

# Comuni di Ballao e Armungia

## Impianto eolico "Bruncu 'e Niada"



**Valutazione Previsionale di Impatto Acustico ai  
sensi della DGR della Regione Sardegna  
N. 62/9 del 14.11.2008**  
Analisi nel campo delle frequenze udibili e delle  
basse frequenze (10 Hz ÷ 160 Hz)

VIA-WIND001.REL006a

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE			
00	02/10/2020	Emissione			
REDATTO	Ing. V. Buttafuoco	CONTROLLATO	Ing. F.M. Calderaro	APPROVATO	BCF

# INDICE

1. PREMESSA .....	4
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	6
2.1. NORMATIVA NAZIONALE .....	6
2.2. NORMATIVA DELLA REGIONE SARDEGNA .....	6
2.3. NORMATIVA TECNICA .....	7
3. VALUTAZIONE DI IMPATTO ACUSTICO .....	8
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) .....	8
3.1.1. Descrizione della SSEU .....	9
3.1.1.1 Sezione 150 kV.....	10
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) .....	11
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) .....	11
3.3.1. Parco Eolico .....	11
3.3.2. Cabina di "Step-up" .....	13
3.3.3. Elettrodotto interrato .....	14
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) .....	15
3.5. Indicazione della classe acustica cui appartiene l'area di studio (punto "e" DGR 62/9 del 14.11.2008) .....	15
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) .....	18
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) .....	23
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) .....	27
3.8.1. Parco Eolico .....	27
3.8.1.1 Caratterizzazione anemologica area di studio.....	30
3.8.2. Cabina di Step-up .....	33
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) .....	34

---

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)	34
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)	34
3.11.1. Posa degli aerogeneratori e realizzazione della viabilità di accesso al parco eolico	35
3.11.2. Elettrodotto interrato	39
3.11.3. Trasporto degli aerogeneratori	43
3.11.4. Interventi di mitigazione	45
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)	47

## 1. PREMESSA

---

Nel presente elaborato viene riportata la Valutazione Previsionale di Impatto Acustico relativa alla realizzazione ed esercizio di un Impianto Eolico da realizzarsi nei Comuni di Ballao e Armungia (Sud Sardegna).

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 "Bruncu 'e Niada" è ubicato nel Comune di Ballao, in provincia Sud Sardegna, ed in particolare in località "Niu de is Crobus", ai confini con i Comuni di Perdasdefogu ed Escalaplano. 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 riversata completamente in rete, salvo gli autoconsumi di centrale, con connessione alla rete di trasmissione in Alta Tensione a 150 kV mediante cabina di trasformazione MT/AT (cabina di "step-up" o Sottostazione Elettrica Utente) di competenza del proponente, collegata in antenna alla nuova stazione elettrica di Terna S.p.A. denominata "SE Armungia".

La nuova Stazione Elettrica "Armungia" verrà realizzata in entra-esce sulla linea elettrica RTN Goni-EAF Armungia. Dalla medesima verrà realizzato un ulteriore elettrodotto da 150 kV che collegherà la stazione alla nuova SE Burcei, realizzata in entra-esci sulla linea RTN Muravera-Selargius.

In **Figura 3.1-1** si riporta la planimetria dell'impianto.



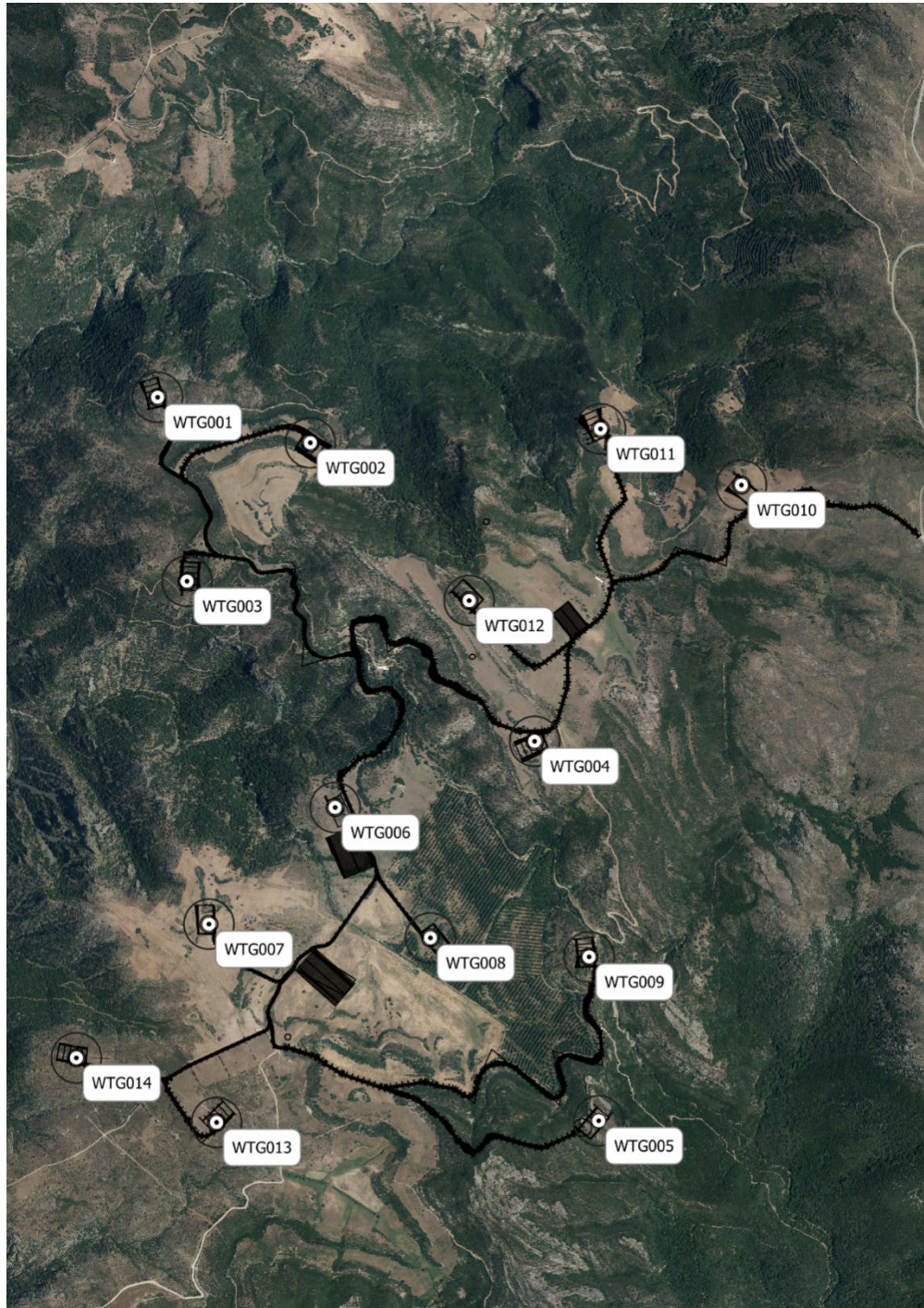


Figura 3.1-1 - Planimetria dell'impianto

### 3.1.1. Descrizione della SSEU

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

Il parco eolico in progetto convoglierà l'energia prodotta verso la cabina di step-up MT/AT, connessa alla rete di trasmissione nazionale. 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 (ONAN-ONAF). Dai trasformatori si diparte lo stallo AT, costituito 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 (SE Armungia), attraverso un sistema di sbarre aeree.

### 3.1.1.1 Sezione 150 kV

La porzione di impianto AT di utente sarà così composta (procedendo dal lato impianto verso la SE Armungia di Terna):

- Apparatati 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;
- Apparatati 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;

### **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 possiamo suddividere l'impianto in progetto 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.

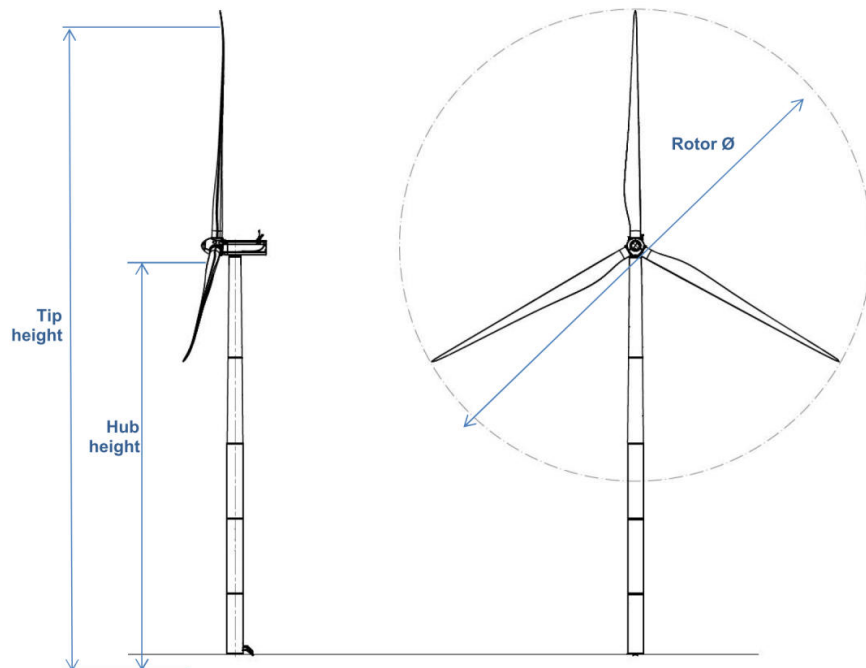
Appartengono viceversa alla seconda categoria:

- 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 direttamente legata 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.

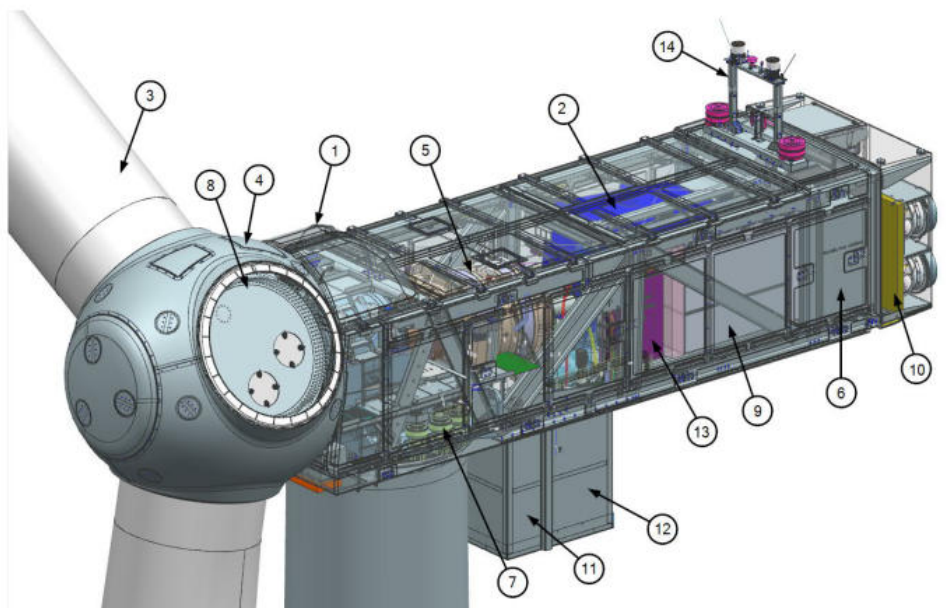
Per l'impianto oggetto di approfondimento si ipotizza l'installazione di aerogeneratori con altezza del rotore pari a 135 m dal piano campagna locale.

Nelle **Tabella 3.3-1** ÷ **Tabella 3.3-4** 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
1	Canopy
2	Generator
3	Blades
4	Spinner/hub
5	Gearbox
6	Control panel

Item	Description
8	Blade bearing
9	Converter
10	Cooling
11	Transformer
12	Stator cabinet.
13	Front Control Cabinet
14	Aviation structure



**Figura 3.3-1 - 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 3.3-1 - Livello di potenza acustica in funzione della velocità del vento (Lwa [dBA]) da 10 Hz a 10 kHz**

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

**Tabella 3.3-2 - 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
AM 0	79.9	86.7	88.9	89.9	93.1	92.8	88.3	76.5

Wind Speed [m/s] 6 m/s

1/1 oct. band center freq.	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
AM 0	86.2	93.0	95.2	96.2	99.4	99.1	94.6	82.8

Wind Speed [m/s] 8 m/s

**Tabella 3.3-3 - Spettro potenza acustica in bande di ottava (Lwa [dBA]) – Emissioni acustiche complessive (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 3.3-4 - 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 3.3-2** 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 acustico<sup>1</sup>

**Figura 3.3-2 - 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.

<sup>1</sup> 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)**

---

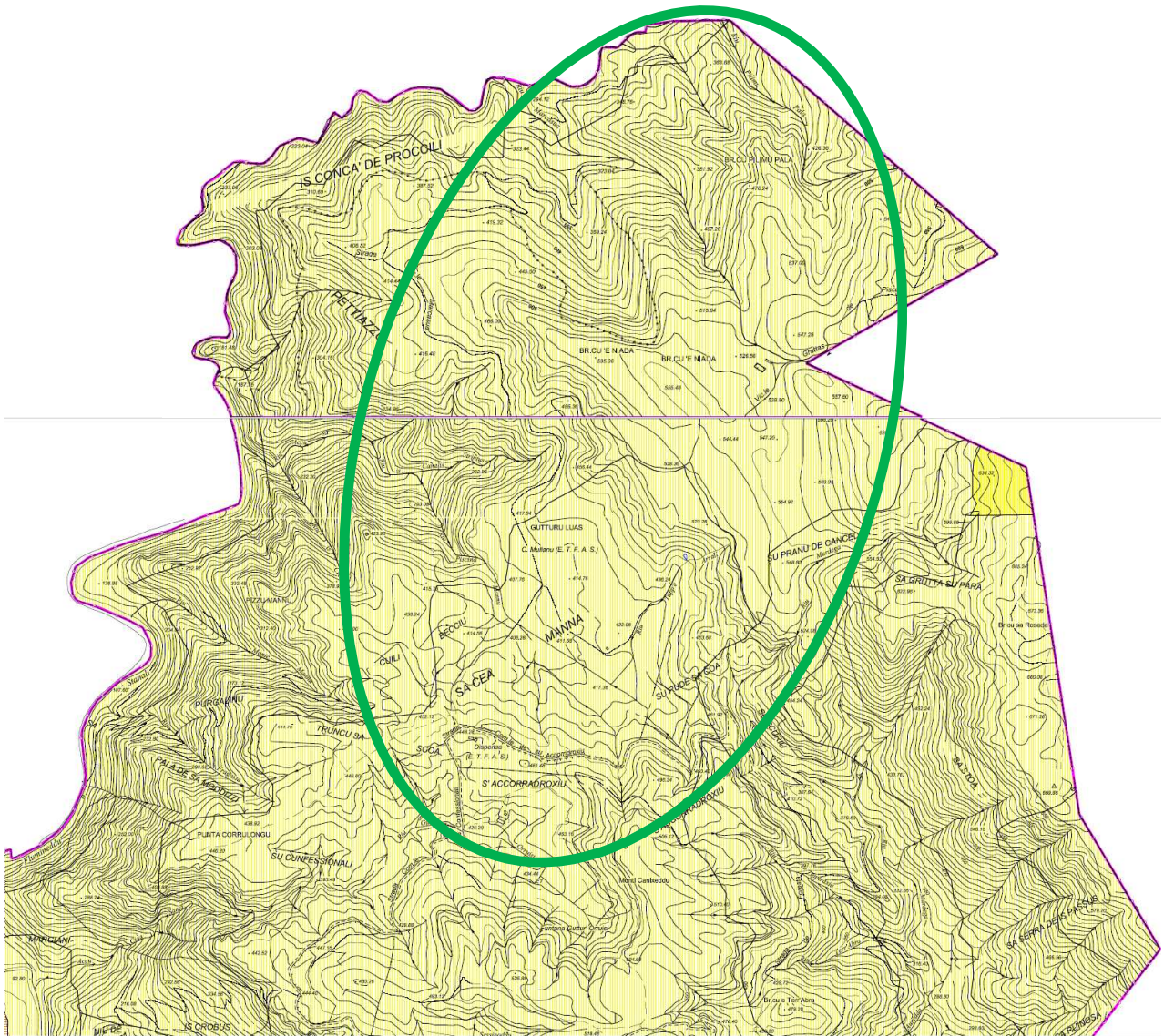
Il parco eolico oggetto di approfondimento ricade nel territorio del Comune di Ballao che dispone di una classificazione acustica del suo territorio approvata in via definitiva con la Deliberazione n. 7 del 20/03/2008.

Lo stralcio della suddetta classificazione relativo all'ambito di studio è riportato nella **Figura 3.5-1** come si può osservare il futuro impianto ed i potenziali ricettori ad esso maggiormente prossimi ricadono in un ambito di classe II.

Nell'area non sono presenti infrastrutture di trasporto per il quale il piano di zonizzazione abbia previsto specifiche fasce di pertinenza.

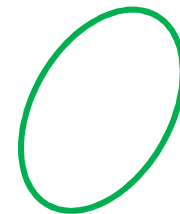
La Stazione Elettrica "Ballao" verso la quale sarà convogliata l'energia prodotta sarà realizzata nel Comune di Armungia.

Il Comune di Armungia ha avviato le procedure per dotarsi di una classificazione acustica del proprio territorio, ma ad oggi ne risulta formalmente privo. In base al PUC del Comune di Armungia (cfr. **Figura 3.5-2**) l'area in cui verrà realizzata la centrale è classificata come "E5A - Aree destinabili ad una agricoltura non intensiva" risulta per tanto ragionevole ipotizzare per tale ambito territorio una classe III, ossia "Aree di tipo misto", per le quali il D.P.C.M. 14/11/97 indica che *"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 assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici"*.



**CLASSI D.P.C.M. 14 novembre 1997**  
 CONVENZIONI CROMATICHE PER CLASSE DI SENSIBILITA' ACUSTICA DEL TERRITORIO

	<b>CLASSE I</b>	AREA PARTICOLARMENTE PROTETTA
	<b>CLASSE II</b>	AREA PREVALENTEMENTE RESIDENZIALE
	<b>CLASSE III</b>	AREA DI TIPO MISTO
	<b>CLASSE IV</b>	AREA DI INTENSA ATTIVITA' UMANA
	<b>CLASSE V</b>	AREA PREVALENTEMENTE INDUSTRIALE
	<b>CLASSE VI</b>	AREA ESCLUSIVAMENTE INDUSTRIALE



**Ubicazione Futuro impianto**

**Figura 3.5-1 - Stralcio Classificazione Acustica - Comune di Ballao**



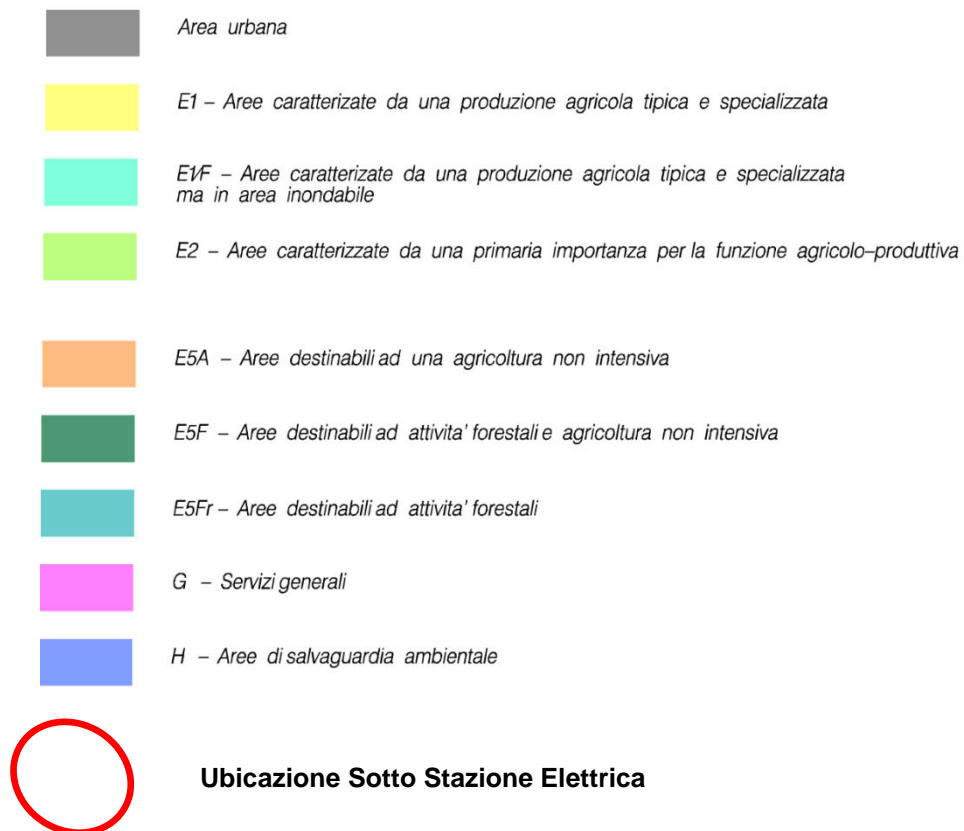
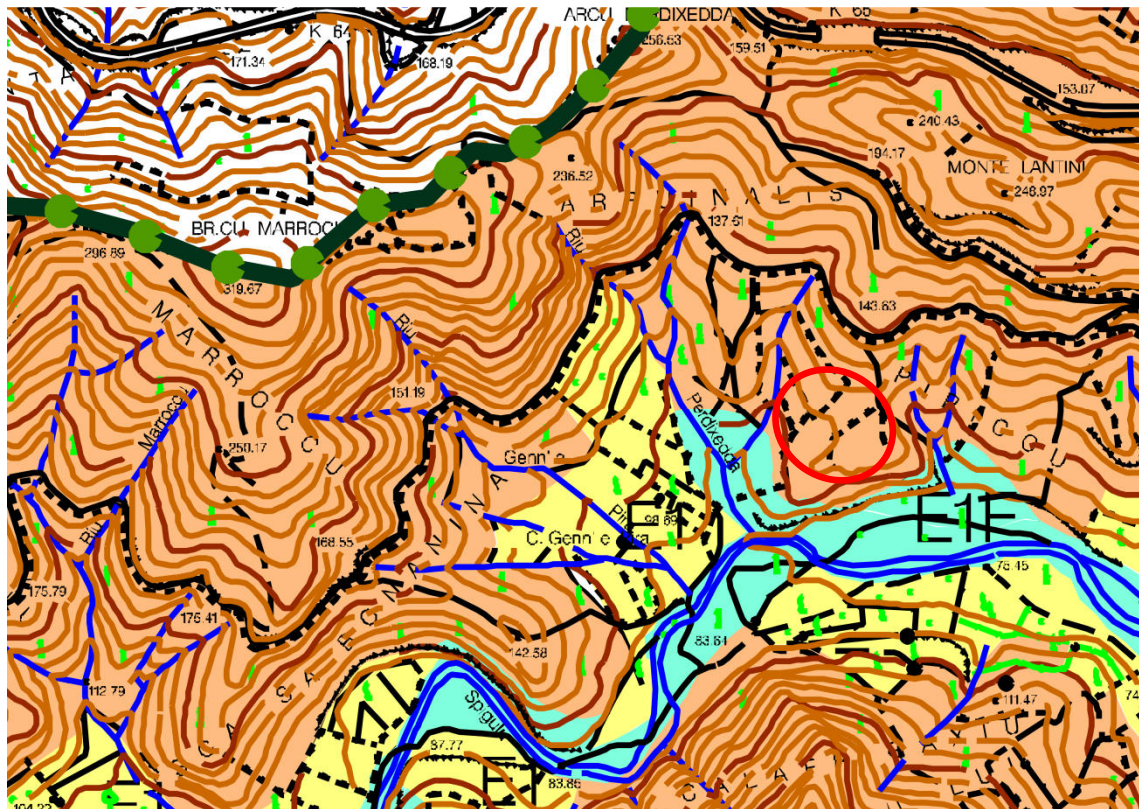


Figura 3.5-2 - Stralcio PUC - Comune di Armungia

### 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 nella subregione del Gerrei, nella provincia Sud Sardegna, nel quadrante sud-orientale della Regione Autonoma della Sardegna. L'area di progetto destinata ai generatori eolici occupa un ambito spaziale pari a 450 ha (valutato considerando le posizioni degli aerogeneratori più periferici) e si sviluppa longitudinalmente (N-S) per 2,47 km, e latitudinalmente (E-O) per 2,07 km. L'intera area ricade nel Comune di Ballao.

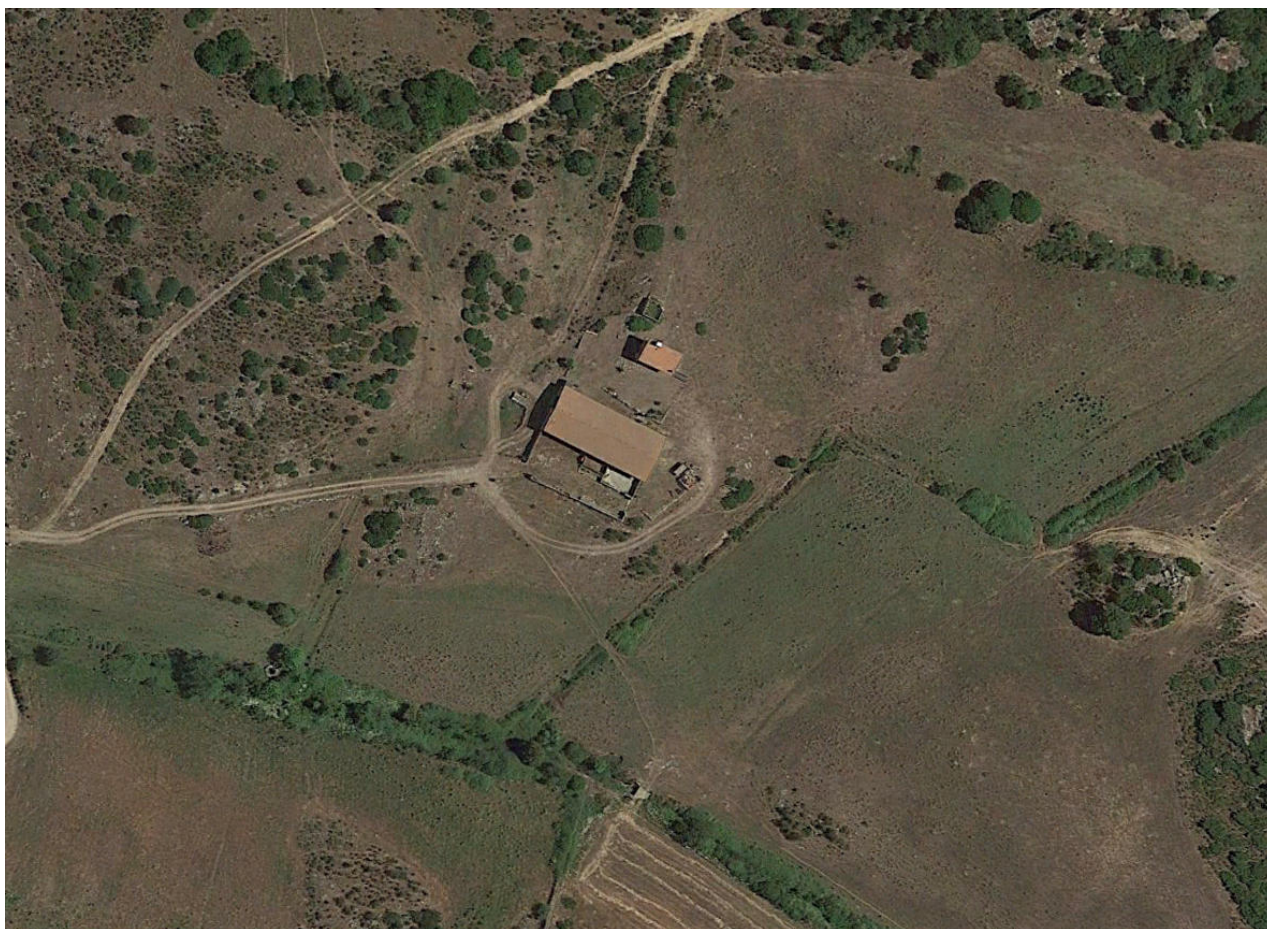
L'area è destinata ad attività prettamente pastorali, distante dai centri abitati e dai Comuni più vicini, misurando in linea d'aria circa 5 km dalla zona urbana del Comune di Escalaplano, 8,5 km da quella del Comune di Perdasdefogu, e 5,5 km da quella di Ballao.

L'area dell'impianto è raggiunta a nord dalla Strada Comunale per Perdasdefogu e dalla Strada Provinciale 13, mentre a sud si collega alla Strada Comunale per Ballao e dalla Strada Statale 387, mentre la viabilità che raggiunge le aree oggetto dell'intervento dei singoli aerogeneratori è privata.

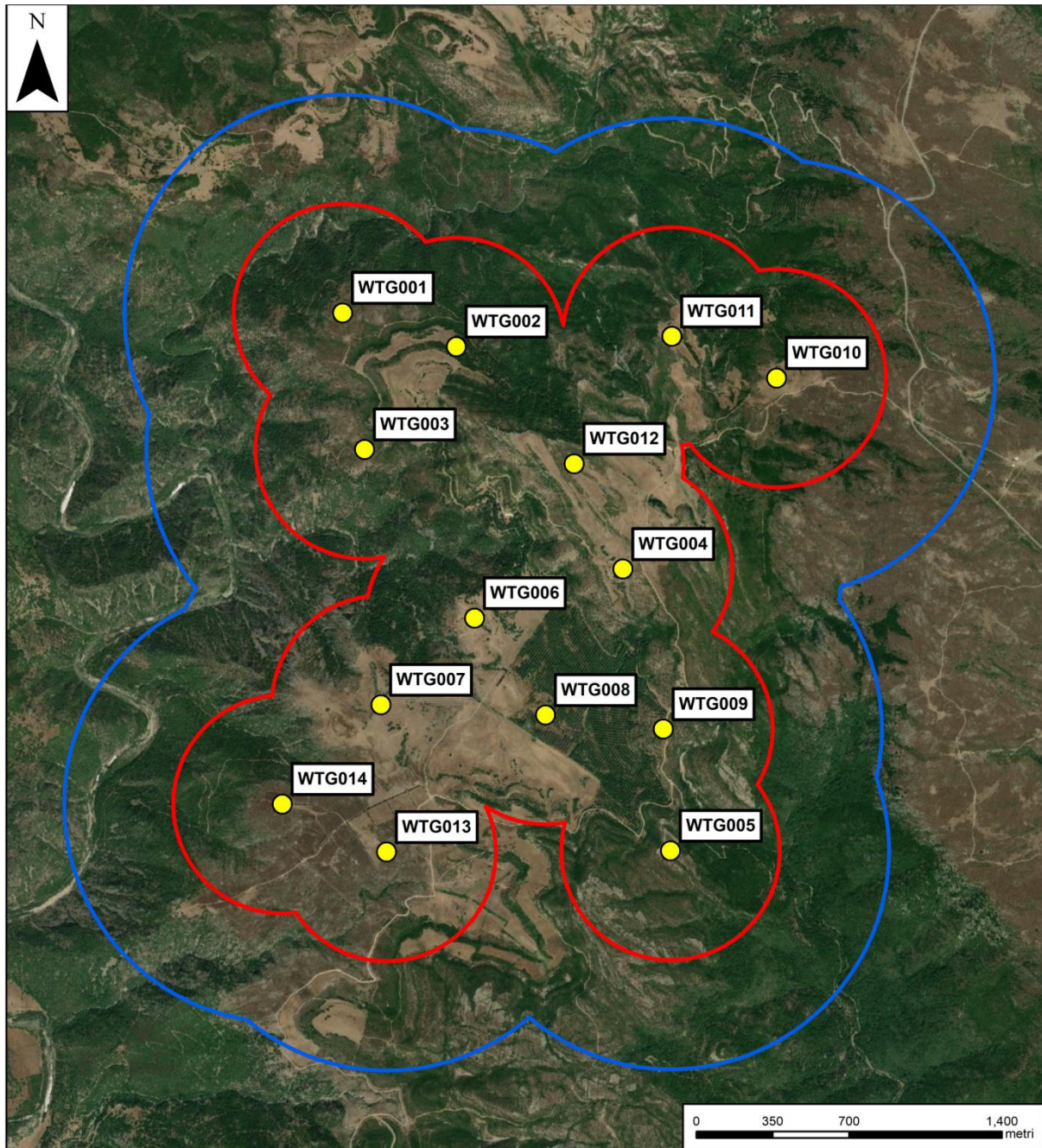
Il paesaggio dell'area interessata dall'impianto è costituito prevalentemente da un altopiano, con un terreno dalle caratteristiche geologiche caratterizzate da affioramenti del basamento metamorfico varistico, con affioramenti in prossimità degli aerogeneratori WTG001, WTG003, WTG010, WTG013 e WTG014. I terreni oggetto dell'intervento si sviluppano a una quota tra i 400 e i 550 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 si presenta generalmente morbida, con alcuni profili di pendenze tipiche delle zone ad altopiano roccioso, molto ben esposte al vento e senza particolari ostacoli che si anteppongano al flusso del vento dominante. La viabilità interna esistente è attualmente utilizzata per le attività pastorali e di ordinaria manutenzione dei fondi.

Dal punto di vista strettamente antropico analizzando l'inviluppo delle fasce di 500 m (area di influenza definita dalla UNI 11143-7) e di 1000 m da ogni singolo aerogeneratore non risultano presenti edifici residenziali. Gli unici manufatti che consentono di ipotizzare una presenza umana in periodo di riferimento diurno sono edifici rurali non residenziali a supporto delle attività dei fondi agricoli presenti. Anche gli edifici militari individuati sono chiaramente non residenziali.

Seppur non residenziali, al fine di stimare con precisione dal punto di vista modellistico i potenziali valori di impatto riscontrabili nell'area di studio, sono stati scelti 2 ricettori di controllo, rappresentativi di ambiti spaziali in cui è maggiormente probabile la presenza umana. Nelle figure seguenti si riporta la documentazione fotografica del Ricettore di controllo 01 (**Figura 3.6-1**), l'ubicazione degli aerogeneratori e delle fasce di 500 e 1000 m (**Figura 3.6-2**) e gli esiti delle verifiche effettuate in campo per la caratterizzazione del sistema antropico presente (**Figura 3.6-3**).

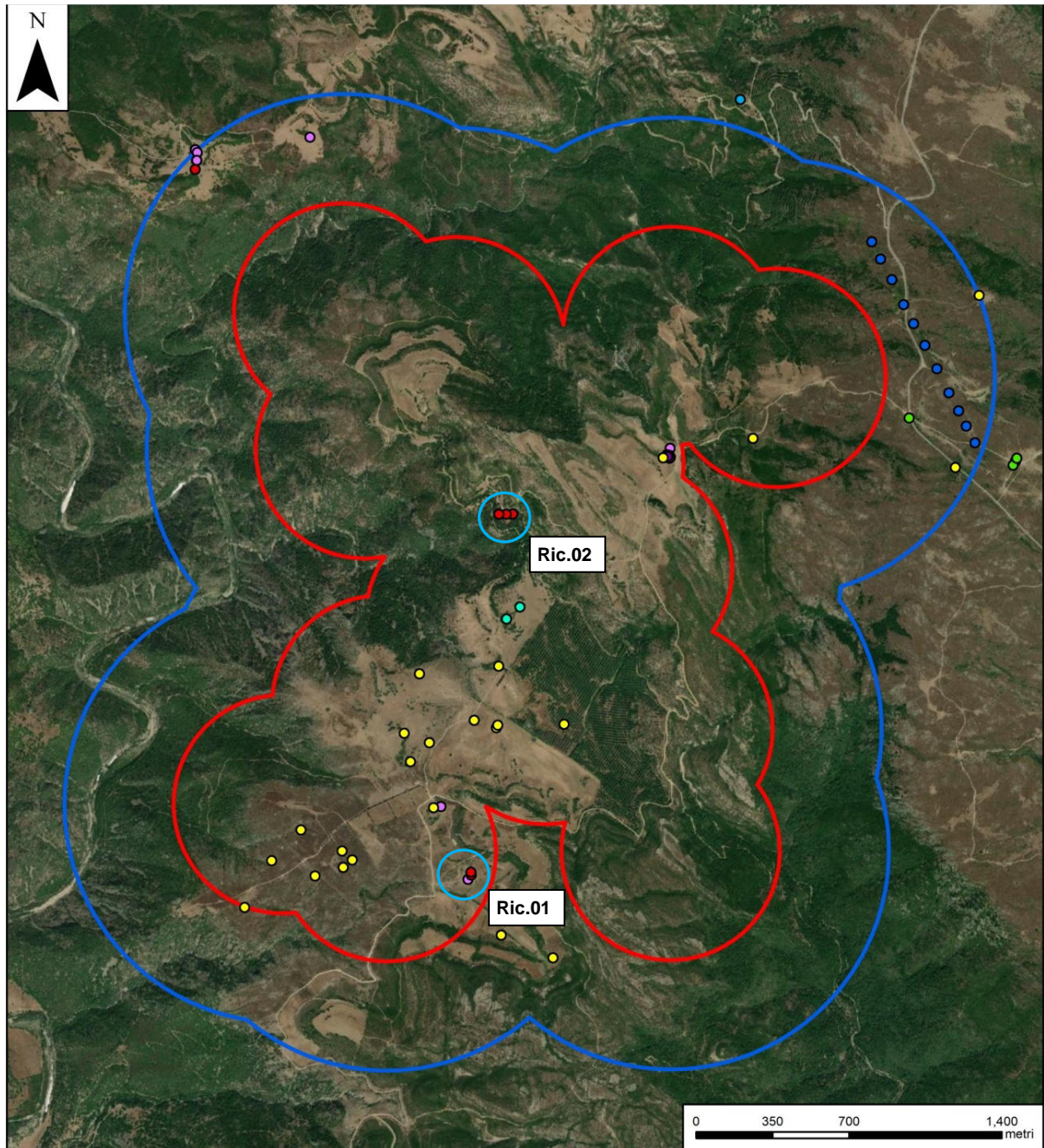


**Figura 3.6-1 - Documentazione fotografica Ricettore 01**



- Aerogeneratori      □ Inviluppo Fascia 500 m da ogni singolo generatore (Area di influenza UNI 11143-7)  
□ Inviluppo Fascia 1000 m da ogni singolo generatore

Figura 3.6-2 - Localizzazione Parco Eolico

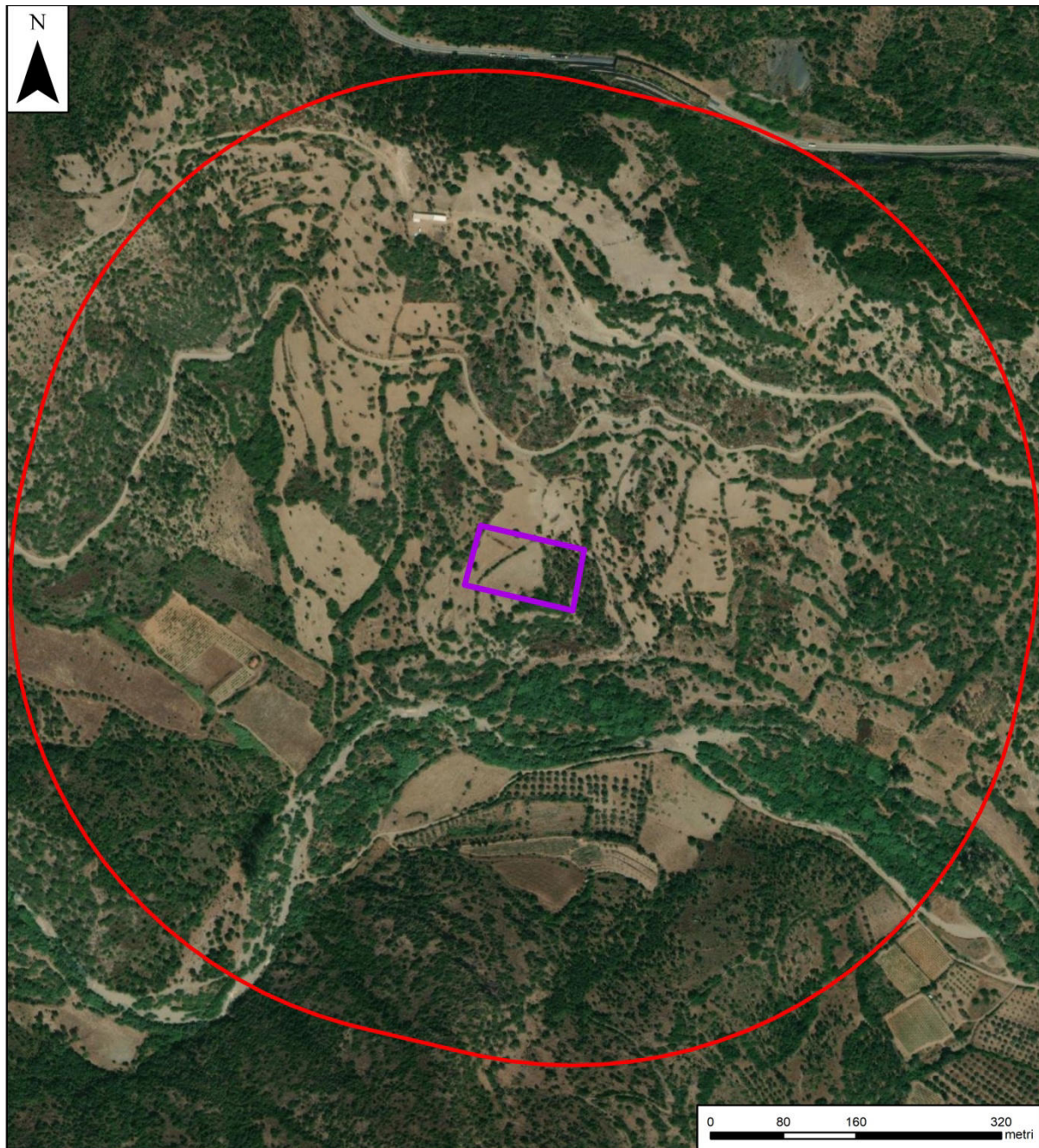


- Inviluppo Fascia 500 m da ogni singolo generatore (Area di influenza UNI 11143-7)
- Inviluppo Fascia 1000 m da ogni singolo generatore

- Edificio Residenziale
- Edificio militare
- Edificio rurale non abitato
- Edificio/Manufatto abbandonato/diroccato
- Palo Enel
- Resto archeologico
- Stalla in uso/abbandonata
- Vasca in disuso

Figura 3.6-3 - Localizzazione Parco Eolico - Analisi del sistema ricettore e ubicazione dei ricettori di controllo

Anche la Sotto Stazione Elettrica in progetto, ricadente nel comune di Armungia, risulta ubicata in un'area a vocazione agricola caratterizzata dall'assenza di ricettori prettamente residenziali (cfr. **Figura 3.6-4**).



 Sotto Stazione Elettrica       Fascia 500 m

**Figura 3.6-4 - Localizzazione Sotto Stazione Elettrica**

### 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 effettuati con metodica spot in periodo diurno e notturno, in corrispondenza di un punto in cui, per la presenza di edifici rurali non residenziale, è maggiormente probabile la presenza umana. 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 e nella quale non risultano insediati ricettori residenziali.

Si ritiene opportuno sottolineare che secondo la norma "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" in assenza di ricettori residenziali nell'area di influenza di 500 m da ogni singolo aerogeneratore non risulterebbero necessari rilievi fonometrici di caratterizzazione ante operam.

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 3.7-1**.

Postazione	Catena di misura
P1	<b>LD831</b> Fonometro Integratore Real Time Larson Davis mod. 831 Preamplificatore PRM 831 - Microfono Larson Davis 377B02

**Tabella 3.7-1 - Strumentazione impiegata**

Nello specifico sono stati effettuati il 10/08/2020 tre rilievi da 30' in periodo diurno e notturno, presso la postazione P1 la cui ubicazione è riporta in **Figura 3.7-2**. La documentazione fotografica della postazione di monitoraggio è riportata in **Figura 3.7-1**.

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



**Figura 3.7-1 - Documentazione fotografica postazione di monitoraggio**



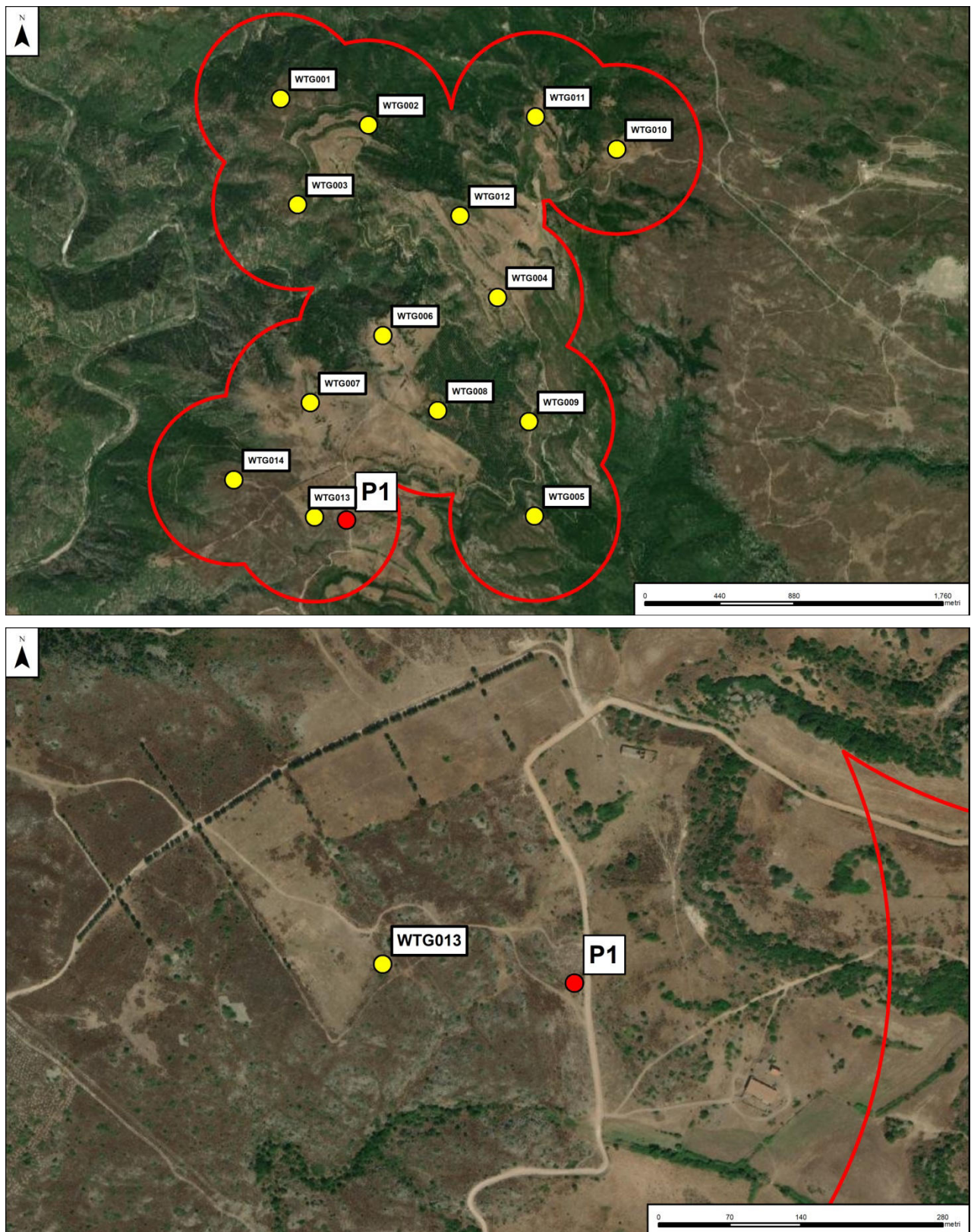


Figura 3.7-2 - Ubicazione postazione di monitoraggio

I risultati dei rilievi sono contenuti nelle schede tecniche riportate in **Allegato 2** e sintetizzati in **Tabella 3.7-2**.

Orario	Durata	LAeq	L90	Limite imm. PZA	Condizioni meteo
	[min]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	
12.00	10'	33.1	23.6	55	Condizioni del cielo: nuvoloso Temperatura: 37,8°C - Umidità: 43% Velocità del vento: 1,5 m/s Direzione del vento: Nord/Est
12.10	10'	30.0	27.3	55	Condizioni del cielo: nuvoloso Temperatura: 38°C - Umidità: 42% Velocità del vento: 2,0 m/s Direzione del vento: Nord/Est
12.20	10'	38.2	37.2	55	Condizioni del cielo: nuvoloso Temperatura: 38°C - Umidità: 42% Velocità del vento: 0,9 m/s Direzione del vento: Nord/Est
18.33	10'	31.1	28.4	55	Condizioni del cielo: nuvoloso Temperatura: 30,5°C - Umidità: 40% Velocità del vento: 1,0 m/s Direzione del vento: Nord/Est
18.43	10'	31.4	29.8	55	Condizioni del cielo: nuvoloso Temperatura: 30,3°C - Umidità: 43% Velocità del vento: 1,5 m/s Direzione del vento: Nord/Est
18.53	10'	30.9	27.8	55	Condizioni del cielo: nuvoloso Temperatura: 30°C - Umidità: 42% Velocità del vento: 0,7 m/s Direzione del vento: Nord/Est
22.05	10'	39.0	38.0	45	Condizioni del cielo: sereno Temperatura: 26,6°C - Umidità: 46% Velocità del vento: 0,0 m/s Direzione del vento: Sud
22.15	10'	38.4	37.3	45	Condizioni del cielo: sereno Temperatura: 26,5°C - Umidità: 46% Velocità del vento: 0,2 m/s Direzione del vento: Sud
22.25	10'	38.2	37.2	45	Condizioni del cielo: sereno Temperatura: 26,1°C - Umidità: 47% Velocità del vento: 0,0 m/s Direzione del vento: Sud

**Tabella 3.7-2 - Sintesi dei rilievi fonometrici effettuati**

I livelli rilevati risultano pienamente conformi ai limiti normativi. A fronte di un limite diurno/notturno di immissione di 55/45 dBA (classe II) il monitoraggio ha documentato livelli, in entrambi i periodi di riferimento, inferiori a 40 dBA.

L'area risulta caratterizzata da una buona qualità acustica. In concomitanza ai rilievi le uniche sorgenti di origine antropica rilevate riguardano, in periodo diurno, il sorvolo di aerei in lontananza. Il contributo biotico al clima acustico è determinato prevalentemente dal cinguettio di volatili e dal frinire di cicale in periodo diurno e di grilli in periodo notturno.

### **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'edificato 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).

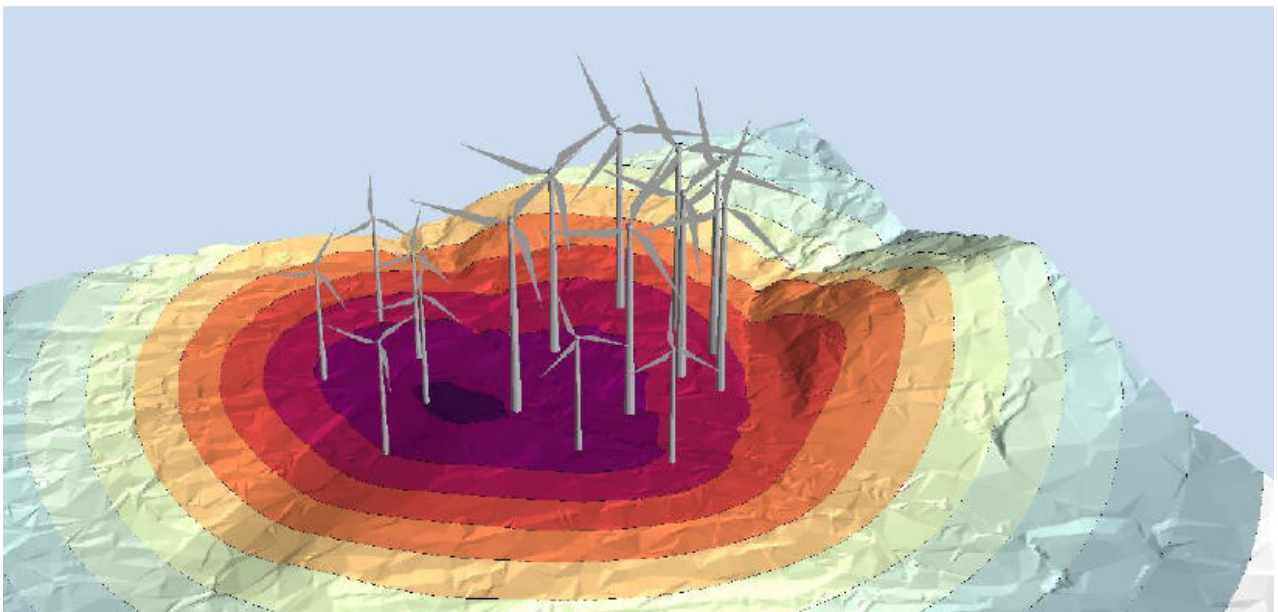
La scala di colore adottata nella mappatura è a campi omogenei delimitati da isolivello a passo 5 dB(A).

*Divergenza geometrica:* Il decremento del livello di rumore con la distanza (Adiv) avviene secondo una propagazione sferica.

*Assorbimento atmosferico:* Attenuazione del livello di rumore in funzione della temperatura e dell'umidità dell'aria (Aatm). 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 3.8-1 – 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 3.3-1** tali emissioni si verificano in presenza di velocità del vento superiori a 9 m/s al rotore.
- **Scenario 2:** emissioni acustiche complessive (10 Hz ÷ 10 kHz) in presenza di velocità del vento al rotore pari a 8 m/s, valore rappresentativo delle velocità massima media mensile del sito come documentata dai dati anemologici disponibili e sintetizzati nelle **Figura 3.8-2** ÷ **Figura 3.8-3**.
- **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 cautelativamente il valore di velocità del vento mensile massimo rilevato nel corso dell'anno (cfr. Caratterizzazione anemologica - **Paragrafo 3.8.1.1**). Tali valori risultano pertanto prudenziali per una valutazione del contributo sonoro del parco eolico nelle condizioni medie più penalizzanti e sono, pertanto, adeguati per la verifica dei limiti di emissioni 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**).

Inoltre per i ricettori di controllo individuati (rurali non residenziali, potenzialmente interessati saltuariamente dalla presenza umana in periodo diurno) ed evidenziati in **Figura 3.6-3**, sono riportati nelle **Tabella 3.8-2** i risultati puntuali delle valutazioni.

Ric.	Scenario 1 (Emissioni acustiche massime assolute)	Scenario 2 (Emissioni acustiche con $V_{\text{vento}} = 8 \text{ m/s}$ )	Scenario 3 (Emissioni acustiche basse frequenze con $V_{\text{vento}} = 8 \text{ m/s}$ )
	Leq (06÷22,22÷06) [dBA]		
Ric01 - 1.5 m	41.2	39.9	32.0
Ric01 - 4.0 m	42.6	41.3	31.5
Ric02 - 1.5 m	41.1	39.8	31.7
Ric01 - 4.0 m	42.3	41.0	31.5

**Tabella 3.8-1 – Risultati delle valutazioni modellistiche in corrispondenza dei punti di controllo**

Come evidenziato dal censimento effettuato nell'ambito di studio è documentato nel **Paragrafo 3.6** nel raggio di 1000 m dagli aerogeneratori **non sono presenti ricettori residenziali** per i quali sia configurabile un "ambiente abitativo" o una presenza in periodo notturno. I ricettori di controllo individuati e per i quali sono stati documentati i livelli di impatto puntuale sono ricettori rurali non residenziali per i quali è **ipotizzabile la presenza solo in periodo diurno**. Per tale ragione i limiti cogenti da verificare sono costituiti esclusivamente dai limiti di emissione ed immissione in periodo diurno e non risulta viceversa applicabile il criterio differenziale.

La verifica dei limiti è riportata nella **Tabella 3.8-2** in cui, come livello residuo, è stato considerato il livello equivalente documentato dai rilievi fonometrici di caratterizzazione effettuati (cfr. **Paragrafo 3.7**). **Come si può osservare le analisi svolte evidenziano il rispetto dei limiti di emissione e immissione con buoni margini di sicurezza.**

Si ritiene opportuno inoltre sottolineare che le mappe al continuo contenuto nell'Allegato 1 evidenziano, oltre la fascia dei 1000 m, livelli di impatto inferiore a 35 dBA, valore che garantisce il pieno rispetto dei limiti di legge anche in presenza di eventuali ricettori in Classe 1.

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, il limite pertanto, nell'ambito della fascia di 1000 m, non risulta applicabile per l'assenza di ricettori residenziali. Oltre i 1000 m le valutazioni modellistiche hanno evidenziato livelli di impatto inferiori a 35 dBA che garantiscono in ambiente abitativo a finestre chiuse, anche in presenza di un potere fonoisolante di facciata molto scadente (15 dB), livelli di impatto inferiori a 20 dBA ossia conformi alle indicazioni della suddetta norma.

Ric.	Classe Zon.	Impatto [dBA]	Residuo [dBA]	Ambientale [dBA]	Limite emissione [dBA]	Limite immissione [dBA]	Esubero emissione [dBA]	Esubero immissione [dBA]
		6-22	6-22	6-22	6-22	6-22	6-22	6-22
Ric01 1.5 m	II	39.9	31.5	40.5	50	55	-	-
Ric01 4.0 m	II	41.3	31.5	41.7	50	55	-	-
Ric02 1.5 m	II	39.8	31.5	40.4	50	55	-	-
Ric01 4.0 m	II	41.0	31.5	41.5	50	55	-	-

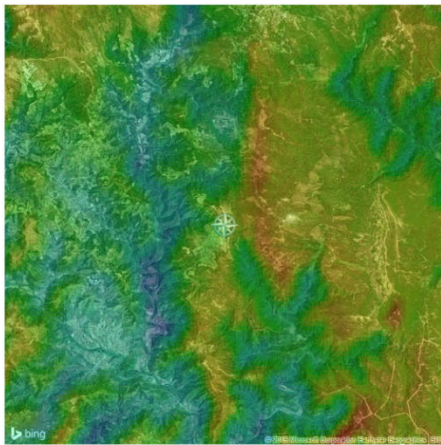
**Tabella 3.8-2 – Livelli di impatto in facciata e confronto con i limiti di Emissione ed Immissione**

### 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, sintetizzate nelle **Figura 3.8-3** e **Figura 3.8-3**, sono state svolte in corrispondenza degli aereogeneratori WTG05 e WGT02, che in ragione della loro ubicazione spaziale all'interno del campo sono ragionevolmente rappresentativi dei campi di vento medi dell'area.

## Site Characteristics



Latitude: 39.59871 Longitude: 9.41938

Wind Speed (140.0 m): 6.96 m/s

Roughness: 0.1000 m Elevation: 506.5 m (1,661.7 ft)

Air Density: 1.151 kg/m<sup>3</sup>

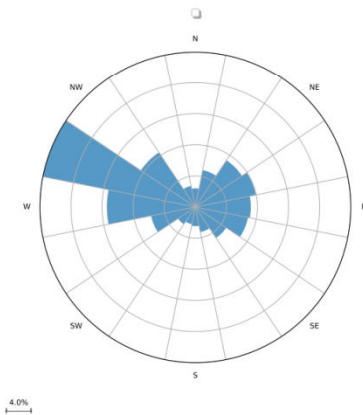
Mean Power Density: 299 W/m<sup>2</sup>

Uncertainty Value: 0.50 +/- m/s

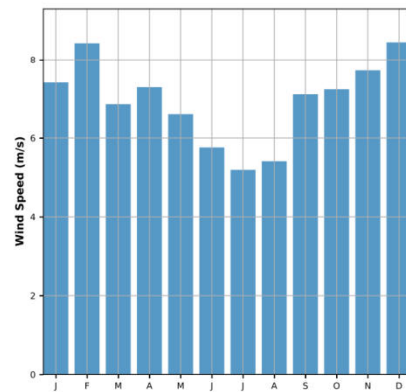
Weibull A: 7.83 Weibull k: 1.91

Mean annual wind speed map at 140 m hub height for Ballao WTG 05.

## 200m Graphs



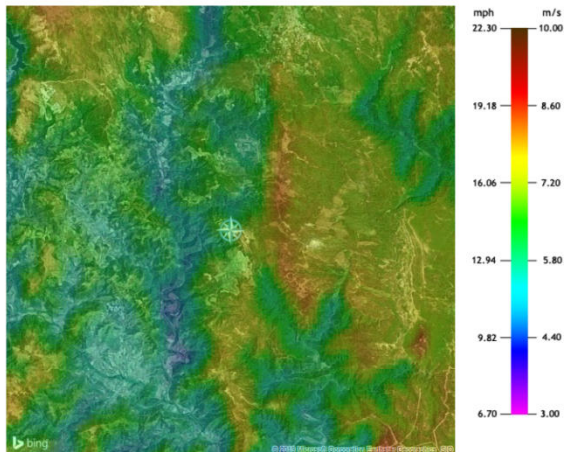
Wind Rose



Monthly Distribution

**Figura 3.8-2 - Wind Site Assessment Compass Report for Ballao WTG 05 [fonte AWS Truepower, LLC, a UL Company]**

## Site Characteristics



Latitude: 39.60597      Longitude: 9.41186

Wind Speed (140.0 m): 6.69 m/s

Roughness: 1.2500 m    Elevation: 495.4 m (1,625.3 ft)

Air Density: 1.166 kg/m<sup>3</sup>

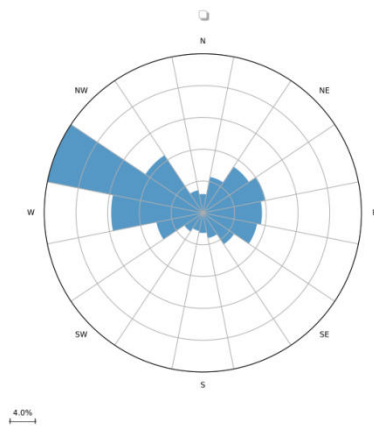
Mean Power Density: 262 W/m<sup>2</sup>

Uncertainty Value: 0.50 +/- m/s

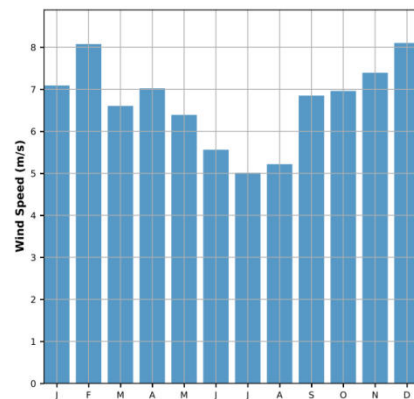
Weibull A: 7.54              Weibull k: 1.93

Mean annual wind speed map at 140 m hub height for Ballao WTG 02.

## 200m Graphs



Wind Rose



Monthly Distribution

**Figura 3.8-3 - Wind Site Assessment Compass Report for Ballao WTG 02 [fonte AWS Truepower, LLC, a UL Company]**



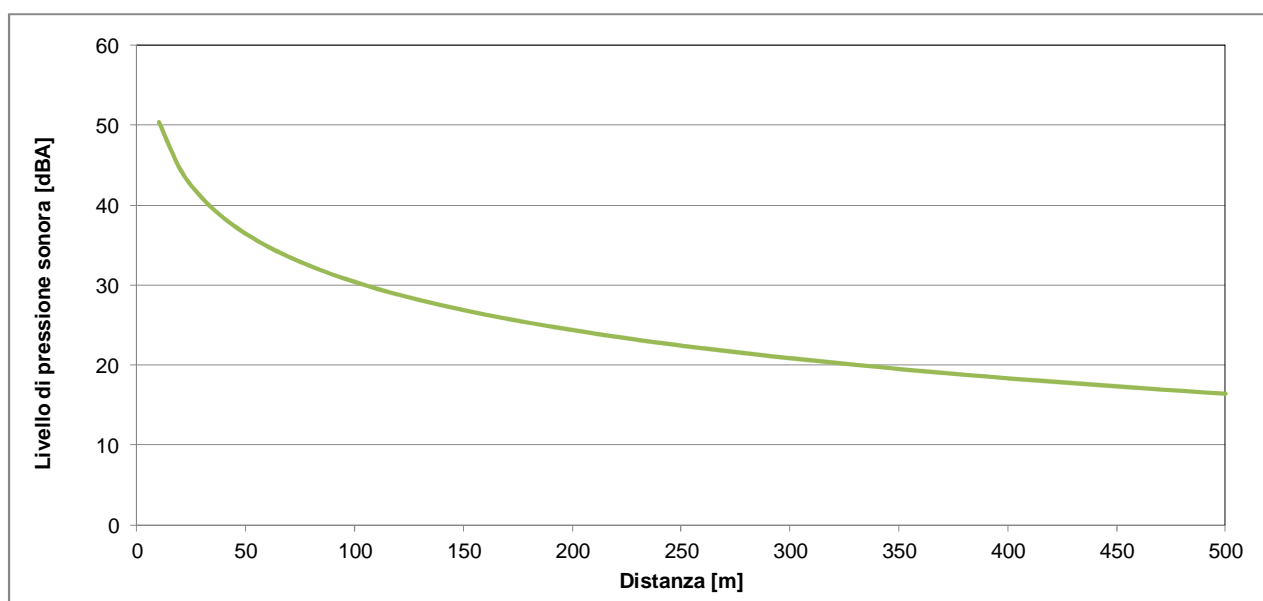
### 3.8.2. Cabina di Step-up

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 sonora 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 3.8-4**.



**Figura 3.8-4 - 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 50 metri dall'impianto (ambito in cui non risultano essere presenti manufatti antropici) i livelli sonori stimati sono inferiori ai 35 dBA e pertanto acusticamente trascurabili (cfr. oltre 10 dBA inferiori) rispetto ai limiti di **immissione** ed **emissione** di classe III<sup>2</sup> per il periodo diurno e notturno (60/55 dBA ÷ 50/45 dBA). Tali valori di impatto sono altresì trascurabili rispetto ad i limiti di applicabilità del criterio **differenziale** (50 dBA a finestre aperte e 35 dBA a finestre chiuse).

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

<sup>2</sup> classificazione ipotizzata per l'area prossima all'impianto in assenza di una classificazione acustica del territorio del Comune di Armungia in cui l'impianto è ubicato (cfr. **Paragrafo 3.5**).

### **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 "i" 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 3.11-1** viene rappresentato il cronoprogramma di massima delle principali attività di cantiere previste per la realizzazione dell'opera.

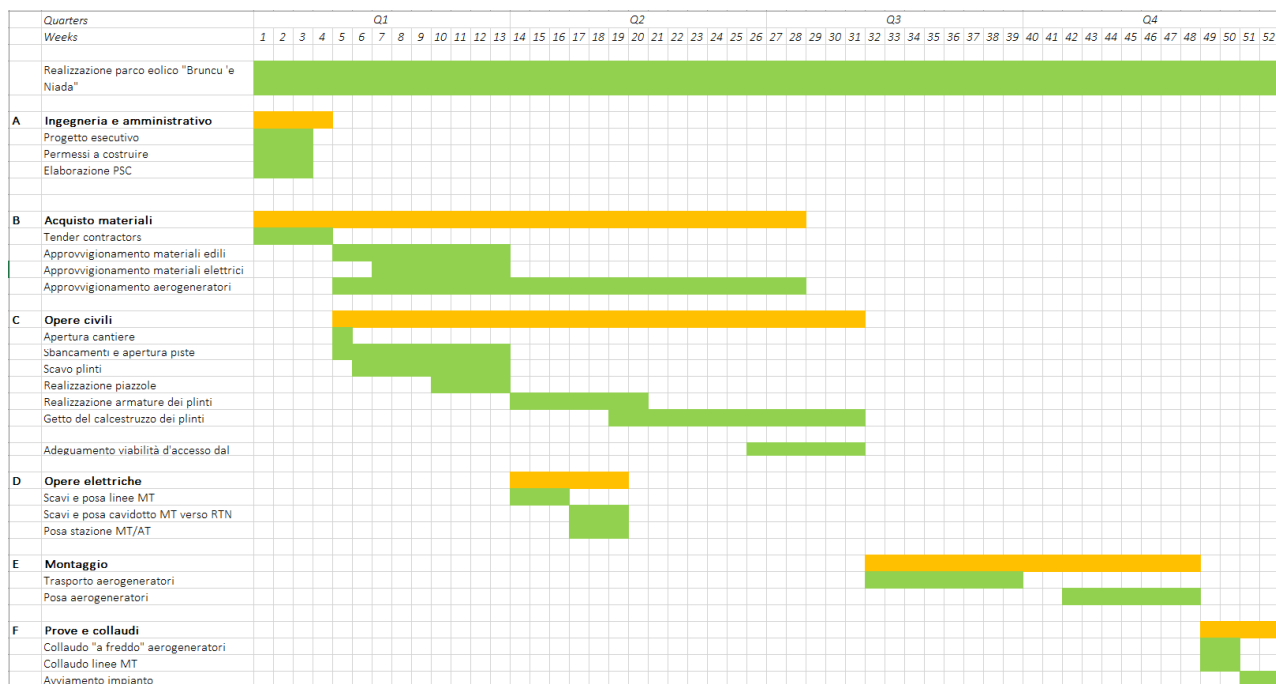


Figura 3.11-1 – Cronoprogramma dei Lavori

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 aereogeneratori richiederà lo sviluppo delle seguenti attività:

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

Le attività si svolgeranno secondo le tempistiche indicate in **Figura 3.11-1**.

Per le opere civili verranno impiegati i macchinari riportati in **Tabella 3.11-1** nella quale vengono anche indicati il numero di mezzi operativi giornalmente.

Macchina operatrice	N° mezzi/giorno
Escavatore con benna (2 m <sup>3</sup> )	4
Escavatore con martello demolitore	9
Pala caricatrice (3 m <sup>3</sup> )	2
Autocarro (20 m <sup>3</sup> )	10
Bull-dozer	3
Rullo compressore	3
Grader	2

**Tabella 3.11-1 – Macchine operatrici impiegate per le opere civili**

Saranno inoltre realizzate delle nuove viabilità all'interno del campo per raggiungere i diversi aereogeneratori.

A servizio delle attività di installazione degli aerogeneratori saranno altresì insediati due impianti di betonaggio.

L'ubicazione delle aree di attività durante la fase di cantiere sono riportate in **Figura 3.11-2**.

In base a quanto riportato nella citata pubblicazione "Conoscere per prevenire N° 11" è possibile individuare i livelli di potenza acustica associati alla diverse attività previste che sono sintetizzati in **Tabella 3.11-2** per ciò che concerne la posa degli aereogeneratori, in **Tabella 3.11-3** relativamente alla realizzazione delle nuove viabilità e in **Tabella 3.11-4** 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 aereogeneratori	104.7

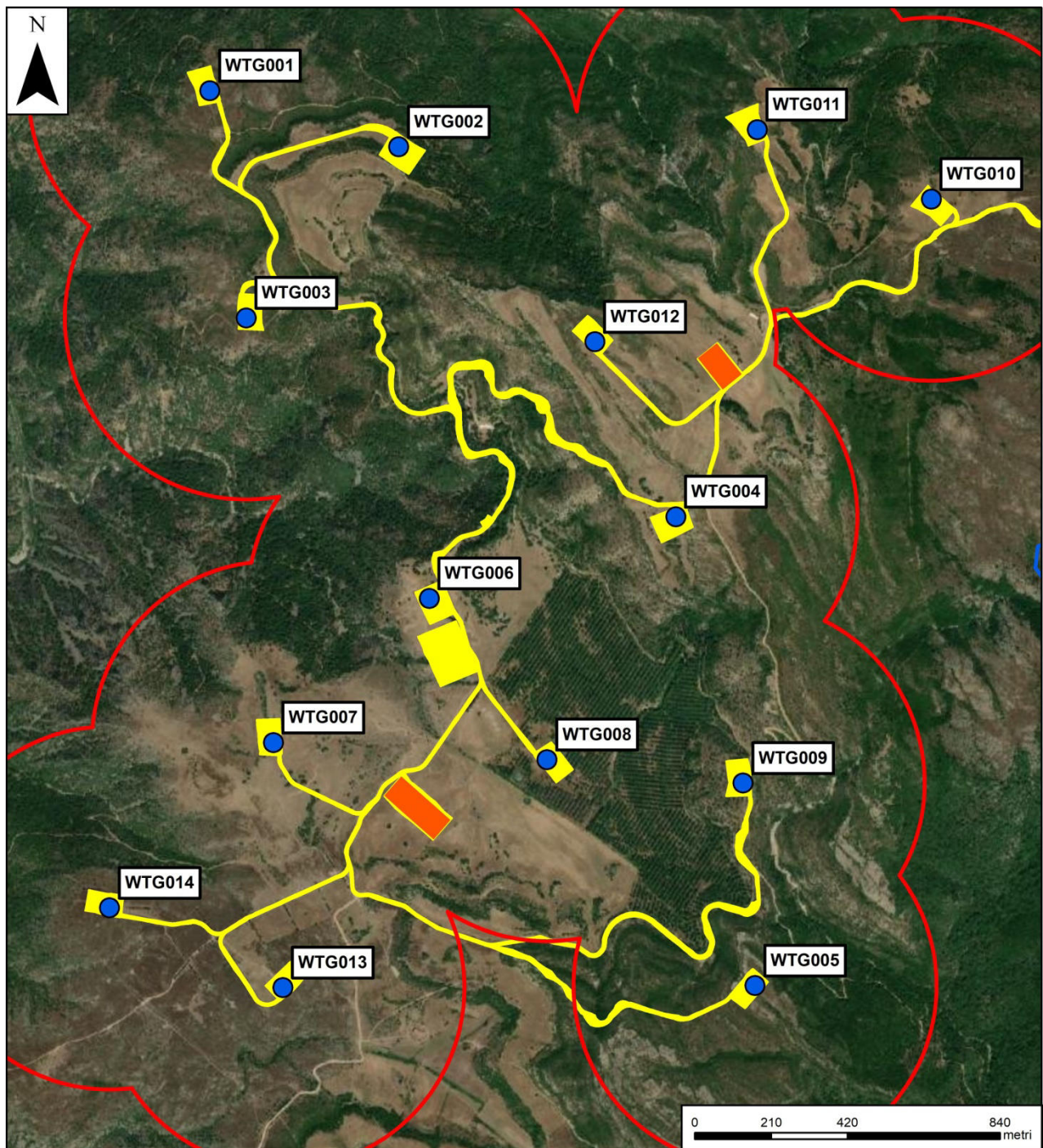
**Tabella 3.11-2 – Livelli di rumorosità associati alle attività per la posa degli aereogeneratori**

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 3.11-3 – Livelli di rumorosità associati alle attività per la realizzazione delle nuove viabilità**

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

**Tabella 3.11-4 – Livelli di rumorosità associati alle attività di betonaggio**

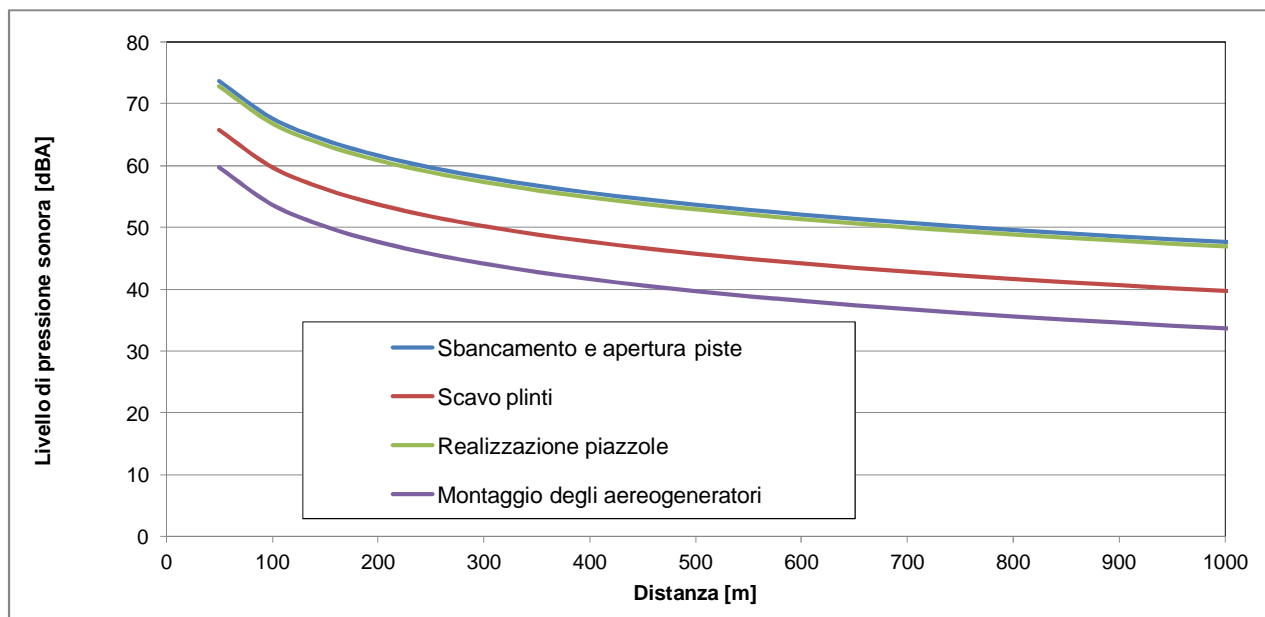


Viabilità interna e piazzole
  Aree betonaggio
  Aereogeneratori

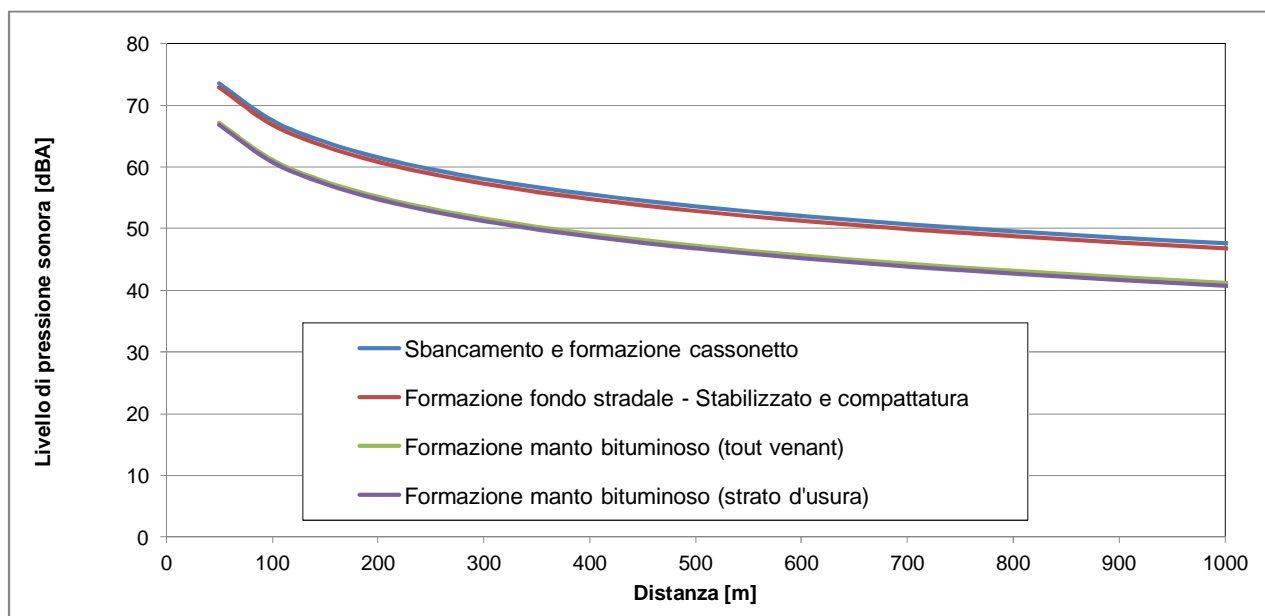
Figura 3.11-2 – Ubicazione aree di attività in fase di cantiere

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,

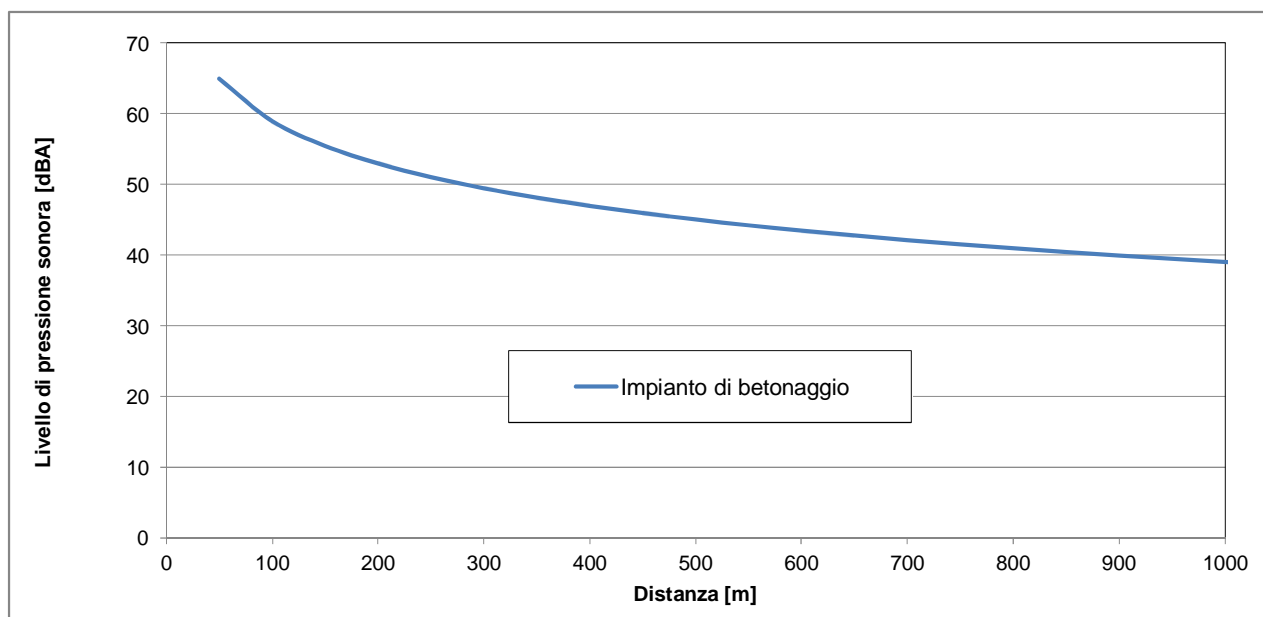
in funzione delle diverse attività, determinerà nell'intorno delle aree di lavorazione. Gli esiti delle valutazioni sono riportati in **Figura 3.11-8**.



**Figura 3.11-3 – Livelli di impatto determinati dalle attività di posa degli aereogeneratori in funzione della distanza dalle aree di cantiere**



**Figura 3.11-4 – Livelli di impatto determinati dalle attività di realizzazione delle nuove viabilità in funzione della distanza dalle aree di cantiere**



**Figura 3.11-5 – Livelli di impatto determinati dal betonaggio in funzione della distanza dall'impianto**

Come documentato nel **Paragrafo 3.6** nel raggio di 1 km da ogni aerogeneratore non sono presenti ricettori residenziali, inoltre la classificazione Acustica del Comune di Ballao (cfr. **Paragrafo 3.5**) colloca l'intera area in classe II con limiti di emissione pari a 50 dBA.

Analizzando gli impatti stimati mediante le curve di decadimento riportate nelle figure precedenti che sono da considerarsi fortemente cautelative in quanto non considerano gli effetti di schermatura determinati dall'orografia dell'area, si osserva che già ad un chilometro di distanza dalle aree di intervento i livelli di impatto delle diverse attività risultano inferiori a 50 dBA e pertanto **compatibili con i limiti di emissione**.

### 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:

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

L'attività di posa dei cavi è acusticamente irrilevante.

L'attività di realizzazione dell'elettrodotta interrato verrà eseguita in ambiti rurali disabitati (cfr. **Figura 3.11-6**).

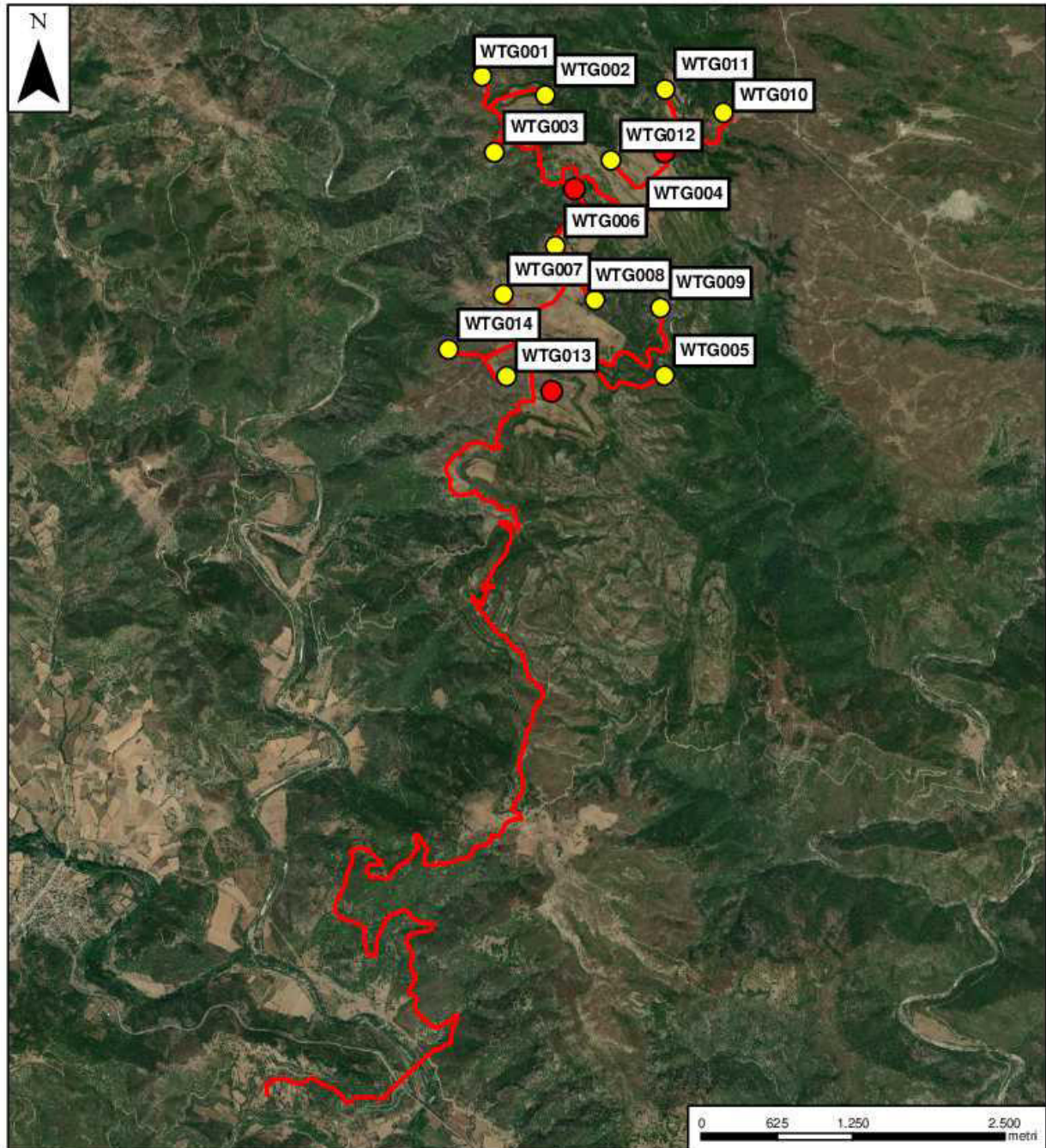
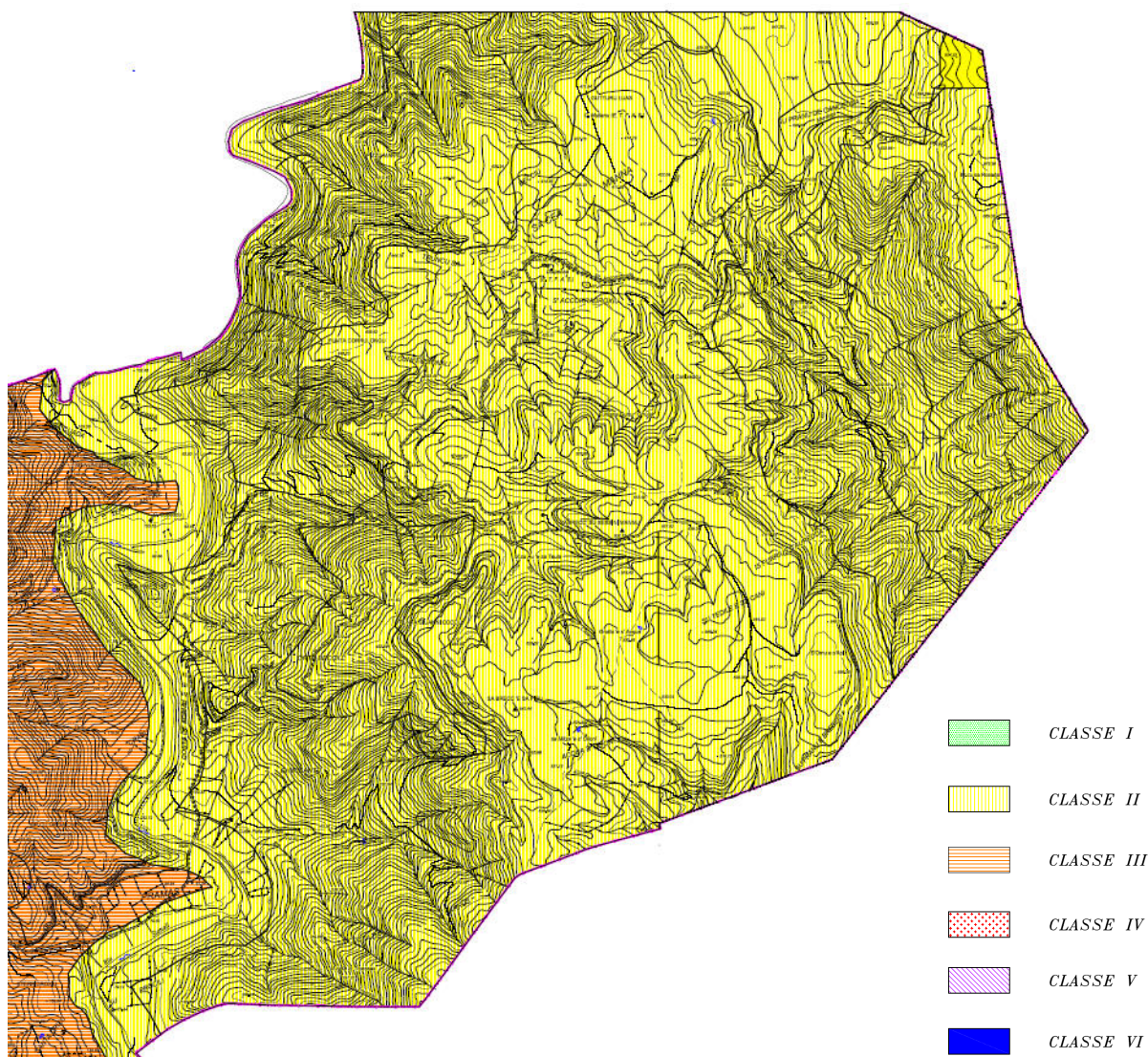


Figura 3.11-6 – Tracciato dell'elettrodotto interrato

Come evidenziato in **Figura 3.11-7** gli ambiti attraversati dall'elettrodotto nel comune di Ballao sono inseriti in classe II dal Piano di Zonizzazione Acustica comunale e pertanto il limite di emissione più stringente in periodo diurno risulta essere di 50 dBA.





**Figura 3.11-7 – Classificazione acustica territorio comunale di Ballao attraversato dall'elettrodotto**

La parte di tracciato in ingresso alla stazione di step-up è ubicata invece sul territorio comunale di Armungia per la quale può essere ipotizzato un inserimento in classe III<sup>3</sup>, pertanto in questo caso il limite di **emissione** diurno risulta di 55 dBA.

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 3.11-5**. 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.

<sup>3</sup> classificazione ipotizzata per l'area prossima all'impianto in assenza di una classificazione acustica del territorio del Comune di Armungia in cui l'impianto è ubicato (cfr. **Paragrafo 3.5**).

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 3.11-5 – 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 3.11-6** 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 3.11-6 – Livelli di rumorosità associati alle attività per la realizzazione dell'elettrodotta 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 3.11-8**.

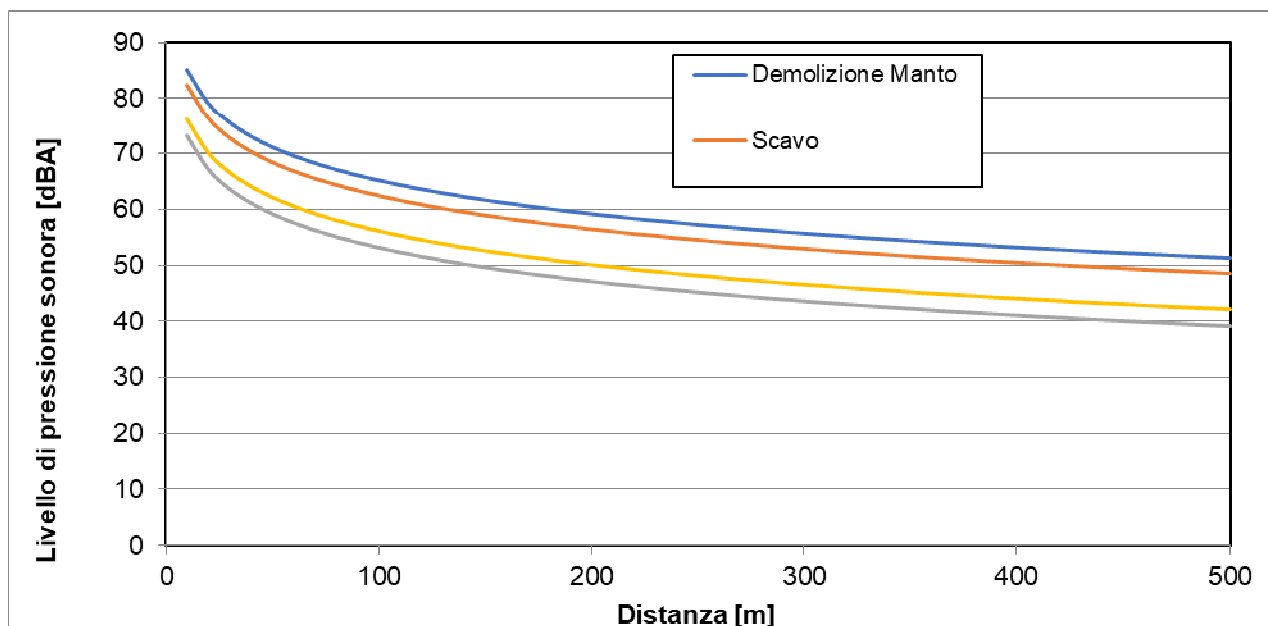


Figura 3.11-8 – Livelli di impatto determinati dal cantiere in funzione della distanza dal FAL

Dall'analisi dei risultati delle stime di impatto e considerando l'assenza di centri abitati in un ambito spaziale di 500 m dalle lavorazioni **è possibile stimare il rispetto dei limiti previsti dalla Classificazione acustica dei territori comunali attraversati.**

### 3.11.3. Trasporto degli aerogeneratori

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

Per le pale verranno utilizzati dei blade lifter (o alza-palo). Queste macchine permettono di elevare la punta delle pale trasportate evitando l'interferenza a terra con guard rail che causerebbe l'utilizzo di un trasporto tradizionale. Questi mezzi dispongono di sistemi di sicurezza anti-ribaltamento quali anemometri montati sulla cima della pala, misuratori di sforzi di torsione, e riescono a inclinare la pala fino a un massimo di 60° da terra e di ruotarla di 360° intorno al proprio asse (pitch).

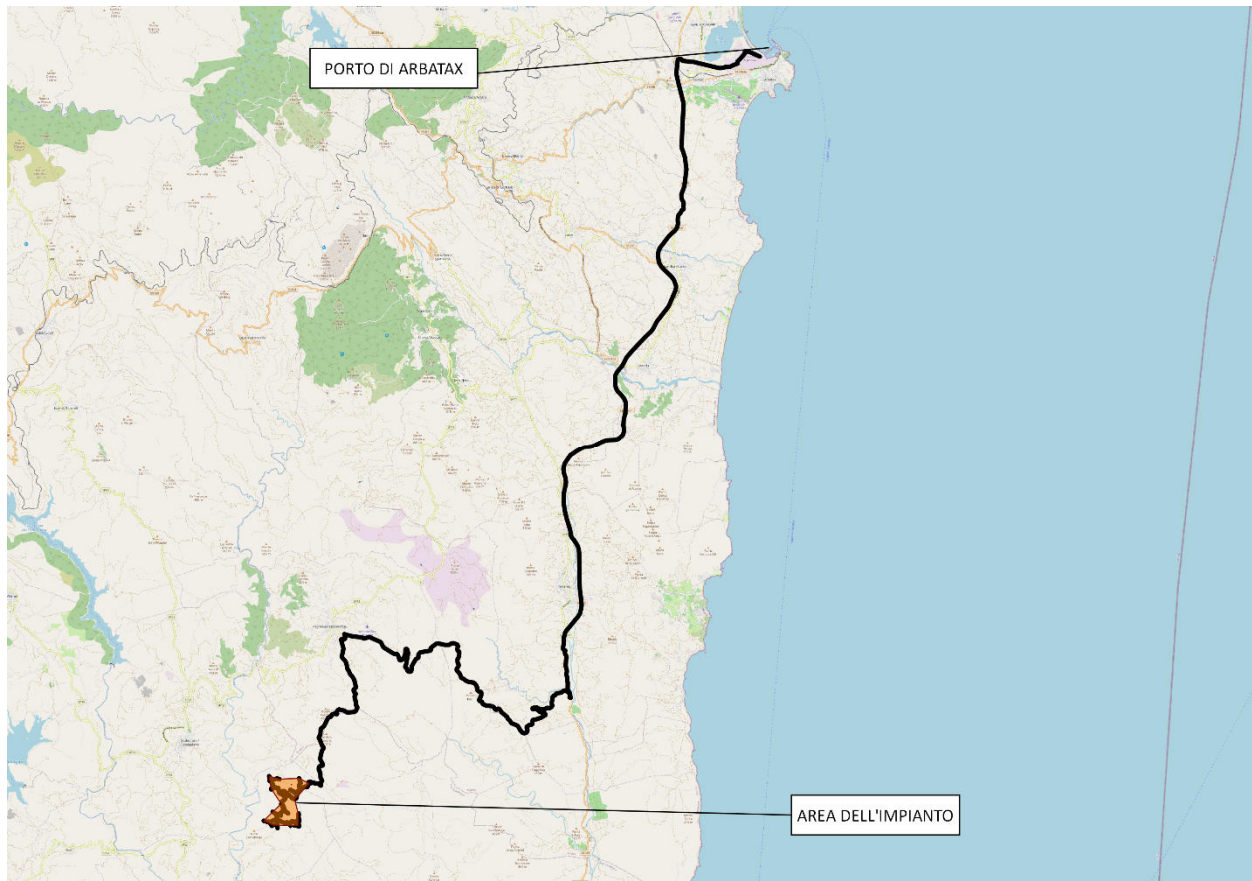
Le componenti di sezione tubolare del palo sono invece trasportate su mezzi per trasporti eccezionali con asse posteriore sterzante, con profili longitudinali tali da permettere il passaggio sotto i ponti e nelle gallerie, e richiedono le caratteristiche di inclinazione longitudinale e raggio di curvatura della viabilità compatibili con quelle inserite a progetto.

La viabilità di arrivo prevista è composta da strade statali, provinciali e comunali. La viabilità esistente è per lo più in condizioni idonee, e saranno necessari adeguamenti solo nell'ultimo tratto di accesso al sito di progetto, limitando gli interventi a modifiche temporanee del tracciato per permettere il transito in sicurezza delle componenti e dei mezzi.

In dettaglio i mezzi di trasporto caricheranno dalla parte del porto di Arbatax dedicata al transito commerciale, e attraverseranno le zone di smistamento mezzi onde poi immettersi nella viabilità comunale di Tortolì. Di lì utilizzeranno le rampe di accesso per la nuova S. S. 125 "Orientale Sarda" per percorrere il tratto più lungo fino all'uscita in prossimità del Comune di Perdasdefogu.

Da lì la strada da percorrere sarà la Provinciale ex-militare fino all'ingresso del comune di Perdasdefogu, in prossimità della zona militare. La viabilità successiva sarà quella comunale verso sud, dove quindi i mezzi entreranno nell'area di cantiere nei pressi dell'aerogeneratore WTG010.

Il tracciato relativo alla viabilità di approvvigionamento dei componenti del campo eolico è rappresentato in **Figura 3.11-9**.



**Figura 3.11-9 – Viabilità di approvvigionamento dei componenti del campo eolico**

In **Tabella 3.11-7** sono riportati i viaggi necessari per la fornitura delle componenti del parco eolico. Considerando che, da cronoprogramma, l'approvvigionamento avverrà in 8 settimane. Si può pertanto ipotizzare mediamente 10 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° componenti tronco-conici	6
N° parti componenti tronco-conici	3
Navicella	1
Rotore	1
Albero di trasmissione	1
Pale	3
Varie	4
Totale per aerogeneratore	28
<b>Totale viaggi (14 aerogeneratori)</b>	<b>392</b>

**Tabella 3.11-7 – Stima dei trasporti eccezionali necessari**

#### 3.11.4. Interventi di mitigazione

Sebbene i livelli di impatto determinati dalla realizzazione dell'opera risultano sostanzialmente conformi alle prescrizioni normative, soprattutto in ragione del contesto in cui si svilupperanno la maggior parte delle attività caratterizzato dalla sostanziale assenza di ricettori, 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>):

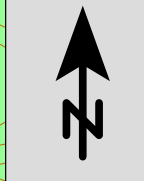
- Dott. Ing. Fabio Massimo Calderaro, n° 4473;
- Dott. Ing. Vincenzo Buttafuoco, n° 4468.

## **ALLEGATO 1**

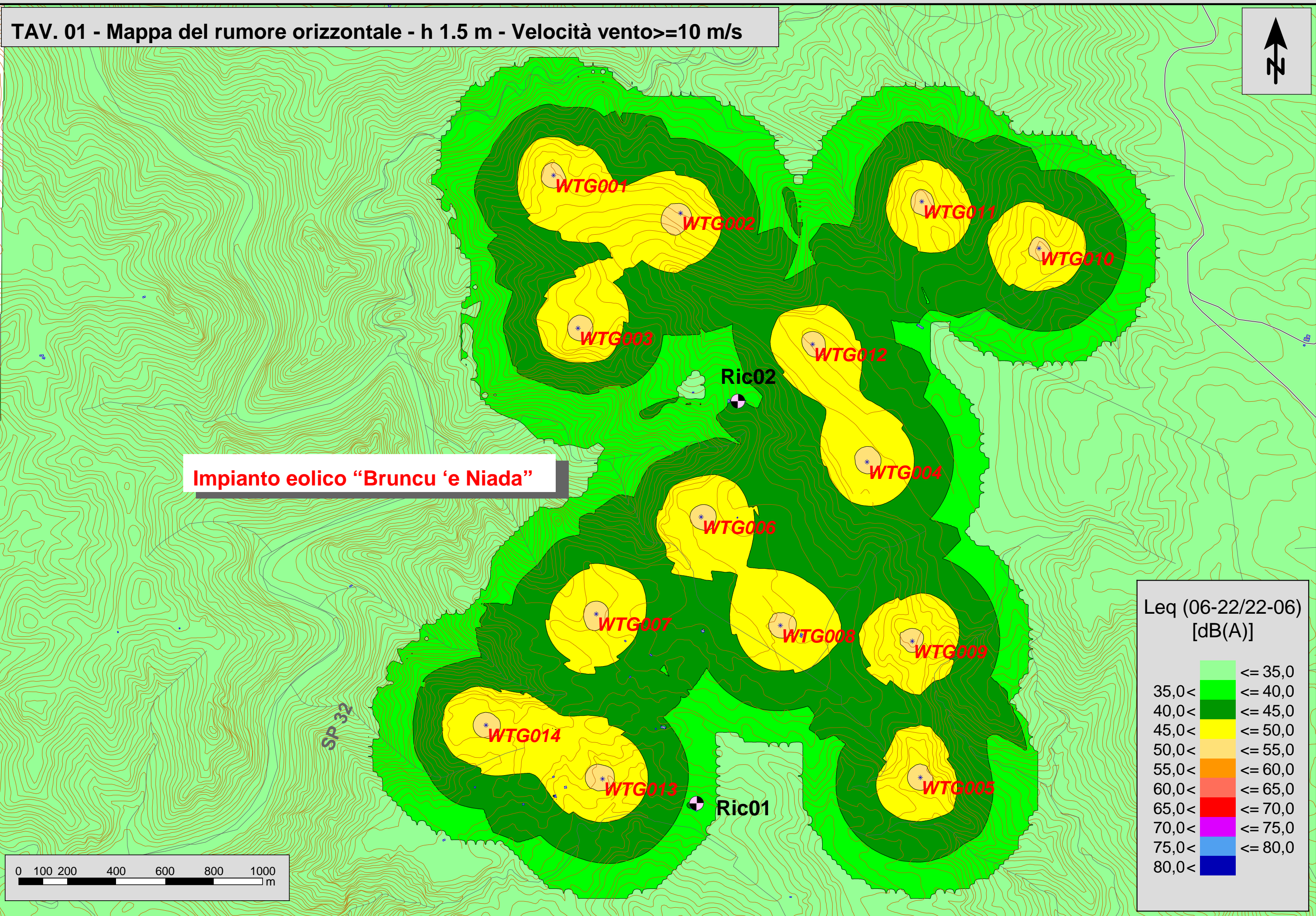
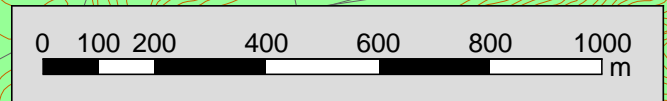
# **ESITI DELLE VALUTAZIONI MODELLISTICHE**



TAV. 01 - Mappa del rumore orizzontale - h 1.5 m - Velocità vento  $\geq 10$  m/s

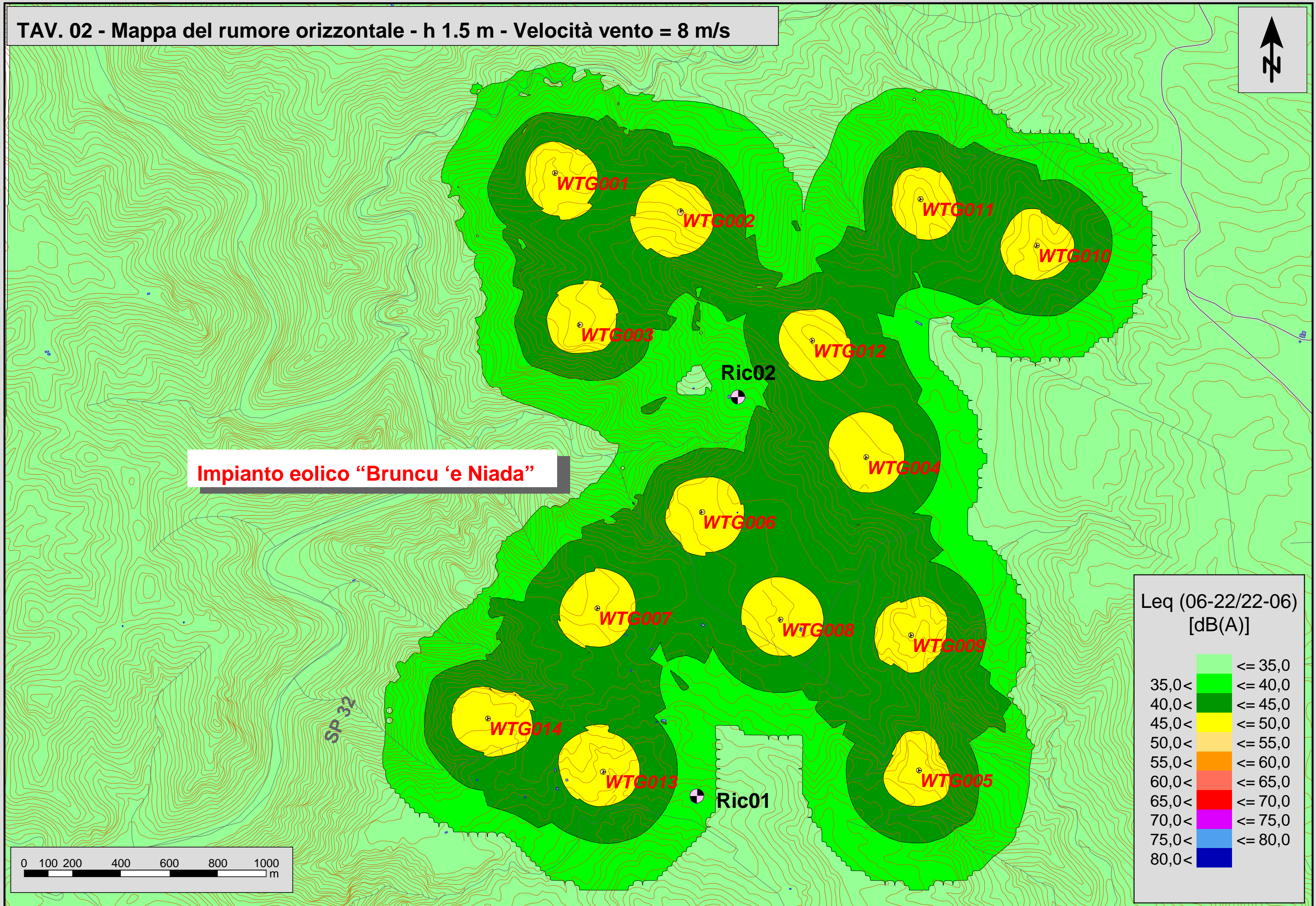


Impianto eolico "Bruncu 'e Niada"



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 <	Purple
80,0 <	Dark Blue

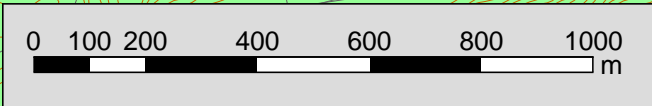
TAV. 02 - Mappa del rumore orizzontale - h 1.5 m - Velocità vento = 8 m/s



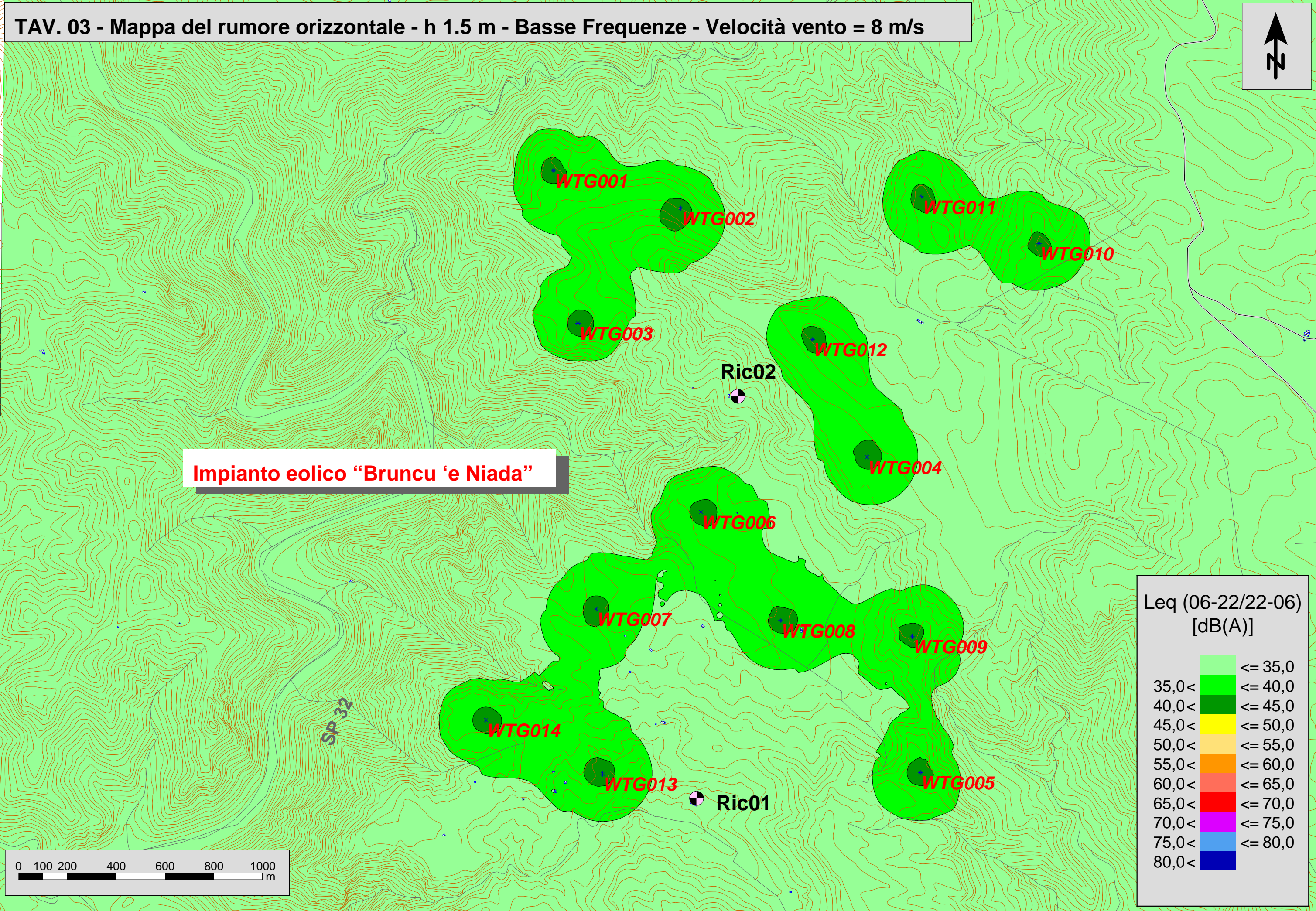
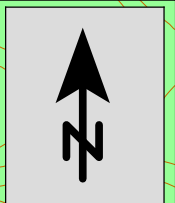
**Impianto eolico "Bruncu 'e Niada"**

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



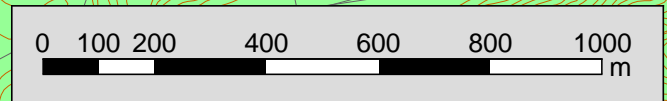
TAV. 03 - Mappa del rumore orizzontale - h 1.5 m - Basse Frequenze - Velocità vento = 8 m/s



**Impianto eolico "Bruncu 'e Niada"**

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

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



## **ALLEGATO 1**

# **ESITI DELLE VALUTAZIONI MODELLISTICHE**

**QUEEQUEG RENEWABLES, LTD**  
**IMPIANTO PRODUZIONE ENERGIA FONTE EOLICA "BRUNCU 'E NIADA" - COMUNE DI BALLAO (SU)**  
**MISURE CON POSTAZIONE MOBILE DI CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO ANTE OPERAM**

Nome misura <b>Ballao-P01</b>	Data e ora di inizio <b>10/08/2020</b>	Operatore <b>ing. Calderaro, dott.ssa Caula</b>
Tipologia misura <b>RUMORE</b>	Filtri - Costante di tempo - Delta Time <b>20÷20000 Hz - Fast - 1 s</b>	Strumentazione <b>Larson-Davis 831 - 0002540</b>
Ricettore <b>Latitudine: 39.588684° - Longitudine: 9.408149°</b>	Calibrazione <b>Larson Davis CAL200</b>	

Postazione di misura / Note  
 Microfono ubicato nell'ambito ove sorgerà l'impianto eolico ad una distanza di circa 190 m da un edificio a destinazione d'uso rurale/agricola ad un'altezza di 4,00 m dal piano di campagna.

**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 Comune di Ballao dispone di un Piano di Classificazione Acustica approvato in via definitiva con Deliberazione n. 7 del 20/03/2008.  
 - ex DPR 142/04:  
 TIPO DI STRADA D - Strada locale (Limiti Classificazione Acustica)

**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, in periodo diurno, il sorvolo di aerei in lontananza. Il contributo biotico al clima acustico è determinato prevalentemente dal cinguettio di volatili e dal frinire di cicale in periodo diurno e di grilli in periodo notturno.

**METEO**

**Condizioni cielo:**  
sereno / nuvoloso

**Temperature:**  
26.1 ÷ 38.0 °C

**Umidità:**  
40 ÷ 47 %

**Vento:**  
0.0 ÷ 2.0 m/s

**SINTESI DEI LIVELLI RILEVATI:**

	Data	Ora	L <sub>Aeq</sub> [dBA]	Limite Zonizzazione	Limite DPR n. 142 del 30/3/2004
Day-1	10/08/2020	12:00:43	31.8	55	55
Day-2	10/08/2020	18:33:29	31.1	55	55
Night	10/08/2020	22:05:50	38.5	45	45

Data 05/11/2019	Operatore ing. Calderaro, dott.ssa Caula		Firma e timbro <b>Dott. Ing. Fabio Massimo Calderaro</b> TECNICO COMPETENTE L. 447/95 D.D. Regione Piemonte n. 11 del 18/01/2007
--------------------	---	---	---

**QUEEQUEG RENEWABLES, LTD**  
**IMPIANTO PRODUZIONE ENERGIA FONTE EOLICA "BRUNCU 'E NIADA" - COMUNE DI BALLAO (SU)**  
**MISURE CON POSTAZIONE MOBILE DI CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO ANTE OPERAM**

Nome misura <b>Ballao-P01</b>	Data e ora di inizio <b>10/08/2020</b>	Operatore <b>ing. Calderaro, dott.ssa Caula</b>
Tipologia misura <b>RUMORE</b>	Filtri - Costante di tempo - Delta Time <b>20÷20000 Hz - Fast - 1 s</b>	Strumentazione <b>Larson-Davis 831 - 0002540</b>
Ricettore <b>Latitudine: 39.588684° - Longitudine: 9.408149°</b>	Calibrazione <b>Larson Davis CAL200</b>	

Postazione di misura / Note  
 Microfono ubicato nell'ambito ove sorgerà l'impianto eolico ad una distanza di circa 190 m da un edificio a destinazione d'uso rurale/agricola ad un'altezza di 4,00 m dal piano di campagna.

**SINTESI DEI LIVELLI RILEVATI: 10/08/2020**

	Ora	Durata	L <sub>Aeq</sub> [dBA]	L <sub>90</sub> [dBA]	Limite PZA [dBA]	Condizioni meteo
Day-1	12:00:43	10'	33.1	23.6	55	Condizioni del cielo: nuvoloso Temperatura: 37,8°C - Umidità: 43% Velocità del vento: 1,5 m/s Direzione del vento: Nord/Est
Day-1	12:10:43	10'	30.0	27.3	55	Condizioni del cielo: nuvoloso Temperatura: 38°C - Umidità: 42% Velocità del vento: 2,0 m/s Direzione del vento: Nord/Est
Day-1	12:20:43	10'	38.2	37.2	55	Condizioni del cielo: nuvoloso Temperatura: 38°C - Umidità: 42% Velocità del vento: 0,9 m/s Direzione del vento: Nord/Est
Day-2	18:33:29	10'	31.1	28.4	55	Condizioni del cielo: nuvoloso Temperatura: 30,5°C - Umidità: 40% Velocità del vento: 1,0 m/s Direzione del vento: Nord/Est
Day-2	18:43:29	10'	31.4	29.8	55	Condizioni del cielo: nuvoloso Temperatura: 30,3°C - Umidità: 43% Velocità del vento: 1,5 m/s Direzione del vento: Nord/Est
Day-2	18:53:29	10'	30.9	27.8	55	Condizioni del cielo: nuvoloso Temperatura: 30°C - Umidità: 42% Velocità del vento: 0,7 m/s Direzione del vento: Nord/Est
Night	22:05:50	10'	39.0	38.0	45	Condizioni del cielo: sereno Temperatura: 26,6°C - Umidità: 46% Velocità del vento: 0,0 m/s Direzione del vento: Sud
Night	22:15:50	10'	38.4	37.3	45	Condizioni del cielo: sereno Temperatura: 26,5°C - Umidità: 46% Velocità del vento: 0,2 m/s Direzione del vento: Sud
Night	22:25:50	10'	38.2	37.2	45	Condizioni del cielo: sereno Temperatura: 26,1°C - Umidità: 47% Velocità del vento: 0,0 m/s Direzione del vento: Sud

Data <b>05/11/2019</b>	Operatore <b>ing. Calderaro, dott.ssa Caula</b>		Firma e timbro <b>Dott. Ing. Fabio Massimo Calderaro</b> TECNICO COMPETENTE L. 447/95 D.D. Regione Piemonte n. 11 del 18/01/2007
---------------------------	--	---	---

**QUEEQUEG RENEWABLES, LTD**  
**IMPIANTO PRODUZIONE ENERGIA FONTE EOLICA "BRUNCU 'E NIADA" - COMUNE DI BALLAO (SU)**  
**MISURE CON POSTAZIONE MOBILE DI CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO ANTE OPERAM**

Nome misura <b>Ballao-P01</b>		Data e ora di inizio 10/08/2020	Operatore ing. Calderaro, dott.ssa Caula
Tipologia misura <b>RUMORE</b>	Filtri - Costante di tempo - Delta Time 20÷20000 Hz - Fast - 1 s		Strumentazione Larson-Davis 831 - 0002540
Ricettore <b>Latitudine: 39.588684° - Longitudine: 9.408149°</b>		Calibrazione Larson Davis CAL200	

Postazione di misura / Note  
 Microfono ubicato nell'ambito ove sorgerà l'impianto eolico ad una distanza di circa 190 m da un edificio a destinazione d'uso rurale/agricola ad un'altezza di 4,00 m dal piano di campagna.



Foto Postazione



Foto Postazione

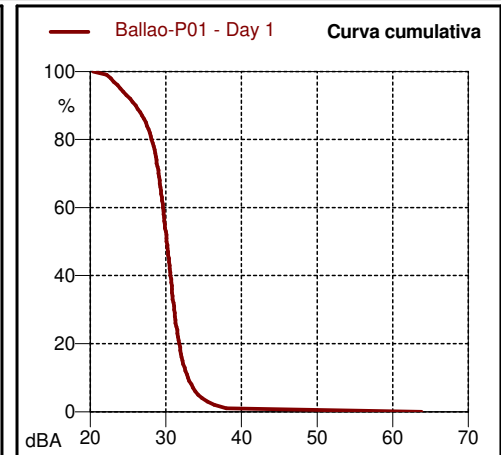
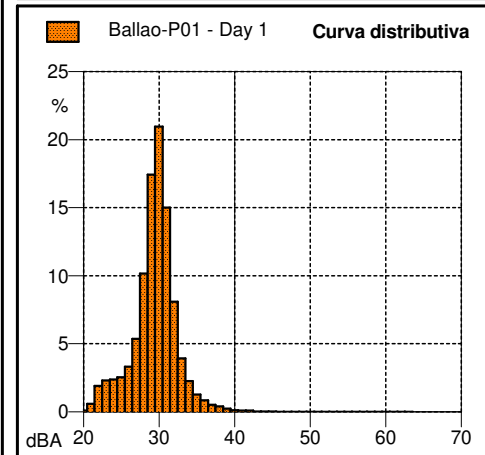
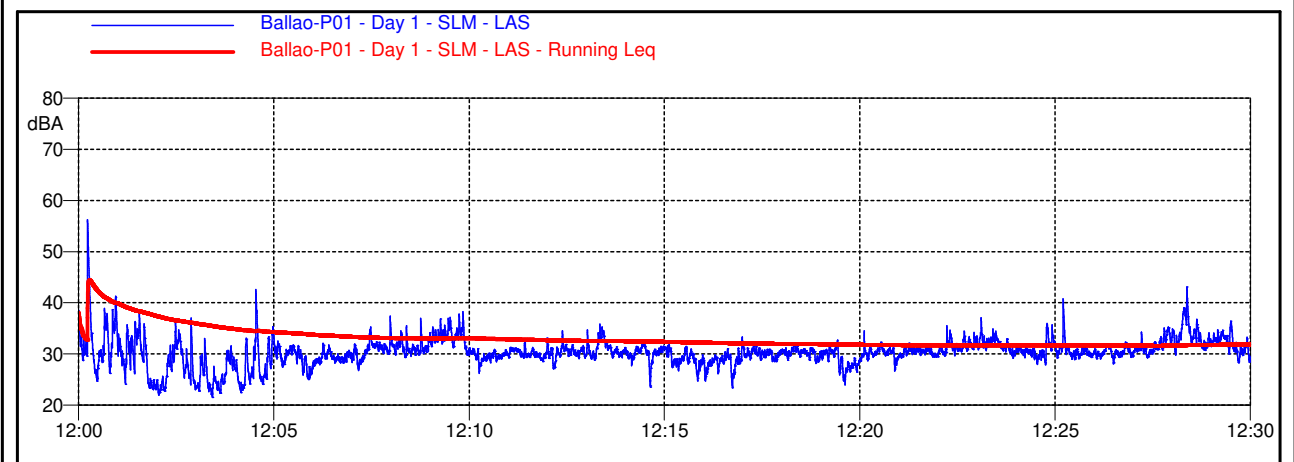


Stralcio planimetrico

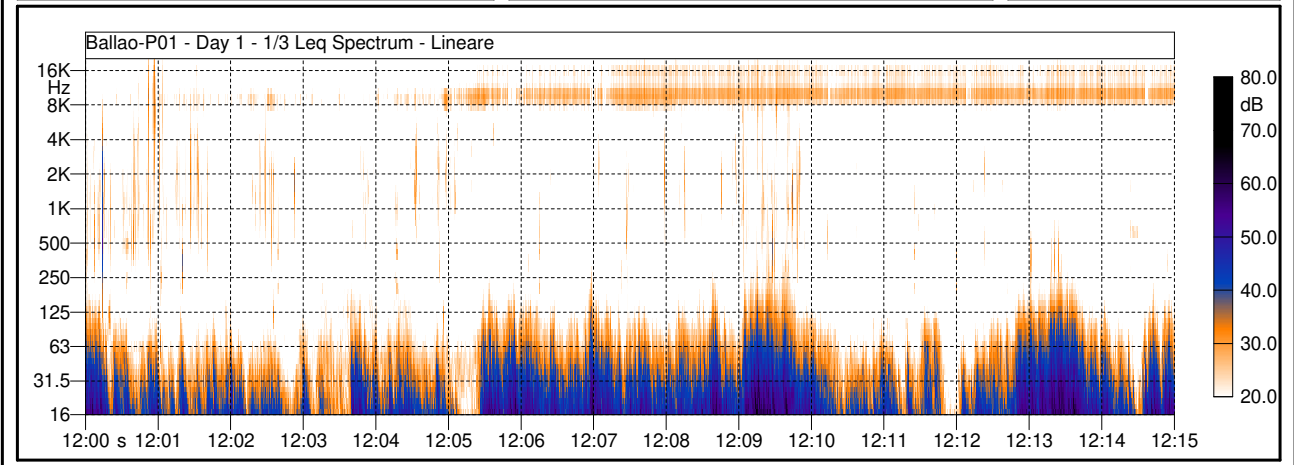
**QUEEQUEG RENEWABLES, LTD**  
**IMPIANTO PRODUZIONE ENERGIA FONTE EOLICA "BRUNCU 'E NIADA" - COMUNE DI BALLAO (SU)**  
**MISURE CON POSTAZIONE MOBILE DI CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO ANTE OPERAM**

Nome misura <b>Ballao-P01 - Day 1</b>		Data e ora di inizio 10/08/2020 - 12:00:43	Operatore ing. Calderaro, dott.ssa Caula
Tipologia misura <b>RUMORE</b>		Filtri - Costante di tempo - Delta Time 20÷20000 Hz - Fast - 1 s	Strumentazione Larson-Davis 831 - 0002540
Ricettore <b>Latitudine: 39.588684° - Longitudine: 9.408149°</b>		Calibrazione Larson Davis CAL200	

Postazione di misura / Note  
 Microfono ubicato nell'ambito ove sorgerà l'impianto eolico ad una distanza di circa 190 m da un edificio a destinazione d'uso rurale/agricola ad un'altezza di 4,00 m dal piano di campagna.  
 Uditibile nella fase iniziale del monitoraggio il sorvolo di un aereo in lontananza.



STATISTICHE SHORT Leq	
<b>L<sub>Aeq</sub></b>	<b>31.8 dBA</b>
L <sub>Amin</sub>	21.5 dBA
L <sub>Amax</sub>	56.3 dBA
LN 1	38.0 dBA
LN 5	34.3 dBA
LN 10	32.9 dBA
LN 50	30.1 dBA
LN 90	26.0 dBA
LN 95	24.0 dBA
LN 99	22.2 dBA





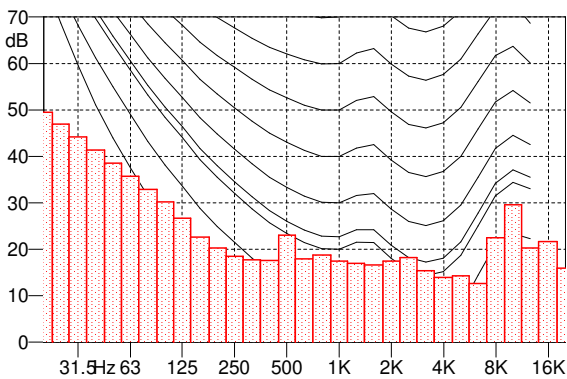
**QUEEQUEG RENEWABLES, LTD**  
**IMPIANTO PRODUZIONE ENERGIA FONTE EOLICA "BRUNCU 'E NIADA" - COMUNE DI BALLAO (SU)**  
**MISURE CON POSTAZIONE MOBILE DI CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO ANTE OPERAM**

Nome misura <b>Ballao-P01 - Day 1</b>		Data e ora di inizio 10/08/2020 - 12:00:43	Operatore ing. Calderaro, dott.ssa Caula
Tipologia misura <b>RUMORE</b>		Filtri - Costante di tempo - Delta Time 20÷20000 Hz - Fast - 1 s	Strumentazione Larson-Davis 831 - 0002540
Ricettore <b>Latitudine: 39.588684° - Longitudine: 9.408149°</b>		Calibrazione Larson Davis CAL200	

Postazione di misura / Note

Microfono ubicato nell'ambito ove sorgerà l'impianto eolico ad una distanza di circa 190 m da un edificio a destinazione d'uso rurale/agricola ad un'altezza di 4,00 m dal piano di campagna.  
 Uditibile nella fase iniziale del monitoraggio il sorvolo di un aereo in lontananza.

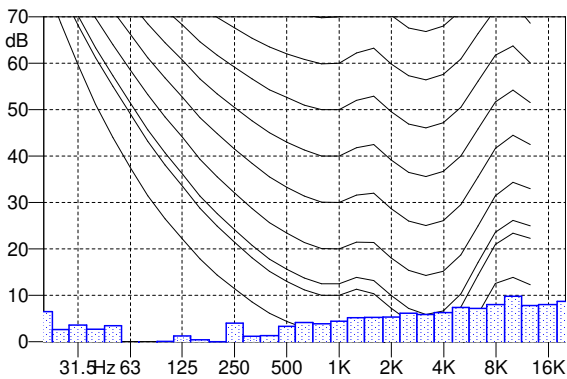
Ballao-P01 - Day 1 - 1/3 Leq Spectrum - Leq



Ballao-P01 - Day 1  
1/3 Leq Spectrum - Leq

Hz	dB	Hz	dB	Hz	dB
6.3	60.5	100	30.2	1600	16.6
8	58.3	125	26.7	2000	17.5
10	55.7	160	22.6	2500	18.2
12.5	53.6	200	20.3	3150	15.4
16	51.8	250	18.5	4000	14.0
20	49.5	315	17.7	5000	14.3
25	47.0	400	17.6	6300	12.7
31.5	44.2	500	23.0	8000	22.5
40	41.4	630	17.9	10000	29.6
50	38.5	800	18.7	12500	20.2
63	35.7	1000	17.4	16000	21.6
80	32.9	1250	17.0	20000	15.9

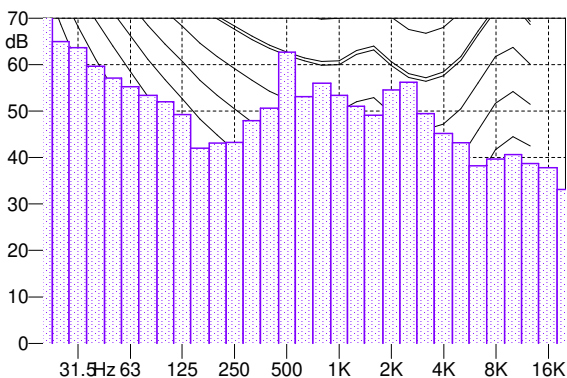
Ballao-P01 - Day 1 - Globals 1/3 All Min Spectrum -



Ballao-P01 - Day 1  
Globals 1/3 All Min Spectrum -

Hz	dB	Hz	dB	Hz	dB
6.3	8.5	100	0.1	1600	5.3
8	9.1	125	1.3	2000	5.3
10	11.3	160	0.4	2500	6.2
12.5	4.8	200	0.0	3150	5.9
16	9.8	250	4.1	4000	6.3
20	6.5	315	1.2	5000	7.4
25	2.7	400	1.4	6300	7.2
31.5	3.6	500	3.4	8000	8.1
40	2.7	630	4.2	10000	9.8
50	3.5	800	3.9	12500	7.8
63	-0.5	1000	4.4	16000	8.1
80	-1.5	1250	5.2	20000	8.7

Ballao-P01 - Day 1 - Globals 1/3 Max Spectrum -



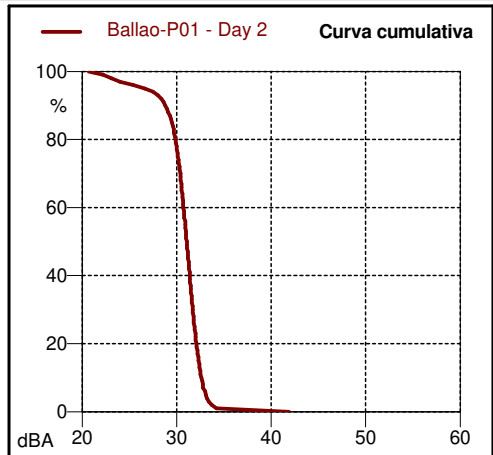
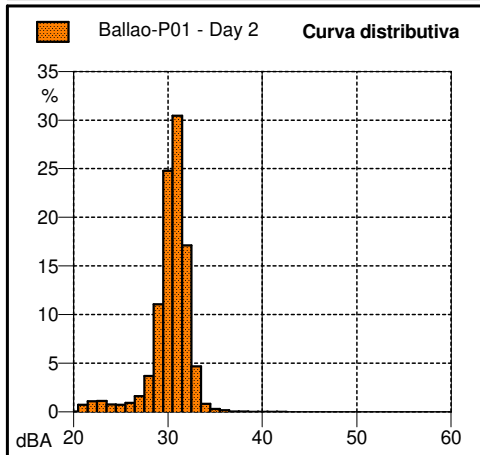
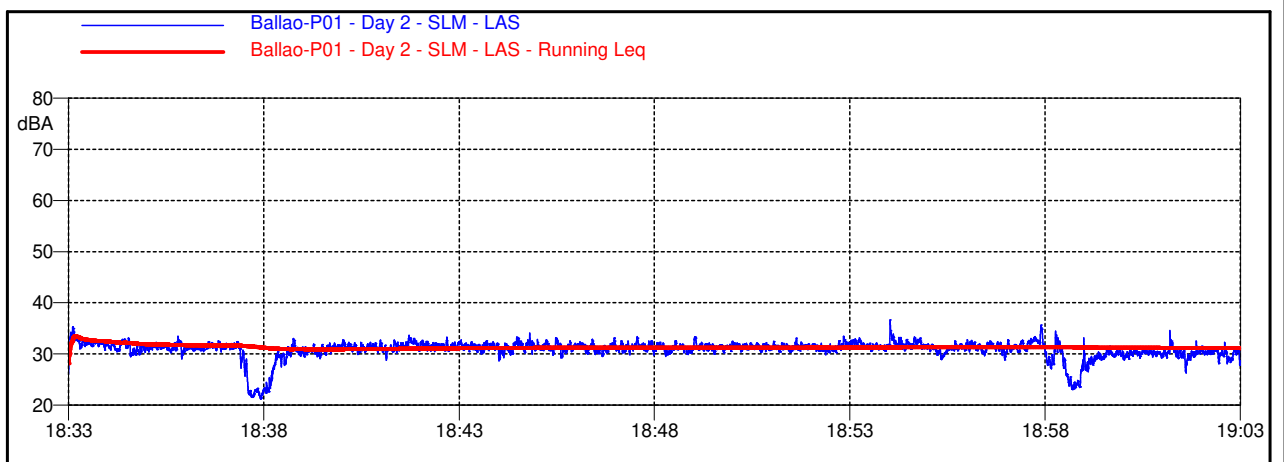
Ballao-P01 - Day 1  
Globals 1/3 Max Spectrum -

Hz	dB	Hz	dB	Hz	dB
6.3	77.2	100	52.0	1600	49.2
8	76.7	125	49.3	2000	54.5
10	76.7	160	42.0	2500	56.2
12.5	72.2	200	43.1	3150	49.5
16	69.2	250	43.3	4000	45.2
20	70.2	315	48.0	5000	43.2
25	64.9	400	50.6	6300	38.2
31.5	63.7	500	62.7	8000	39.7
40	59.7	630	53.2	10000	40.6
50	57.1	800	56.0	12500	38.7
63	55.3	1000	53.4	16000	37.8
80	53.4	1250	51.1	20000	33.1

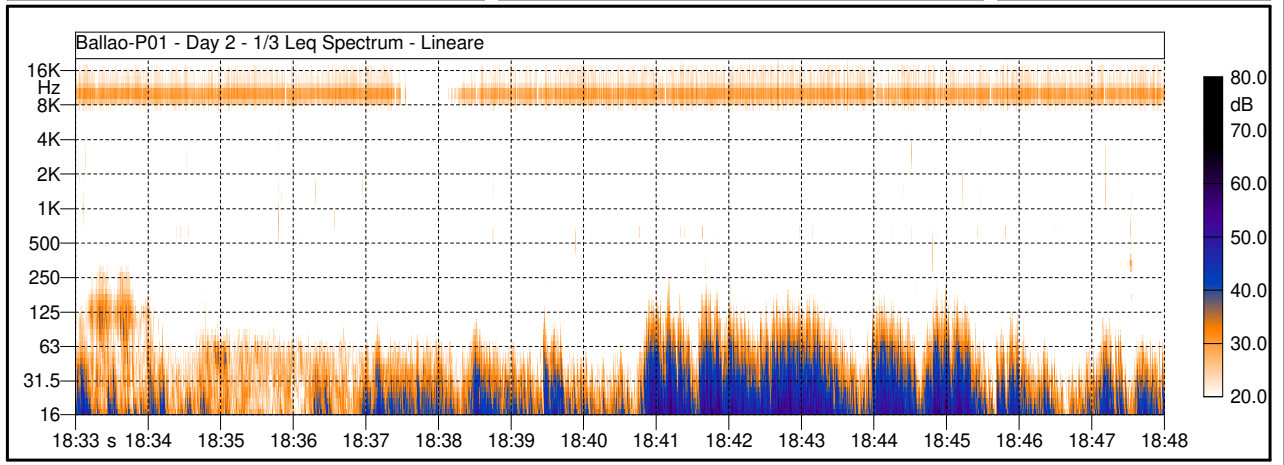
**QUEEQUEG RENEWABLES, LTD**  
**IMPIANTO PRODUZIONE ENERGIA FONTE EOLICA "BRUNCU 'E NIADA" - COMUNE DI BALLAO (SU)**  
**MISURE CON POSTAZIONE MOBILE DI CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO ANTE OPERAM**

Nome misura <b>Ballao-P01 - Day 2</b>		Data e ora di inizio 10/08/2020 - 18:33:29	Operatore ing. Calderaro, dott.ssa Caula
Tipologia misura <b>RUMORE</b>		Filtri - Costante di tempo - Delta Time 20÷20000 Hz - Fast - 1 s	Strumentazione Larson-Davis 831 - 0002540
Ricettore <b>Latitudine: 39.588684° - Longitudine: 9.408149°</b>		Calibrazione Larson Davis CAL200	

Postazione di misura / Note  
 Microfono ubicato nell'ambito ove sorgerà l'impianto eolico ad una distanza di circa 190 m da un edificio a destinazione d'uso rurale/agricola ad un'altezza di 4,00 m dal piano di campagna.



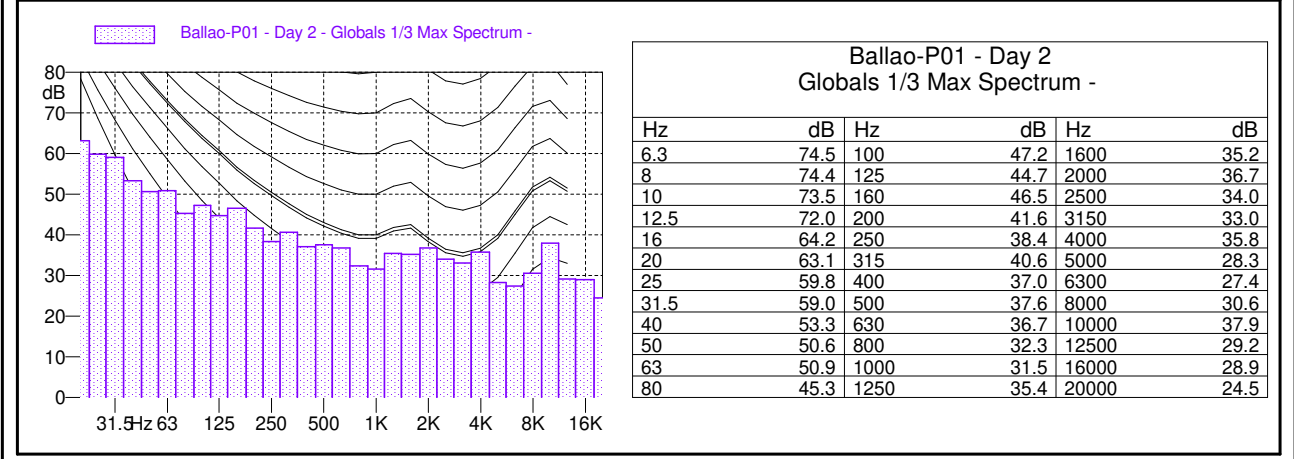
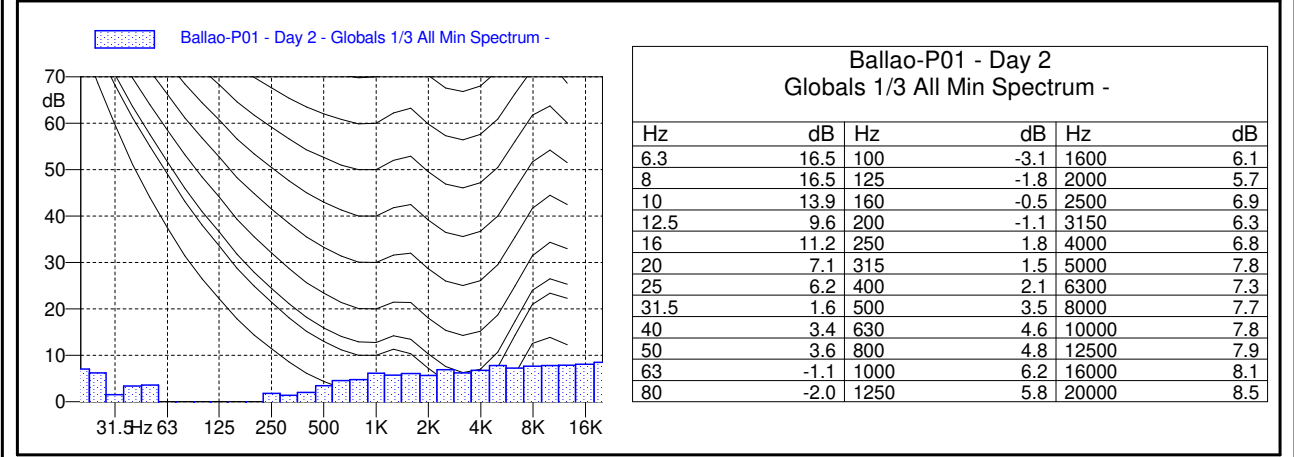
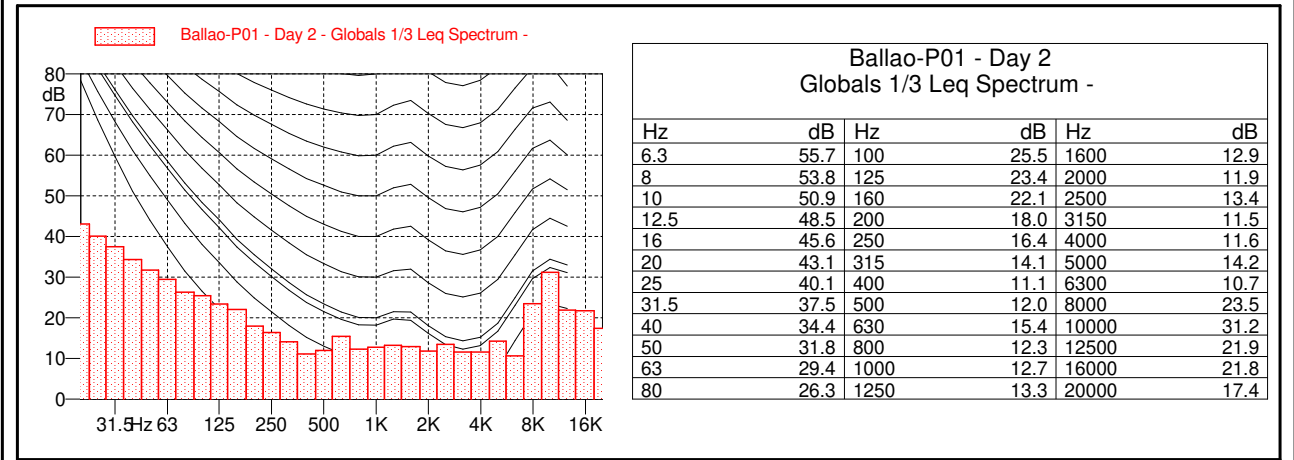
STATISTICHE SHORT Leq	
<b>L<sub>Aeq</sub></b>	<b>31.1 dBA</b>
L <sub>Amin</sub>	21.2 dBA
L <sub>Amax</sub>	36.7 dBA
LN 1	34.2 dBA
LN 5	33.1 dBA
LN 10	32.6 dBA
LN 50	31.1 dBA
LN 90	28.8 dBA
LN 95	26.6 dBA
LN 99	22.2 dBA



**QUEEQUEG RENEWABLES, LTD**  
**IMPIANTO PRODUZIONE ENERGIA FONTE EOLICA "BRUNCU 'E NIADA" - COMUNE DI BALLAO (SU)**  
**MISURE CON POSTAZIONE MOBILE DI CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO ANTE OPERAM**

Nome misura <b>Ballao-P01 - Day 2</b>		Data e ora di inizio 10/08/2020 - 18:33:29	Operatore ing. Calderaro, dott.ssa Caula
Tipologia misura <b>RUMORE</b>	Filtri - Costante di tempo - Delta Time 20÷20000 Hz - Fast - 1 s		Strumentazione Larson-Davis 831 - 0002540
Ricettore <b>Latitudine: 39.588684° - Longitudine: 9.408149°</b>			Calibrazione Larson Davis CAL200

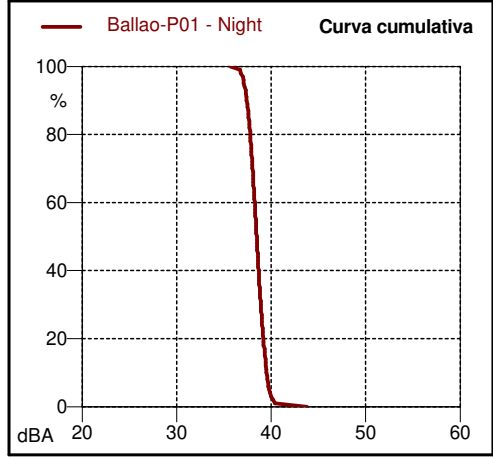
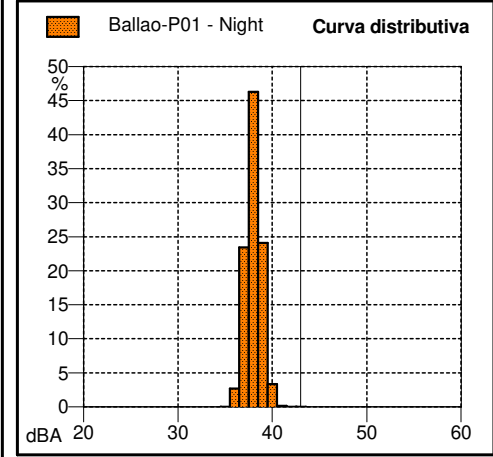
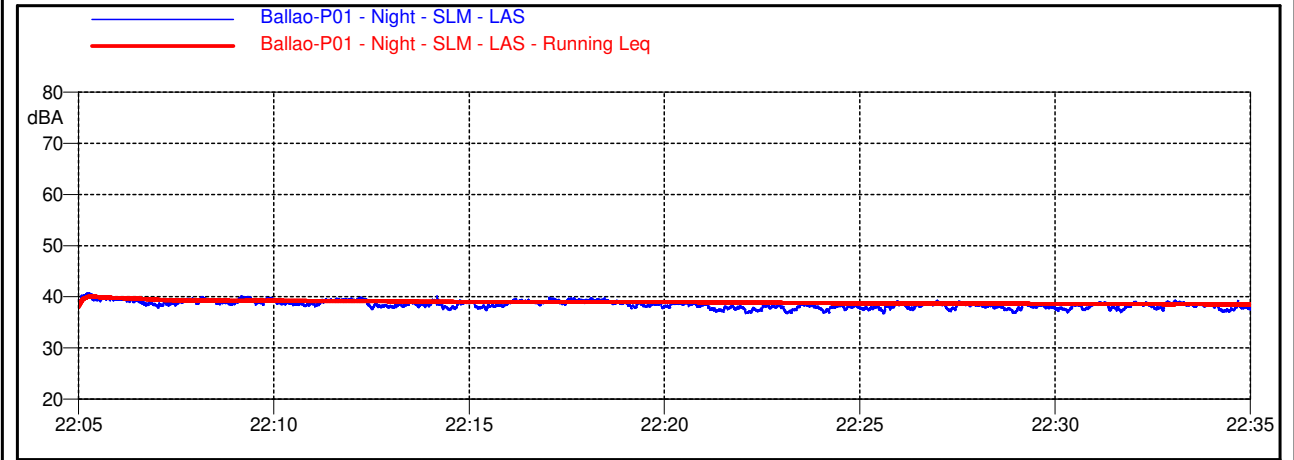
Postazione di misura / Note  
 Microfono ubicato nell'ambito ove sorgerà l'impianto eolico ad una distanza di circa 190 m da un edificio a destinazione d'uso rurale/agricola ad un'altezza di 4,00 m dal piano di campagna.



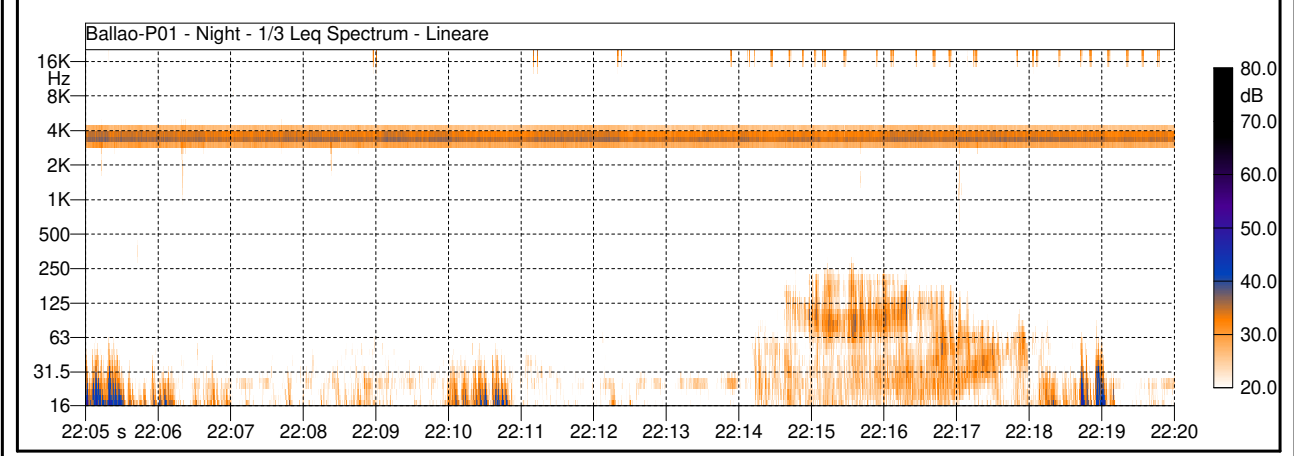
**QUEEQUEG RENEWABLES, LTD**  
**IMPIANTO PRODUZIONE ENERGIA FONTE EOLICA "BRUNCU 'E NIADA" - COMUNE DI BALLAO (SU)**  
**MISURE CON POSTAZIONE MOBILE DI CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO ANTE OPERAM**

Nome misura <b>Ballao-P01 - Night</b>		Data e ora di inizio 10/08/2020 - 22:05:50	Operatore ing. Calderaro, dott.ssa Caula
Tipologia misura <b>RUMORE</b>		Filtri - Costante di tempo - Delta Time 20÷20000 Hz - Fast - 1 s	Strumentazione Larson-Davis 831 - 0002540
Ricettore <b>Latitudine: 39.588684° - Longitudine: 9.408149°</b>		Calibrazione Larson Davis CAL200	

Postazione di misura / Note  
 Microfono ubicato nell'ambito ove sorgerà l'impianto eolico ad una distanza di circa 190 m da un edificio a destinazione d'uso rurale/agricola ad un'altezza di 4,00 m dal piano di campagna.  
 Clima acustico dominato dal finire dei grilli (cfr. componente tonale).



STATISTICHE SHORT Leq	
<b>L<sub>Aeq</sub></b>	<b>38.5 dBA</b>
L <sub>Amin</sub>	36.7 dBA
L <sub>Amax</sub>	40.8 dBA
LN 1	40.4 dBA
LN 5	39.8 dBA
LN 10	39.5 dBA
LN 50	38.5 dBA
LN 90	37.4 dBA
LN 95	37.1 dBA
LN 99	36.7 dBA



**QUEEQUEG RENEWABLES, LTD**  
**IMPIANTO PRODUZIONE ENERGIA FONTE EOLICA "BRUNCU 'E NIADA" - COMUNE DI BALLAO (SU)**  
**MISURE CON POSTAZIONE MOBILE DI CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO ANTE OPERAM**

Nome misura <b>Ballao-P01 - Night</b>		Data e ora di inizio 10/08/2020 - 22:05:50	Operatore ing. Calderaro, dott.ssa Caula
Tipologia misura <b>RUMORE</b>	Filtri - Costante di tempo - Delta Time 20÷20000 Hz - Fast - 1 s		Strumentazione Larson-Davis 831 - 0002540
Ricettore <b>Latitudine: 39.588684° - Longitudine: 9.408149°</b>			Calibrazione Larson Davis CAL200

Postazione di misura / Note  
 Microfono ubicato nell'ambito ove sorgerà l'impianto eolico ad una distanza di circa 190 m da un edificio a destinazione d'uso rurale/agricola ad un'altezza di 4,00 m dal piano di campagna.  
 Clima acustico dominato dal finire dei grilli (cfr. componente tonale).

