delle imprese che realizzeranno l’opera, pertanto una valutazione di dettaglio degli impatti potrà essere effettuata solo in presenza di un progetto esecutivo della cantieristica. In ogni caso per le stime effettuate nel presente paragrafo, alcune indicazioni di massima possono essere ottenute dall’analisi della letteratura tecnica di settore ed in particolare della pubblicazione “Conoscere per prevenire N° 11: La valutazione dell’inquinamento acustico prodotto dai cantieri” redatta dal Comitato Paritetico Territoriale per la prevenzione infortuni, l’igiene e l’ambiente di lavoro di Torino e Provincia. La pubblicazione raccoglie i risultati di una serie di rilievi fonometrici effettuati in corrispondenza dei principali macchinari utilizzati nei cantieri edili al fine di determinarne i livelli di potenza sonora. Vengono, inoltre, fornite delle “schede lavorazioni” che per le principali tipologie di lavorazioni edili forniscono l’elenco dei macchinari impiegati e una stima delle percentuali di utilizzo.

3.11.1 Posa degli aerogeneratori e realizzazione della viabilità di accesso al parco eolico

La posa degli aerogeneratori richiederà lo sviluppo delle seguenti attività:

- Sbancamento e apertura piste;
- Scavo plinti;
- Realizzazione piazzole;
- Montaggio degli aerogeneratori.

Le attività si svolgeranno secondo le tempistiche indicate in **Figura 22**.

Per le opere civili verranno impiegati i macchinari riportati in **Tabella 10** nella quale vengono anche indicati il numero di mezzi operativi giornalmente.

Macchina operatrice	N° mezzi/giorno
Escavatore con benna (2 m ³)	1
Escavatore con martello demolitore	37
Pala caricatrice cingolata (3 m ³)	2
Autocarro (20 m ³)	3
Dumper (78 m ³)	3
Bulldozer	2
Rullo compressore Vibrante	4
MotoGrader	2
Frantoio mobile (produzione oraria 300 t)	5

Tabella 10 – Macchine operatrici impiegate per le opere civili

Saranno inoltre realizzate delle nuove viabilità o adeguate viabilità esistenti all'interno del campo per raggiungere i diversi aerogeneratori.

A servizio delle attività di cantiere sarà operativo, in corrispondenza delle aree di installazione di ogni singolo aerogeneratore, un impianto di betonaggio.

In base a quanto riportato nella citata pubblicazione "Conoscere per prevenire N° 11" è possibile individuare i livelli di potenza acustica associati alle diverse attività previste che sono sintetizzati in **Tabella 11** per ciò che concerne la posa degli aerogeneratori, in **Tabella 12** relativamente alla realizzazione delle nuove viabilità e in **Tabella 13** per le attività di betonaggio.

Fase di Lavoro	Lw [dB(A)]
Sbancamento e apertura piste	118.6
Scavo plinti	110.8
Realizzazione piazzole	117.9
Montaggio degli aerogeneratori	104.7

Tabella 11 – Livelli di rumorosità associati alle attività per la posa degli aerogeneratori

Fase di Lavoro	Lw [dB(A)]
Sbancamento e formazione cassonetto	118.6
Formazione fondo stradale - Stabilizzato e compattatura	117.9
Formazione manto bituminoso (tout venant)	112.2
Formazione manto bituminoso (strato d'usura)	111.8

Tabella 12 – Livelli di rumorosità associati alle attività per la realizzazione delle nuove viabilità

Fase di Lavoro	Lw [dB(A)]
Betonaggio	118.6

Tabella 13 – Livelli di rumorosità associati alle attività di betonaggio

Noti i livelli di potenza complessiva delle varie lavorazioni è stato possibile, applicando le relazioni matematiche che descrivono la propagazione delle onde sonore in campo aperto ed in presenza di terreni fonoassorbenti tipici delle aree rurali, stimare i livelli di pressione sonora che il cantiere, in funzione delle diverse attività, determinerà nell'intorno delle aree di lavorazione. Gli esiti delle valutazioni sono riportati in

Figura 26.

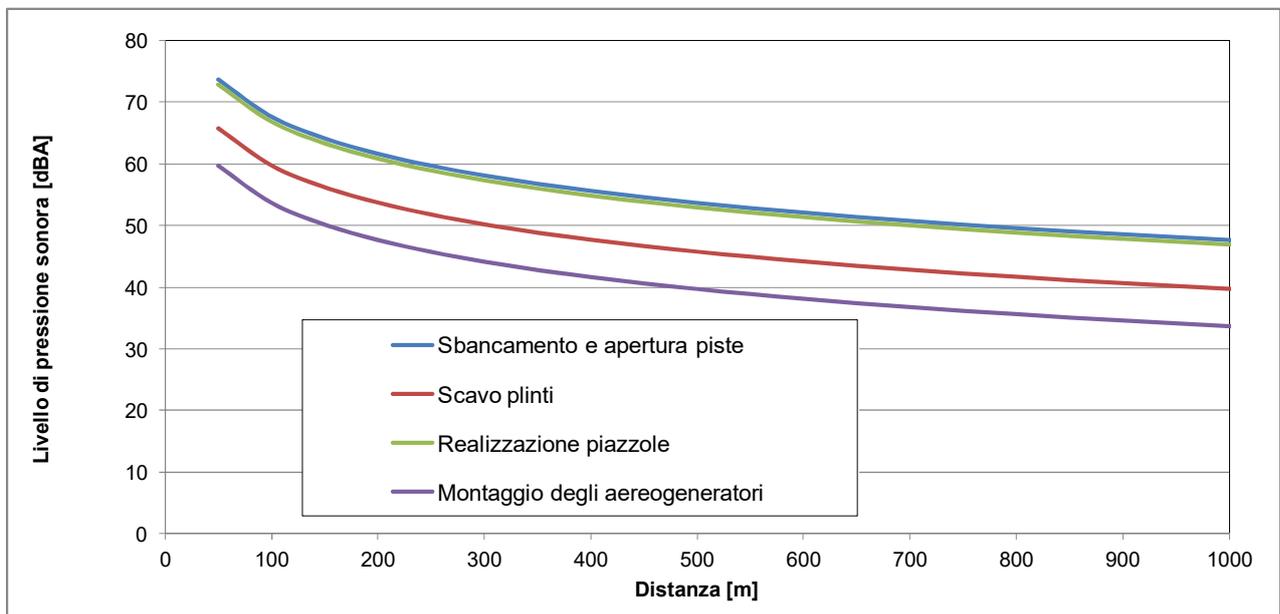


Figura 23 – Livelli di impatto determinati dalle attività di posa degli aereogeneratori in funzione della distanza dalle aree di cantiere

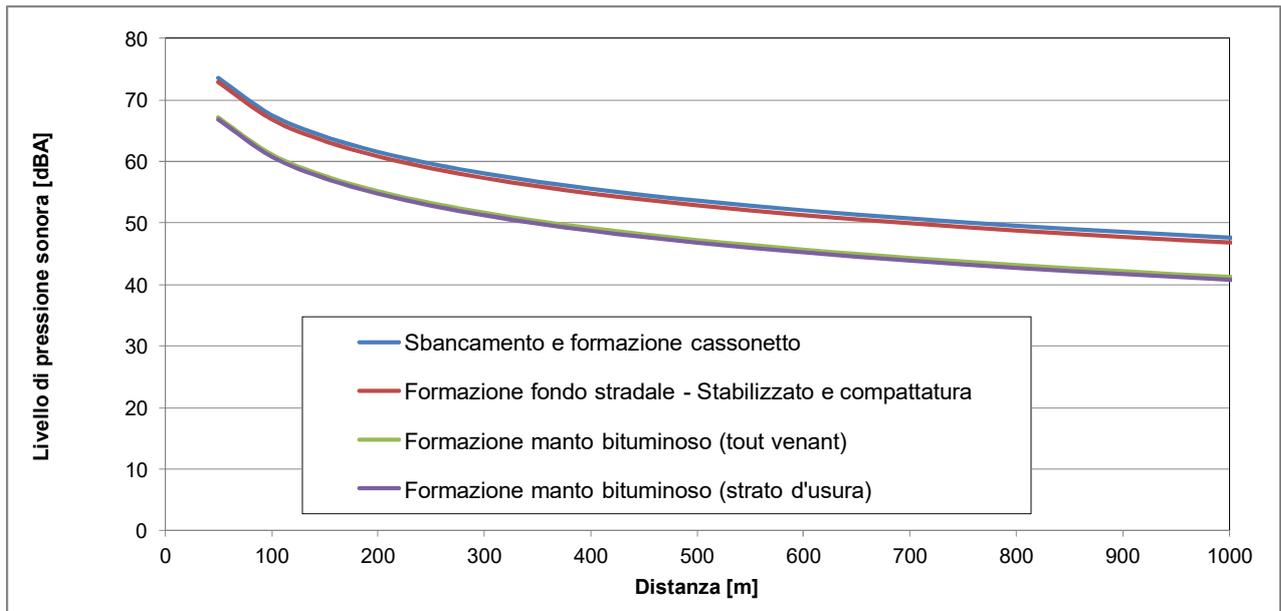


Figura 24 – Livelli di impatto determinati dalle attività di realizzazione delle nuove viabilità in funzione della distanza dalle aree di cantiere

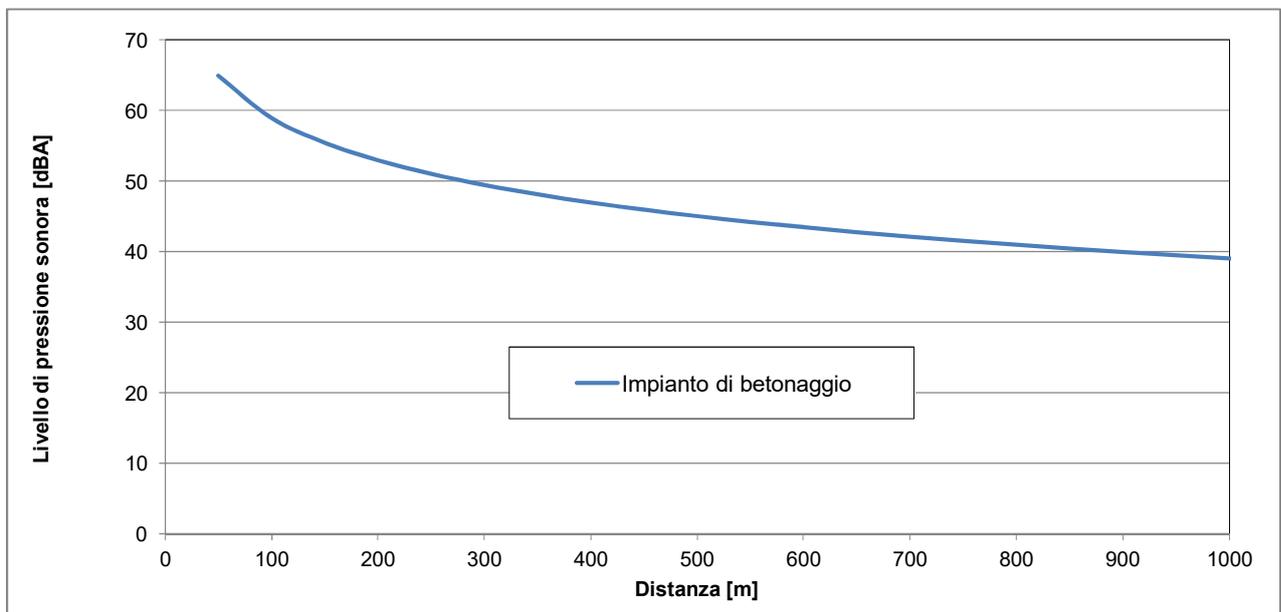


Figura 25 – Livelli di impatto determinati dal betonaggio in funzione della distanza dall'impianto

Come analizzando gli impatti stimati mediante le curve di decadimento riportate nelle figure precedenti, che sono fortemente cautelative in quanto non considerano gli effetti di schermatura determinati dall'orografia dell'area, e considerando i limiti di emissione diurni per la Classe III (55 dB(A)) in cui, in assenza di un PCA del Comune di Maragalagonis si è ipotizzato di inserire l'intera area in cui insiste il Parco Eolico (cfr. **Paragrafo 3.5**) si osserva che il rispetto del suddetto limite è garantito, in funzione delle diverse attività, alle seguenti distanze:

- 500 m per l'attività più impattante (sbanramento e apertura piste) relativa alla posa degli aerogeneratori;

- 500 m per l'attività più impattante (sbancamento e formazione cassonetto) relativa alla realizzazione delle nuove viabilità;
- 150 m per gli impianti di betonaggio.

L'analisi del sistema ricettore documentata nel **Paragrafo 3.6** evidenzia la presenza di ricettori rurali (non residenziali) nel raggio di 500 m dai futuri aerogeneratori, dagli impianti di betonaggio e dalle viabilità di servizio. Anche il ricettore residenziale maggiormente prossimo agli aerogeneratori (Ric01, distanza 1070 m) risulta ubicato a meno di 500 m dalle viabilità di accesso agli impianti.

I limiti di emissione potranno pertanto non essere rispettati in corrispondenza di alcuni ricettori. I livelli di rumore di fondo molto contenuti documentati dai rilievi fonometrici di caratterizzazione del clima acustico non consentono di escludere esuberi del limite differenziale.

Dovrà pertanto essere cura delle imprese che opereranno porre in essere le attenzioni descritte al **Paragrafo 3.11.4** e richiedere, al Comune di Cagliari, deroga ai limiti ai sensi della Parte V del documento tecnico denominato "Direttive regionali in materia di inquinamento acustico" inserito nella Deliberazione N. 62/9 del 14.11.2008 della Regione Sardegna e secondo le modalità previste dai rispettivi regolamenti acustici comunali.

3.11.2 Elettrodotta interrato

Il fronte di avanzamento lavori per la realizzazione del cavidotto interrato determinerà impatti sulla componente rumore connessi all'impiego di macchinari intrinsecamente rumorosi. Tali attività sono comunque molto limitate nel tempo.

Le principali attività che potranno produrre alterazione del clima acustico possono essere riassunte nelle seguenti fasi:

- Demolizione manto stradale e scavo cavidotto con escavatore;
- Posa cavo e riempimento scavo mediante mezzi meccanici;
- Posa e rullaggio del manto di usura.

L'attività di posa dei cavi è acusticamente irrilevante.

Come evidenziato in **Figura 1** l'elettrodotta interrato verrà realizzato all'interno dell'area occupata dal parco eolico e lungo le viabilità rurali esistenti e/o realizzate per l'accesso ai singoli aerogeneratori.

La tipologia di lavorazione in oggetto, in considerazione della mobilità della stessa, risulta disturbante quando svolta in corrispondenza di uno o più ricettori residenziali. Considerando uno sviluppo lineare del cantiere tipo di 30 m è possibile stimare le tempistiche di lavorazione indicate in **Tabella 14**. In sostanza in una giornata

lavorativa è possibile ipotizzare la realizzazione di un tratto di 30 m di elettrodotto interrato dall'inizio alla fine del processo.

Fase di Lavoro		Durata [ore]
1	Demolizione manto stradale e scavo cavidotto con escavatore	3.5
2	Riempimento scavo mediante mezzi meccanici	1.5
3	Posa e rullaggio del manto di usura	2

Tabella 14 – Durata stimata delle principali fasi lavorative per uno scavo di 30 m [Fonte e-distribuzione]

La rumorosità delle suddette attività è strettamente connessa alle tipologie di macchinari che verranno impiegati e alle scelte operative delle imprese che realizzeranno l'opera, pertanto una valutazione di dettaglio degli impatti potrà essere effettuata solo in presenza di un progetto esecutivo della cantieristica. Anche in questo caso è possibile desumere alcune indicazioni dall'analisi della letteratura tecnica di settore ed in particolare nella citata pubblicazione "Conoscere per prevenire N° 11".

Nella **Tabella 15** si riportano i livelli di potenza acustica delle attività che presumibilmente saranno effettuate per la realizzazione dell'opera, valutati sulla base delle indicazioni fornite dalla suddetta pubblicazione.

Fase di Lavoro		Lw [dB(A)]
1a	Demolizione manto stradale	113.2
1b	Scavo cavidotto con escavatore	110.4
2	Riempimento scavo mediante mezzi meccanici	101.1
3	Posa e rullaggio del manto di usura	104.1

Tabella 15 – Livelli di rumorosità associati alle attività per la realizzazione dell'elettrodotto interrato

Noti i livelli di potenza complessiva delle varie lavorazioni è stato possibile, applicando le relazioni matematiche che descrivono la propagazione delle onde sonore in campo aperto ed in presenza di terreni fonoriflettenti tipici dei centri abitati, stimare i livelli di pressione sonora che il cantiere, in funzione delle diverse attività, determinerà nell'intorno delle aree di lavorazione. Gli esiti delle valutazioni sono riportati in **Figura 26**.

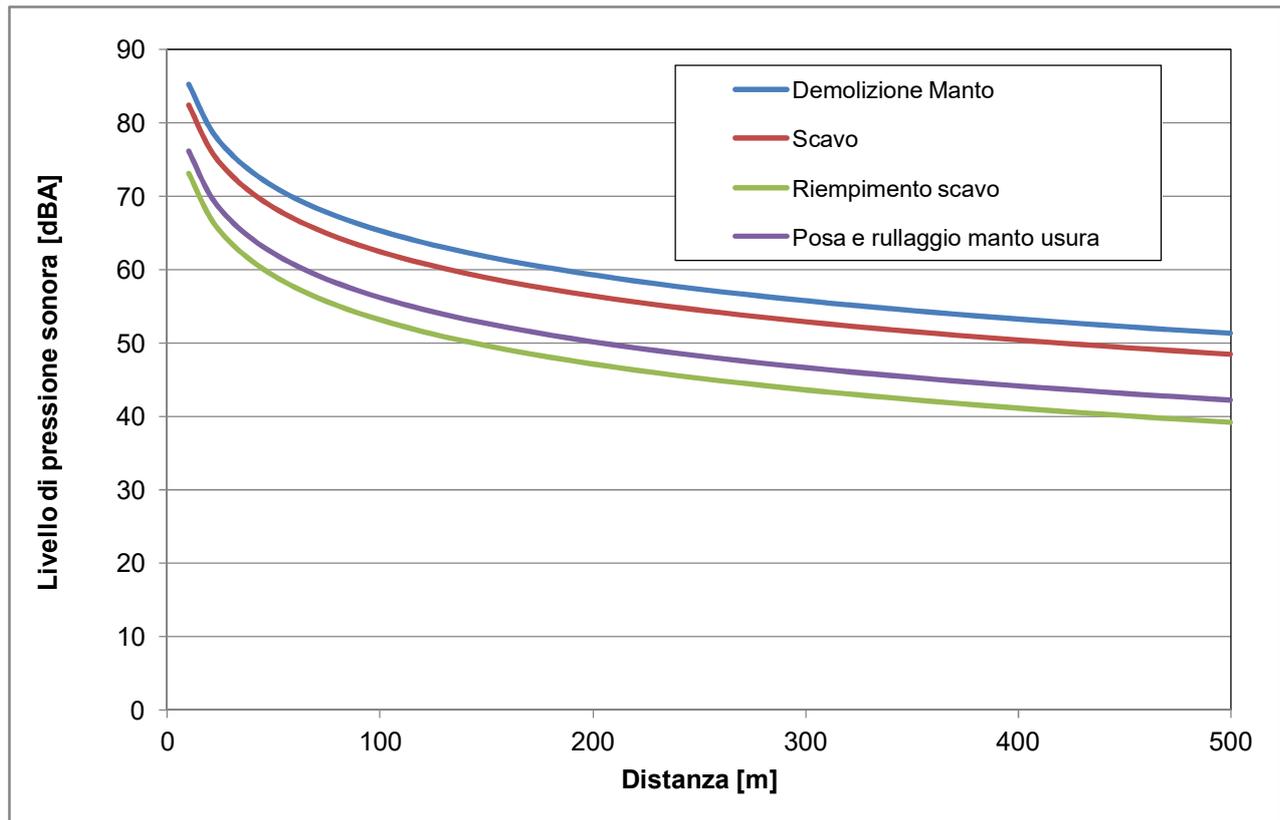


Figura 26 – Livelli di impatto determinati dal cantiere in funzione della distanza dal FAL

Tutti i ricettori potenzialmente interferiti (quasi esclusivamente ricettori non residenziali) ricadono in area classificabili in Classe III in base alle ipotesi documentate nel **Paragrafo 3.5** con limiti di emissione diurni rispettivamente pari a 55 dBA. Analizzando i decadimenti riportati in **Figura 26**, appare evidente che in presenza di ricettori a distanze inferiori a 300 m i livelli di impatto risultano non conformi ai limiti di legge. Sebbene gli impatti, come precedentemente sottolineato, avranno durate temporalmente molto contenute, le imprese che opereranno dovranno richiedere, ai Comuni interessati, deroga ai limiti ai sensi della Parte V del documento tecnico denominato "Direttive regionali in materia di inquinamento acustico" inserito nella Deliberazione N. 62/9 del 14.11.2008 della Regione Sardegna e secondo le modalità previste dai rispettivi regolamenti acustici comunali.

3.11.3 Trasporto degli aerogeneratori

Una possibile ulteriore fonte di impatto acustico è costituita dal trasporto dei componenti degli aerogeneratori dal porto di Cagliari ai luoghi d'intervento.

Gli elementi componenti delle turbine eoliche (pale, mozzo, navicella e conci di torre) saranno stoccati nel porto commerciale di Cagliari: i mezzi di trasporto delle componenti degli aerogeneratori verranno caricati, in

un primo momento su mezzi di trasporto tradizionali. L'autoarticolato si immetterà quindi nella SS195 – Via Riva di Ponente, percorrendola contromano per un tratto di 400 m per poi raggiungere la SS195racc. Successivamente, dopo circa 4,8 km, verrà imboccata la strada statale SS554 che sarà percorsa dell'area di trasbordo, individuate lungo la SP17 nel comune di Quartu Sant'Elena (fronte Viale Leonardo Da Vinci) come evidenziato in Figura 7. L'operazione di trasbordo consentirà di proseguire il percorso attraverso un altro mezzo di trasporto, Blade Lifter, grazie al quale si è in grado di trasportare i componenti più lunghi (le pale) con raggi di curvatura ridotti rispetto a quelli che i mezzi tradizionali necessiterebbero per garantire il trasporto in sicurezza degli elementi. Terminata l'operazione di trasbordo, la SS554 viene ripercorsa verso nord per poi imboccare la SS124var – Martineddu fino alle aree di stoccaggio individuate lungo la strada comunale di Quartu Sant'Elena.

Il cluster di turbine del Campo Ovest verranno raggiunte percorrendo verso nord viabilità esistente e da adeguare: è inoltre prevista l'apertura di un varco di collegamento tra rotonda e l'area stoccaggio posta a est. I restanti due cluster di turbine dei Campi Centrale ed Est verranno raggiunti percorrendo dapprima la strada comunale "Via delle Sequoie" del comune di Quartu Sant'Elena fino alla SP17 di Villasimius e successivamente una strada secondaria che permette di raggiungere le aree delle turbine sopra menzionate.

Il tracciato relativo alla viabilità di approvvigionamento dei componenti del parco eolico è rappresentato in **Figura 27**.

In **Tabella 16** sono riportati i viaggi necessari per la fornitura delle componenti del parco eolico. Considerando che, da cronoprogramma, l'approvvigionamento avverrà in 23 settimane. Si può pertanto ipotizzare meno di 5 viaggi/giorno, considerando 5 gg/lavorativi per settimana. Trattandosi di trasporti eccezionali i convogli viaggeranno a velocità molto contenute, si può pertanto ragionevolmente ipotizzare che tale componente di impatto, dal punto di vista acustico, non sia significativa.

N° parti componenti tronco-conici	18 (6 componenti x 3 parti)
Navicella	1
Albero di trasmissione + Rotore	1
Pale	3
Varie	2
Totale per aerogeneratore	25
Totale viaggi (14 aerogeneratori)	350

Tabella 16 – Stima dei trasporti eccezionali necessari

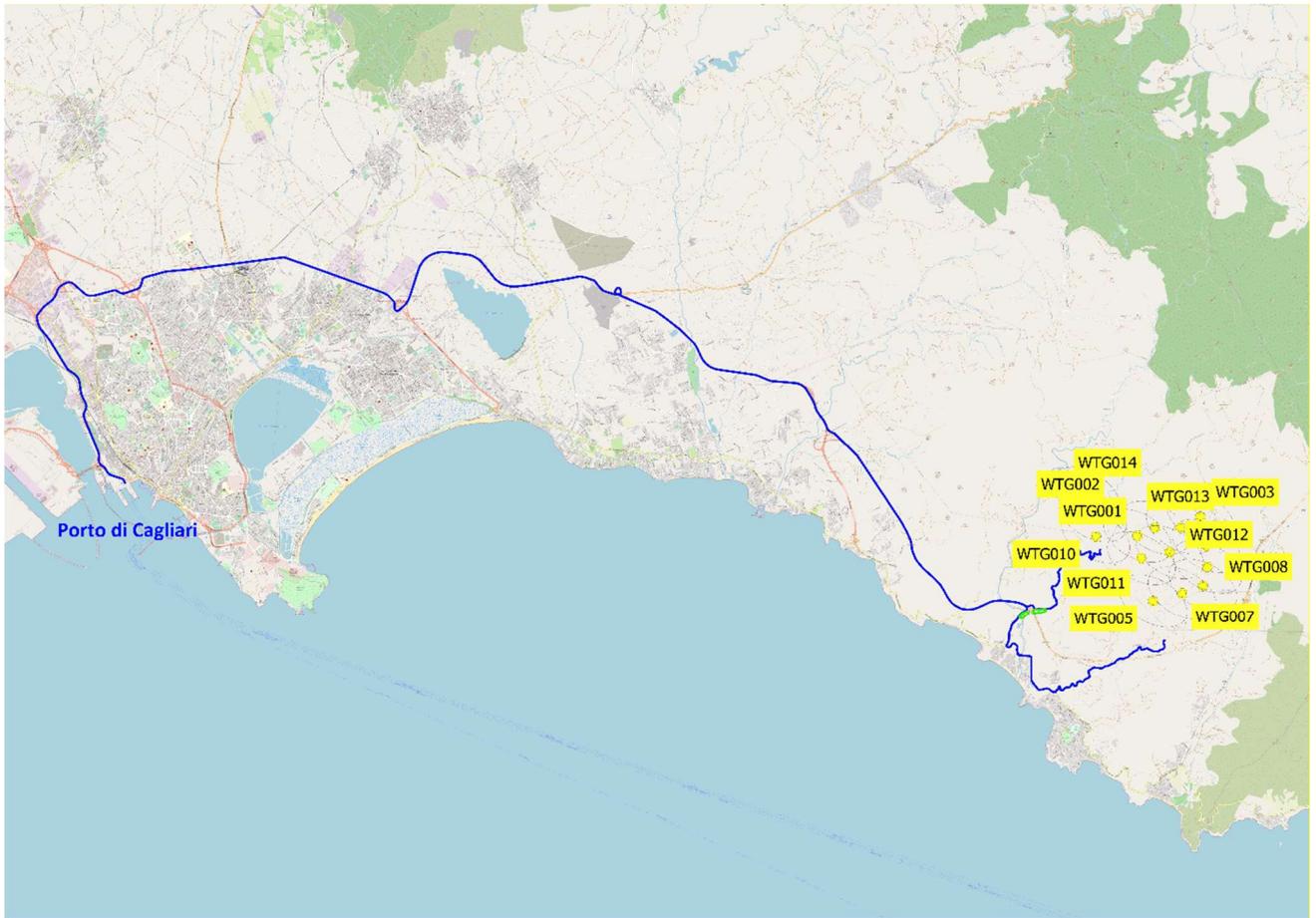


Figura 27 – Viabilità di approvvigionamento dei componenti del parco eolico

3.11.4 Interventi di mitigazione

Anche in presenza di specifiche deroghe ai limiti acustici rilasciate da Comuni interessati dall'opera oggetto di approfondimento dovrà essere cura delle imprese che opereranno porre in atto le seguenti prescrizioni ed attenzioni finalizzate alla riduzione del carico acustico immesso nell'ambiente.

Scelta delle macchine, delle attrezzature e miglioramenti prestazioni:

- 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...);
- divieto di uso scorretto degli avvisatori acustici, sostituendoli quando possibile con avvisatori luminosi.
- Transito dei mezzi pesanti
- riduzione delle velocità di transito in presenza di residenze nelle immediate vicinanze dei percorsi;
- evitare il transito dei mezzi nelle prime ore della mattina e nel periodo serale;
- attenta pianificazione dei trasporti al fine di limitarne il numero per giorno.

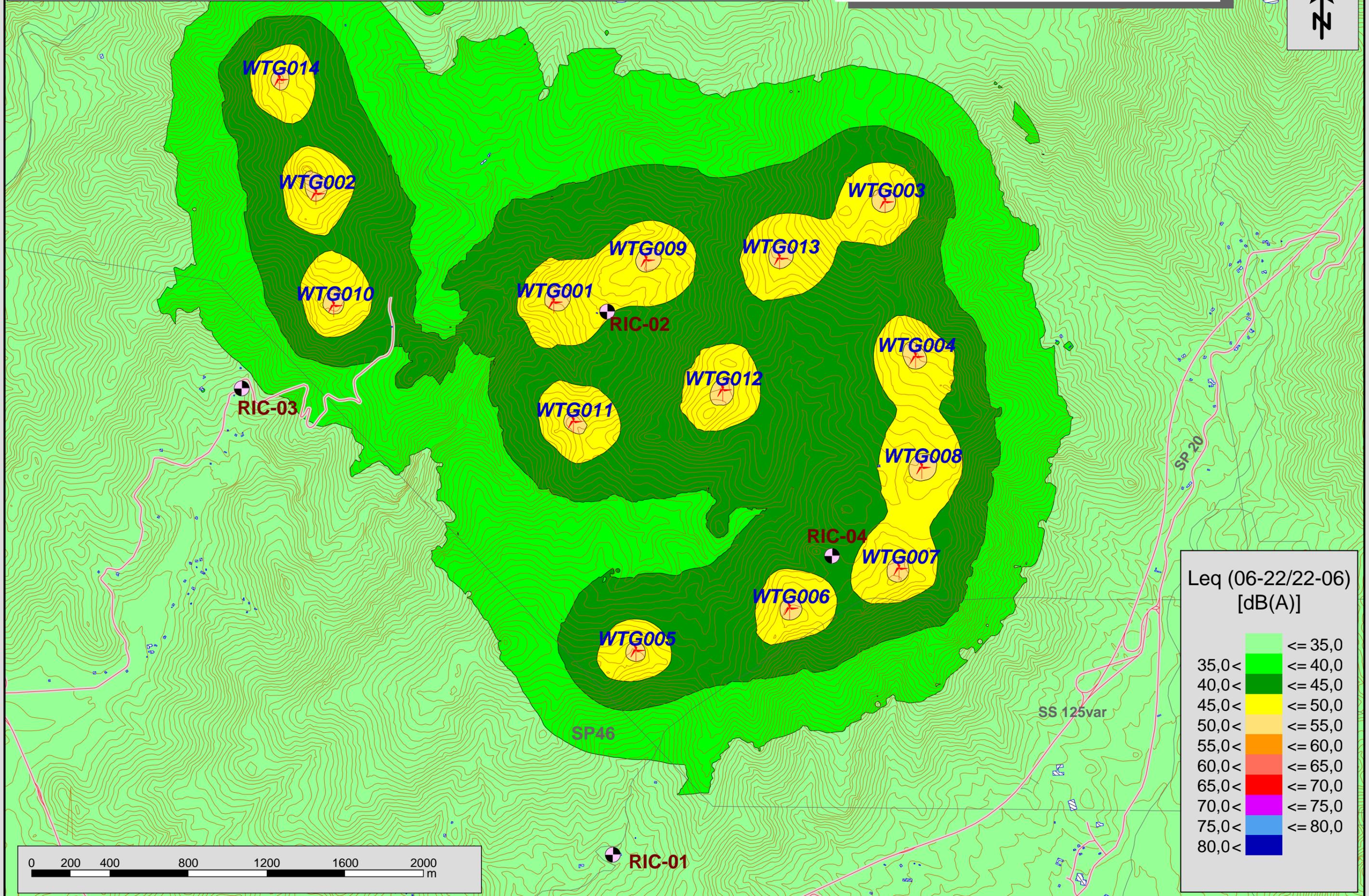
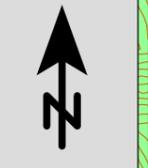
3.12 Indicazione del provvedimento regionale con cui il tecnico competente in acustica ambientale, che ha predisposto la documentazione di impatto acustico, è stato riconosciuto "competente in acustica ambientale" ai sensi della legge n. 447/1995, art. 2, commi 6 e 7 (punto "n" DGR 62/9 del 14.11.2008)

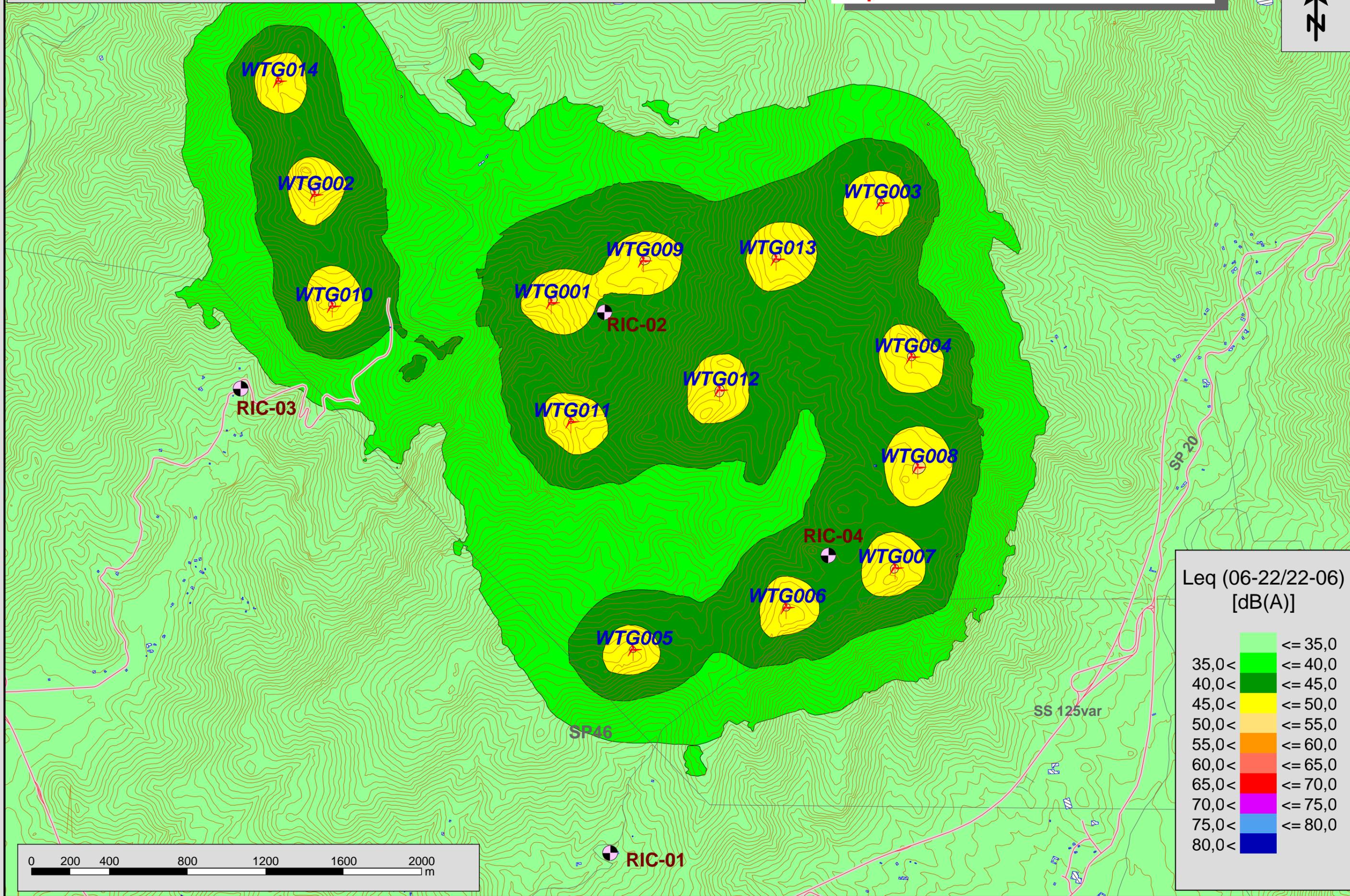
La relazione e le relative valutazioni sono state effettuate dai seguenti Tecnici Acustici regolarmente inseriti nell' Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica, istituito ai sensi dell'art. 21 del d.lgs. 42/2017 (cfr. <https://agentifisici.isprambiente.it/enteca/home.php>):

- Dott. Ing. Fabio Massimo Calderaro, n° 4473;
- Dott. Ing. Vincenzo Buttafuoco, n° 4468.

ALLEGATO 1

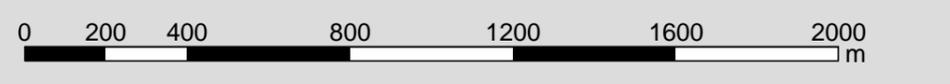
ESITI DELLE VALUTAZIONI MODELLISTICHE
(MAPPE DELLE CURVE ISOFONICHE)



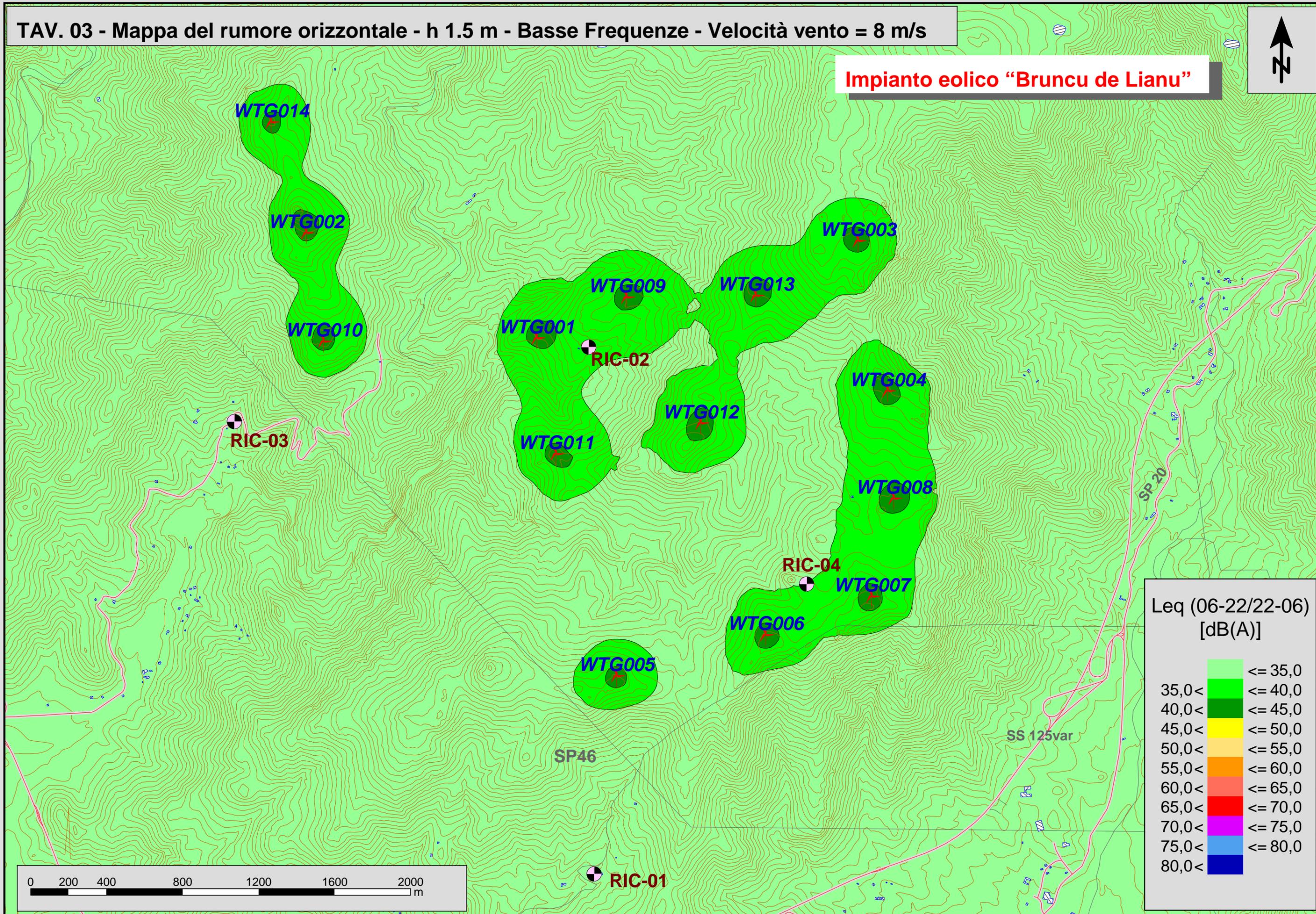


Leq (06-22/22-06)
[dB(A)]

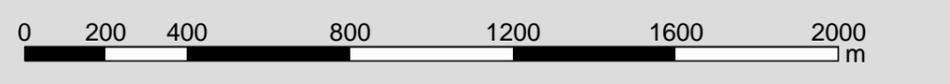
<= 35,0	Lightest Green
35,0 <	Light Green
40,0 <	Medium Green
45,0 <	Yellow-Green
50,0 <	Yellow
55,0 <	Light Orange
60,0 <	Orange
65,0 <	Red-Orange
70,0 <	Red
75,0 <	Magenta
80,0 <	Dark Blue



Impianto eolico "Bruncu de Lianu"



Leq (06-22/22-06) [dB(A)]	
<= 35,0	Lightest Green
35,0 <	Light Green
40,0 <	Medium Green
45,0 <	Dark Green
50,0 <	Yellow
55,0 <	Light Orange
60,0 <	Orange
65,0 <	Red-Orange
70,0 <	Red
75,0 <	Purple
80,0 <	Dark Blue



ALLEGATO 2

SCHEDE TECNICHE DI MONITORAGGIO

QUEEQUEG RENEWABLES, LTD
IMPIANTO PRODUZIONE ENERGIA FONTE EOLICA "BRUNCU DE LIANU" - COMUNE DI MARCALAGONIS (CA)
MISURE CON POSTAZIONE MOBILE DI CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO ANTE OPERAM

Nome misura	Data e ora di inizio	Operatore
P01-Maracalagonis	19/02/2021	ing. Calderaro, dott.ssa Caula
Tipologia misura	Filtri - Costante di tempo - Delta Time	Strumentazione
RUMORE	20÷20000 Hz - Fast - 1 s	Larson-Davis 831 - 0002540
Ricettore	Calibrazione	
Latitudine: 39°10'25.27"N - Longitudine: 9°25'44 .35"E	Larson Davis CAL200	

Postazione di misura / Note
 Microfono ubicato su strada rurale in prossimità di ricettore a destinazione d'uso rurale strutturato su 2 piani f.t.

CARATTERISTICHE DEL RICETTORE

Descrizione

Gli edifici presenti nelle vicinanze della postazione di misura sono a destinazione d'uso rurale o stalle.

Zonizzazione acustica e limiti di immissione diurni e notturni

- ZONIZZAZIONE ACUSTICA COMUNALE:

Il parco eolico oggetto di approfondimento ricade nel territorio del Comune di Maracalagonis, mentre il ricettore individuato ricade nel comune di Sinnai entrambi i comuni NON dispongono di un Piano di Classificazione del proprio territorio.

Si ipotizza per l'edificio oggetto di monitoraggio una classe acustica III - Limiti di immissione diurni/notturni: 60/50

- ex DPR 142/04:

Non sono presenti viabilità per le quali siano previste fasce di pertinenza

CARATTERISTICHE DELLE SORGENTI DI RUMORE

Descrizione

L'area risulta caratterizzata da una buona qualità acustica. In concomitanza ai rilievi le uniche sorgenti di origine antropica rilevate riguardano il traffico stradale circolante sulla SS 125 "Variante Orientale Sarda" udibile in lontananza con un basso contributo energetico ai livelli misurati.

Il contributo biotico al clima acustico è determinato prevalentemente dall'avifauna, dal latrare dei cani, dal belare delle pecore e dai campanacci delle pecore. In periodo notturno è percepibile il frinire dei grilli.

METEO

Condizioni cielo:

sereno

Temperature:

11.2 ÷ 14.5 °C

Umidità:

74 ÷ 80 %

Vento:

0.1 ÷ 4.1 m/s

SINTESI DEI LIVELLI RILEVATI:

	Data	Ora	L _{Aeq} [dBA]	Limite Zonizzazione	Limite DPR n. 142 del 30/3/2004
Day-1	19/02/2021	09:16:27	40.1	60	-
Day-2	19/02/2021	15:08:29	42.6	60	-
Night	19/02/2021	22:03:44	34.4	50	-

Data	Operatore		Firma e timbro
19/02/2021	ing. Calderaro, dott.ssa Caula		Dott. Ing. Fabio Massimo Calderaro TECNICO COMPETENTE L. 447/95 D.D. Regione Piemonte n. 11 del 18/01/2007

QUEEQUEG RENEWABLES, LTD
IMPIANTO PRODUZIONE ENERGIA FONTE EOLICA "BRUNCU DE LIANU" - COMUNE DI MARCALAGONIS (CA)
MISURE CON POSTAZIONE MOBILE DI CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO ANTE OPERAM

Nome misura P01-Maracalagonis		Data e ora di inizio 19/02/2021	Operatore ing. Calderaro, dott.ssa Caula
Tipologia misura RUMORE	Filtri - Costante di tempo - Delta Time 20÷20000 Hz - Fast - 1 s		Strumentazione Larson-Davis 831 - 0002540
Ricettore Latitudine: 39°10'25.27"N - Longitudine: 925'44 .35"E			Calibrazione Larson Davis CAL200

Postazione di misura / Note
 Microfono ubicato su strada rurale in prossimità di ricettore a destinazione d'uso rurale strutturato su 2 piani f.t.

SINTESI DEI LIVELLI RILEVATI: 19/02/2021

	Ora	Durata	L _{Aeq} [dBA]	L ₉₀ [dBA]	Limite PZA [dBA]	Condizioni meteo
Day-1	09:16:27	10'	36.5	30.6	60	Temperatura: 11.2 °C - Umidità: 80 % Velocità del vento: 1.8 m/s Direzione del vento: Sud/Est
Day-1	09:26:27	10'	36.9	31.0	60	Temperatura: 11.7 °C - Umidità: 81% Velocità del vento: 1.9 m/s Direzione del vento: Sud
Day-1	09:36:27	10'	43.3	32.6	60	Temperatura: 12.0°C - Umidità: 79% Velocità del vento: 2.0 m/s Direzione del vento: Sud
Day-2	15:08:29	10'	42.1	33.3	60	Temperatura: 14.5°C - Umidità: 75% Velocità del vento 2.7 m/s Direzione del vento: Sud/Est
Day-2	15:18:29	10'	41.2	33.8	60	Temperatura: 13.2°C - Umidità: 75% Velocità del vento: 4.1 m/s Direzione del vento: Sud
Day-2	15:28:29	10'	44.1	34.5	60	Temperatura: 13.5°C - Umidità: 76% Velocità del vento: 3.4 m/s Direzione del vento: Sud/Est
Night	22:03:44	10'	29.4	24.4	50	Temperatura: 11.4°C - Umidità: 79% Velocità del vento: 0.3 m/s Direzione del vento: Sud
Night	22:13:44	10'	37.2	26.5	50	Temperatura: 11.2°C - Umidità: 79% Velocità del vento: 0.1 m/s Direzione del vento: Sud
Night	22:23:44	10'	33.2	25.1	50	Temperatura: 11.3°C - Umidità: 80% Velocità del vento: 0.1 m/s Direzione del vento: Sud

Data 19/02/2021	Operatore ing. Calderaro, dott.ssa Caula		Firma e timbro Dott. Ing. Fabio Massimo Calderaro TECNICO COMPETENTE L. 447/95 D.D. Regione Piemonte n. 11 del 18/01/2007
--------------------	---------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

QUEEQUEG RENEWABLES, LTD
IMPIANTO PRODUZIONE ENERGIA FONTE EOLICA "BRUNCU DE LIANU" - COMUNE DI MARCALAGONIS (CA)
MISURE CON POSTAZIONE MOBILE DI CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO ANTE OPERAM

Nome misura P01-Maracalagonis		Data e ora di inizio 19/02/2021	Operatore ing. Calderaro, dott.ssa Caula
Tipologia misura RUMORE	Filtri - Costante di tempo - Delta Time 20÷20000 Hz - Fast - 1 s		Strumentazione Larson-Davis 831 - 0002540
Ricettore Latitudine: 39°10'25.27"N - Longitudine: 925'44 .35"E			Calibrazione Larson Davis CAL200

Postazione di misura / Note
 Microfono ubicato su strada rurale in prossimità di ricettore a destinazione d'uso rurale strutturato su 2 piani f.t.



Foto Postazione



Foto Postazione

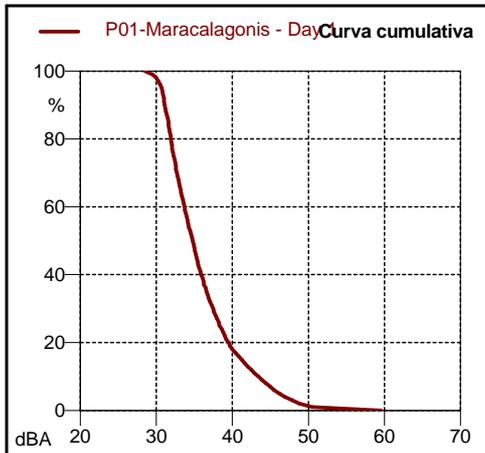
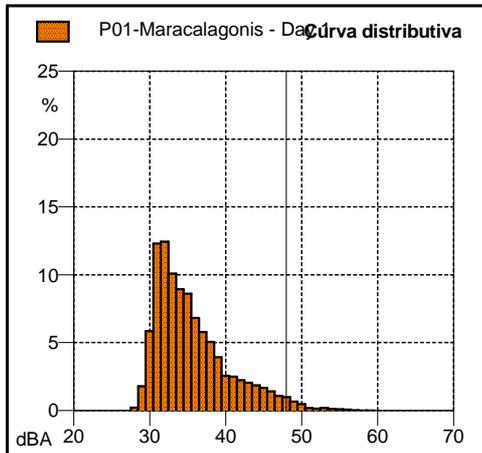
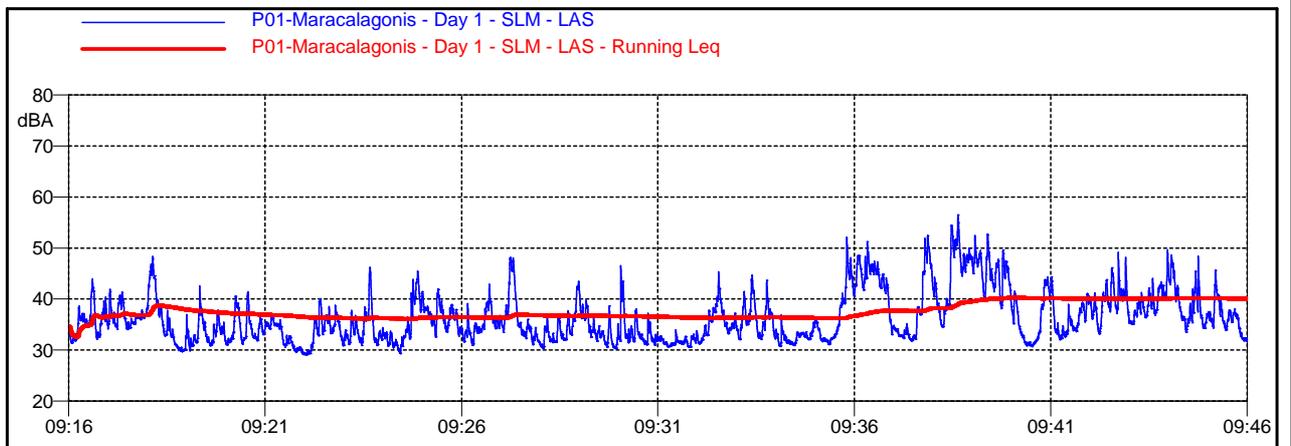


Stralcio planimetrico

QUEEQUEG RENEWABLES, LTD
IMPIANTO PRODUZIONE ENERGIA FONTE EOLICA "BRUNCU DE LIANU" - COMUNE DI MARCALAGONIS (CA)
MISURE CON POSTAZIONE MOBILE DI CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO ANTE OPERAM

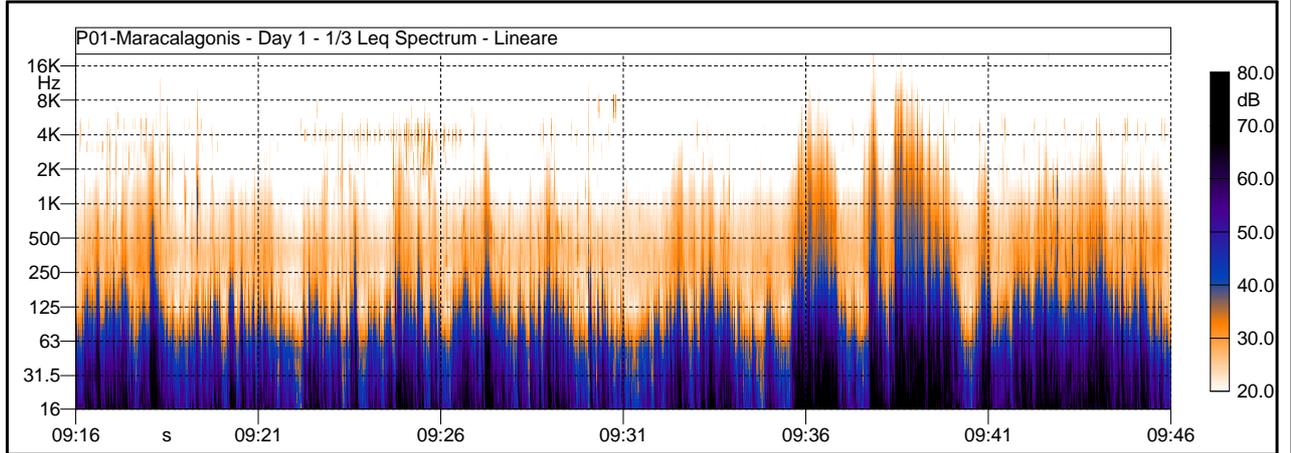
Nome misura P01-Maracalagonis - Day 1		Data e ora di inizio 19/02/2021 - 09:16:27	Operatore ing. Calderaro, dott.ssa Caula
Tipologia misura RUMORE	Filtri - Costante di tempo - Delta Time 20÷20000 Hz - Fast - 1 s		Strumentazione Larson-Davis 831 - 0002540
Ricettore Latitudine: 39°10'25.27"N - Longitudine: 925'44 .35"E		Calibrazione Larson Davis CAL200	

Postazione di misura / Note
 Microfono ubicato su strada rurale in prossimità di ricettore a destinazione d'uso rurale strutturato su 2 piani f.t.



**STATISTICHE
SHORT Leq**

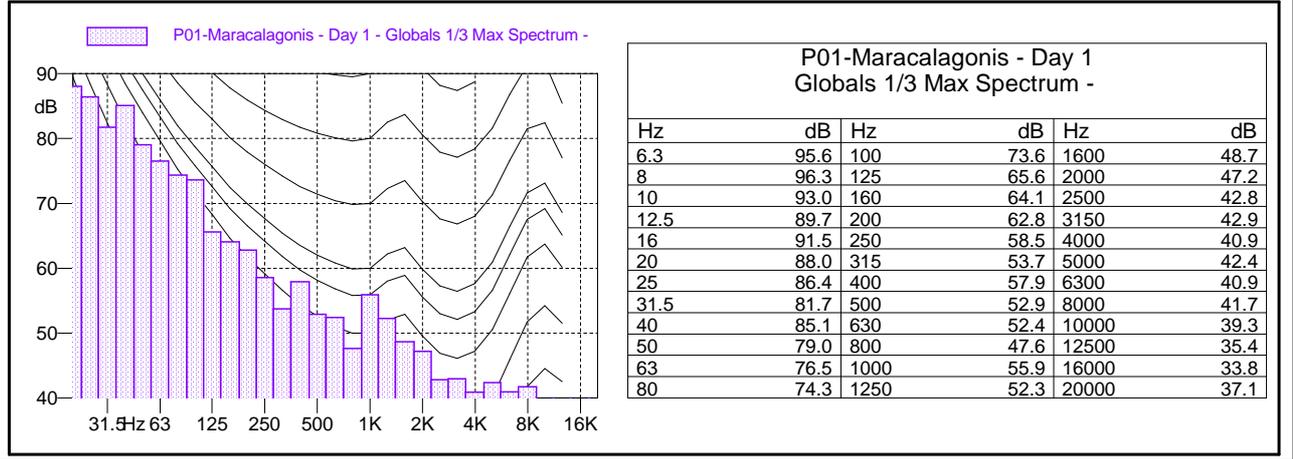
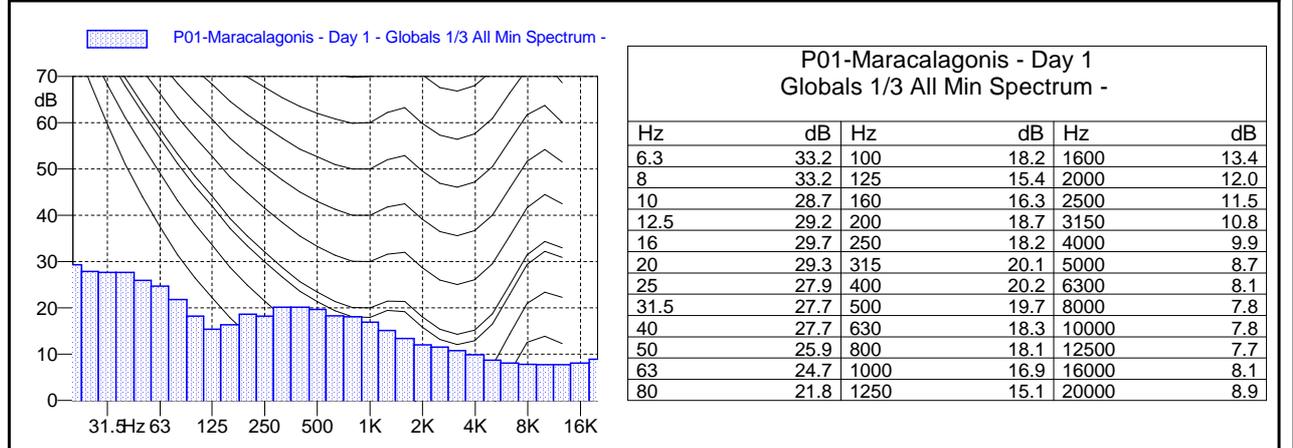
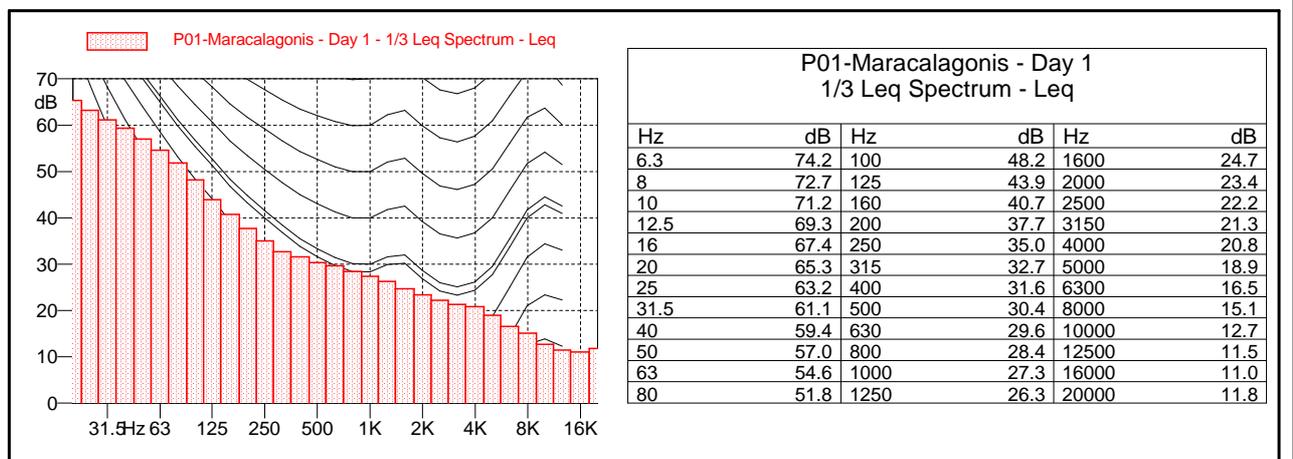
L_{Aeq}	40.1 dBA
L _{Amin}	29.1 dBA
L _{Amax}	56.5 dBA
LN 1	50.5 dBA
LN 5	46.2 dBA
LN 10	43.4 dBA
LN 50	34.8 dBA
LN 90	31.1 dBA
LN 95	30.7 dBA
LN 99	29.5 dBA



QUEEQUEG RENEWABLES, LTD
IMPIANTO PRODUZIONE ENERGIA FONTE EOLICA "BRUNCU DE LIANU" - COMUNE DI MARCALAGONIS (CA)
MISURE CON POSTAZIONE MOBILE DI CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO ANTE OPERAM

Nome misura P01-Maracalagonis - Day 1		Data e ora di inizio 19/02/2021 - 09:16:27	Operatore ing. Calderaro, dott.ssa Caula
Tipologia misura RUMORE		Filtri - Costante di tempo - Delta Time 20÷20000 Hz - Fast - 1 s	Strumentazione Larson-Davis 831 - 0002540
Ricettore Latitudine: 39°10'25.27"N - Longitudine: 925°44 .35"E		Calibrazione Larson Davis CAL200	

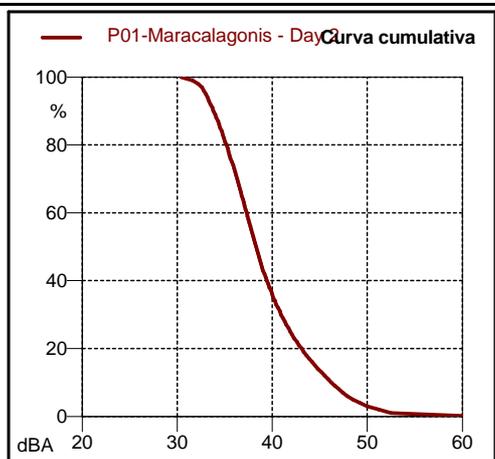
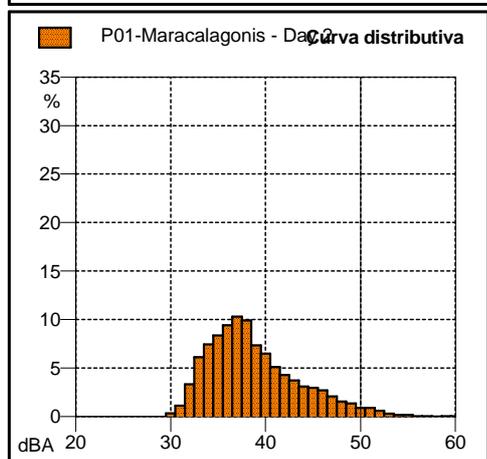
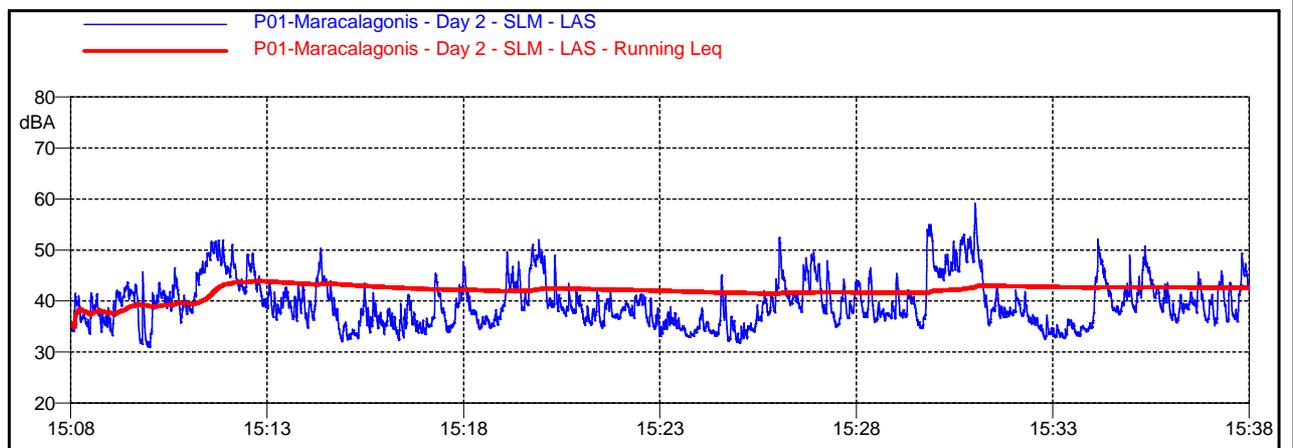
Postazione di misura / Note
 Microfono ubicato su strada rurale in prossimità di ricettore a destinazione d'uso rurale strutturato su 2 piani f.t.



QUEEQUEG RENEWABLES, LTD
IMPIANTO PRODUZIONE ENERGIA FONTE EOLICA "BRUNCU DE LIANU" - COMUNE DI MARCALAGONIS (CA)
MISURE CON POSTAZIONE MOBILE DI CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO ANTE OPERAM

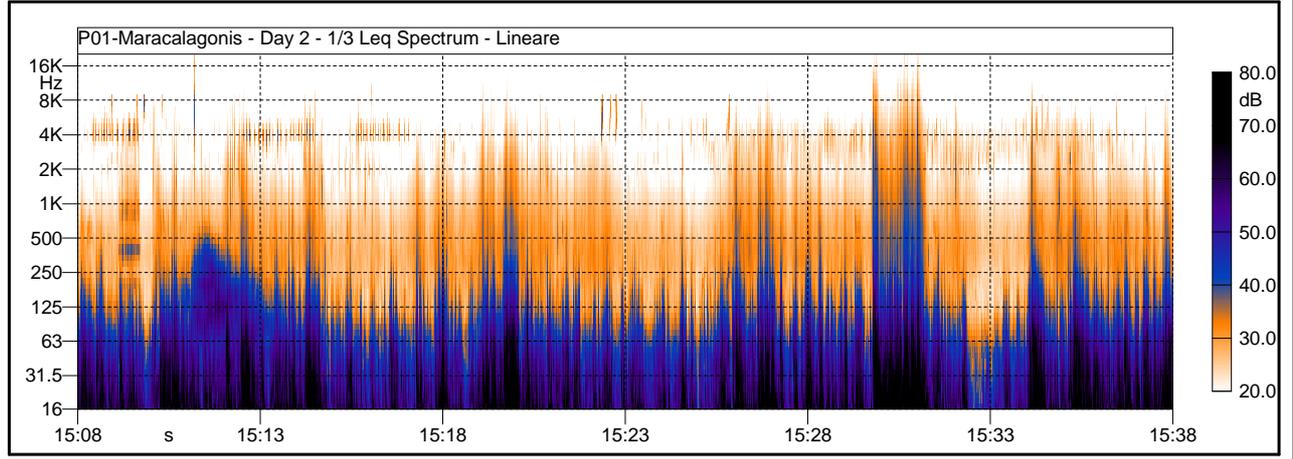
Nome misura P01-Maracalagonis - Day 2		Data e ora di inizio 19/02/2021 - 15:08:29	Operatore ing. Calderaro, dott.ssa Caula
Tipologia misura RUMORE	Filtri - Costante di tempo - Delta Time 20÷20000 Hz - Fast - 1 s		Strumentazione Larson-Davis 831 - 0002540
Ricettore Latitudine: 39°10'25.27"N - Longitudine: 925'44 .35"E		Calibrazione Larson Davis CAL200	

Postazione di misura / Note
 Microfono ubicato su strada rurale in prossimità di ricettore a destinazione d'uso rurale strutturato su 2 piani f.t.



STATISTICHE SHORT Leq

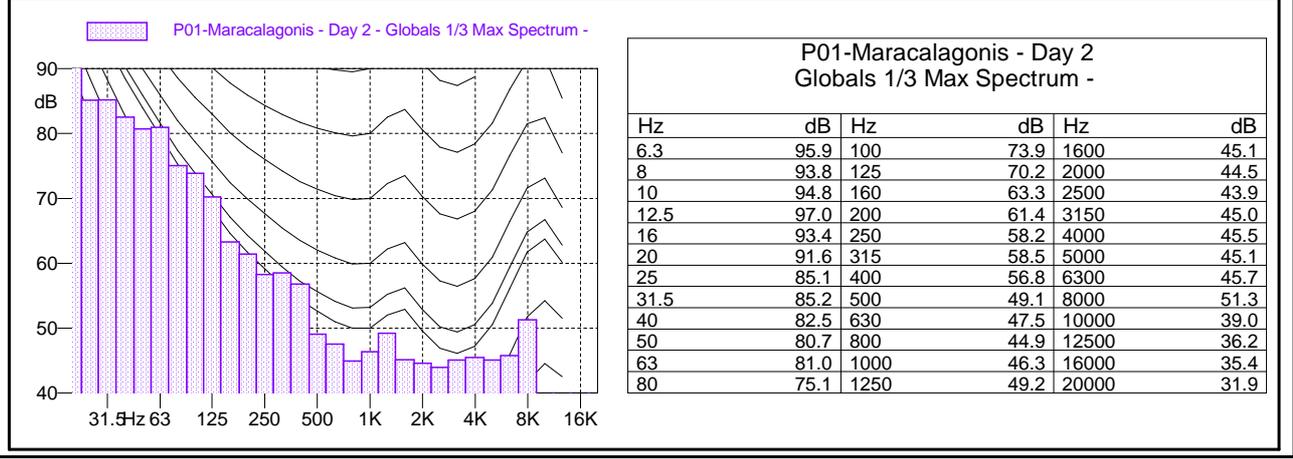
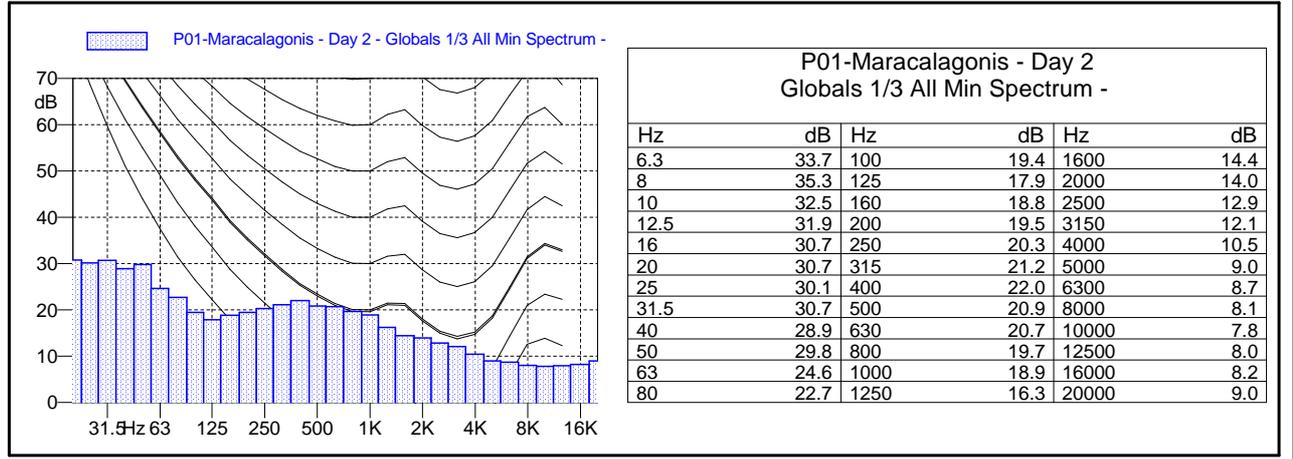
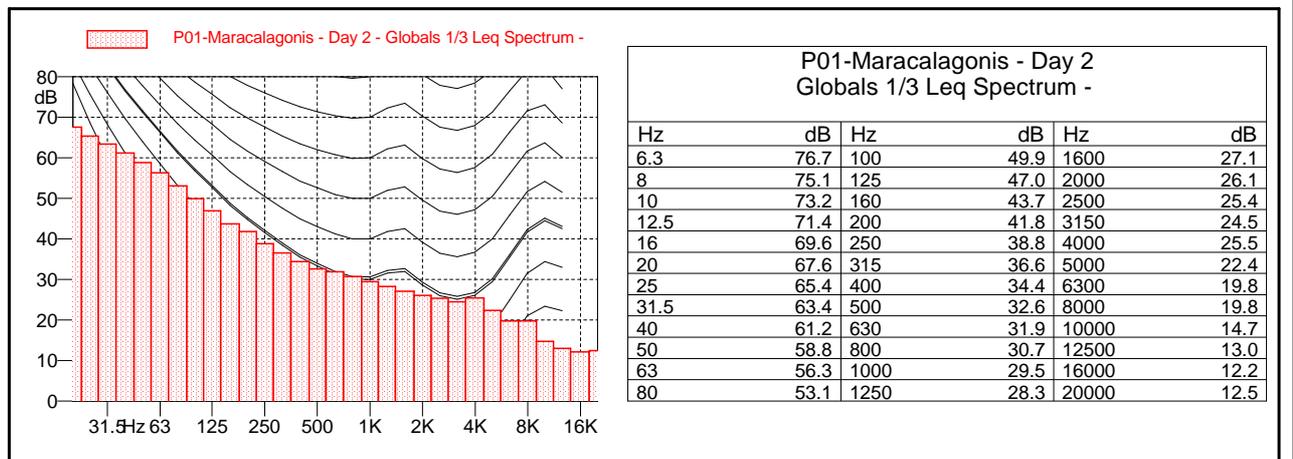
L_{Aeq}	42.6 dBA
L _{Amin}	31.0 dBA
L _{Amax}	59.2 dBA
LN 1	52.5 dBA
LN 5	48.5 dBA
LN 10	46.2 dBA
LN 50	38.3 dBA
LN 90	33.8 dBA
LN 95	33.0 dBA
LN 99	31.6 dBA



QUEEQUEG RENEWABLES, LTD
IMPIANTO PRODUZIONE ENERGIA FONTE EOLICA "BRUNCU DE LIANU" - COMUNE DI MARCALAGONIS (CA)
MISURE CON POSTAZIONE MOBILE DI CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO ANTE OPERAM

Nome misura P01-Maracalagonis - Day 2		Data e ora di inizio 19/02/2021 - 15:08:29	Operatore ing. Calderaro, dott.ssa Caula
Tipologia misura RUMORE	Filtri - Costante di tempo - Delta Time 20÷20000 Hz - Fast - 1 s		Strumentazione Larson-Davis 831 - 0002540
Ricettore Latitudine: 39°10'25.27"N - Longitudine: 925'44 .35"E			Calibrazione Larson Davis CAL200

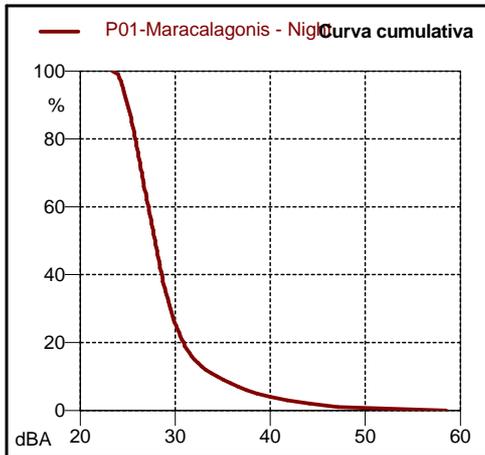
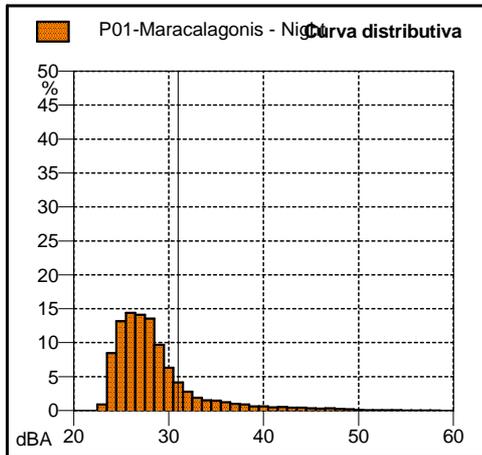
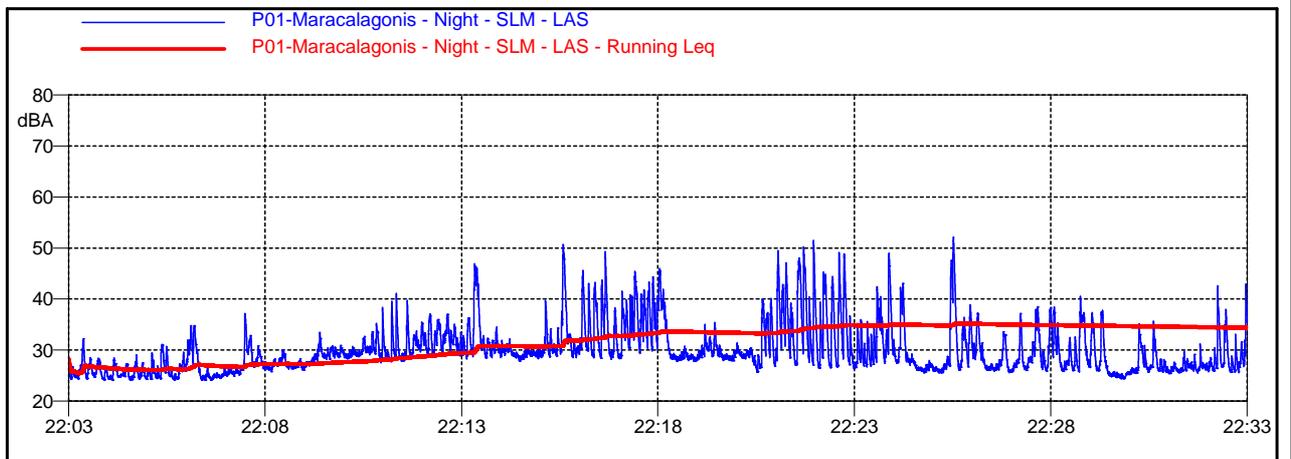
Postazione di misura / Note
 Microfono ubicato su strada rurale in prossimità di ricettore a destinazione d'uso rurale strutturato su 2 piani f.t.



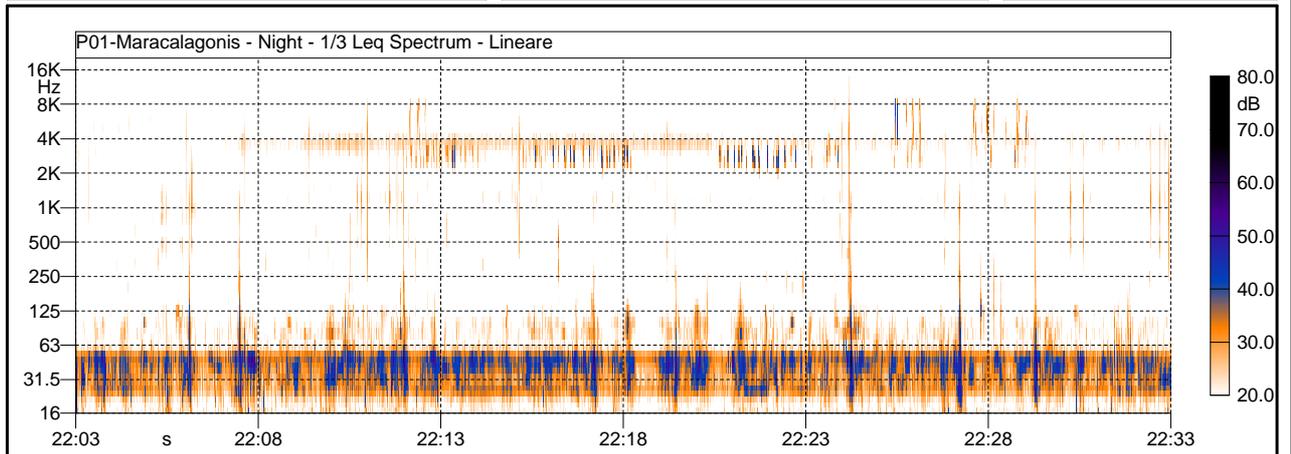
QUEEQUEG RENEWABLES, LTD
IMPIANTO PRODUZIONE ENERGIA FONTE EOLICA "BRUNCU DE LIANU" - COMUNE DI MARCALAGONIS (CA)
MISURE CON POSTAZIONE MOBILE DI CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO ANTE OPERAM

Nome misura P01-Maracalagonis - Night		Data e ora di inizio 19/02/2021 - 22:03:44	Operatore ing. Calderaro, dott.ssa Caula
Tipologia misura RUMORE	Filtri - Costante di tempo - Delta Time 20÷20000 Hz - Fast - 1 s		Strumentazione Larson-Davis 831 - 0002540
Ricettore Latitudine: 39°10'25.27"N - Longitudine: 925'44 .35"E		Calibrazione Larson Davis CAL200	

Postazione di misura / Note
 Microfono ubicato su strada rurale in prossimità di ricettore a destinazione d'uso rurale strutturato su 2 piani f.t.



STATISTICHE SHORT Leq	
L_{Aeq}	34.4 dBA
L _{Amin}	24.1 dBA
L _{Amax}	52.2 dBA
LN 1	47.1 dBA
LN 5	38.6 dBA
LN 10	34.4 dBA
LN 50	27.9 dBA
LN 90	25.0 dBA
LN 95	24.5 dBA
LN 99	24.0 dBA



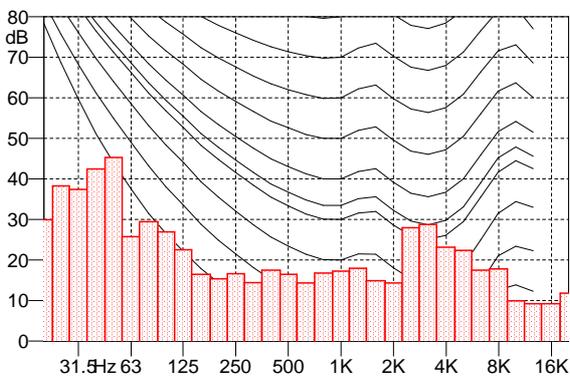
QUEEQUEG RENEWABLES, LTD
IMPIANTO PRODUZIONE ENERGIA FONTE EOLICA "BRUNCU DE LIANU" - COMUNE DI MARCALAGONIS (CA)
MISURE CON POSTAZIONE MOBILE DI CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO ANTE OPERAM

Nome misura P01-Maracalagonis - Night		Data e ora di inizio 19/02/2021 - 22:03:44	Operatore ing. Calderaro, dott.ssa Caula
Tipologia misura RUMORE	Filtri - Costante di tempo - Delta Time 20÷20000 Hz - Fast - 1 s		Strumentazione Larson-Davis 831 - 0002540
Ricettore Latitudine: 39°10'25.27"N - Longitudine: 925'44 .35"E			Calibrazione Larson Davis CAL200

Postazione di misura / Note

Microfono ubicato su strada rurale in prossimità di ricettore a destinazione d'uso rurale strutturato su 2 piani f.t.

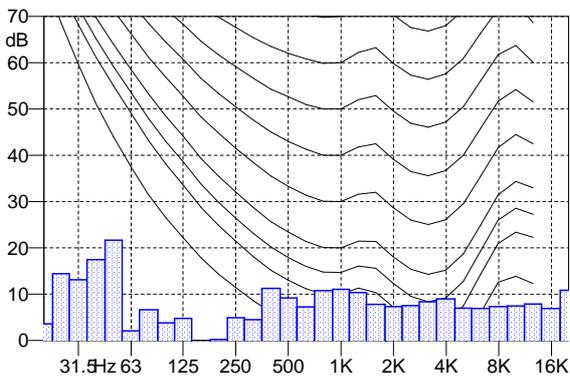
P01-Maracalagonis - Night - Globals 1/3 Leq Spectrum -



**P01-Maracalagonis - Night
Globals 1/3 Leq Spectrum -**

Hz	dB	Hz	dB	Hz	dB
6.3	45.7	100	26.9	1600	14.9
8	43.4	125	22.5	2000	14.3
10	42.4	160	16.4	2500	28.0
12.5	39.2	200	15.3	3150	28.7
16	31.0	250	16.6	4000	23.2
20	29.9	315	14.4	5000	22.3
25	38.3	400	17.5	6300	17.5
31.5	37.4	500	16.5	8000	17.8
40	42.5	630	14.4	10000	10.0
50	45.3	800	16.7	12500	9.2
63	25.8	1000	17.2	16000	9.2
80	29.4	1250	18.0	20000	11.9

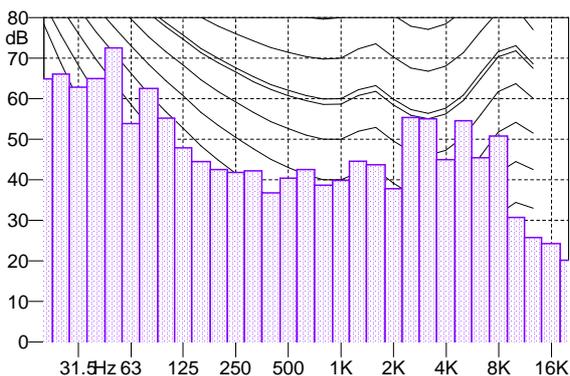
P01-Maracalagonis - Night - Globals 1/3 All Min Spectrum -



**P01-Maracalagonis - Night
Globals 1/3 All Min Spectrum -**

Hz	dB	Hz	dB	Hz	dB
6.3	14.8	100	3.9	1600	7.8
8	14.5	125	4.8	2000	7.3
10	11.8	160	-0.3	2500	7.5
12.5	16.3	200	0.2	3150	8.4
16	2.9	250	5.0	4000	9.0
20	3.6	315	4.6	5000	7.0
25	14.4	400	11.3	6300	6.9
31.5	13.2	500	9.2	8000	7.4
40	17.5	630	7.3	10000	7.5
50	21.7	800	10.8	12500	7.9
63	2.1	1000	11.0	16000	6.9
80	6.7	1250	10.4	20000	10.9

P01-Maracalagonis - Night - Globals 1/3 Max Spectrum -



**P01-Maracalagonis - Night
Globals 1/3 Max Spectrum -**

Hz	dB	Hz	dB	Hz	dB
6.3	72.5	100	55.2	1600	43.7
8	70.2	125	47.9	2000	37.8
10	70.6	160	44.4	2500	55.4
12.5	65.3	200	42.5	3150	55.0
16	66.4	250	41.8	4000	44.9
20	64.9	315	42.2	5000	54.5
25	66.0	400	36.8	6300	45.5
31.5	62.9	500	40.4	8000	50.8
40	65.0	630	42.5	10000	30.7
50	72.5	800	38.6	12500	25.8
63	53.8	1000	39.8	16000	24.2
80	62.5	1250	44.5	20000	20.1