



# REGIONE SARDEGNA

## Provincia di Cagliari

### COMUNI DI SINNAI E MARACALAGONIS



**OGGETTO** PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 122,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI SINNAI, MARACALAGONIS, QUARTUCCIU, SETTIMO SAN PIETRO E SELARGIUS (CA)

**PROPONENTE**



**ECOWIND 6 S.R.L.**  
Via Alessandro Manzoni 30, 20121 Milano (MI)  
C.F./P.IVA: 12809780963  
email/PEC: ecowind6srl@pecimprese.it

**SVILUPPO**



**VALLEVERDE ENERGIA S.R.L.**  
Via Foggia 174, 85025 Melfi (PZ)  
C.F./P.IVA: 02118870761  
email: info@valleverde-energia.it  
PEC: valleverde.energia@pec.it

Codice Commessa PHEEDRA: 24\_01\_EO\_SIN

**INGEGNERIA**

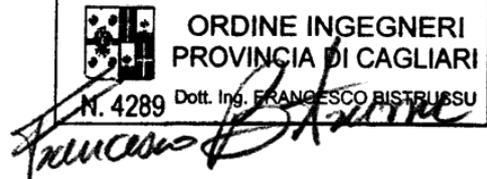


**PHEEDRA S.r.l.** Via Lago di Nemi, 90  
74121 - Taranto  
Tel. 099.7722302 - Fax 099.9870285  
e-mail: info@pheedra.it  
web: www.pheedra.it

Direttore Tecnico Ing. Angelo Micolucci



Consulente esterno: **Dott. Ing. Francesco Bistrussu**



**ORDINE INGEGNERI PROVINCIA DI CAGLIARI**  
N. 4289 Dott. Ing. FRANCESCO BISTRUSSU

N°3970 Elenco Nazionale Tecnici Competenti Acustica  
art.21 del d.lgs. 42/2017  
N° 80 Elenco Regione Sardegna  
Determinazione R.A.S. Assessorato Difesa Ambiente  
n° 1247/11 del 5 Giugno 2001 (Art. 2 Comma 7 Legge 447/95)

00	Febbraio 2024	PRIMA EMISSIONE	FB	AM	VS
REV	DATA	ATTIVITA'	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

**OGGETTO DELL'ELABORATO**

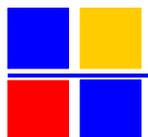
**RELAZIONE SULL'IMPATTO ACUSTICO**

FORMATO	SCALA	CODICE DOCUMENTO					NOME FILE	FOGLI
		SOC.	DISC.	TIPO DOC.	PROG.	REV.		
A4	-	SIN	AMB	REL	056	00	SIN-AMB-REL-056_00	



## SOMMARIO

1. PREMESSA.....	3
1.1. Generalità.....	3
1.2. Obiettivi specifici.....	3
2. PRESCRIZIONI E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	5
2.1. Normative Generali.....	5
2.2. Termini e definizioni.....	7
3. CONTENUTI DELLA DOCUMENTAZIONE DI IMPATTO ACUSTICO.....	10
5. TIPOLOGIA DELL'OPERA ed Ubicazione.....	13
5.1. Tipologia dell'opera e delle attività.....	13
5.2. Descrizione del Progetto.....	16
5.3. Inquadramento Urbanistico e paesaggistico.....	18
6. CICLO PRODUTTIVO, IMPIANTI E MACCHINARI PREVISTI.....	20
6.1. Ciclo Produttivo.....	20
6.1.1. Fase di Costruzione.....	20
6.1.2. Fase di Esercizio.....	20
6.2. Orari di attività e durata delle attività.....	23
6.2.1. Fase di Costruzione.....	23
6.2.2. Fase di Esercizio.....	23
6.3. Macchinari, attrezzature ed impianti previsti.....	23
6.3.1. Fase di Costruzione.....	23
6.3.2. Fase di esercizio.....	26
8. CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DELLE OPERE EDILIZIE.....	32
9. INDIVIDUAZIONE DELLA CLASSE ACUSTICA DELL'AREA OSPITE.....	32
9.1. Generalità.....	32
9.2. La classificazione del territorio secondo il DPCM 14/11/1997.....	34
9.3. limiti nell'ambiente abitativo.....	38
9.3.1. Deroga parziale al criterio differenziale per il rumore eolico.....	38
11. RECETTORI PRESENTI NELL'AREA DI STUDIO.....	39
11.1. Principali sorgenti sonore presenti nell'area di studio e livelli di rumore in prossimità dei ricettori.....	41
11.2. Livelli di rumore preesistenti in prossimità dei ricettori.....	42
12. STIME PREVISIONALI DI IMPATTO ACUSTICO.....	46
12.1. Definizioni di acustica tecnica.....	46
12.2. La norma ISO 9613-2 per il calcolo della propagazione acustica in ambiente esterno.....	50
12.3. Basi teoriche dell'algoritmo di calcolo.....	52
12.4. Terminologia.....	52
12.5. Diffusione acustica in campo libero.....	54
12.6. Modello di previsione.....	57
14. RISULTATI DEL MODELLO DI CALCOLO.....	59
14.1. Fase di Esercizio.....	59
14.1.2. Livello ai recettori previsto nel Periodo Diurno.....	63
14.1.3. Livello ai recettori previsto nel Periodo Notturno.....	64
15.1. Fase di Cantiere.....	69
17. GIUDIZIO PREVISIONALE DI CONFORMITA' ACUSTICA.....	71





## 1. PREMESSA

### 1.1. Generalità

La presente Relazione di Valutazione di Previsione di Impatto Acustico viene redatta a corredo delle attività di progettazione relative al:

*“PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 122,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI SINNAI, MARACALAGONIS, QUARTUCCIU, SETTIMO SAN PIETRO E SELARGIUS (CA)”.*

Il proponente l’iniziativa è:

Società: **ECOWIND 6 S.r.l.**

Indirizzo sede legale: Via Alessandro Manzoni, 30 – CAP: 20121 – Milano (MI)

P.IVA: 12809780963

E-mail/pec: ecowind6srl@pecimprese.it

Amministratore Unico: Shapira YOAV

Numero REA/CCIAA: MI - 2685376

Data iscrizione: 16/02/2023

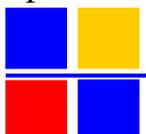
La Valutazione Previsionale di Impatto Acustico è un documento tecnico richiesto in fase di progettazione dell’opera, ovvero durante l’iter amministrativo di concessione o di autorizzazione all’avvio di una attività, allo scopo di verificare la compatibilità acustica dell’opera con il contesto in cui l’opera stessa andrà a collocarsi.

Per Impatto Acustico si intendono gli effetti indotti e le variazioni delle condizioni sonore preesistenti in una determinata porzione di territorio dovute all’inserimento di nuove infrastrutture, opere, impianti, attività o manifestazioni.

### 1.2. Obiettivi specifici

In questa sede si vuole ottemperare alle disposizioni stabilite dall’art.8, comma 4 della Legge n° 447/95 “Legge quadro sull’inquinamento acustico”, concernente il rilascio di concessioni edilizie relative a nuovi impianti ed infrastrutture adibiti ad attività produttive, sportive e ricreative e a postazioni di servizi commerciali polifunzionali, che abilitano alla utilizzazione dei medesimi immobili e infrastrutture, e le relative licenze o autorizzazioni all’esercizio di attività produttive.

Nel momento in cui si produce la relazione di previsione di impatto acustico le opere/attività in progetto non sono state ancora realizzate o poste in esercizio, pertanto





l'obiettivo che si prefigge è quello di stimare o prevedere se vi sono le condizioni affinché, ad opere realizzate, le emissioni sonore prodotte dalle stesse avvengano nei limiti di legge vigenti o di altri criteri di valutazione presa a riferimento.

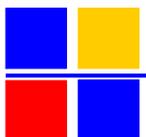
La relazione di previsione di impatto acustico si propone pertanto l'obiettivo di definire in via preventiva la compatibilità ambientale delle opere in progetto.

Lo studio di impatto acustico prevede due distinte fasi di analisi:

1. in prima istanza il progetto delle nuove opere viene sottoposto ad una preliminare valutazione basata sui dati tecnici sulla base dei quali, con l'ausilio di modelli di calcolo, si procede ad una stima delle eventuali variazioni del clima acustico caratterizzante la zona ospitante l'insediamento produttivo a seguito della realizzazione e attivazione delle nuove opere, qualora queste costituiscano sorgenti sonore. Lo studio comprende le stime previsionali di impatto ambientale, conseguenti all'inserimento delle nuove opere, nelle aree interessate dalle eventuali emissioni ed immissioni sonore, mediante modelli matematici in grado di simularne, tenendo conto degli effetti combinati delle macchine, del vento e della morfologia ambientale, la propagazione sonora. In questa fase è già possibile formulare una valutazione della compatibilità ambientale in relazione alle attuali norme disciplinanti l'inquinamento acustico, e formulazione del giudizio di conformità acustica;
2. in un secondo tempo si potrà procedere alle verifiche tecniche sul campo atte alla definizione della rumorosità intervenuta a seguito della realizzazione ed attivazione delle nuove opere previste ed alla definizione delle eventuali opere di mitigazione nel caso la situazione di progetto non fosse verificata.

L'incarico di redigere la Valutazione di Previsione di Impatto Acustico, è stato conferito al sottoscritto Ing. Francesco Bistrussu, con studio professionale in Cagliari, Via Campo Pisano n°34, Telefono 3332045848, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Cagliari con il n° 4288, Tecnico Competente in Acustica iscritto all'Albo Nazionale con n°3970 ai sensi dei commi 3 e 4 dell'art.21 del d.lgs. 42/2017, già iscritto al N°80 dell'elenco Regionale ai sensi della legge 447/95 (con decorrenza Det. D.G./D.A. n. 1817 del 21.07.2003).

Il sottoscritto dichiara di essere in regola al momento della presente con gli obblighi di aggiornamento previsti dal d.lgs. 42/2017.



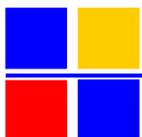


## 2. PRESCRIZIONI E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### 2.1. Normative Generali

Le normative generali che disciplinano la materia e che sono assunte quali riferimento, sono le seguenti:

- **Interpello protocollo ufficiale in uscita Ministero Transizione Ecologica n°0107475.06-09-2022** con la quale si precisa che le procedure di misura indicate negli allegati 2 e 3 del Decreto Ministero Transizione Ecologica 01 giugno 2022 prevedono che gli impianti debbano essere realizzati e funzionanti (condizione post-operam)
- **Decreto Ministero Transizione Ecologica 01 giugno 2022** (*Determinazione dei criteri per la misurazione del rumore emesso dagli impianti eolici e per il contenimento del relativo inquinamento acustico*)
- **Decreto Legislativo 17 febbraio 2017, n. 42** (*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*)
- **Legge 26 Ottobre 1995, n° 447** (*Legge Quadro sull'inquinamento acustico*): questa legge stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico
- **D.P.C.M. 1 Marzo 1991** (*Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno*): questo decreto, per la parte ancora in vigore, indica i limiti massimi di rumore da rispettare in funzione della classificazione in zone del territorio comunale e fornisce indicazioni in merito alla strumentazione fonometrica e alle modalità di misura del rumore
- **D.P.C.M. 14 Novembre 1997** (*Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*): questo decreto contiene le definizioni e le quantificazioni relative ai valori di emissione, immissione, differenziali, di attenzione e di qualità che le attività umane sono tenute a rispettare.
- **Decreto Ministero Ambiente 16 Marzo 1998** (*Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico*): questo decreto riporta le modalità sulla base delle quali il tecnico competente in acustica deve effettuare le misurazioni fonometriche e redigere il conseguente rapporto di valutazione.
- **Deliberazione R.A.S. n° 62/9 del 14/11/2008**: “*Direttive regionali in materia di inquinamento acustico ambientale e disposizioni in materia di acustica ambientale*” e successivi aggiornamenti;





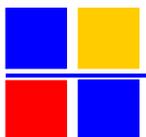
Dalle normative in esame, in particolare, in questa sede di previsione di impatto acustico l'attenzione viene incentrata fondamentalmente sul rispetto dei valori limite come stabiliti dalla normativa di riferimento e ripresi dalla Pianificazione Acustica Comunale, fra i quali si segnalano i seguenti:

- **Valore limite di emissione:** è il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente e in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità, definiti nei livelli di rumore massimi ammissibili, secondo la zona individuata dalla classificazione del territorio comunale. Il DPCM 14 novembre 1997 fissa (art.2) valori limite di emissione correlati alla zonizzazione acustica del territorio; tali limiti, per le sorgenti fisse, di cui all'art.2, comma 1, lett.c), della legge quadro 447/95, sono provvisori, qualora non sia stata emanata la specifica norma UNI sulla quale basare le metodologie per la caratterizzazione dell'emissione sonora, mentre le sorgenti mobili e componenti di sorgenti fisse convivono con i limiti stabiliti dai regolamenti di omologazione e certificazione, dove questi sono previsti. Al comma 3 dell'art.2 il Decreto prevede che i rilevamenti e le verifiche siano effettuati in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità.
- **Valore limite assoluto di immissione:** è il limite di zona, riferito all'ambiente esterno in prossimità del ricettore; esso è definito all'art.2, comma 1, lettera f), comma 2 e comma 3, lettera a) della Legge n° 447/95 e all'art. 3 del D.P.C.M. 14 Novembre 1997 ed indicato alla Tabella C dell'Allegato al DPCM medesimo; è riferito al rumore immesso nell'ambiente esterno dall'insieme di tutte le sorgenti ad eccezione delle infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime e aeroportuali.
- **Valore limite differenziale di immissione (LD)** viene determinato calcolando la differenza tra il livello del rumore ambientale e il livello del rumore residuo, ed è definito dall'art. 4 del DPCM 14 Novembre 1997. Sono ammessi, all'interno degli ambienti abitativi, incrementi del rumore residuo rispettivamente di
  - 5 dBA nel periodo diurno e
  - 3 dBA nel periodo notturno.

Il limite differenziale **non si applica nelle aree esclusivamente industriali**, ed in tutti i casi non si applica quando il livello di rumore ambientale è inferiore a

- 50 dBA a finestre aperte e 35 dBA a finestre chiuse in periodo diurno
- 40 dBA misurato a finestre aperte e 25 dBA a finestre chiuse in periodo notturno.

Tali limiti non trovano applicazione per la rumorosità prodotta dalle infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali e marittime; da attività e comportamenti non connessi ad esigenze produttive, commerciali e professionali; da servizi e impianti





fissi dell'edificio, adibiti ad uso comune, limitatamente al disturbo provocato all'interno dell'edificio stesso.

In particolare, nel caso di rumore prodotto dalle sorgenti eoliche, ai sensi dell'art.5 comma 1 lettera b) del DM 01/06/2022, le valutazioni si effettuano esclusivamente in facciata e pertanto l'applicazione del criterio differenziale non trova applicazione esclusivamente quando il rumore ambientale, misurato a finestre aperte risulta, inferiore a 50 dB(A) durante il periodo diurno e a 40 dB(A) durante il periodo notturno.

## 2.2. Termini e definizioni

- a. **Impianto eolico:** l'insieme di tutti gli aerogeneratori di un sito eolico, interconnessi tra loro, di proprietà di uno stesso soggetto giuridico e oggetto della medesima autorizzazione;
- b. **Aerogeneratore:** dispositivo per la conversione dell'energia cinetica del vento in energia elettrica; può essere ad asse verticale o orizzontale. Ogni aerogeneratore è costituito, in generale, da una torre di sostegno, un rotore (mozzo e pale), il generatore elettrico, il sistema di controllo e in alcuni casi il moltiplicatore di giri e/o l'inverter;
- c. **Distanza ricettore-aerogeneratore:** lunghezza del segmento che congiunge il punto di misura/valutazione (ricettore) e il mozzo dell'aerogeneratore;
- d. **Aerogeneratore a vista:** aerogeneratore il cui rotore non sia totalmente schermato da rilievi del terreno lungo la linea retta ricettore-aerogeneratore tracciata sul corrispondente profilo altimetrico;
- e. **Aerogeneratore potenzialmente impattante:** aerogeneratore di un impianto eolico soggetto a valutazione; nel caso di un impianto eolico con più aerogeneratori, aerogeneratore a vista con distanza ricettore-aerogeneratore inferiore a 1,5 km oppure, qualora  $\min\{3r_1; 20D\} \geq 1,5$  km, inferiore a  $\min\{3r_1; 20D\}$  dove  $r_1$  è la distanza tra il ricettore e l'aerogeneratore più vicino mentre  $D$  è il diametro del rotore;
- f. **Dati di misura:** l'insieme dei valori misurati riferiti ad un periodo di dieci minuti;
- g. **Dato meteorologico:** dato relativo alla velocità e direzione del vento al ricettore e agli aerogeneratori, presenza/assenza di precipitazioni, tipo di precipitazione (pioggia, neve, grandine);
- h. **Dato utile:** dato di misura rimanente dopo l'eliminazione degli eventi anomali;
- i. **Evento anomalo:** evento sonoro singolarmente identificabile, non riconducibile al rumore eolico, di natura eccezionale rispetto alla rumorosità tipica della zona nel periodo temporale di esecuzione delle misure/valutazioni (ad esempio: le sirene, gli allarmi, gli spari, nonché i rumori antropici, i rumori di animali, i passaggi di mezzi di trasporto, purché possano essere ritenuti assolutamente

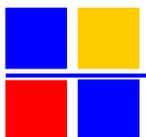


- estranei ai luoghi, vale a dire atipici per l'area in esame, tenuto conto anche della stagionalità);
- j. **Intervallo di tempo minimo di misurazione:** periodo temporale di acquisizione dei dati meteo e fonometrici pari a dieci minuti;
  - k. **Ricettore:** qualsiasi edificio adibito ad ambiente abitativo individuato dagli strumenti urbanistici comprese le relative aree esterne di pertinenza, o ad attività lavorativa e ricreativa; aree territoriali edificabili già individuate dagli strumenti urbanistici e da loro varianti generali, vigenti alla data di entrata in vigore del regolamento di cui all'art. 11, comma 1, della legge 26 ottobre 1995, n. 447 per gli impianti esistenti, ovvero vigenti al momento del rilascio del provvedimento autorizzativo per gli impianti nuovi;
  - l. **Ricettore sensibile:** edificio adibito a scuola, ospedale, casa di cura o casa di riposo
  - m. **Livello di immissione specifico dell'impianto eolico  $L_E$ :** livello di rumore prodotto dall'impianto eolico in ambiente esterno, in campo libero o in facciata ad un ricettore, espresso come livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A nei due periodi di riferimento, diurno (6,00-22,00) e notturno (22,00 - 6,00), acquisito e valutato secondo i criteri di misura ed elaborazione indicati dalle normative applicate per la sua determinazione;
  - n. **Livello di rumore residuo riferito alla sorgente eolica  $L_R$ :** livello di rumore presente in ambiente esterno in assenza della specifica sorgente impianto eolico ed espresso come livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A nei due periodi di riferimento diurno (6,00-22,00) e notturno (22,00 - 6,00), acquisito e valutato secondo le tecniche di misura ed elaborazione indicati dalle normative applicate per la sua determinazione;
  - o. **Livello di rumore ambientale  $L_A$ :** livello di rumore costituito dall'insieme del rumore residuo e da quello prodotto dall'impianto eolico nel punto di valutazione; è espresso come livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A nei due periodi di riferimento diurno (6,00-22,00) e notturno (22,00 - 6,00) ed acquisito secondo le tecniche di misura ed elaborazione indicati dalle normative applicate per la sua determinazione
  - p. **Velocità media del vento al ricettore ( $V_r$ ):** valore medio della velocità del vento misurata con apposito anemometro montato in prossimità del ricettore con le modalità descritte nel presente decreto;
  - q. **Velocità media del vento al mozzo ( $V$ ):** valore medio della velocità del vento misurata al mozzo per ogni aerogeneratore potenzialmente impattante;
  - r. **Direzione prevalente del vento al mozzo ( $\Theta^\circ$ ):** moda (valore in gradi sessadecimali) della direzione del vento al mozzo per ogni aerogeneratore potenzialmente impattante;
  - s. **Condizioni di vento più gravose:** condizioni di vento che favoriscono la propagazione del rumore dall'aerogeneratore al ricettore (condizione



sottovento); in particolare, si devono intendere tali tutte le condizioni in cui gli aerogeneratori sono attivi a regimi massimi e la direzione del vento al mozzo è compresa entro un angolo di  $\pm 45^\circ$  rispetto alla proiezione al suolo della congiungente aerogeneratore-ricettore;

- t. **Referente di impianto:** soggetto indicato dal gestore a cui l'autorità di controllo può richiedere i dati di impianto necessari all'elaborazione delle misure e lo spegnimento degli aerogeneratori potenzialmente impattanti per la durata delle misurazioni finalizzate alla valutazione del livello residuo.





### 3. CONTENUTI DELLA DOCUMENTAZIONE DI IMPATTO ACUSTICO

Ai sensi dell'art.8, comma 5 della Legge 447/95, la valutazione di impatto acustico deve essere redatta sulla base dei criteri stabiliti dall'art. 4, comma 1, lettera l) della stessa norma, modalità di cui all'art. 4 della legge 4 gennaio 1968, n. 15.

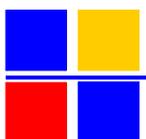
Pertanto, nella redazione del presente documento tecnico, verranno opportunamente ricalcate integralmente le indicazioni contenute nelle “*Direttive regionali in materia di inquinamento acustico ambientale*”, ai sensi dell'Art.4 della Legge Quadro 26 Ottobre 1995, n° 447”, adottati con Deliberazione R.A.S. n. 62/9 del 14/11/2008 e successive modifiche ed integrazioni.

*Ai sensi della normativa regionale, la documentazione di impatto acustico deve prevedere, per quanto possibile, gli effetti acustici conseguenti alla realizzazione di una nuova opera e al suo esercizio per verificarne la compatibilità con le esigenze di uno standard di vita equilibrato della popolazione residente, al fine di una corretta fruibilità dell'area e nel rispetto degli equilibri naturali. La medesima norma stabilisce altresì che la documentazione deve descrivere lo stato dei luoghi e indicare le caratteristiche dei ricettori circostanti, in quanto per una corretta ed esaustiva valutazione non si può prescindere dal contesto in cui viene a collocarsi la nuova sorgente sonora; deve inoltre contenere elementi relativi alla quantificazione degli effetti acustici in prossimità dei ricettori, in particolare di quelli sensibili quali scuole, asili nido, ospedali, case di cura e di riposo e dovrà inoltre prevedere, al fine del rispetto dei valori limite, eventuali interventi di mitigazione, qualora necessari a seguito della valutazione.*

La documentazione di impatto acustico deve essere predisposta da tecnico competente in acustica ambientale (ora solo Tecnico Competente in Acustica come modificato con Decreto Legislativo 17 febbraio 2017, n. 42) e sottoscritta dal proponente, deve essere tanto più dettagliata quanto più è rilevante il potenziale inquinamento acustico derivante dalla realizzazione dell'opera e/o attività in progetto, ed è previsto che sia costituita da una relazione tecnica e da elaborati planimetrici.

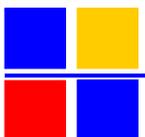
In particolare la relazione tecnica a supporto della Valutazione di Previsione di Impatto Acustico deve contenere i seguenti elementi:

- 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 16/03/1998 (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;*





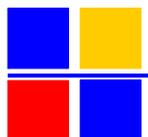
- i) *calcolo previsionale dell'incremento dei livelli sonori in caso di aumento del traffico veicolare indotto da quanto in progetto nei confronti dei ricettori e dell'ambiente circostante;*
- l) *descrizione degli eventuali interventi da adottarsi per ridurre i livelli di emissioni sonore al fine di 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.*

La relazione può non contenere tutti gli elementi sopra indicati a condizione che sia puntualmente giustificata l'inutilità di ciascuna informazione omessa.

La planimetria in scala adeguata, (es.: 1:2000) dovrà evidenziare:

- *l'area di studio interessata;*
- *l'ubicazione dell'intervento in progetto;*
- *l'ubicazione dei ricettori e delle principali sorgenti sonore preesistenti;*
- *l'indicazione delle quote altimetriche.*

*La domanda di licenza o di autorizzazione all'esercizio delle attività che si prevede possano produrre valori di emissione superiori a quelli di legge, deve contenere l'indicazione delle misure previste per ridurre o eliminare le emissioni sonore causate dall'attività o dagli impianti. La relativa documentazione deve essere inviata al Comune al fine del rilascio del relativo nullaosta.*





## 5. TIPOLOGIA DELL'OPERA ED UBICAZIONE

### 5.1. Tipologia dell'opera e delle attività

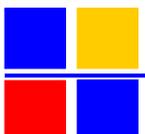
Le attività descritte nella presente relazione sono quelle relative al “PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 122,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI SINNAI, MARACALAGONIS, QUARTUCCIU, SETTIMO SAN PIETRO E SELARGIUS (CA)”.

Il progetto prevede l'installazione di 17 aerogeneratori aventi le seguenti caratteristiche:

- Marca Vestas modello V172
- Potenza singolo Aerogeneratore = 7,2 MW
- Potenza totale impianto = 122,4 MW
- Hmozzo = 114 m
- HTIP = 200 m
- Raggio rotore: 86 m
- Rpm max = 9,5



Figura 1: Inquadramento generale area di intervento





L'installazione del Parco Eolico è prevista in un'area ubicata nel sud Sardegna all'interno della Città Metropolitana di Cagliari nei comuni di Sinnai e Maracalagonis.



Figura 2: Particolare generale area di compresa tra i comuni di Sinnai e Maracalagonis

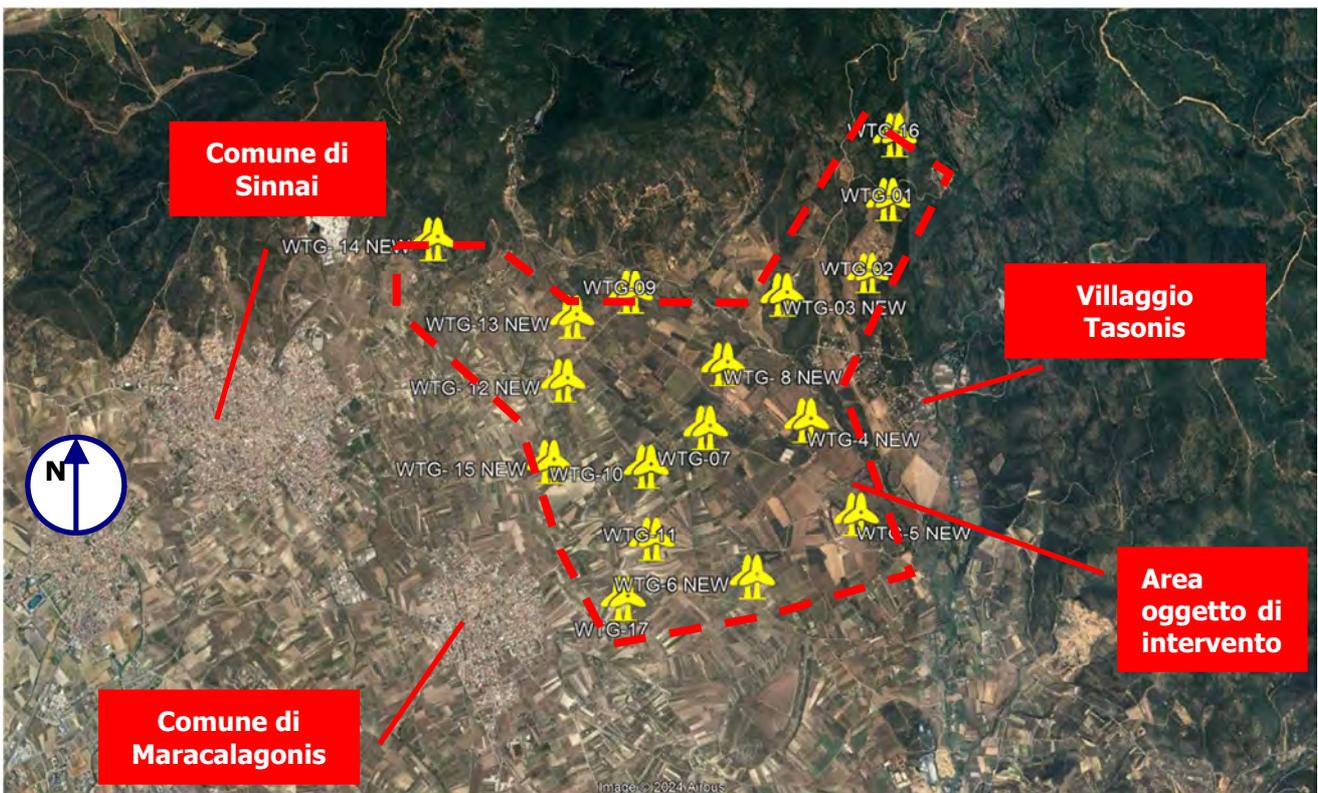
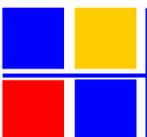


Figura 3: Identificazione area di intervento compresa tra i territori di Sinnai e Maracalagonis





L'accesso alle aree è garantito mediante la SS 554 e la SS125 che raccordano, per il tramite della SS130, le aree di installazione direttamente con l'area portuale di sbarco dei componenti. Successivamente per mezzo delle strade provinciali 15 e 15 è possibile raggiungere agevolmente le aree di installazione che saranno successivamente raccordate con la viabilità principale mediante strade di accesso che saranno in parte adeguate ed in parte create al fine di permettere l'accesso alle piazzole di installazione.

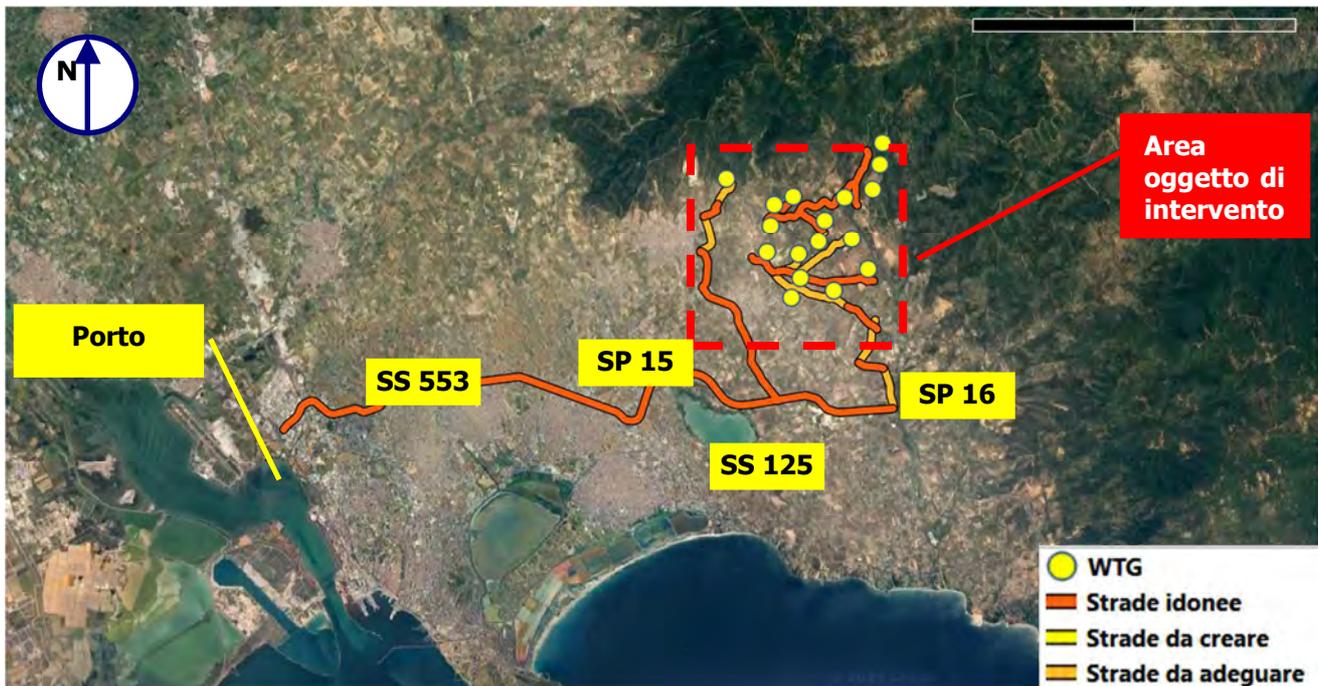


Figura 4: Viabilità di accesso

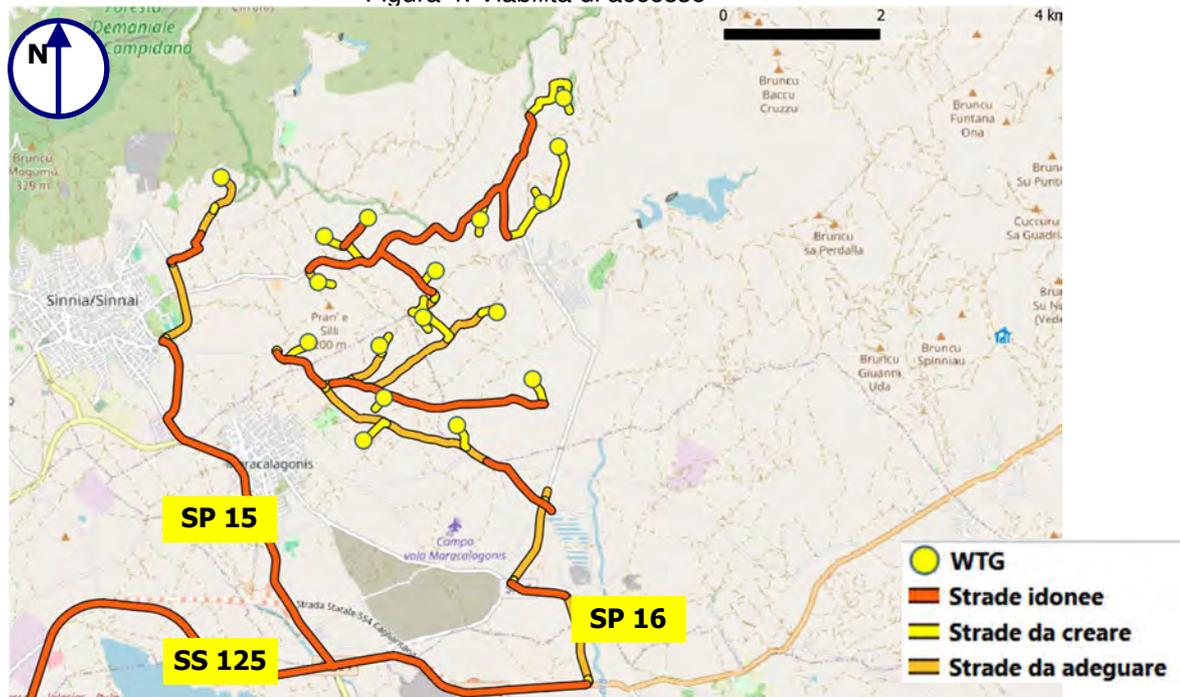
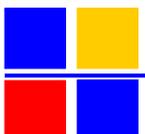


Figura 5: Dettaglio della viabilità di accesso (su base cartografica Open Street Map)



## 5.2. Descrizione del Progetto

Il progetto previsto consiste in una serie di interventi finalizzati alla realizzazione del Parco Eolico in agro di Sinnai e Maracalagonis per il quale, al fine di renderlo perfettamente funzionante ed operativo, sono necessarie le seguenti opere:

- n° 17 aerogeneratori da 7,2 MW, modello V (Vestas) 172 – 7,2 MW con altezza al mozzo 114 m e diametro 172 m per una potenza totale pari a 122,4 MW;
- opere di fondazione degli aerogeneratori;
- n° 17 piazzole temporanee di montaggio con adiacenti piazzole di stoccaggio;
- n° 17 piazzole definitive per l'esercizio e la manutenzione degli aerogeneratori e piste di accesso;
- Cavidotto interrato in media tensione per il collegamento tra gli aerogeneratori, tra questi e la futura Sottostazione Elettrica (SSE) a 30/150 kV in agro del comune di Selargius (CA). Il cavidotto attraverserà i comuni di Sinnai, Maracalagonis, Settimo San Pietro, Quartucciu per arrivare a Selargius.
- n° 2 Cabine di raccolta ubicate in agro del comune di Sinnai (CA);
- Stazione utente di trasformazione (SSE) 150/30 kV ubicata in agro di Selargius (CA) nei pressi della Stazione Elettrica di trasformazione (SE) della RTN 380/220/150 kV di "Selargius";
- Connessione in antenna a 150 kV sulla esistente Stazione Elettrica di trasformazione (SE) della RTN 380/220/150 kV di "Selargius";
- Una linea in fibra ottica che collega tra di loro gli aerogeneratori e la stazione elettrica di trasformazione per il telecontrollo del parco eolico.

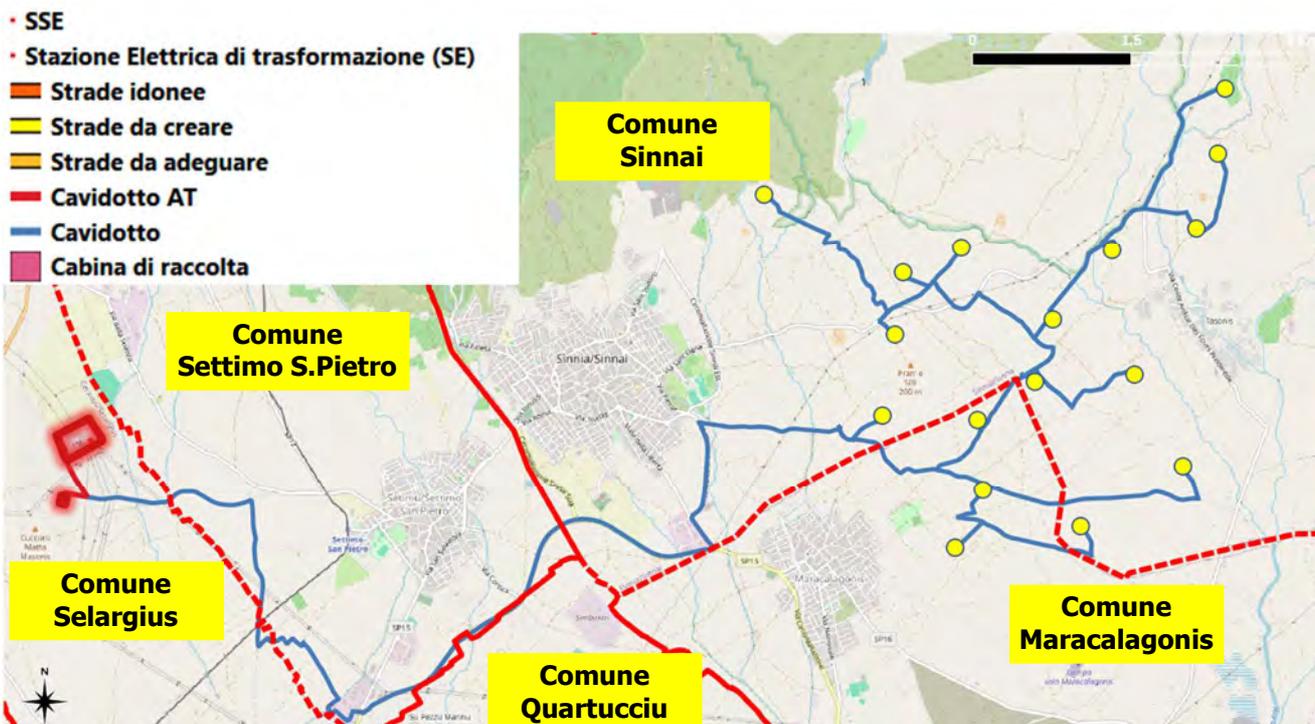
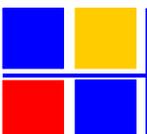


Figura 6: Schema di progetto (su base cartografica Open Street Map)





Gli aerogeneratori sono ubicati prevalentemente nel comune di Sinnai (da WTG01 a WTG09 e da WTG12 a WTG16) mentre 3 saranno da ubicarsi in territorio di Maracalagonis (WTG10, WTG11 e WTG17)

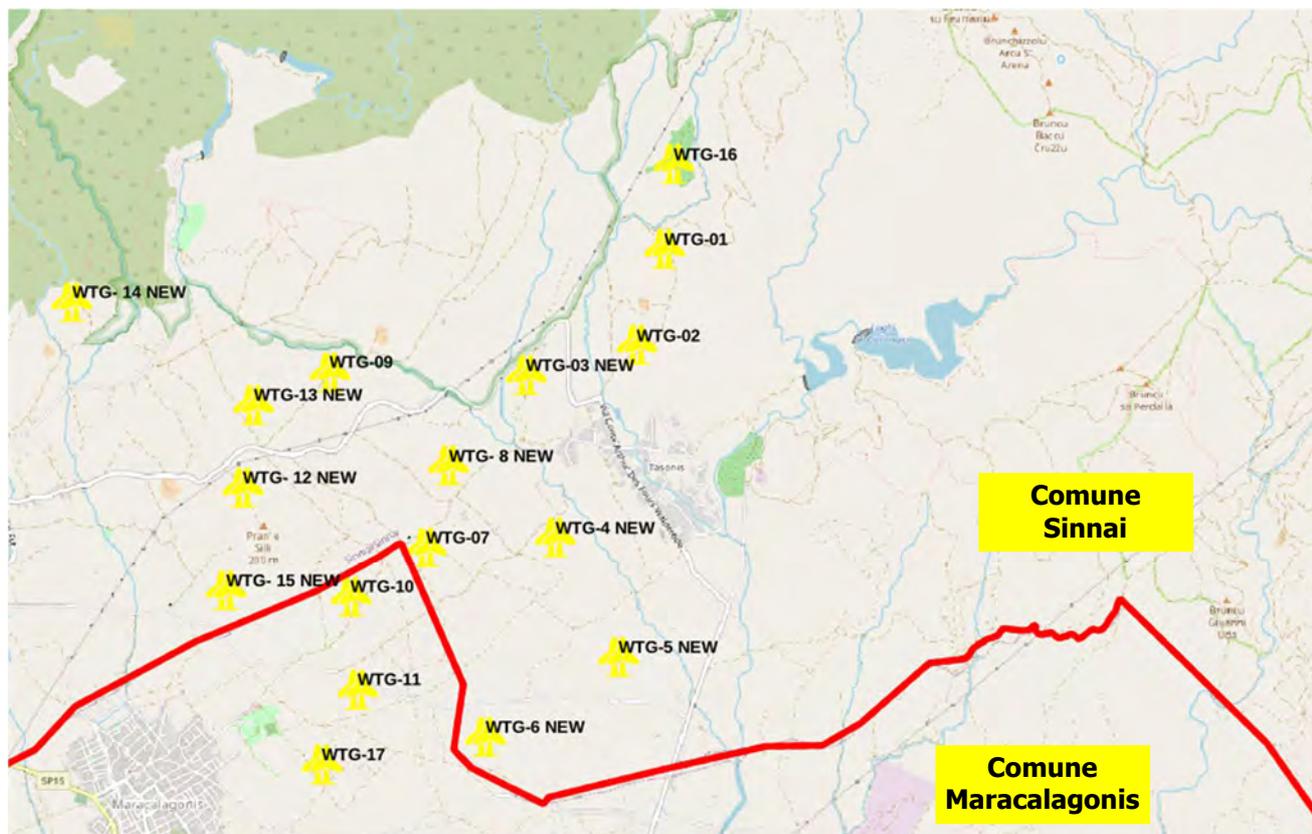
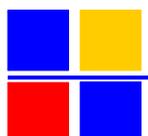


Figura 7: identificazione posizione aerogeneratori con limiti comunali (su base cartografica Open Street Map)





### 5.3. Inquadramento Urbanistico e paesaggistico

I documenti di Pianificazione Urbanistica fondamentali per la definizione del contesto sono rappresentati dal Piano Paesaggistico Regionale (PPR) dell'Ambito n°27 Golfo orientale di Cagliari con particolare riferimento alle tavole 557-I e 557-II:

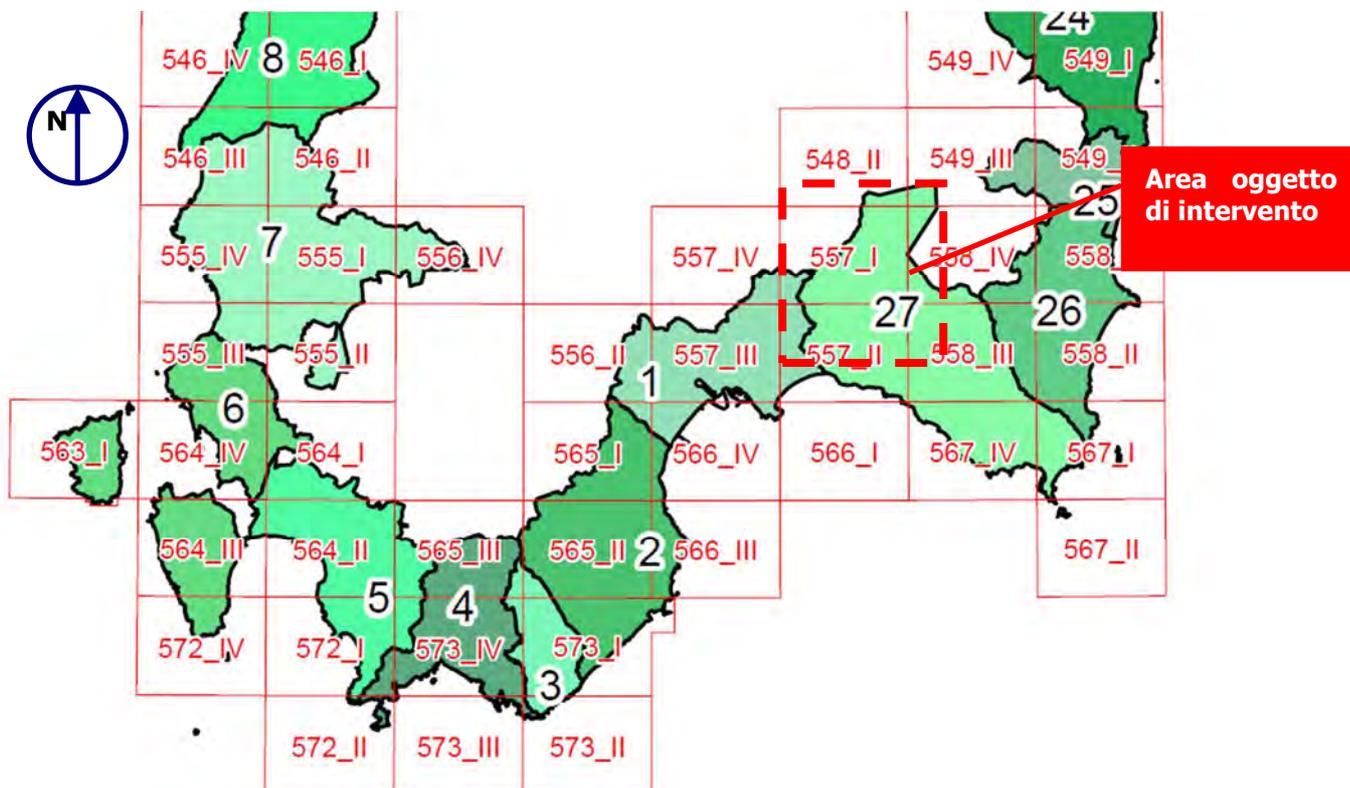
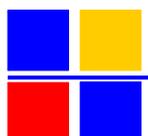


Figura 8: Stralcio Quadro di unione PPR: n°27 Golfo orientale di Cagliari

Urbanisticamente, le aree oggetto di intervento di installazione del Parco Eolico, nei Comuni di Sinnai e Maracalagonis, sono localizzate prevalentemente in agro comunale con prevalenza di zone di tipo agricolo.

Le aree sono minimamente antropizzate con una densità abitativa tipica delle zone agricole.





VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO

PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 122,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI SINNAI, MARACALAGONIS, QUARTUCCIU, SETTIMO SAN PIETRO E SELARGIUS (CA)

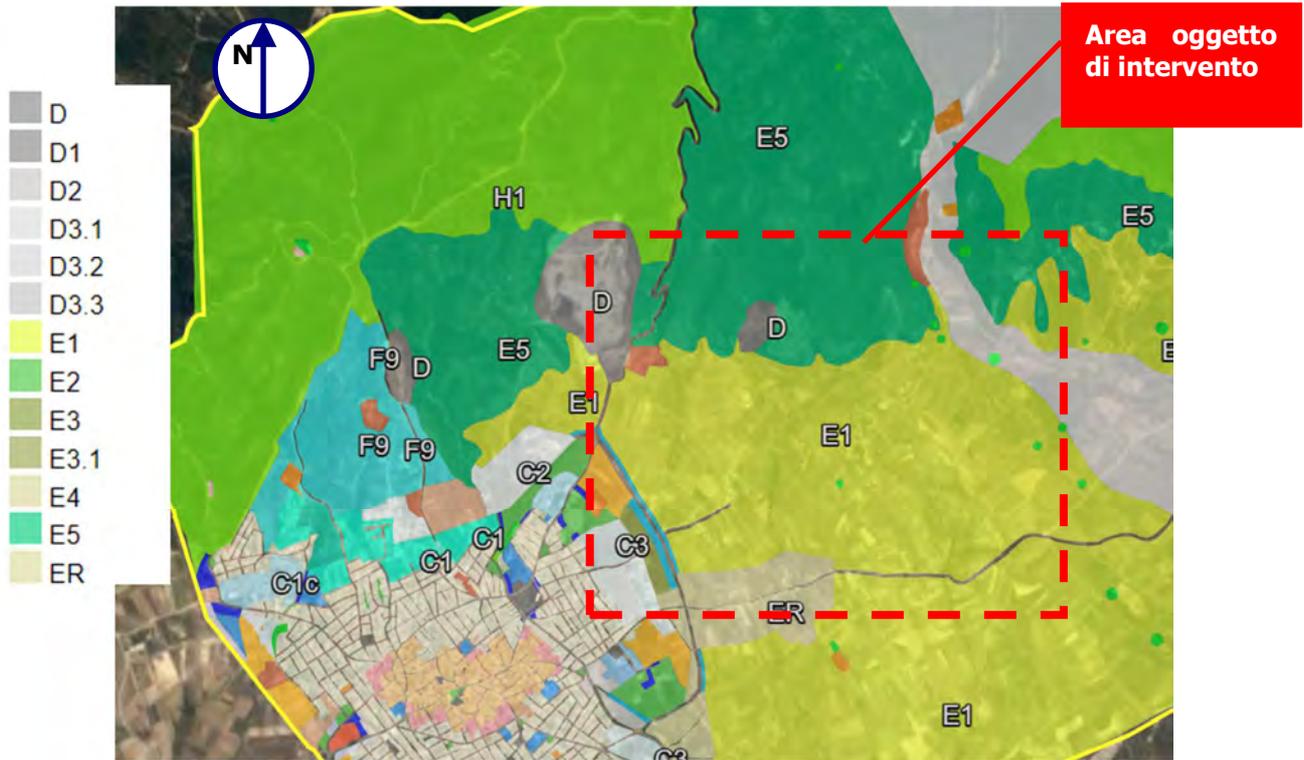


Figura 9: Stralcio Strumento di Pianificazione Urbanistica Comunale – Sinnai

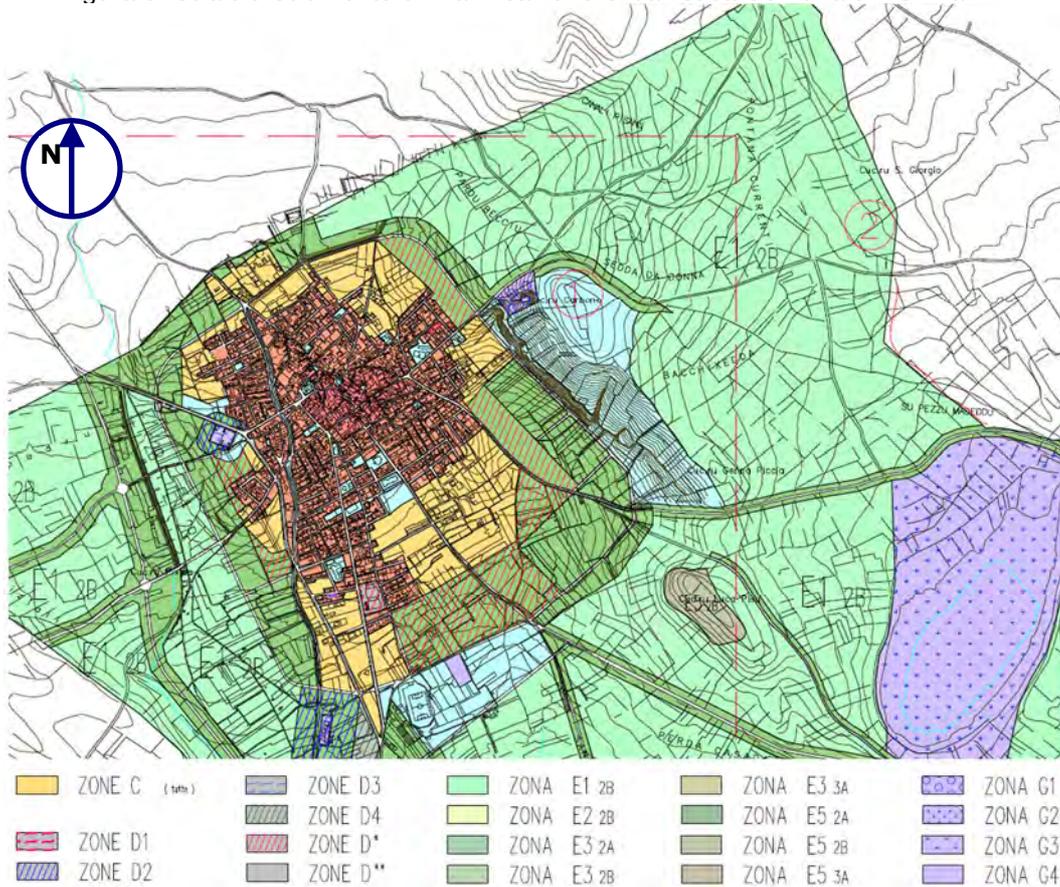
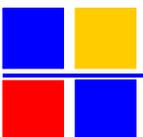


Figura 10: Stralcio Strumento di Pianificazione Urbanistica Comunale – Maracalagonis





## 6. CICLO PRODUTTIVO, IMPIANTI E MACCHINARI PREVISTI

In questa fase dell'analisi si farà distinzione tra **Fase di Costruzione** e **Fase di Esercizio**.

Nella prima si considerano le attività, macchine e impianti tipici del cantiere necessario per la realizzazione dell'intervento mentre nella seconda si evidenzieranno gli aspetti della gestione in esercizio relativa all'intero complesso funzionante.

### 6.1. *Ciclo Produttivo*

#### 6.1.1. **Fase di Costruzione**

In questa fase troviamo le attività tipiche del cantiere edile per la costruzione.

Nella presente analisi del rumore in fase di cantiere, che sarà attivo solamente durante le normali ore lavorative diurne, si considereranno considerate le condizioni maggiormente critiche relative alla fase di costruzione delle opere civili ed alla fase di montaggio e realizzazione delle aree attrezzate previste dal progetto.

Si farà riferimento alle attività a maggiore impatto acustico tra le quali:

- Scavo e movimento terra per la realizzazione delle piazzole degli aerogeneratori
- Realizzazione fondazioni in Cemento Armato
- Trasporto ed installazione degli aerogeneratori
- Realizzazione e/o sistemazione stradale
- Realizzazione dei cavidotti di connessione
- Realizzazione delle cabine elettriche e di trasformazione

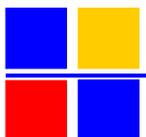
Verranno trascurati gli impatti minori che tuttavia dovranno essere verificati puntualmente in fase di realizzazione delle singole opere.

#### 6.1.2. **Fase di Esercizio**

In questa fase saranno inserite le attività tipiche della gestione dei servizi previsti con particolare riferimento alle:

- Attività relative all'esercizio delle sorgenti sonore costituite dagli Aerogeneratori
- Cabine elettriche e sistema di trasformazione

Il livello di emissione degli Aerogeneratori viene stimato con riferimento alle schede tecniche fornite dal produttore (documento 0124-6634\_V04 - V172-7.2 MW RPM curves 1 e 0127-1584\_V02 - Performance Specification V172-7.2 MW) che, con riferimento al modello specifico (V172-7.2 MW)) ed in relazione alle differenti modalità di funzionamento (mode SOX) forniscono i valori di riferimento:





V172								
	Mode SO1 (105dB)	Mode SO2 (104dB)	Mode SO3 (103dB)	Mode SO4 (102dB)	Mode SO5 (101dB)	Mode SO6 (100dB)	Mode SO7 (99dB)	Mode SO8 (98dB)
Wind Speed [m/s]	Speed [RPM]	Speed [RPM]	Speed [RPM]					
3.0	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
3.5	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
4.0	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
4.5	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
5.0	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5

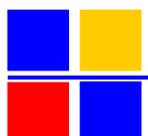
Figura 11: Stralcio Tabella modello V172 in relazione al regime di rotazione e modalità operativa (Mode SOX) da quale è possibile evincere i livelli estremi di funzionamento

Sound Optimized (SO) modes			
Mode No.	Maximum Sound Level	Serrated trailing edges	Available hub heights
SO1	105 dBA	Yes (standard)	199 / 175 / 166 / 164 / 150 / 114 m
SO2	104 dBA	Yes (standard)	199 / 175 / 166 / 164 / 150 / 114 m
SO3	103 dBA	Yes (standard)	199 / 175 / 166 / 164 / 150 / 114 m
SO4	102 dBA	Yes (standard)	199 / 175 / 166 / 164 / 150 / 114 m
SO5	101 dBA	Yes (standard)	199 / 175 / 166 / 164 / 150 / 114 m
SO6	100 dBA	Yes (standard)	199 / 175 / 166 / 164 / 150 / 114 m
SO7	99 dBA	Yes (standard)	199 / 175 / 166 / 164 / 150 / 114 m
SO8	98 dBA	Yes (standard)	199 / 175 / 166 / 164 / 150 / 114 m

Figura 12: Stralcio Tabella modello V172 con massimo livello di potenza sonora in relazione alla modalità operativa SO1 e minima in relazione alla modalità operativa SO8

L'analisi dei dati evidenzia che gli aerogeneratori possono avere un Livello di Potenza sonora di variabile tra **98dBA** e **105dBA** in relazione alla modalità operativa prescelta.

La tabella seguente evidenzia, per la modalità SO1 che risulta la più gravosa, i livelli di potenza sonora in relazione alle varie velocità del vento misurate secondo lo standard IEC 61400-11:





### 7.3 Sound Curves, Sound Optimized Mode SO1

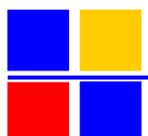
Sound Power Level at Hub Height	
Conditions for Sound Power Level:	Measurement standard IEC 61400-11 ed. 3 Maximum turbulence at hub height: 30% Inflow angle (vertical): $0 \pm 2^\circ$ Air density: $1.225 \text{ kg/m}^3$
Wind speed at hub height [m/s]	Sound Power Level at Hub Height [dBA] Sound Optimized Mode SO1 (Blades with serrated trailing edge)
3	93.9
4	94.0
5	94.9
6	97.9
7	101.3
8	104.2
9	105.0
10	105.0
11	105.0
12	105.0
13	105.0
14	105.0
15	105.0

Figura 13: Stralcio Tabella modello V172 con misura livelli di potenza sonora per la modalità operativa SO1 in relazione alle varie velocità del vento

La valutazione dei dati induce a considerare quale emissione un **livello di potenza sonora al centro del rotore pari a 105 dBA** che sarà utilizzata nelle previsioni relativamente alla modalità **SO1**.

Tuttavia, in caso di necessità che dovessero manifestarsi nella fase di gestione operativa, sarà possibile ridurre l'emissione in caso di necessità anche a livelli di potenza sonora al centro del rotore pari a **98 dBA** per modo di funzionamento **SO8**.

Nella presente valutazione saranno analizzati entrambi i livelli di funzionamento prevedibili a regime massimo (SO1) e minimo (SO8) al fine di poter valutare un intervallo di possibile variabilità.





## 6.2. Orari di attività e durata delle attività

### 6.2.1. Fase di Costruzione

Il cantiere opererà **esclusivamente in periodo diurno** (06-22) con un orario di lavoro massimo stimato in 12 ore giornaliere (07-19) con pausa pranzo di 1 ora nella quale di norma non sarà consentito l'esercizio di attività rumorose.

In fase di gestione operativa potranno essere valutati periodi di interruzione delle attività rumorose durante l'orario postprandiale secondo le regole vigenti nel comune al momento della realizzazione dell'opera.

In caso di necessità di lavoro notturno dovranno essere prodotte adeguate valutazioni in sede di gestione del cantiere.

### 6.2.2. Fase di Esercizio

Nella sua fase di esercizio l'impianto sarà funzionante nell'arco delle 24 ore in relazione alla presenza o meno di vento.

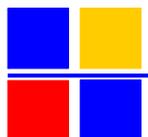
## 6.3. Macchinari, attrezzature ed impianti previsti

### 6.3.1. Fase di Costruzione

Le attrezzature impiegate saranno quelle tipiche del cantiere edile tradizionale per le operazioni degli scavi, sbancamenti, movimento terre, getti di calcestruzzo ed attività di costruzione delle banchine e dei servizi connessi.

Non essendo possibile in questa fase avere certezze delle attrezzature che saranno impiegate nella fase esecutiva, e delle relative modalità di pianificazione e gestione dei lavori, i livelli di emissione in termini di potenza sonora delle principali sorgenti di rumore, connesse con le attività di cantiere, sono state stimate con riferimento alla Banca dati disponibile sul Portale Agenti Fisici – INAIL (<https://www.portaleagentifisici.it>) per macchine dello stesso tipo, ove non fosse possibile reperire una macchina analoga in questa fase previsionale le emissioni sono state stimate sulla base di misure precedenti effettuate o dalla letteratura:

Macchina Operatrice	Livello di potenza sonora dB(A)
Escavatore cingolato	112,0
Pala meccanica cingolata	104,0
Autocarro	101,0
Betoniera	88,0



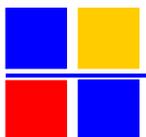


Macchina Operatrice	Livello di potenza sonora dB(A)
Pompa	107,9
Rullo	115,0
Rullo gommato	105,0
Bobcat	106,9
Gru	101,0

Al fine di poter prevedere la rumorosità in fase costruttiva le macchine operatrici saranno considerate utilizzate in varie fasi lavorative raggruppate in 5 macrofasi:

Fase	Operazioni	Lavorazioni	Automezzi
1	Realizzazione delle Fondazioni	Scavo	Escavatore cingolato
			Autocarro
		Posa magrone	Betoniera
			Pompa
		Trasporto e installazione armature	Autocarro
		Posa CLS plinto	Pompa
	Autocarro		
2	Realizzazione Strade e piazzole	Scavo/Riporto	Escavatore cingolato
			Rullo
			Pala meccanica cingolata
			Bobcat
			Rullo gommato
			Autocarro
3	Realizzazione Cavidotti	Scavo a sezione obbligata	Escavatore cingolato
			Autocarro
			Bobcat
4	Consegna in sito aerogeneratori	Trasporto e scarico componenti aerogeneratori	Autocarro speciale
			Gru
			Gru
5	Montaggi o aerogeneratori	Trasporto componenti	Autocarro speciale
			Gru
		Montaggio	Gru
			Gru

A partire dalla conoscenza del livello di potenza sonora (o del livello ad una certa distanza), è possibile stimare la rumorosità generata da uno o più macchinari in funzione contemporaneamente, simulando il funzionamento effettivo del cantiere e stimando l'impatto che potrà essere generato presso i recettori.





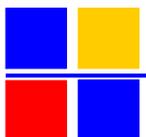
Per quanto riguarda i tempi e gli orari di funzionamento dei cantieri temporanei fissi, si stima che le operazioni verranno svolte **esclusivamente in orario diurno** per **non oltre 12 ore lavorative al giorno**.

Durante le varie fasi realizzative, verranno utilizzati i macchinari funzionanti singolarmente o in contemporanea. Dal punto di vista acustico, l'ipotesi peggiorativa riguarda il contemporaneo funzionamento delle sorgenti sonore che dovrà essere gestito in fase operativa limitando eventuali sovrapposizioni di lavorazioni rumorose nelle medesime zone del cantiere.

Un elemento importante durante la fase di costruzione e realizzazione del Parco Eolico sarà la gestione del traffico indotto relativo al transito dei mezzi di trasporto da e per il cantiere che dovrà essere gestito con una opportuna organizzazione della viabilità (piano della viabilità) che dal cantiere consenta la riduzione e minimizzazione dell'impatto verso i centri abitati che comunque non saranno attraversati dai mezzi pesanti necessari per il cantiere.

Si evidenzia che nella zona, nel comune di Sinnai, insiste una Cava con impianto di produzione Aggregati, Conglomerato Bituminoso e Calcestruzzo che già oggi genera un traffico di mezzi pesanti che quotidianamente convive con la circolazione stradale bypassando il centro abitato di Sinnai. La presenza della cava con impianti di produzione potrà essere molto utile nelle fasi di costruzione per ridurre il transito dall'esterno dei mezzi pesanti.

La conformazione della viabilità consentirà il bypass delle aree dei centri abitati mediante l'ingresso per il tramite della SS125 che consentirà, attraverso le SP 15 e SP 16, l'accesso all'area di cantiere senza passare per il centro abitato.



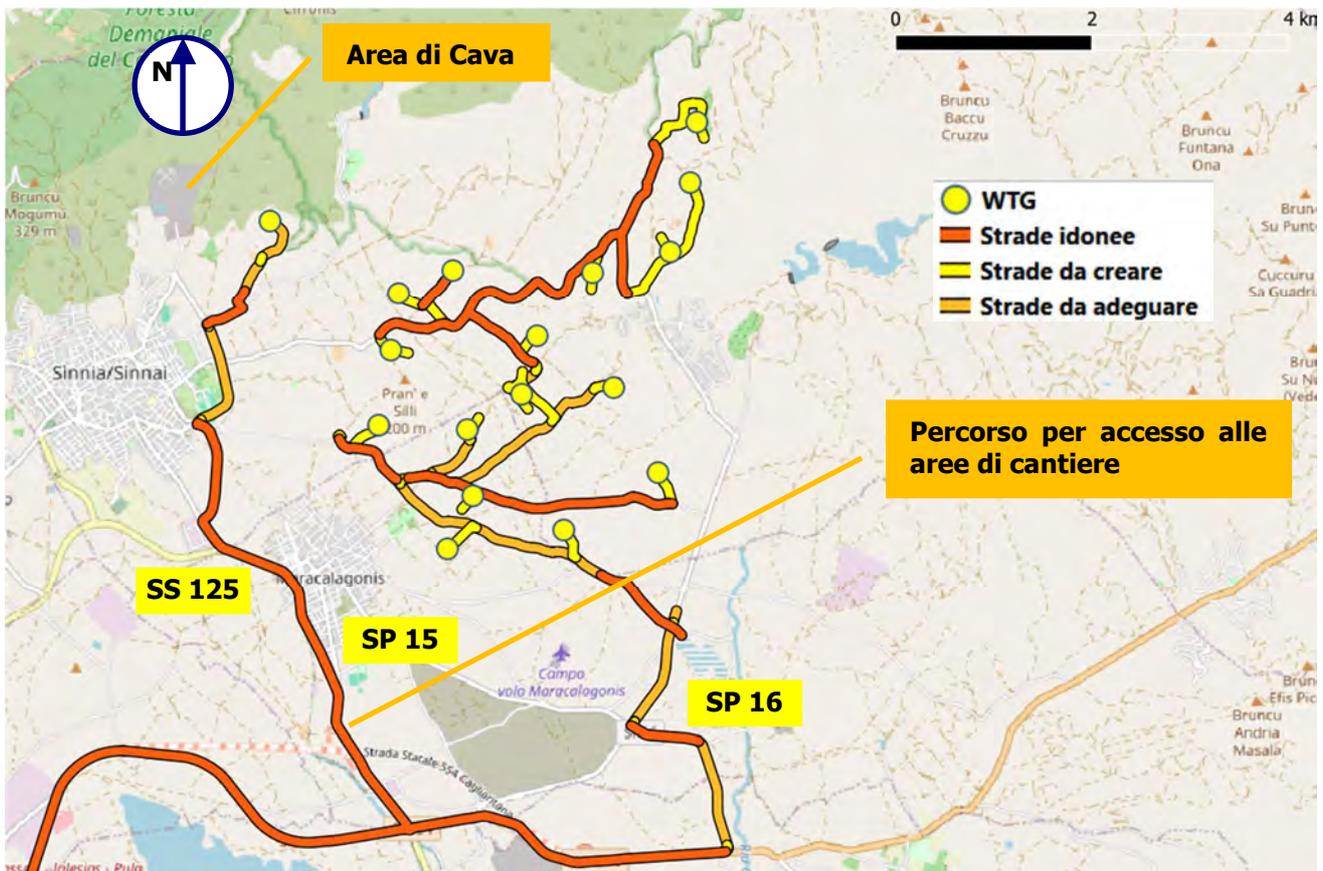


Figura 14: Dettaglio della viabilità di accesso (su base cartografica Open Street Map)

### 6.3.2. Fase di esercizio

L'esercizio del futuro parco eolico produrrà emissioni acustiche esclusivamente dall'esercizio delle sorgenti sonore caratterizzate dagli aerogeneratori installati.

1. Le sorgenti sonore relative al funzionamento degli aerogeneratori vengono descritte nel paragrafo seguente.
2. Cabine elettriche e sistemi di trasformazione

Altri elementi di emissioni, quali traffico indotto in fase di esercizio e manutenzioni, sono trascurati in questa fase in quanto non ritenuti impattanti.

#### 6.3.2.1. RUMORE GENERATO DALLE TURBINE EOLICHE IN PRESENZA DI VENTO

Le fonti del rumore emesso da una turbina eolica sono essenzialmente di natura aerodinamica, causate dall'interazione tra il vento e le pale, e meccanica, generate dagli attriti meccanici dei componenti del rotore e del sistema di trasmissione del generatore. Diversi studi della BWEA (British Wind Energy Association) hanno mostrato che, a distanza di poche centinaia di metri (distanze tipiche di confine per limitare eventuali rischi per gli abitanti delle aree circostanti), il rumore prodotto dalle turbine eoliche è sostanzialmente poco distinguibile dal rumore residuo; del resto è anche vero che il



vento che interagisce con le pale del rotore produce un rumore di sottofondo distinto da quello naturale, tanto più avvertibile quanto meno antropizzato, quindi più silenzioso, è il luogo prescelto, soprattutto nel periodo notturno.

Le fonti di rumore degli aerogeneratori possono essere divise in due categorie:

- rumori di origine meccanica, generati dai componenti in movimento della turbina;
- rumori aerodinamici, prodotti dal flusso di aria sulle pale.

### Rumori di origine meccanica

I rumori di natura meccanica sono causati dall'interazione di tutte le parti meccaniche in movimento relativo. Le fonti di tali rumori sono:

- moltiplicatore di giri;
- generatore;
- azionamenti del meccanismo di imbardata (yaw control);
- ventilatori;
- apparecchiature ausiliarie (per esempio, la parte idraulica).

Il rumore meccanico emesso dalla rotazione di parti meccaniche ed elettriche tende ad essere di tipo tonale, anche se può contenere una componente a banda larga. Ad esempio nel caso di alberi di rotazione si possono riscontrare i toni puri proprio alla frequenza di rotazione. Inoltre il mozzo, il rotore e la torre possono fungere da altoparlanti, trasmettendo ed irradiando il rumore. La trasmissione del rumore può essere di tipo "airborne", nel caso sia direttamente propagato nell'aria oppure di tipo "structure-borne" se il rumore è trasmesso lungo altri componenti strutturali prima di essere irradiato nell'aria. La figura che segue mostra il tipo di percorso di trasmissione e dei livelli sonori per i diversi componenti relativi a una turbina da 2 MW [Wagner, 1996].

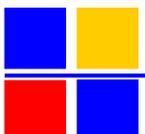
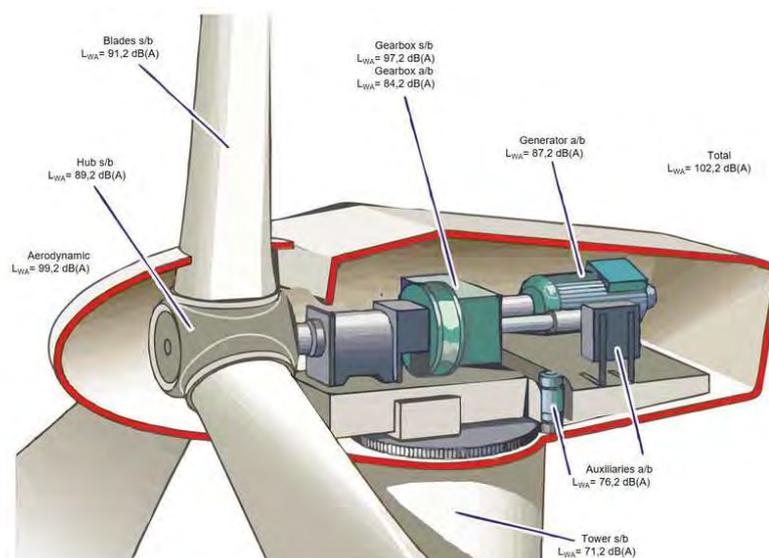




Figura 15: Livelli sonori emessi dai componenti meccanici e da tutta la turbina eolica; a/b indica rumore che si propaga direttamente nell'aria (airborne); s/b rumore di tipo strutturale (structure-borne).

La fonte principale dei rumori meccanici in questo esempio è il moltiplicatore di giri, che irradia dalle superfici della navicella e dal carter del dispositivo.

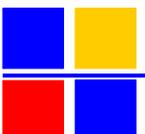
### Rumore aerodinamico

Il rumore a banda larga aerodinamico è la componente più importante delle emissioni acustiche di un aerogeneratore ed è generato dall'interazione del flusso d'aria con le pale. Come mostrato in figura 2, l'interazione del flusso d'aria con le pale genera complessi fenomeni aerodinamici ciascuno dei quali è in grado di generare uno specifico rumore. Il rumore aerodinamico aumenta generalmente con la velocità del rotore. I vari meccanismi aerodinamici di generazione dei rumori sono divisi in tre gruppi: [Wagner, ed altri, 1996]

1. rumore a bassa frequenza: Il rumore aerodinamico nella parte a bassa frequenza dello spettro è generato dalla perdita di portanza delle pale per separazione del flusso dalle superfici aerodinamiche a causa della turbolenza di scia delle altre pale o delle torri, nel caso di rotore sottovento, o per repentini cambiamenti della velocità.
2. rumore generato dalle turbolenze: dipende dalla turbolenza atmosferica che provoca fluttuazioni localizzate di pressione intorno alla pala.
3. rumore generato dal profilo alare: la corrente d'aria che fluisce lungo il profilo aerodinamico delle pale genera un rumore che tipicamente è a banda larga ma può presentare componenti tonali dovute alla presenza di spigoli smussati, fessure o fori.



Figura 16: Misura emissione sonora dovuta ai flussi aerodinamici con sistema "beamforming"





## Gli infrasuoni

Gli infrasuoni sono presenti solo con i rotori sottovento, configurazione in disuso in quanto la soluzione del rotore sopravvento si è rivelata molto più vantaggiosa per diversi aspetti. I moderni rotori sopravvento emettono un rumore essenzialmente in banda larga, caratterizzato maggiormente da basse frequenze e un ridotto contenuto di infrasuoni. Il caratteristico rumore di "swishing" non contiene basse frequenze, come potrebbe sembrare, in quanto è causato da una modulazione di ampiezza delle alte frequenze generate dai vortici di estremità palare.

Per minimizzare il rumore meccanico vengono adottati una serie di accorgimenti costruttivi alcuni dei quali sono elencati di seguito:

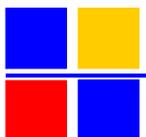
- rifinitura speciale dei denti degli ingranaggi;
- minimizzare la possibilità di trasmissione del rumore lungo la torre;
- utilizzare ventilatori a bassa velocità;
- installare componenti meccanici nella navicella anziché al livello del suolo;
- isolare acusticamente la navicella per mezzo di smorzatori.

## Rumore residuo e velocità del vento

La capacità di percepire il rumore di un aerogeneratore in una data installazione dipende dal livello sonoro del rumore residuo presente nell'ambiente. Infatti, quando il rumore generato dalla turbina e quello residuo sono dello stesso ordine di grandezza, il rumore della turbina tende a perdersi in quello residuo. Fonti del rumore residuo sono sia l'interazione del vento con l'orografia, la vegetazione e le costruzioni, sia la presenza di attività umane quali traffico, industrie, agricoltura e simili. Il suo livello sonoro dipende dunque da velocità e direzione del vento e dalla quantità di attività umana e quindi dall'ora del giorno in cui le attività sono più o meno concentrate. In generale il contributo del rumore del vento al rumore residuo aumenta all'aumentare della sua velocità.

Anche il livello di emissione del rumore della turbina aumenta con la velocità del vento. Quindi il superamento del livello sonoro residuo da parte di quello della turbina dipende da come ciascuno di questi varia con la velocità del vento. La pressione sonora a banda larga pesata A, generata dall'impatto del vento sull'ambiente rurale, è stata indicata essere approssimativamente proporzionale al logaritmo in base 10 della velocità del vento [Fégeant, 1999]:

Il contributo del vento al rumore residuo tende ad aumentare rapidamente con la velocità del vento. Per esempio, durante una valutazione acustica per il progetto Madison (NY) Windpower, in una tranquilla area rurale, il rumore residuo misurato è stato di 25 dB(A) durante gli stati di calma del vento e 42 dB(A) quando il vento era 12 mph (5,4 m/s).



Il rumore di fondo rilevato durante le misurazioni acustiche è indicato nella figura di seguito [Huskey e Meadors, 2001]. Come si vede dal grafico, l'emissione sonora aumenta con la velocità del vento.

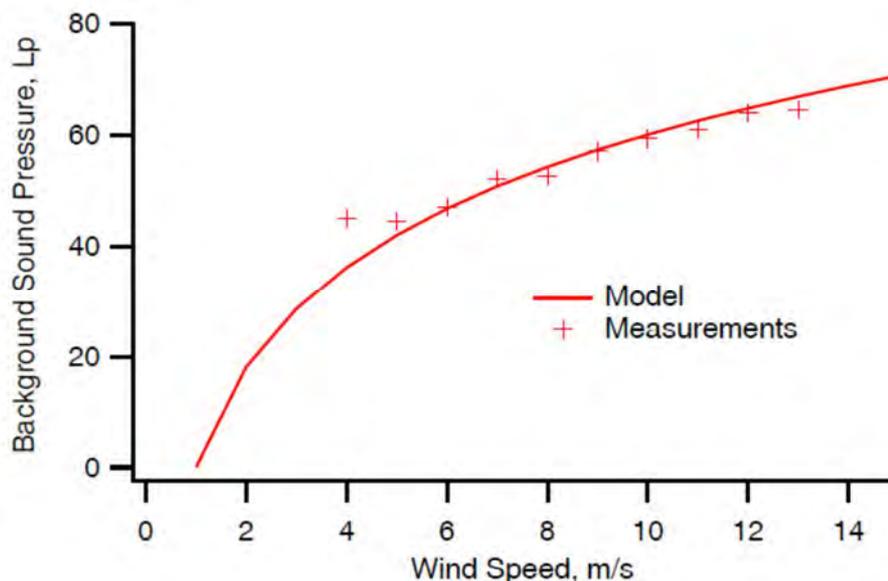


Figura 17: Confronto tra l'andamento reale del rumore residuo in funzione della velocità del vento e la curva logaritmica che teoricamente descrive meglio tale dipendenza.

La fonte principale dei rumori generati dal vento scaturisce dall'interazioni con la vegetazione e il livello dell'emissione dipende maggiormente dalla forma superficiale della vegetazione esposta al vento che dalla densità del fogliame o dal suo volume [1999 Fégeant]. Ad esempio, i suoni emessi dagli alberi a foglie decidue hanno una banda in frequenza più larga e un livello sonoro più basso rispetto a quelli emessi dalle conifere.

Le macchine più recenti sono attualmente caratterizzate da livelli di potenza sonora dell'ordine di 100- 105 dB(A). In relazione alle specifiche caratteristiche del sito, è possibile ottimizzare la macchina al fine di ottenere un basso livello di emissione sonora, con penalizzazioni molto modeste sul fronte delle prestazioni.

### 6.3.2.2. IMPIANTI TECNOLOGICI

Non è prevista installazione e gestione di impianti tecnologici all'interno del Parco Eolico. È prevista l'installazione di due cabine elettriche di raccolta in agro di Sinnai e di una Cabina di Trasformazione in agro di Selargius che saranno analizzate separatamente dal Parco Eolico.

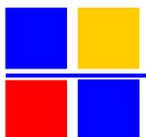


### **6.3.2.3. ATTIVITÀ DI CARICO E SCARICO**

Relativamente alla fase di esercizio non saranno presenti e significativamente rilevanti attività di movimentazione merci e carico e scarico che saranno limitate agli accessi alle torri per le attività di manutenzione che comunque non avranno alcun impatto acustico.

### **6.3.2.4. TRAFFICO INDOTTO**

La fase di esercizio non genererà alcun incremento di traffico.





## 8. CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DELLE OPERE EDILIZIE

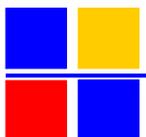
Non è prevista nessuna attività di costruzione di opere edilizie che prevedano permanenza umana. Saranno predisposte delle Cabine Elettriche che non prevederanno presenza di operatori e pertanto nessun requisito acustico andrà garantito.

## 9. INDIVIDUAZIONE DELLA CLASSE ACUSTICA DELL'AREA OSPITE

### 9.1. Generalità

Con l'entrata in vigore della Legge quadro 447/1995, l'attuale quadro normativo disciplinante la tutela dall'inquinamento acustico si basa su tre principi fondamentali:

- a) La **disciplina delle sorgenti sonore**, assoggettate ai "*valori limite di emissione*" (il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente, in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità, prescritti per tipologie di sorgente, definiti nei livelli di rumore massimi ammissibili, secondo la zona individuata dalla classificazione del territorio Comunale) e "*valori limite di immissione*" (il valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori, a loro volta distinti in "*valori limite assoluti di immissione*" relativi ai determinati limiti di zona, ed in "*valori limite differenziali di immissione*" (da calcolare con la differenza tra il livello del rumore ambientale e rumore residuo), rispettivamente misurati all'esterno ed all'interno dell'ambiente abitativo. I "*valori limite assoluti di immissione*", riferiti all'ambiente esterno in prossimità del recettore, specificati dall'Art.2, comma 1, lettera f), comma 2 e comma 3, lettera a) della Legge n.447/95 e dall'Art.3 del D.P.C.M. 14.11.1997. Per i Comuni sprovvisti di classificazione acustica valgono in via provvisoria i limiti definiti dall'Art.6, comma 1 del D.P.C.M. 01.03.1991, in virtù di quanto stabilito dall'Art.8 del DPCM 14.11.1997.
- b) La **riduzione dell'esposizione al rumore dei ricettori**, con la definizione dei "*requisiti acustici passivi degli edifici*" e delle loro parti, delle caratteristiche costruttive di costruzioni edilizie ed infrastrutture di trasporto, con l'obbligo di produzione di uno studio di impatto acustico quale condizione prioritaria per il conseguimento dell'autorizzazione alla realizzazione di determinate opere ed infrastrutture e dell'insediamento di determinate attività, nonché con la presentazione di uno studio previsionale del clima acustico per l'insediabilità dei





ricettori particolarmente sensibili (scuole, ospedali, ecc.), o in particolari condizioni di esposizione.

- c) **Il contenimento complessivo della rumorosità ambientale**, con norme incentrate sulla definizione per le diverse parti del territorio dei “valori limite di emissione ed immissione” e sulla previsione dei *“valori di attenzione”* (l'entità di rumore che segnala un rischio potenziale per la salute umana o per l'ambiente) comunque da non superare e dei *“valori di qualità”*, che consistono nei valori di rumore da conseguire nel breve, nel medio e nel lungo periodo attraverso l'azione di risanamento acustico: limitazioni da determinare in relazione alle destinazioni prevalenti ed alle caratteristiche delle zone da proteggere.

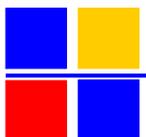
La legge 447 del 26/10/95 *“Legge quadro sull'inquinamento acustico”* definisce e delinea le competenze sia degli enti pubblici che esplicano le azioni di regolamentazione, pianificazione e controllo, sia dei soggetti pubblici e/o privati, che possono essere causa diretta o indiretta di inquinamento acustico. Il carattere onnicomprensivo della legge è evidenziato dalla definizione stessa di *“inquinamento acustico”* che è riportata nella legge. Con questo termine si intende infatti *“l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo ed alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento dell'ecosistema, dei beni materiali, dei monumenti, dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno tale da interferire con le legittime fruizioni degli ambienti stessi”*.

A questa legge, che ha definito il *“quadro di riferimento”*, sono collegati una serie di decreti attuativi e le leggi regionali. Le leggi regionali, qualora emanate, permettono di completarne l'applicazione.

La Regione Sardegna, con Deliberazione n°62/9 del 14 Novembre 2008 ha emanato le *“Direttive regionali in materia di inquinamento acustico ambientale”*, ai sensi dell'Art.4 della Legge Quadro 26 Ottobre 1995, n° 447”, che stabilisce i criteri per la redazione del Piano di Classificazione Acustica dei Comuni della Sardegna. Ai Comuni è fatto obbligo di operare la zonizzazione, coordinando con la stessa i piani urbanistici già esistenti (Legge 447/95, art. 6, comma 1).

Relativamente alla Pianificazione Acustica:

- **Il comune di Selargius è dotato di piano di classificazione acustica** adottato in via definitiva con Delibera del Consiglio Comunale n° 45/2009.
- **Il comune di Settimo San Pietro è dotato di piano di classificazione acustica** adottato in via definitiva con Delibera del Consiglio Comunale n° 4/2011.
- **Il comune di Quartucciu è dotato di piano di classificazione acustica** adottato in via definitiva Deliberazione del Commissario Straordinario n. 7/2012.





- **I comuni di Sinnai e Maracalagonis, nelle quali aree ricadono le installazioni più significative relative agli Aerogeneratori del Parco Eolico, allo stato attuale, non sono dotati di Piano di Classificazione Acustica (PCA) del territorio comunale**

**Relativamente ai Comuni privi di Piano di Classificazione Acustica saranno applicate le prescrizioni delle Direttive regionali in materia di inquinamento acustico con riferimento alla lettera e) del paragrafo 3 della parte PARTE IV che prevedono che:**

*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.*

## **9.2. La classificazione del territorio secondo il DPCM 14/11/1997**

I criteri di individuazione delle classi acustiche del territorio comunale sono stabiliti dalla Tabella A del D.P.C.M. 14 novembre 1997, riferiti al rumore immesso nell'ambiente esterno dall'insieme di tutte le sorgenti e determinati con riferimento al livello equivalente di rumore ambientale.

**Tabella A: Definizione delle Classi acustiche secondo il DPCM 14 NOVEMBRE 1997**

<b>CLASSE I <sup>(1)</sup></b> <b>Aree particolarmente protette*</b>	Aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.
<b>CLASSE II <sup>(2)</sup></b> <b>Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale</b>	aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali e artigianali.
<b>CLASSE III <sup>(3)</sup></b> <b>Aree di tipo misto</b>	aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali e uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici; aree portuali a carattere turistico.
<b>CLASSE IV <sup>(4)</sup></b> <b>Aree di intensa attività umana</b>	aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali a carattere commerciale-industriale, le aree con limitata presenza di piccole industrie
<b>CLASSE V <sup>(5)</sup></b> <b>Aree prevalentemente industriali</b>	aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni
<b>CLASSE VI <sup>(6)</sup></b> <b>Aree esclusivamente industriali</b>	aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi

**Note:**

- (1) La definizione e ascrizione di porzioni di territorio a tale classe deve essere coerente con l'effettiva conseguibilità dei limiti definiti, eventualmente a seguito dell'attuazione di piani di risanamento.
- (2) In questo caso va rispettata la presenza di tre vincoli:
  - 1) assenza di attività industriali;
  - 2) assenza di attività artigianali;
  - 3) presenza di traffico esclusivamente locale.
- (3) in queste zone il traffico veicolare locale o di attraversamento potrebbe comportare il superamento dei limiti, soprattutto nel periodo notturno. Pertanto, nelle porzioni di territorio acusticamente coinvolte dalle infrastrutture veicolari e marittime, potrebbe rendersi necessaria la predisposizione di piani di risanamento acustico ad opera dell'Amministrazione Comunale, nei quali dovranno individuarsi le opportune misure di controllo. Per quanto attiene la presenza di attività produttive artigianali dovrà porsi la massima attenzione all'esercizio notturno, che potrebbe comportare sia il superamento del limite assoluto sia il mancato rispetto del limite differenziale. In tali casi potranno essere individuati gli opportuni interventi di adeguamento in uno specifico piano di risanamento acustico ad opera dell'Amministrazione Comunale, in cui si potrà imporre la redazione di piani di adeguamento da parte delle attività.
- (4) La "limitata presenza di piccole industrie" deve essere adeguatamente valutata nelle due aggettivazioni, per non confondere queste aree con quelle ricadenti nelle classi V o VI, che vanno intese differenti dalla IV sotto il profilo acustico, piuttosto che sotto il profilo geometrico o tecnologico.
- (5) Appartengono a questa classe le aree di decentramento delle attività produttive, inserite nel Piano Urbanistico Comunale (P.U.C.) a tutela delle zone più densamente abitate e periferiche. Queste zone confinano frequentemente con aree residenziali più o meno densamente abitate.
- (6) In queste aree l'assenza di insediamenti abitativi non va interpretata alla lettera; si ammette infatti la presenza di abitazioni occupate da personale con funzioni di custodia e per esse, allo scopo di proteggere adeguatamente le persone, si dovranno disporre eventualmente degli interventi di isolamento acustico.

**Tabella B: Definizione dei Valori Limite secondo il DPCM 14 NOVEMBRE 1997**

Classe	Art.2 Tabella B Valori limite di emissione (dBA)		Art.3 Tabella C Valori limite assoluti di immissione (dBA)		Art.7 Tabella D Valori di qualità (dBA)		Art.6 (comma 1, lett. a) Valori di attenzione* riferiti 1h (dBA)	
	diurno	notturno	Diurno	notturno	diurno	notturno	diurno	notturno
I	45	35	50	40	47	37	60	45
II	50	40	55	45	52	42	65	50
III	55	45	60	50	57	47	70	55
IV	60	50	65	55	62	52	75	60
V	65	55	70	60	67	57	80	65
VI	65	65	70	70	70	70	80	75

**Nota\*:** i valori di attenzione, se relativi ai tempi di riferimento, corrispondono ai valori limite assoluti di immissione, secondo l'Art.6, comma 1, lett.B del D.P.C.M. 14/11/1997.

Le aree oggetto dell'intervento di installazione del parco eolico presso i comuni di Sinnai e Maracalagonis ricadono, secondo la Pianificazione Urbanistica precedentemente descritta, in aree prevalentemente di tipo agricolo confinanti con alcune zone di classe D (attività di cava), di rispetto per tutela di risorsa idrica (H1) oppure G (servizi).

Sulla base di queste considerazioni, anche in relazione alla necessità di garantire nelle zone agricole anche le attività necessarie alla coltivazione e gestione dei terreni, è lecito prevedere per tali zone, prossime alle installazioni degli Aerogeneratori, una classe non inferiore alla **III (Aree di tipo misto)** escludendo una collocazione in classe IV se non per limitate porzioni. Allo stesso modo sono da escludere classificazioni in classe II.



**Sulla ipotesi di attribuzione di una classe III per le aree del futuro Parco Eolico saranno sviluppate le nostre valutazioni.**

Questa classificazione è tipicamente riscontrabile in altri comuni della zona dotati di piano di classificazione acustica approvato in via definitiva come ad esempio quelle dei comuni di **Selargius, Settimo San Pietro e Quartucciu** e interessati dalla realizzazione del cavidotto e della Stazione Elettrica di trasformazione:

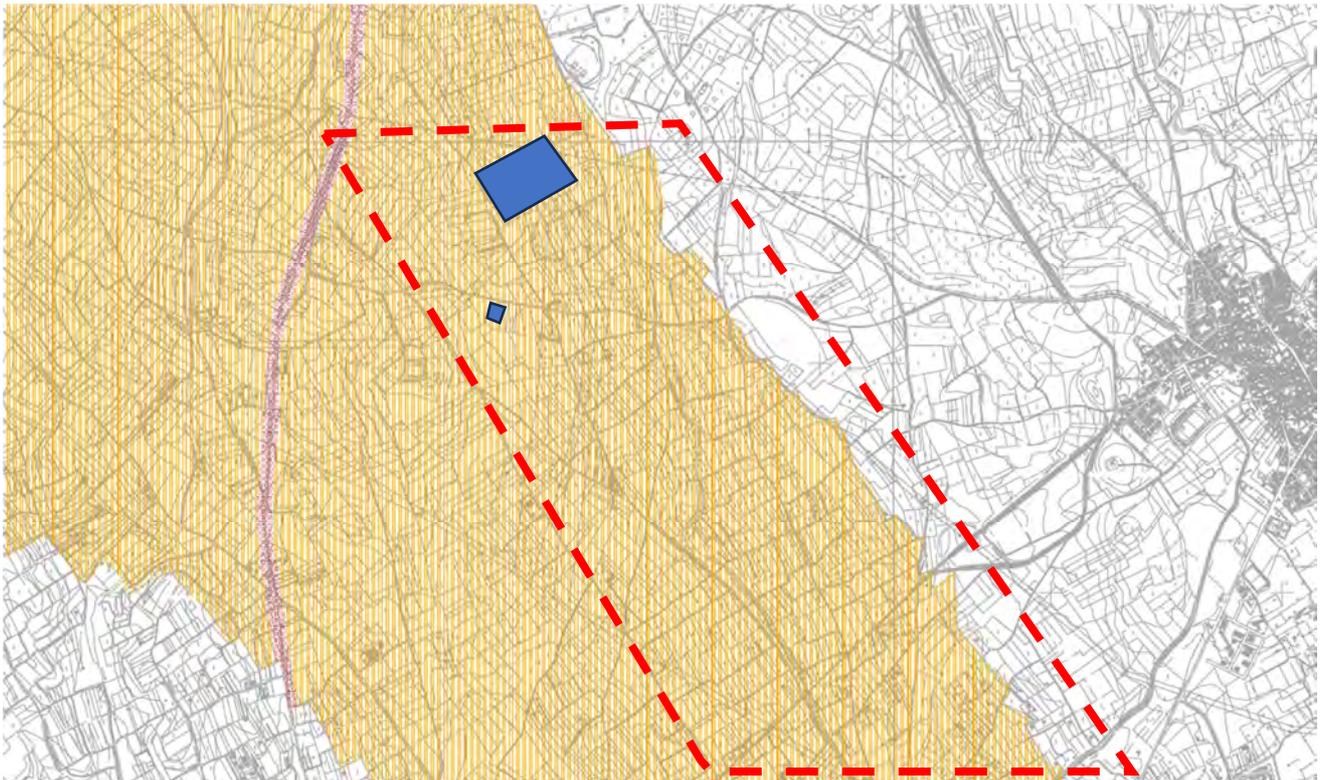
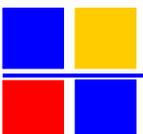


Figura 18: Stralcio piano di classificazione del comune di Selargius con indicazione delle aree interessate dalla realizzazione dei cavidotti e della Stazione Elettrica (Tavola D03-1). Tutte le aree di interesse sono classificate in classe III



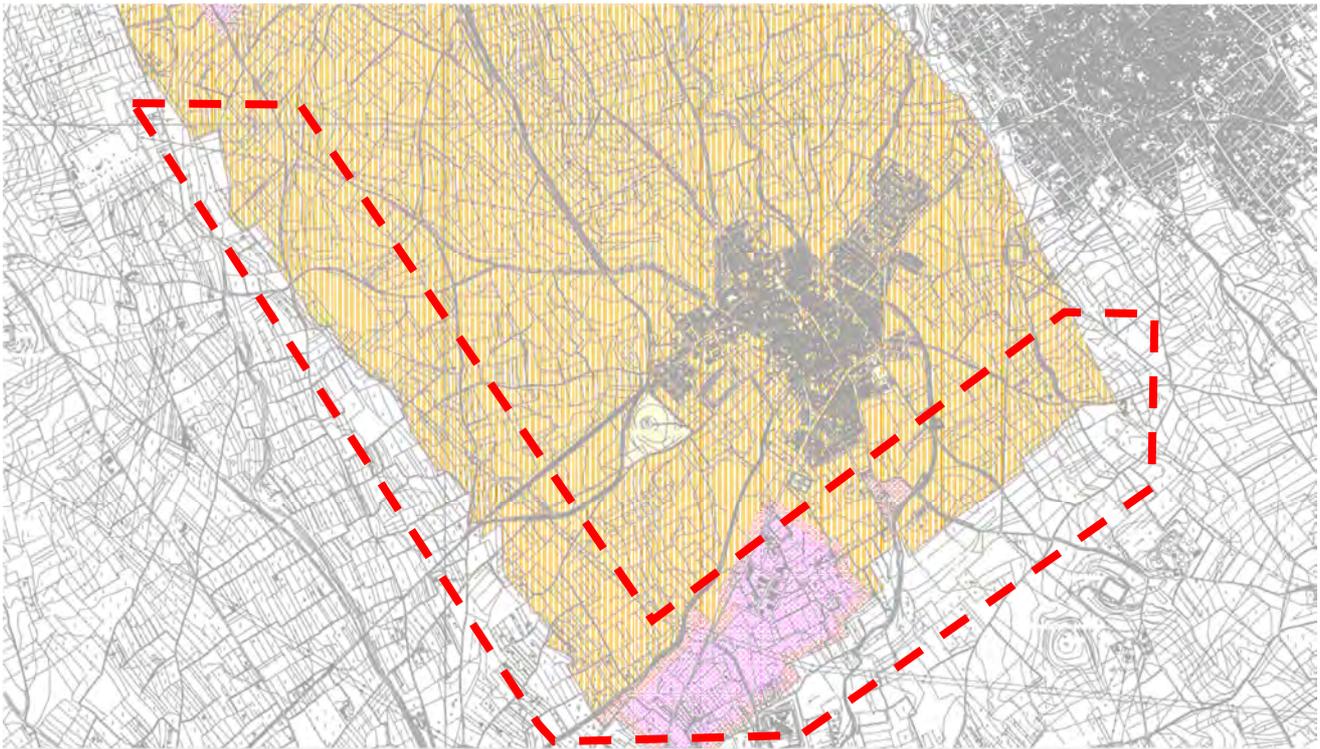


Figura 19: Stralcio piano di classificazione del comune di Settimo San Pietro con indicazione delle aree interessate dalla realizzazione dei cavidotti (Tavola D03-1). Tutte le aree di interesse sono classificate in classe III e parzialmente in classe IV.

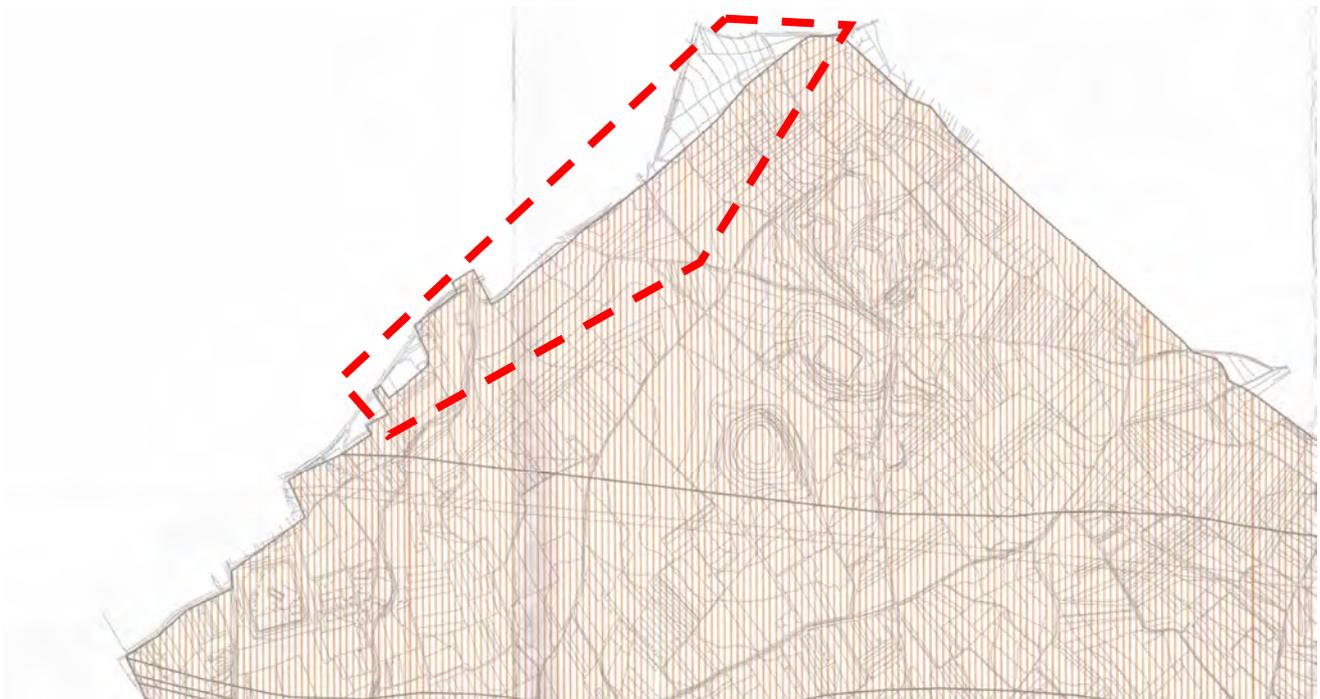
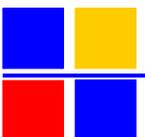


Figura 20: Stralcio piano di classificazione del comune di Quartucciu con indicazione delle aree interessate dalla realizzazione dei cavidotti (Tavola D03-1). Tutte le aree di interesse sono classificate in classe III.





Tutte le aree interessate dalle installazioni nei comuni di Selargius, Settimo San Pietro e Quartucciu sono in classe III ad eccezione di un tratto in classe IV presso il comune di Settimo San Pietro.

### 9.3. limiti nell'ambiente abitativo

I limiti acustici da applicarsi nell'ambiente abitativo, richiamati dall'Art.2, comma 1, lettera f), comma 2 e comma 3, lettera b) della Legge n.447/95, sono disciplinati dall'Art.4 del D.P.C.M. 14.11.1997, che fissa i "*valori limite differenziali di immissione*" il cui superamento deve essere verificato secondo le note stime del "criterio differenziale" già adottate nel D.P.C.M. 01.03.1991).

Detti limiti sono fissati in:

- 5 dB per il periodo diurno
- 3 dB per il periodo notturno.

Secondo lo stesso disposto, qualora il livello del rumore ambientale sia inferiore a:

- 50 dBA di giorno e 40 dBA di notte nelle condizioni di finestre aperte
- 35 dBA di giorno e 25 dBA di notte nelle condizioni di finestre chiuse,

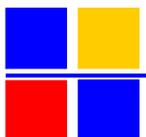
... ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile ..., qualsiasi sia il valore differenziale riscontrabile.

#### 9.3.1. Deroga parziale al criterio differenziale per il rumore eolico

Con riferimento al decreto MITE del 1° giugno 2022 "Determinazione dei criteri per la misurazione del rumore emesso dagli impianti eolici e per il contenimento del relativo inquinamento acustico.", art. 5 comma 1 lettera b), che prevede:

*b) agli impianti eolici si applica il disposto di cui all'art. 4 del decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 14 novembre 1997, recante valori limite differenziali di immissione. In deroga alla richiamata disposizione, nel caso del rumore eolico le valutazioni vengono eseguite unicamente in facciata agli edifici e, pertanto, non trovano applicazione al verificarsi della sola condizione contenuta nella lettera a) del comma 2 dello stesso;*

In relazione a questo le valutazioni del differenziale non saranno da applicarsi nei casi in cui la rumorosità misurata **a finestre aperte sia inferiore a 50 dBA di giorno e 40 dBA** non trovando applicazione la valutazione a finestre chiuse all'interno delle abitazioni.



## 11. RECETTORI PRESENTI NELL'AREA DI STUDIO

Nell'area di interesse, e nelle sue immediate vicinanze **non risultano presenti recettori sensibili** (quali ospedali e case di cura ecc.) i recettori identificati sono correlati ad abitazioni e/o aziende agricole nei pressi delle installazioni.

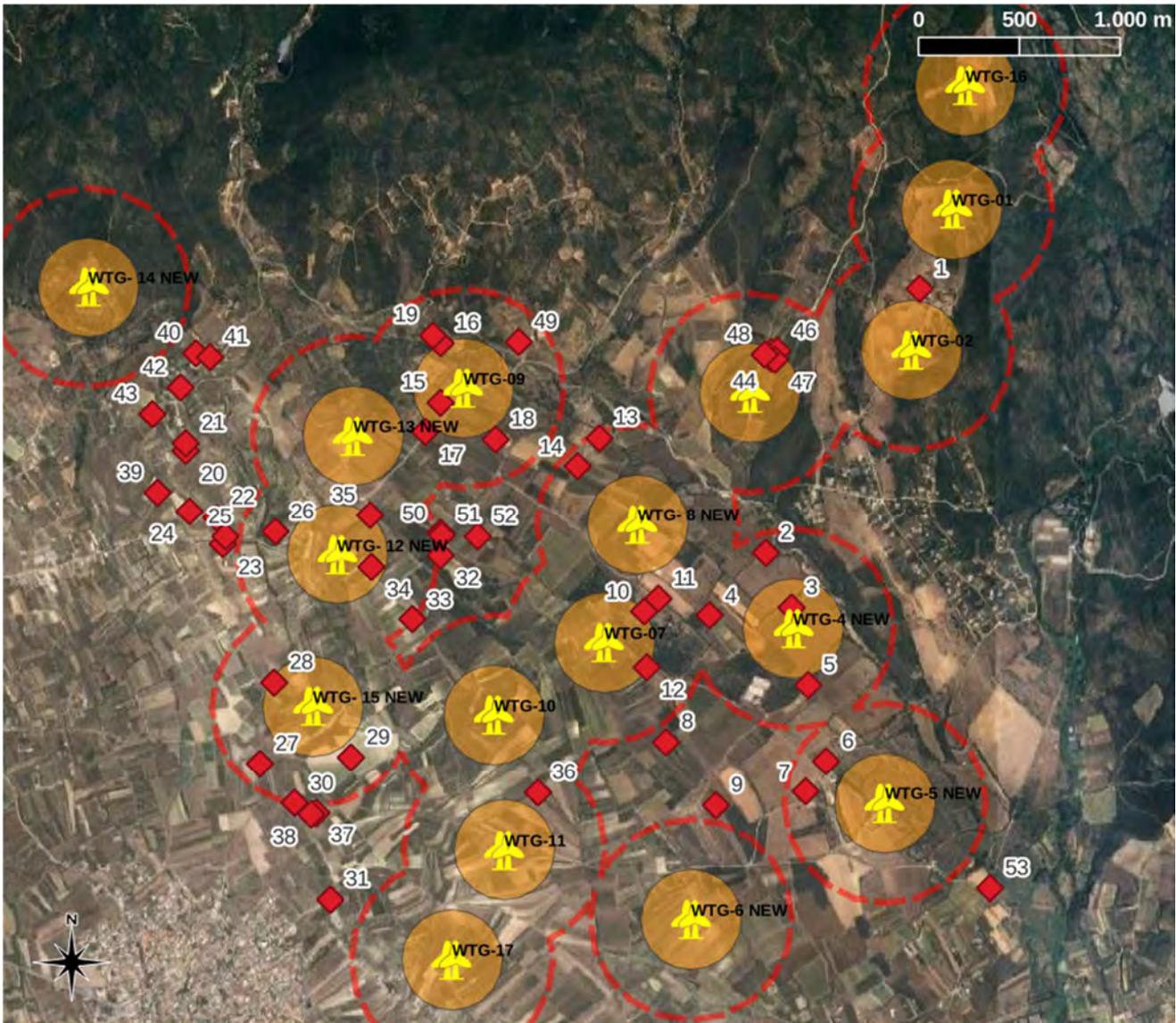


Figura 21: Particolare localizzazione dei recettori presenti nell'area di installazione del Parco Eolico con buffer 500m e 250m dalle sorgenti

La maggiore parte dei recettori identificati sono esterni al buffer di 500 metri attorno alla singola sorgente mentre una parte ridotta si trovano entro i 250 metri alla stessa.

Ulteriori due recettori (R54 e R55) sono stati identificati in prossimità della localizzazione delle stazioni elettriche esistente ed di prevista realizzazione.

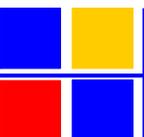
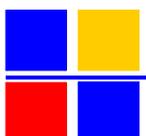




Figura 22: Vista d'insieme dei Recettori identificati anche vicino alle stazioni elettriche in Comune di Selargius (CA) identificati come R54 e R55

La seguente tabella evidenzia le coordinate dei singoli punti recettori (con riferimento al UTM fuso 32, notazione completa: **32T x(m) E, y(m) N**) che sono oggetto della valutazione con riferimento alla loro classe acustica (come da ipotesi di classificazione acustica comunale):

Codice	x (m) E	y (m) N	Comune	Classe
R01	523293,79	4352112,79	Sinnai	III
R02	522528,67	4350787,1	Sinnai	III
R03	522655,2	4350515,76	Sinnai	III
R04	522251,15	4350473,18	Sinnai	III
R05	522742,74	4350128,81	Sinnai	III
R06	522831,4	4349747,8	Sinnai	III
R07	522726,15	4349590,1	Sinnai	III
R08	522035,77	4349842,49	Sinnai	III
R09	522281,27	4349525,81	Sinnai	III
R10	521928,25	4350491,81	Sinnai	III
R11	521995,8	4350556,21	Sinnai	III
R12	521938,19	4350216,39	Sinnai	III
R13	521704,16	4351365,52	Sinnai	III
R14	521594,76	4351222,03	Sinnai	III
R15	520917,2	4351542,83	Sinnai	III
R16	520916,82	4351839,12	Sinnai	III
R17	520839,78	4351394,91	Sinnai	III
R18	521190,86	4351358,82	Sinnai	III
R19	520879,01	4351880,89	Sinnai	III
R20	519657,24	4351299,67	Sinnai	III
R21	519656,1	4351341,45	Sinnai	III
R22	519804,87	4350965,85	Sinnai	III



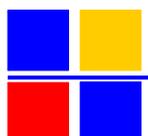


Codice	x (m) E	y (m) N	Comune	Classe
R23	519841,51	4350829,5	Sinnai	III
R24	519671,57	4350996,5	Sinnai	III
R25	519851,18	4350871,32	Sinnai	III
R26	520101,25	4350892,52	Sinnai	III
R27	520022,51	4349731,39	Sinnai	III
R28	520093,63	4350139	Sinnai	III
R29	520474,3	4349766,74	Maracalagonis	III
R30	520194,55	4349533,3	Maracalagonis	III
R31	520369,94	4349053,4	Maracalagonis	III
R32	520921	4350774,65	Sinnai	III
R33	520779,8	4350453,47	Sinnai	III
R34	520574,97	4350718,5	Sinnai	III
R35	520565,96	4350976,71	Sinnai	III
R36	521398,16	4349588,24	Maracalagonis	III
R37	520299,24	4349487,72	Maracalagonis	III
R38	520274,96	4349480,27	Maracalagonis	III
R39	519513,07	4351093,92	Sinnai	III
R40	519703,23	4351792,82	Sinnai	III
R41	519772,83	4351771,19	Sinnai	III
R42	519629,93	4351618,08	Sinnai	III
R43	519488,66	4351484,49	Sinnai	III
R44	522553,78	4351764,35	Sinnai	III
R45	522556,89	4351793,19	Sinnai	III
R46	522589,95	4351800,96	Sinnai	III
R47	522577,3	4351755,03	Sinnai	III
R48	522526,74	4351786,15	Sinnai	III
R49	521303,81	4351849,36	Sinnai	III
R50	520914,93	4350885,84	Sinnai	III
R51	520923,2	4350877,29	Sinnai	III
R52	521104,55	4350870,95	Sinnai	III
R53	523640,74	4349108,48	Sinnai	III
R54	512451,64	4349637,28	Selargius	III
R55	512668,92	4349161,28	Selargius	III

### **11.1. Principali sorgenti sonore presenti nell'area di studio e livelli di rumore in prossimità dei ricettori**

Le principali sorgenti sonore presenti sono connesse alle attività di tipo agricolo e di gestione del territorio.

Limitatamente al recettore n°54 la sorgente di maggiore impatto esistente è la Stazione Elettrica TERNA esistente che tuttavia non incide sul clima acustico della zona.



### 11.2. Livelli di rumore preesistenti in prossimità dei ricettori

Al fine di rilevare lo stato dei luoghi sono stati effettuati una serie di rilevamenti (da M01 a M05) presso alcuni punti in prossimità dei recettori identificati presso il Parco Eolico. Un ulteriore punto di misura (M06) è stato posizionato nei pressi del Recettore R55 prossimo alla realizzazione della futura cabina elettrica.

Nella immagine seguente sono visualizzate le posizioni dei punti di misura (da M01 a M05) con la loro localizzazione nell'area oggetto di intervento unitamente alla visualizzazione delle Sorgenti e dei Recettori.

Le misurazioni sono state effettuate sia nel periodo diurno (06-22) che nel periodo notturno (22-06) al fine di predisporre una verifica del Clima Acustico preesistente alle installazioni.

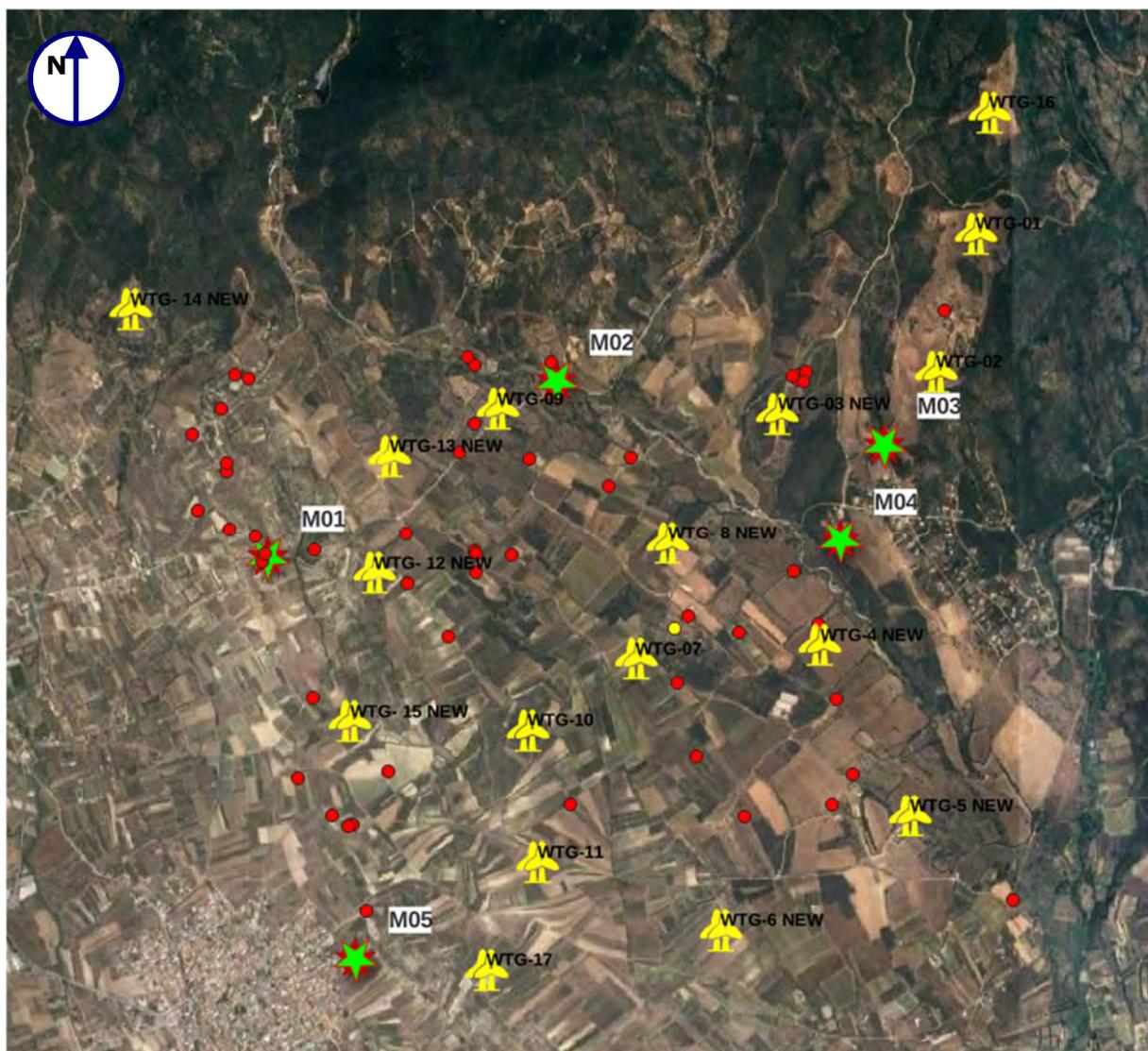


Figura 23: Localizzazione delle postazioni di misura da M01 a M05

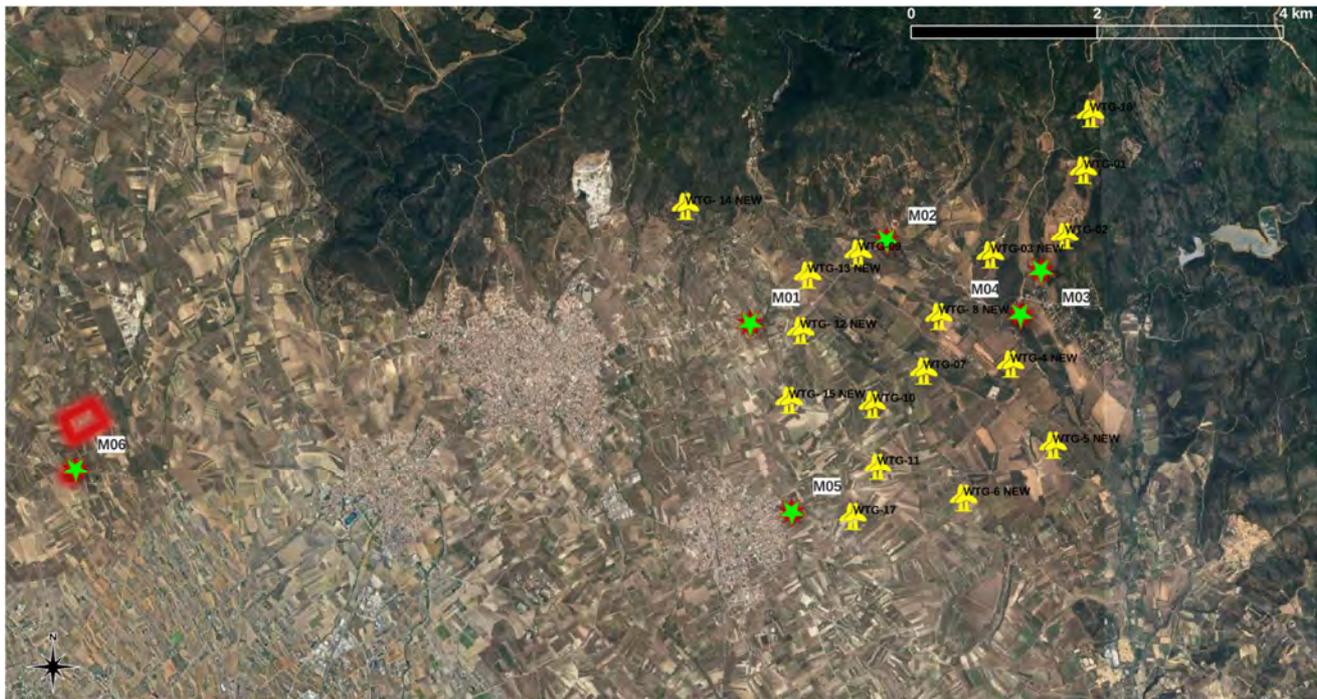


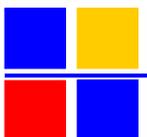
Figura 24: Vista d'insieme con la Localizzazione della postazione M06

Le misure, effettuate con riferimento a quanto stabilito dal D.M. Ambiente 16/03/1998 (Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico), sono state effettuate mediante l'utilizzo della seguente strumentazione:

- Fonometro integratore di precisione in classe 1 IEC651 / IEC804 / IEC61672 marca Larson&Davis modello LD 831 (SN 1652) completo di catena microfonica (preamplificatore PCB modello PRM831 SN 12447 e microfono PCB modello 377B02 SN 109215). Omologato dal PTB (Ministero comunicazioni Tedesco). Avente taratura fonometro e banco filtri 1/3 ottava in corso di validità (meno di 2 anni)
- Fonometro integratore di precisione in classe 1 IEC651 / IEC804 / IEC61672 marca Sinus GMBH modello Soundbook™ MK1 (SN 6232 CH01) completo di catena microfonica (preamplificatore Larson&Davis modello PRM902 SN 4230 e microfono Larson&Davis modello 2541 SN 8434). Omologato dal PTB (Ministero comunicazioni Tedesco). Avente taratura fonometro e banco filtri 1/3 ottava in corso di validità (meno di 2 anni)
- Calibratore Larson Davis modello CAL200 (SN 6484) Calibratore fonometrico in classe 1 secondo IEC 60942

I certificati di Taratura in corso di validità sono allegati alla presente relazione.

Durante la misura fonometrica state effettuate misurazione dei dati meteorologici mediante la seguente strumentazione:



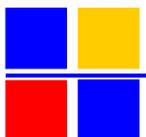


- stazione meteo portatile PCE-FWS 20N con range di ricezione e trasmissione di 100m, frequenza di campionamento 48s con 6 sensori:
  - direzione e velocità del vento (range da 0 a 50 m/s, risoluzione 0,1 m/s per la velocità e 1° per la direzione, precisione  $\pm 1$  m/s con velocità  $< 5$  m/s -  $\pm 10\%$  con velocità  $> 5$  m/s ),
  - temperatura (range da -40 a 60 °C, risoluzione 0,1 °C, precisione  $\pm 1$  °C), umidità relativa (risoluzione 1%),
  - piovosità (range da 0 a 9999 mm, risoluzione 0,3 mm per pioggia  $< 1000$  mm 1 mm per pioggia  $> 1000$  mm, precisione  $\pm 6\%$  ),
  - pressione atmosferica (range da 300 a 1100 hPa, risoluzione 0,1 hPa, precisione  $\pm 3$  hPa).

La centralina meteo è in grado di restituire i valori medi o prevalenti dei parametri indicati lungo intervalli di tempo sincronizzati con le misure acustiche che sono stati valutati come media nei 5 minuti.

Di seguito sono presentati i dati di sintesi delle misurazioni effettuate, in termini di Livello sonoro (tutti i dati in dBA):

	M01	M01	M02	M02	M03	M03
Data avvio	22/02/24	22/02/24	22/02/24	22/02/24	22/02/24	23/02/24
Ora avvio	09:33:17	22:05:14	10:20:01	22:55:07	11:09:11	00:04:26
Periodo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
Durata	00:35:06	00:31:40	00:35:16	00:31:02	00:30:50	00:39:26
<b>LAeq</b>	<b>55.4</b>	<b>40.6</b>	<b>40.9</b>	<b>36.3</b>	<b>47.8</b>	<b>36.2</b>
SEL	88.7	73.4	74.2	69.0	80.5	69.9
Media	42.2	37.5	33.9	32.3	40.1	30.2
Max.	77.5	61.8	65.0	57.5	66.5	58.2
Min.	25.3	29.6	26.5	23.5	30.2	21.9
StdDev	8.9	3.8	4.8	4.0	6.2	4.9
L1	69.4	50.5	51.0	43.9	60.9	48.9
L10	53.8	42.1	40.1	36.5	49.0	36.2
L30	46.2	38.3	34.9	34.0	41.3	31.7
L50	41.1	36.7	32.6	32.3	38.2	29.4
L90	31.8	33.7	29.4	27.6	34.2	25.1
L95	30.1	33.0	28.8	26.7	33.4	24.4





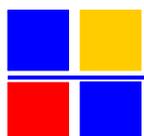
	M04	M04	M05	M05	M06	M06
Data avvio	22/02/24	23/02/24	22/02/24	23/02/24	22/02/24	23/02/24
Ora avvio	11:52:41	00:58:42	12:37:05	01:47:38	13:42:18	02:36:11
Periodo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
Durata	00:30:10	00:30:50	00:31:16	00:31:40	00:31:02	00:51:41
<b>LAeq</b>	<b>51.5</b>	<b>30.5</b>	<b>50.4</b>	<b>42.9</b>	<b>41.3</b>	<b>33.0</b>
SEL	84.1	63.2	83.2	75.7	74.0	67.9
Media	45.3	28.6	40.9	37.3	37.9	30.5
Max.	67.3	42.3	76.1	65.6	57.6	53.5
Min.	31.0	19.8	31.8	29.4	30.4	21.6
StdDev	7.2	3.8	4.7	5.3	4.3	3.8
L1	61.9	38.0	62.2	54.2	52.3	42.8
L10	55.6	33.9	45.0	45.5	43.9	35.1
L30	49.2	30.6	41.8	37.8	38.7	32.0
L50	44.0	28.5	40.0	35.5	36.7	30.2
L90	36.6	23.7	36.6	32.5	33.8	26.1
L95	34.9	22.8	35.8	31.7	33.2	25.3

I report completi sono allegati alla presente relazione. Non sono state riscontrati rumori anomali, componenti tonali e/o impulsive, durante le misurazioni.

Le rilevazioni sono state effettuate con il microfono posto a 4 metri dal piano stradale e distante dalle superfici riflettenti. Durante le rilevazioni non si sono rilevate precipitazioni ed il livello del vento non ha mai superato i 5 m/s.

Le rilevazioni effettuate confermano che le aree sono caratterizzate da una rumorosità di norma inferiore a 50 dBA nel periodo diurno e 45 dBA nel periodo notturno che la rendono perfettamente idonea ad essere classificata con una Classe III come inizialmente ipotizzato.

Ai fini della presente relazione si assume, quale livello ambientale (LA) esistente, il valore di **50 dBA** in periodo diurno e **45 dBA** in periodo notturno sulla base del quale saranno fatte le valutazioni.





## 12. STIME PREVISIONALI DI IMPATTO ACUSTICO

Secondo le Linee Guida Regionali applicabili, la Valutazione di Previsione di Impatto Acustico deve essere fondata sul calcolo previsionale dei livelli sonori generati dall'opera nei confronti dei ricettori e dell'ambiente esterno circostante. 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

### 12.1. Definizioni di acustica tecnica

- **Livello di pressione acustica:** si misura in decibel (dB) che è espresso dalla formula:

$$L(\text{dB}) = 10 \log \frac{p_1^2}{p_0^2} = 20 \log \frac{p_1}{p_0}$$

Il decibel è proporzionale al logaritmo del rapporto tra una pressione acustica data e quella di riferimento, ed è influenzato dall'ambiente in cui la pressione acustica si esplica. Il rumore, come noi lo intendiamo, si esprime in termini di "Livello di pressione sonora" e pertanto si misura in decibel: la grandezza fisica che fornisce la generalità delle informazioni inerenti il rumore è pertanto la pressione sonora.

- **Sorgente specifica:** sorgente sonora selettivamente identificabile che costituisce la causa del potenziale inquinamento acustico.
- **Tempo a lungo termine (TL):** rappresenta un insieme sufficientemente ampio di TR all'interno del quale si valutano i valori di attenzione. La durata di TL è correlata alle variazioni dei fattori che influenzano la rumorosità di lungo periodo.
- **Tempo di riferimento (TR):** rappresenta il periodo della giornata all'interno del quale si eseguono le misure. La durata della giornata è articolata in due tempi di riferimento: quello diurno compreso tra le ore 6,00 e le ore 22,00 e quello notturno compreso tra le ore 22,00 e le ore 6,00.
- **Tempo di osservazione (TO):** è un periodo di tempo compreso in TR nel quale si verificano le condizioni di rumorosità che si intendono valutare.
- **Tempo di misura (TM):** all'interno di ciascun tempo di osservazione, si individuano uno o più tempi di misura (TM) di durata pari o minore del tempo di osservazione in funzione delle caratteristiche di variabilità del rumore ed in modo tale che la misura sia rappresentativa del fenomeno.



- **Livelli dei valori efficaci di pressione sonora ponderata «A»:**  $L_{AS}$ ,  $L_{AF}$ ,  $L_{AI}$ .  
Esprimono i valori efficaci in media logaritmica mobile della pressione sonora ponderata «A»  $L_{PA}$  secondo le costanti di tempo "slow" "fast", "impulse".
- **Livelli dei valori massimi di pressione sonora**  $L_{ASmax}$ ,  $L_{AFmax}$ ,  $L_{AImax}$ ,  
Esprimono i valori massimi della pressione sonora ponderata in curva «A» e costanti di tempo "slow", "fast", "impulse".
- **Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata «A»:**  $L_{Aeq,T}$ .  
valore del livello di pressione sonora ponderata «A» di un suono costante che, nel corso di un periodo specificato T, ha la medesima pressione quadratica media di un suono considerato, il cui livello varia in funzione del tempo:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[ \frac{1}{t_2 - t_1} \int_0^T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right] \text{ dB(A)}$$

dove  $L_{Aeq}$  è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata «A» considerato in un intervallo di tempo che inizia all'istante  $t_1$  e termina all'istante  $t_2$ ;  $p_A(t)$  è il valore istantaneo della pressione sonora ponderata «A» del segnale acustico in Pascal (Pa);  $p_0 = 20 \mu\text{ Pa}$  è la pressione sonora di riferimento.

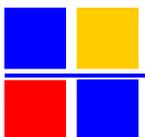
- **Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata «A»** relativo al tempo a lungo termine TL ( $L_{Aeq,TL}$ ): il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata «A» relativo al tempo a lungo termine ( $L_{Aeq,TL}$ ) può essere riferito:
  - a) valore medio su tutto il periodo, con riferimento al livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata «A» relativo a tutto il tempo TL, espresso dalla relazione:

$$L_{Aeq,TL} = 10 \log \left[ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0,1(L_{Aeq,TR})_i} \right] \text{ dB(A)}$$

essendo N i tempi di riferimento considerati;

- b) al singolo intervallo orario nei TR. In questo caso si individua un TM di un'ora all'interno del TO nel quale si svolge il fenomeno in esame. ( $L_{Aeq,TL}$ ) rappresenta il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata «A» risultante dalla somma degli M tempi di misura TM, espresso dalla seguente relazione:

$$L_{Aeq,TL} = 10 \log \left[ \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M 10^{0,1(L_{Aeq,TR})_i} \right] \text{ dB(A)}$$





dove  $i$  e' il singolo intervallo di 1 ora nell' $i$ -esimo TR. E' il livello che si confronta con i limiti di attenzione.

- **Livello sonoro di un singolo evento  $L_{AE}$  (SEL):** è dato dalla formula:

$$SEL = L_{AE} = 10 \log \left[ \frac{1}{t_0} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right] \text{ dB(A)}$$

dove:

$t_2 - t_1$  è un intervallo di tempo sufficientemente lungo da comprendere l'evento;

$t_0$  è la durata di riferimento (1 s).

- **Livello di rumore ambientale (LA):** è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato «A», prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. Il rumore ambientale e' costituito dall'insieme del rumore residuo e da quello prodotto dalle specifiche sorgenti disturbanti, con l'esclusione degli eventi sonori singolarmente identificabili di natura eccezionale rispetto al valore ambientale della zona.

È il livello che si confronta con i limiti massimi di esposizione:

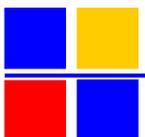
- nel caso dei limiti differenziali, è riferito a TM
- nel caso di limiti assoluti è riferito a TR

- **Livello di rumore residuo (LR):** è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato «A», che si rileva quando si esclude la specifica sorgente disturbante. Deve essere misurato con le identiche modalità impiegate per la misura del rumore ambientale e non deve contenere eventi sonori atipici.
- **Livello differenziale di rumore (LD):** differenza tra il livello di rumore ambientale. (LA) e quello di rumore residuo (LR):

$$LD = (LA - LR)$$

- **Livello di emissione:** è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato «A», dovuto alla sorgente specifica. È il livello che si confronta con i limiti di emissione.
- **Presenza di rumore a tempo parziale:** esclusivamente durante il tempo di riferimento relativo al periodo diurno, si prende in considerazione la presenza di rumore a tempo parziale, nel caso di persistenza del rumore stesso per un tempo totale non superiore ad un'ora.

Qualora il tempo parziale sia compreso in 1 h il valore del rumore ambientale, misurato in  $Leq(A)$  deve essere diminuito di 3 dB(A); qualora sia inferiore a 15 minuti il  $Leq(A)$  deve essere diminuito di 5 dB(A).





- **Fattore correttivo ( $K_i$ ):** è la correzione introdotta dB(A) per tener conto della presenza di rumori con componenti impulsive, tonali o di bassa frequenza il cui valore è di seguito indicato:
  - per la presenza di componenti impulsive  $KI = 3 \text{ dB}$
  - per la presenza di componenti tonali  $KT = 3 \text{ dB}$
  - per la presenza di componenti in bassa frequenza  $KB = 3 \text{ dB}$
- **Rilevamento strumentale dell'impulsività dell'evento:** ai fini del riconoscimento dell'impulsività di un evento, devono essere eseguiti i rilevamenti dei livelli  $L_{ASmax}$  e  $L_{AImax}$  per un tempo di misura adeguato; il rumore è considerato avente componenti impulsive quando sono verificate le condizioni seguenti:
  - l'evento è ripetitivo
  - la differenza fra  $L_{AImax}$  e  $L_{ASmax}$  è superiore a 6 dB
  - la durata dell'evento a  $-10 \text{ dB}$  dal valore  $L_{AFmax}$  è inferiore a 1 s
  - L'evento sonoro impulsivo si considera ripetitivo quando si verifica almeno 10 volte nell'arco di un'ora nel periodo diurno e almeno 2 volte nell'arco di un'ora nel periodo notturno. In queste condizioni il  $L_{Aeq,Tr}$  viene incrementato di un fattore  $K_I = 3 \text{ dBA}$
- **Riconoscimento di componenti tonali (CT) nel rumore:** deve essere effettuata un'analisi in frequenza per bande normalizzate di 1/3 di ottava, considerando esclusivamente le CT aventi carattere stazionario nel tempo e in frequenza.

L'analisi deve essere svolta nell'intervallo di frequenza compreso fra 20 Hz e 20 kHz. Si sarà in presenza di una CT se il livello minimo di una banda supera i livelli minimi delle bande adiacenti per almeno 5 dB; si applicherà il fattore correttivo  $KT = 3 \text{ dBA}$  soltanto se la CT tocca una isofonica uguale o superiore a quella più elevata raggiunta dalle altre componenti dello spettro (normativa tecnica di riferimento: ISO 266 Ed. 1987).
- **Presenza di componenti spettrali in bassa frequenza:** se l'analisi in frequenza svolta con le modalità di cui al punto precedente rileva la presenza di componenti tonali tali da consentire l'applicazione del fattore correttivo  $KT$  nell'intervallo di frequenze compreso fra 20 Hz e 200 Hz, si applica anche il fattore correttivo  $KB = 3 \text{ dB}$ , esclusivamente nel tempo di riferimento notturno.

**Correzione del Livello di Rumore Ambientale**

Condizioni da verificare	Fattore Correttivo K
Presenza di componenti impulsive	$KI = 3 \text{ dB(A)}$
Presenza di componenti tonali	$KT = 3 \text{ dB(A)}$



Presenza di componenti tonali in bassa frequenza
--

KB = 3 dB(A)
--------------

Si perverrà pertanto al livello di rumore corretto, dato dalla formula seguente:

$$\text{Livello di rumore corretto LC} = \text{LA} + \text{KI} + \text{KT} + \text{KB}$$

Tale livello di rumore corretto andrà confrontato con i limiti di zona, indicati dalla normativa vigente ex Art.2 comma 1 del D.P.C.M. 01.03.1991 e D.P.C.M. 14 Novembre 1997).

## **12.2. La norma ISO 9613-2 per il calcolo della propagazione acustica in ambiente esterno**

Nella presente valutazione di impatto acustico verrà utilizzata la norma internazionale ISO 9613-2, dedicata alla modellazione della propagazione acustica nell'ambiente esterno.

È una norma di tipo ingegneristico rivolta alla previsione dei livelli sonori sul territorio, che prende origine da una esigenza nata dalla norma ISO 1996 del 1987, che richiedeva la valutazione del livello equivalente ponderato "A" in condizioni meteorologiche "favorevoli alla propagazione del suono<sup>1</sup>"; la norma ISO 9613 permette, in aggiunta, il calcolo dei livelli sonori equivalenti "sul lungo periodo" tramite una correzione forfettaria.

La prima parte della norma (ISO 9613-1) tratta esclusivamente il problema del calcolo dell'assorbimento acustico atmosferico, mentre la seconda parte (ISO 9613-2) tratta in modo complessivo il calcolo dell'attenuazione acustica dovuta a tutti i fenomeni fisici di rilevanza più comune, ossia:

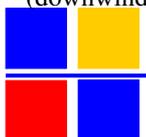
- la divergenza geometrica;
- l'assorbimento atmosferico;
- l'effetto del terreno: Le riflessioni da parte di superfici di vario genere;
- l'effetto schermante di ostacoli;
- l'effetto della vegetazione e di altre tipiche presenze (case, siti industriali).

La norma ISO, come abbiamo già rimarcato, non si addentra nella definizione delle sorgenti, ma specifica unicamente criteri per la riduzione di sorgenti di vario tipo a sorgenti puntiformi.

In particolare, viene specificato come sia possibile utilizzare una sorgente puntiforme solo qualora sia rispettato il seguente criterio:

$$d > 2 H_{\max}$$

<sup>1</sup> È noto che le condizioni favorevoli alla propagazione del suono sono assimilabili a condizioni di "sotto-vento" (downwind, DW) e di inversione termica.





dove  $d$  è la distanza reciproca fra la sorgente e l'ipotetico ricevitore, mentre  $H_{\max}$  è la dimensione maggiore della sorgente.

L'equazione che permette di determinare il livello sonoro  $L_{AT(DW)}$  in condizioni favorevoli alla propagazione (secondo la direzione del vento) in ogni punto ricevitore è la seguente:

$$L_{AT(DW)} = Lw + Dc - A$$

dove  $Lw$  è la potenza sonora della sorgente (espressa in bande di frequenza di ottava) generata dalla generica sorgente puntiforme,  $Dc$  è la correzione per la direttività della sorgente e  $A$  l'attenuazione dovuti ai diversi fenomeni fisici di cui sopra, espressa da:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}$$

dove:

- $A_{div}$  = attenuazione per la divergenza geometrica valutabile secondo la relazione:

$$A_{div} = 20 \log \left( \frac{d}{d_0} \right) + 11$$

Dove  $d$  è la distanza tra recettore e sorgente e  $d_0$  è la distanza di riferimento pari a 1 m

- $A_{atm}$  = attenuazione per l'assorbimento atmosferico valutabile secondo la relazione:

$$A_{atm} = \frac{\alpha \cdot d}{1000}$$

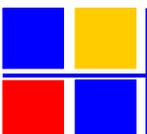
Dove  $d$  è la distanza tra recettore e sorgente  $\alpha$  è coefficiente di attenuazione atmosferica  $\alpha$  in decibel per km in funzione di temperatura e umidità relativa

- $A_{gr}$  = attenuazione per effetto del terreno, valutabile in maniera globale secondo la relazione (valida per terreno prevalentemente poroso)

$$A_{ground} = 4.8 - \left( \frac{2h_m}{d} \right) \left[ 17 + \left( \frac{300}{d} \right) \right]$$

Dove  $d$  è la distanza tra recettore e sorgente e  $h_m$  indica l'altezza media della propagazione sul suolo

- $A_{bar}$  = l'attenuazione dovuta alla presenza di schermature o barriere,





- $A_{\text{misc}}$  = l'attenuazione dovuta ad altri effetti non compresi in quelli precedenti (quali temperatura e velocità del vento, attraversamento di vegetazione, attraversamento siti industriali e residenziali)

Per quanto riguarda le attenuazioni aggiuntive dovute alla presenza di vegetazione, di siti industriali o di gruppi di case, la ISO 9613 propone alcune relazioni empiriche per il calcolo, che pur avendo una limitata validità possono essere utili in casi particolari.

La norma ISO 9613-2 è stata implementata nel modello di calcolo utilizzato per la presente valutazione.

### 12.3. Basi teoriche dell'algoritmo di calcolo

L'algoritmo di calcolo si fonda su considerazioni tipiche dell'acustica tecnica e sull'impiego di alcune grandezze caratteristiche quali la potenza, l'intensità e l'impedenza acustica (dalle quali, tramite opportuni calcoli, si risale al livello di pressione sonora, cioè al rumore), la direttività delle sorgenti di rumore e le modalità di diffusione della potenza acustica nello spazio.

Viene inoltre considerata l'attenuazione del rumore nella sua propagazione nello spazio in seguito alla distanza, alle caratteristiche del mezzo e alla presenza di ostacoli naturali e artificiali.

Vengono infine introdotti gli effetti conseguenti al gradiente termico, al vento e alla turbolenza atmosferica.

### 12.4. Terminologia

La potenza sonora viene espressa come livello in dB, relativamente ad un certo livello di riferimento:

$$L_w = 10 \log_{10} \frac{W}{W_0}$$

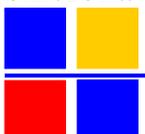
dove  $W_0$  è il livello di riferimento stabilito in  $10^{-12}$  W

La potenza acustica è una caratteristica della sorgente, non varia con la distanza, essendo il prodotto della intensità per la superficie di propagazione.

La potenza acustica per una sorgente omnidirezionale è altresì espressa dalla relazione

$$W = SI$$

che rappresenta il prodotto della intensità acustica (I) in un punto qualunque intorno alla sorgente, alla distanza "d" volte la superficie della sfera di propagazione (S), il cui raggio sia la distanza "d" stessa. Essa rappresenta l'energia irradiata in tutte le direzioni nell'unità di tempo ed è data dalla somma delle intensità acustiche locali sulla superficie sincrona di propagazione:





$$W = \int_S i_{\delta a}$$

- dove: W = potenza acustica  
 S = superficie della sfera di raggio d  
 $i_{\delta a}$  = intensità sull'area infinitesima  $\delta a$

Attraverso opportuni calcoli può essere determinato il livello di pressione sonora in dBA che può attendersi in qualunque punto riportato sul terreno.

Il calcolo effettuato tiene conto della reale posizione geografica di ciascuna sorgente sonora, ipotizzata e descritta, e di ciascun punto di riferimento nel quale si voglia stimare il livello dell'emissione sonora dell'insieme dei macchinari.

L'algoritmo di calcolo tiene evidentemente conto della rumorosità specifica generata dalle potenziali apparecchiature rumorose in massimo regime di funzionamento. L'intensità acustica è data dalla seguente relazione:

$$I = \frac{W}{S}$$

L'intensità acustica di ciascuna unità di trattamento aria, calcolata sui dati di pressione sonora rilevati in prossimità della macchina forniti dal costruttore attraverso appositi test fonometrici, definisce la quantità di energia che passa nell'unità di tempo attraverso l'unità di superficie; si esprime in  $W/m^2$  ed è data dalla seguente relazione:

$$I = \frac{p^2}{Z} (W/m^2)$$

dove:

- p = pressione acustica (PA)  
 Z =  $\rho c$  rappresenta l'impedenza acustica del mezzo ( $Kg/m^2s$ ) cioè la resistenza che la sorgente deve vincere per mettere in vibrazione il mezzo  
 I = intensità acustica ( $W/m^2$ )  
 $\rho$  = massa volumica del mezzo ( $Kg/m^3$ )

Una sorgente di rumore può irradiare la stessa quantità di energia acustica in tutte le direzioni dello spazio (sorgente omnidirezionale) o può irradiarne quantità diverse nelle varie direzioni (sorgente direttiva). L'intensità acustica media ( $I_m$ ) viene ricavata da più misure fatte intorno alla sorgente, alla distanza "d" volte la superficie della sfera o



semisfera di propagazione (S) il cui raggio sia la distanza “d”. La potenza sonora di una sorgente direttiva sarà pertanto pari a

$$W = I_m S$$

Il fattore di direttività  $Q_\theta$ , è il rapporto fra il quadrato della pressione sonora  $p_\theta$ , misurata ad un angolo  $\theta$ , ad una distanza “d” dalla sorgente e il quadrato della pressione sonora  $p_1$ , misurata alla stessa distanza di una sorgente omnidirezionale che emette la stessa potenza sonora (ovvero la pressione sonora calcolata sull'intensità acustica media  $I_m$ ):

$$Q_\theta = \frac{p_\theta^2}{p_1^2} = \frac{10^{(L_{p\theta} - L_{p1})}}{10^{(L_{ps} - L_{p1})}}$$

In questo caso l'intensità acustica alla distanza “d” dalla sorgente ad un angolo  $\theta$  sarà data da:

$$I = \frac{W Q_\theta}{S}$$

e l'indice di direttività sarà dato da:

$$DI_\theta = 10 \log Q_\theta$$

### **12.5. Diffusione acustica in campo libero**

Se consideriamo le onde longitudinali e sferiche emesse da una sorgente puntiforme S in un mezzo omogeneo, si osserva che l'energia che si irradia è, in un certo punto  $P_1$  a distanza  $d_1$ , distribuita sulla sfera di centro S e raggio  $d_1$ ; in un punto  $P_2$  posto a maggiore distanza  $d_2$ , la stessa energia è distribuita sulla superficie della sfera di centro S e raggio  $d_2$ . La superficie di una sfera è proporzionale al quadrato del suo raggio, per cui l'intensità dell'onda sarà inversamente proporzionale al quadrato della distanza dalla sorgente; pertanto, se in  $P_1$  l'intensità vale  $I_1$ , il suo valore  $I_2$  in  $P_2$  è legato a  $I_1$  dalla relazione:

$$\frac{I_1}{I_2} = \left( \frac{d_2}{d_1} \right)^2$$

Nel considerare la direttività delle sorgenti si deve tenere presente che le relative onde sonore si propagheranno inizialmente secondo fronti d'onda cilindrici, ma all'aumentare della distanza la propagazione avverrà secondo fronti d'onda sferici. La transizione avverrà in modo progressivo ed a una prevista distanza dalla sorgente, ottenibile mediante il seguente rapporto, in cui  $l$  è la lunghezza della sorgente:

$$d = \frac{l}{\pi}$$



Nel campo vicino alla sorgente ( $d < 1/\pi$ ) la diminuzione del livello sonoro è uguale a 3 dB per ogni raddoppio della distanza e 6 dB nel campo lontano ( $d > 1/\pi$ ). Calcolando l'intensità acustica in un punto qualsiasi della mappa dovuta alla risultante della somma dell'energia sonora di ciascuna macchina in relazione alla sua distanza dal punto di riferimento, si risale al corrispondente livello sonoro atteso.

Oltre all'attenuazione dovuta alla diminuzione dell'intensità acustica all'aumentare del raggio della superficie sincrona sferica di propagazione, vi sono fattori di attenuazione che la tecnica acustica considera, quali:

- attenuazione dovuta alla resistività dell'aria
- attenuazione dovuta al potere fonoassorbente dell'aria
- attenuazione dovuta al potere fonoassorbente della pioggia, della neve, della nebbia;
- attenuazione dovuta alla vegetazione;
- attenuazione dovuta al vento, al gradiente termico, alla turbolenza atmosferica;
- attenuazione dovuta alla presenza di ostacoli naturali e artificiali offerti dai fabbricati;

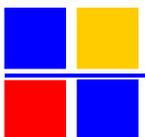
Solamente alcuni di questi termini devono essere tenuti in considerazione e cioè l'assorbimento dell'aria, degli ostacoli e la vegetazione previsti. Tutti gli altri termini di riduzione infatti, si riferiscono a particolari situazioni meteorologiche che in acustica non devono essere prese in considerazione se non in casi in cui esse rappresentano la normalità della situazione.

- **L'attenuazione del suono dovuta al potere fonoassorbente dell'aria** può essere calcolata per una temperatura di 20 °C mediante l'espressione:

$$A = 7,4 \frac{f^2 d}{\theta} 10^{-8}$$

dove con  $f$  si indica il valore centrale della banda di frequenza considerata (convenzionalmente adottata in 500 Hz), con  $\theta$  l'umidità relativa (%) e con  $d$  la distanza tra la sorgente ed il punto di ascolto considerato.

- **L'attenuazione del suono dovuta alla vegetazione** sarà tanto maggiore quanto più fitta sarà la vegetazione stessa e dipenderà direttamente dalla frequenza del suono in esame; essa potrà essere calcolata mediante la seguente espressione:
  - $A = (0,18 \log f - 0,31) d$  (per erba o cespugli)
  - $A = (0,01 f^{1/3}) d$  (per foreste)





dove con  $f$  si indica il valore centrale della banda di frequenza considerata e con  $d$  la lunghezza della vegetazione considerata (m).

- **L'attenuazione dovuta alla presenza di ostacoli naturali** (fabbricati interni e muri di confine) può essere determinata conoscendo i parametri geometrici dell'ostacolo stesso. Conoscendo la distanza fra il punto d'ascolto considerato e l'ostacolo, l'altezza efficace dell'ostacolo e la distanza fra la sorgente e l'ostacolo stesso, si può calcolare una frequenza, detta caratteristica, e trovare l'attenuazione offerta dall'ostacolo stesso.

La frequenza caratteristica andrà calcolata mediante la seguente espressione :

$$f_1 = \frac{ac}{2H^2}$$

dove :

- a : indica la distanza sorgente-ostacolo
- c : indica la velocità del suono (m/s)
- H : indica l'altezza efficace dell'ostacolo

Altri fattori che concorrono alla variabilità della propagazione sonora nell'aria e conseguenti effetti anomali sono la temperatura e la presenza del vento.

La velocità del suono "c" è legata alla temperatura assoluta dell'aria, secondo la seguente relazione:

$$c = \sqrt{\frac{\gamma P_0}{\rho_0}} = \sqrt{\gamma \frac{R}{M} T}$$

- dove: R è la costante dei gas perfetti (= 8,314 MKS)
- M è la massa molecolare (= 0,029 per l'aria)
- T è la temperatura assoluta in °K
- $\gamma$  è il rapporto tra i calori specifici  $c_p$  e  $c_v$  (=1,4)

Pertanto: 
$$c = \sqrt{\frac{1,4 * 8,314 * T}{0,29}} = 20,05\sqrt{T} \cong 331,4 + 0,6t(\text{m/s})$$

che rappresenta la velocità del suono in aria secca, alla pressione atmosferica e alla temperatura centigrada  $t$  (°C).



Come la temperatura, anche il vento ha una azione perturbatrice sulla propagazione sonora, nel senso che questa risulta favorita oppure ostacolata a seconda che il punto di ascolto si trovi sottovento (ossia dalla parte in cui spirava il vento) o sopravvento (ossia dalla parte da cui il vento proviene). Ciò deriva dal fatto che in ogni punto della superficie d'onda la perturbazione si trasmette con una velocità che è la risultante vettoriale della velocità di propagazione in aria calma e della velocità del vento nel punto considerato. Naturalmente nella realtà le cose non sono così semplici poiché la sua direzione, soggetta a fenomeni vorticosi e turbolenze, subisce continue modificazioni.

### 12.6. Modello di previsione

L'impatto acustico nel territorio circostante l'infrastruttura in esame in progetto viene valutato in via previsionale mediante l'effettuazione di simulazioni di calcolo che possano consentire la ricostruzione delle emissioni acustiche connesse con l'esercizio dell'attività prevista.

La modellazione del territorio, e delle successive mappe acustiche, è stata effettuata mediante utilizzo software NoiseModelling v4.0.

NoiseModelling è uno strumento open source progettato per produrre mappe acustiche ambientali realizzato da CNRS (Centre national de la recherche scientifique) e dall'Università Gustave Eiffel. NoiseModelling implementa il metodo standard UE per la valutazione delle emissioni acustiche **CNOSSOS-EU**.

I dati di base ed i risultati sono georeferenziati e sono stati ripotati su applicativo GIS per migliorarne la leggibilità.

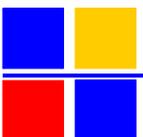
Il modello considera su ogni punto recettore  $P_i$  il contributo della Sorgente  $j$ -esima ( $S_j$ ).

Le sorgenti sono state modellate come sorgenti aventi fattore di direttività corrispondente alla loro ipotesi di installazione:



Figura 25: Rappresentazione dei fattori di direttività

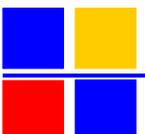
Successivamente il contributo nel **singolo punto i-esimo** di tutte le sorgenti viene sommato per ottenere il **Livello Sonoro Specifico atteso ( $L_{pitot}$ ) nel Punto i-esimo**.





Tale valore viene poi sommato al Livello Ambientale (LA), stimato mediante le misure sul posto ovvero ipotizzato ove non fosse possibile rilevarlo direttamente, attuale per ottenere il **Livello Ambientale previsto (LA')** presso il singolo punto recettore.

Il Livello Ambientale previsto viene confrontato con il Limite di Immissione di Zona e viene calcolato il valore del **Livello Differenziale ( $LD_i = LA_i' - LA$ )** per verificare la conformità alle prescrizioni di legge. La verifica è positiva solo se sono contemporaneamente verificati il Limite di immissione relativo alla Zona ed il Valore Differenziale.





## 14. RISULTATI DEL MODELLO DI CALCOLO

### 14.1. Fase di Esercizio

La schematizzazione del modello avviene mediante la considerazione della peggiore situazione possibile in relazione alle attività considerate. È stato considerato il livello di emissione massimo previsto in relazione alle condizioni operative e di vento.

Nella tavola 1 allegata viene rappresentato l'intero modello di previsione per le aree del Parco Eolico che sono di seguito sintetizzate.

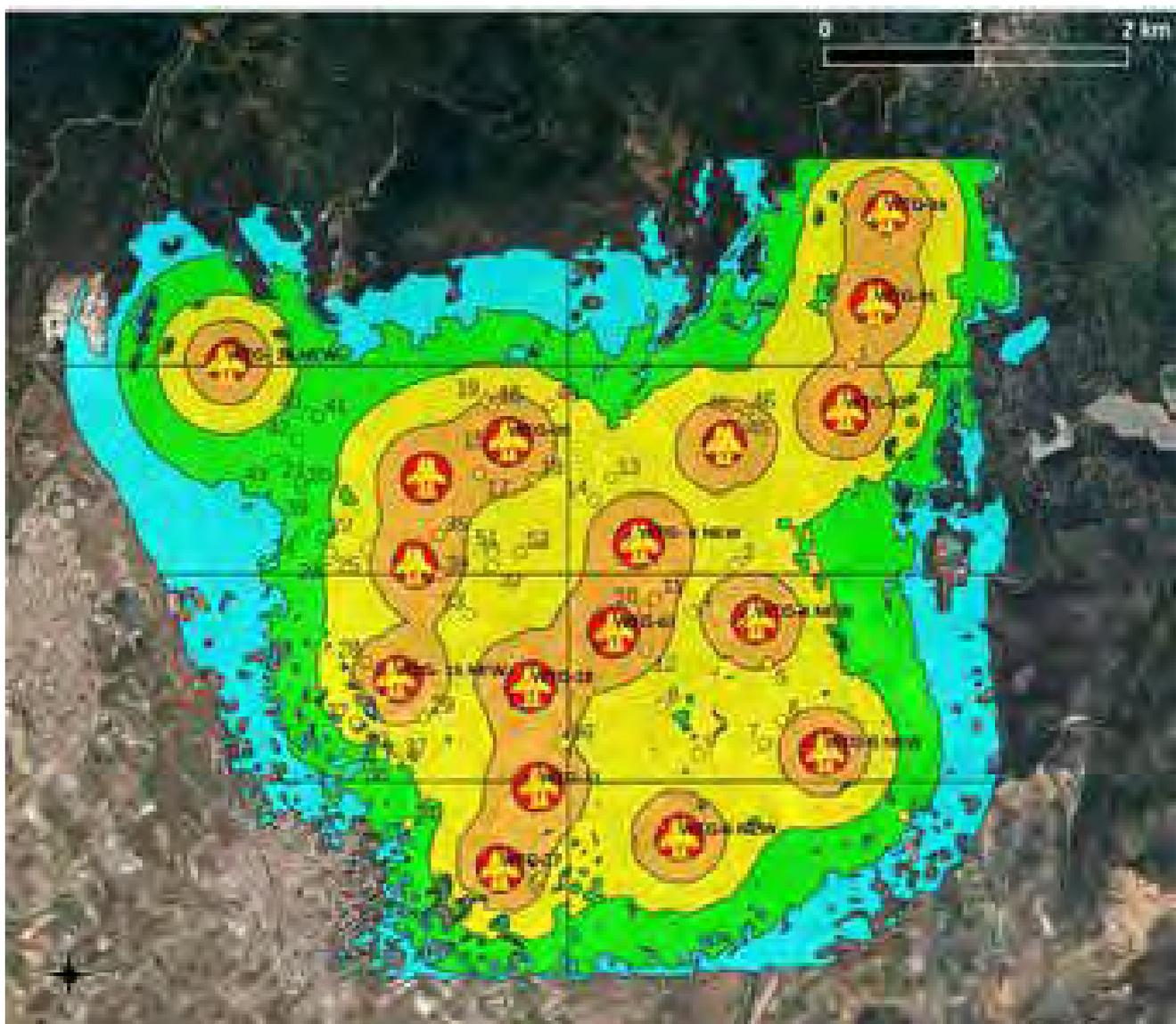
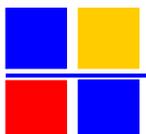


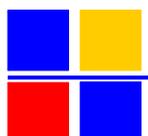
Figura 26: Schematizzazione modello di calcolo per la fase di esercizio





Di seguito sono forniti i dati di riferimento relative alle sorgenti considerate (le coordinate piane sono riferite al sistema di riferimento UTM fuso 32) che possono funzionare indifferentemente in periodo diurno ed in periodo notturno:

Codice	x (m)	y (m)	h (m)	Lwj (dBA)
WTG-01	523452	4352514	114	105
WTG-02	523252	4351806	114	105
WTG-03 NEW	522451	4351591	114	105
WTG-4 NEW	522666	4350408	114	105
WTG-5 NEW	523121	4349535	114	105
WTG-6 NEW	522160	4348954	114	105
WTG-07	521730	4350338	114	105
WTG- 8 NEW	521895	4350931	114	105
WTG-09	521031	4351615	114	105
WTG-10	521183	4349976	114	105
WTG-11	521234	4349300	114	105
WTG- 12 NEW	520405	4350775	114	105
WTG-13 NEW	520485	4351376	114	105
WTG- 14 NEW	519172	4352122	114	105
WTG- 15 NEW	520285	4350019	114	105
WTG-16	523520	4353131	114	105
WTG-17	520975	4348754	114	105





**VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO**

PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 122,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI SINNAI, MARACALAGONIS, QUARTUCCIU, SETTIMO SAN PIETRO E SELARGIUS (CA)

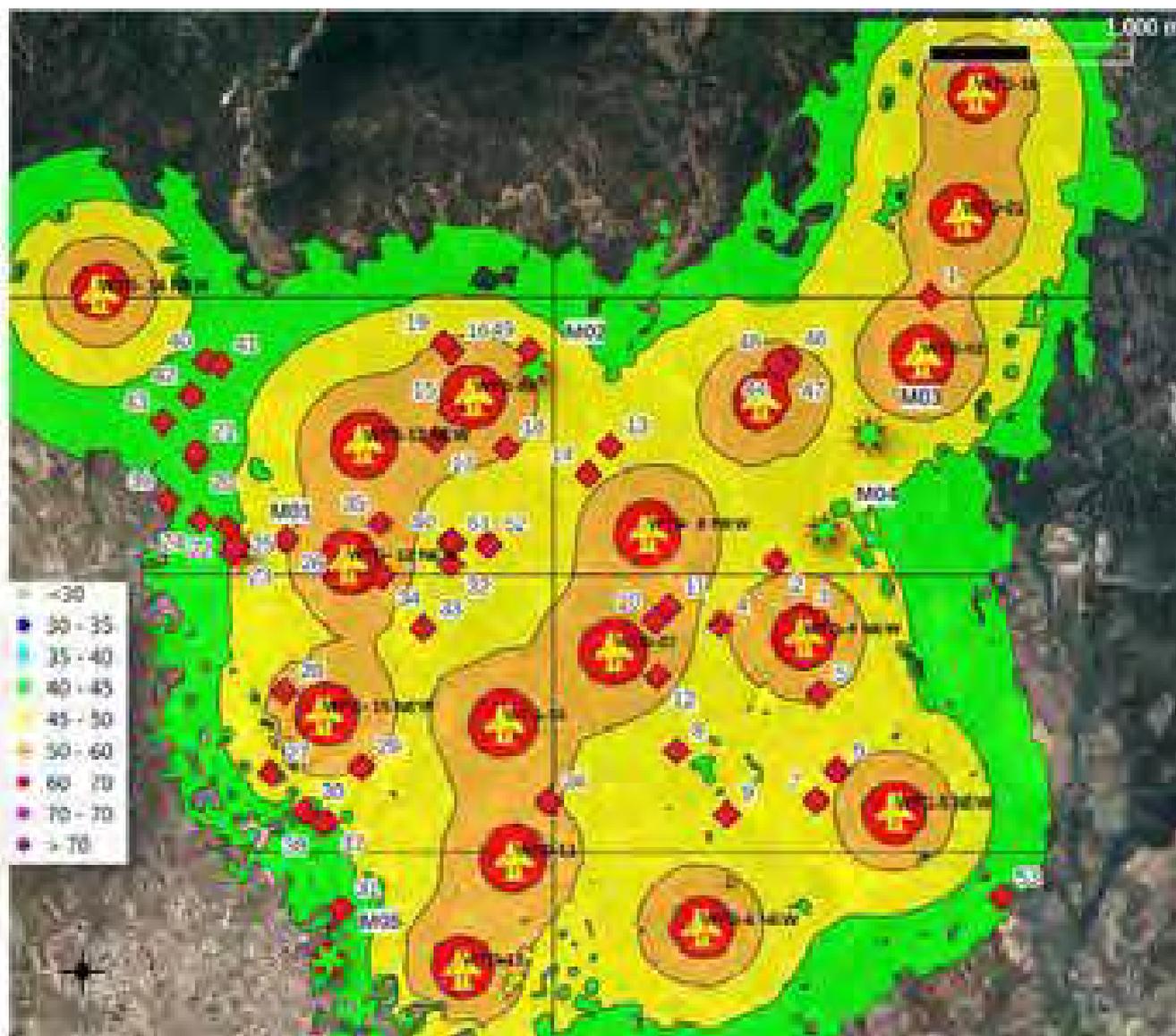
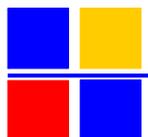


Figura 27: Risultati dell'elaborazione del modello di calcolo relativo all'esercizio del Parco Eolico presso i recettori nella modalità di funzionamento massimo (SO1)

Relativamente all'esercizio delle cabine elettriche viene effettuata una elaborazione separata modellando gli elementi sorgenti potenzialmente presenti in relazione alla loro emissione prevista. Si assume che una cabina elettrica abbia una emissione, relativa all'esercizio delle apparecchiature elettriche, pari 95 dBA come Potenza Sonora.



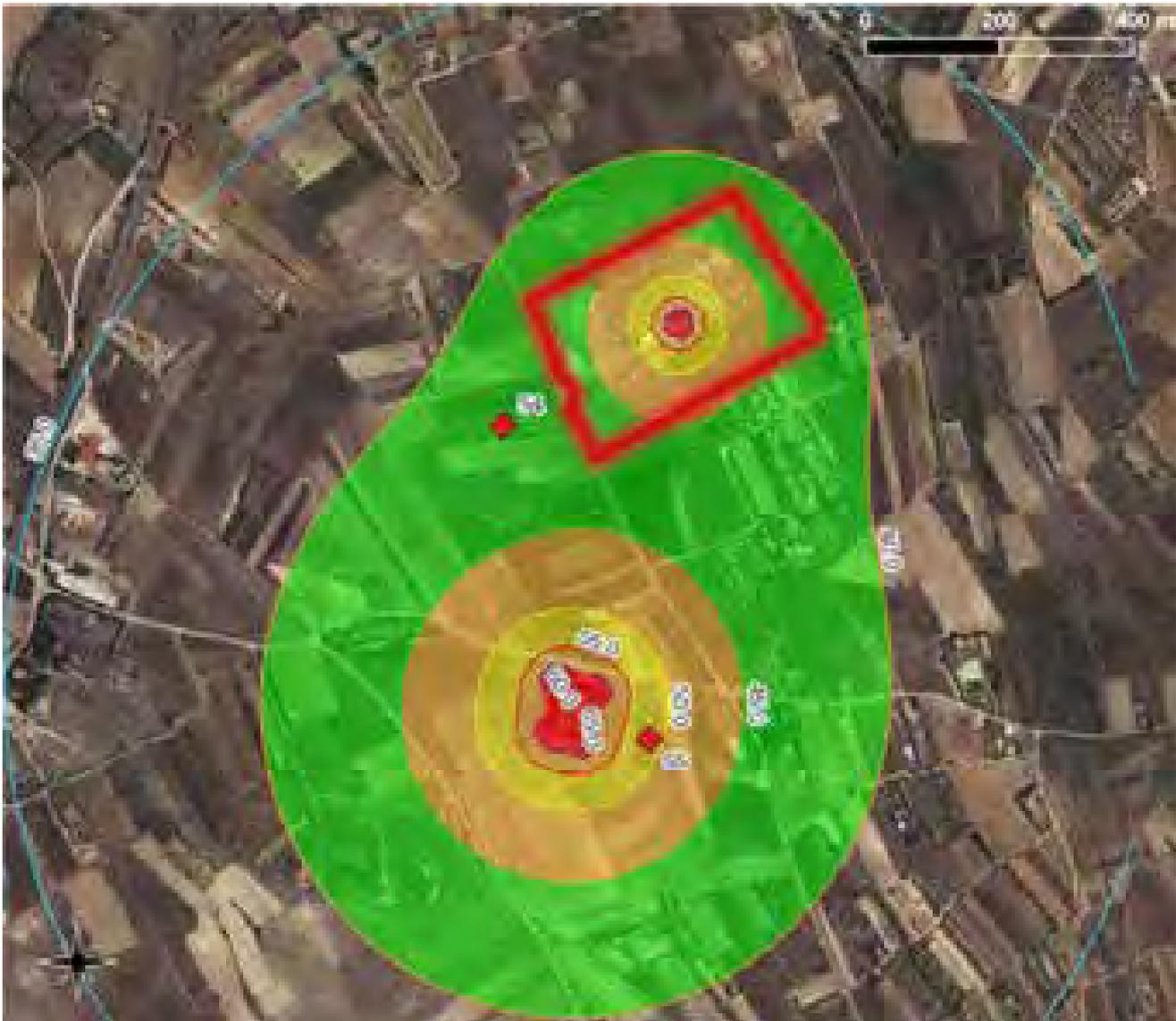
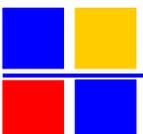


Figura 28: Risultati dell'elaborazione del modello di calcolo relativo all'esercizio delle cabine elettriche

Sono di seguito presentati i risultati ottenuti dal modello di calcolo derivante dall'implementazione del modello di calcolo secondo ISO 9613-2 per distanze successive dalla sorgente nelle due situazioni di funzionamento ipotizzate relative al periodo diurno ed al periodo notturno.

Dall'esame delle isofoniche si evince che presso i recettori (R54 e R55) non saranno superati i valori limite di emissione della classe terza (60 dBA in periodo diurno e 50 dBA in periodo notturno) e non saranno superati i valori limite differenziale.



**VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO**

PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 122,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI SINNAI, MARACALAGONIS, QUARTUCCIU, SETTIMO SAN PIETRO E SELARGIUS (CA)

**14.1.2. Livello ai recettori previsto nel Periodo Diurno**

ID	Livello Specifico L <sub>Pitot</sub>	Livello Ambientale Previsto LA'	Valutazione Livello di Immissione	Livello Differenziale Previsto LD'	Valutazione Livelli Differenziali di Immissione
1	51,3	53,73	conforme	3,73	conforme
2	48,8	52,44	conforme	2,44	conforme
3	56,8	57,60	conforme	7,60	non conforme
4	49,7	52,85	conforme	2,85	conforme
5	50,2	53,13	conforme	3,13	conforme
6	48,2	52,19	conforme	2,19	conforme
7	48,2	52,19	conforme	2,19	conforme
8	46,9	51,73	conforme	1,73	conforme
9	45,3	51,26	conforme	1,26	conforme
10	52,7	54,55	conforme	4,55	conforme
11	51,4	53,78	conforme	3,78	conforme
12	52,3	54,31	conforme	4,31	conforme
13	47,8	52,05	conforme	2,05	conforme
14	48,7	52,40	conforme	2,40	conforme
15	56,0	57,01	conforme	7,01	non conforme
16	51,7	53,97	conforme	3,97	conforme
17	52,3	54,30	conforme	4,30	conforme
18	50,6	53,30	conforme	3,30	conforme
19	50,3	53,14	conforme	3,14	conforme
20	42,9	50,77	conforme	0,77	conforme
21	42,9	50,77	conforme	0,77	conforme
22	44,7	51,12	conforme	1,12	conforme
23	45,3	51,26	conforme	1,26	conforme
24	43,1	50,81	conforme	0,81	conforme
25	45,4	51,29	conforme	1,29	conforme
26	49,5	52,78	conforme	2,78	conforme
27	47,2	51,85	conforme	1,85	conforme
28	51,7	53,96	conforme	3,96	conforme
29	45,2	51,23	conforme	1,23	conforme
30	45,2	51,23	conforme	1,23	conforme
31	45,3	51,26	conforme	1,26	conforme
32	48,0	52,11	conforme	2,11	conforme
33	47,7	51,99	conforme	1,99	conforme
34	53,9	55,41	conforme	5,41	non conforme
35	52,5	54,42	conforme	4,42	conforme
36	49,3	52,66	conforme	2,66	conforme
37	45,3	51,26	conforme	1,26	conforme
38	45,6	51,35	conforme	1,35	conforme
39	36,8	50,20	conforme	0,20	conforme
40	43,6	50,90	conforme	0,90	conforme
41	43,7	50,91	conforme	0,91	conforme
42	43,4	50,86	conforme	0,86	conforme
43	42,2	50,67	conforme	0,67	conforme
44	52,8	54,64	conforme	4,64	conforme
45	52,3	54,32	conforme	4,32	conforme

**VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO**

PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 122,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI SINNAI, MARACALAGONIS, QUARTUCCIU, SETTIMO SAN PIETRO E SELARGIUS (CA)

ID	Livello Specifico $L_{Pitot}$	Livello Ambientale Previsto $LA'$	Valutazione Livello di Immissione	Livello Differenziale Previsto $LD'$	Valutazione Livelli Differenziali di Immissione
46	51,3	53,71	conforme	3,71	conforme
47	52,6	54,48	conforme	4,48	conforme
48	53,0	54,73	conforme	4,73	conforme
49	48,6	52,37	conforme	2,37	conforme
50	48,1	52,18	conforme	2,18	conforme
51	48,1	52,15	conforme	2,15	conforme
52	47,3	51,86	conforme	1,86	conforme
53	46,9	51,73	conforme	1,73	conforme
54	51,3	53,73	conforme	3,73	conforme
55	48,8	52,44	conforme	2,44	conforme

Come si evince dai dati del modello di calcolo il funzionamento del Parco Eolico, ipotizzato al massimo regime di funzionamento, **NON** implicherà una modifica sostanziale dei livelli di rumore ambientale presenti e **NON** genereranno un superamento dei valori limite immissione relativi alla zona acustica ospite ipotizzata (classe III) e **NON** genererà superamento del valore limite differenziale nel periodo diurno (22-06).

Limitati superamenti possono essere previsti in alcuni punti più prossimi ai recettori ma che possono essere gestiti mediante misurazioni in fase di collaudo acustico dell'opera terminata che potranno anche essere risolti attraverso la modifica dei regimi di funzionamento.

#### 14.1.3. Livello ai recettori previsto nel Periodo Notturno

ID	Livello Specifico $L_{Pitot}$	Livello Ambientale Previsto $LA'$	Valutazione Livello di Immissione	Livello Differenziale Previsto $LD'$	Valutazione Livelli Differenziali di Immissione
1	51,3	52,2	non conforme	7,24	non conforme
2	48,8	50,3	non conforme	5,30	non conforme
3	56,8	57,0	non conforme	12,05	non conforme
4	49,7	51,0	non conforme	5,95	non conforme
5	50,2	51,4	non conforme	6,37	non conforme
6	48,2	49,9	conforme	4,87	non conforme
7	48,2	49,9	conforme	4,87	non conforme
8	46,9	49,1	conforme	4,07	non conforme
9	45,3	48,1	conforme	3,14	non conforme
10	52,7	53,4	non conforme	8,36	non conforme
11	51,4	52,3	non conforme	7,31	non conforme
12	52,3	53,0	non conforme	8,04	non conforme
13	47,8	49,6	conforme	4,63	non conforme
14	48,7	50,2	non conforme	5,22	non conforme
15	56,0	56,4	non conforme	11,37	non conforme
16	51,7	52,6	non conforme	7,57	non conforme



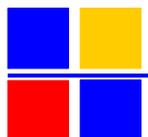
## VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO

PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 122,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI SINNAI, MARACALAGONIS, QUARTUCCIU, SETTIMO SAN PIETRO E SELARGIUS (CA)

ID	Livello Specifico $L_{Pitot}$	Livello Ambientale Previsto $LA'$	Valutazione Livello di Immissione	Livello Differenziale Previsto $LD'$	Valutazione Livelli Differenziali di Immissione
17	52,3	53,0	non conforme	8,02	non conforme
18	50,6	51,6	non conforme	6,63	non conforme
19	50,3	51,4	non conforme	6,38	non conforme
20	42,9	47,1	conforme	2,07	conforme
21	42,9	47,1	conforme	2,08	conforme
22	44,7	47,9	conforme	2,85	conforme
23	45,3	48,1	conforme	3,15	non conforme
24	43,1	47,2	conforme	2,16	conforme
25	45,4	48,2	conforme	3,20	non conforme
26	49,5	50,8	non conforme	5,84	non conforme
27	47,2	49,3	conforme	4,27	non conforme
28	51,7	52,6	non conforme	7,57	non conforme
29	45,2	48,1	conforme	3,10	non conforme
30	45,2	48,1	conforme	3,10	non conforme
31	45,3	48,2	conforme	3,16	non conforme
32	48,0	49,7	conforme	4,73	non conforme
33	47,7	49,5	conforme	4,53	non conforme
34	53,9	54,5	non conforme	9,46	non conforme
35	52,5	53,2	non conforme	8,19	non conforme
36	49,3	50,6	non conforme	5,64	non conforme
37	45,3	48,2	conforme	3,16	non conforme
38	45,6	48,3	conforme	3,32	non conforme
39	36,8	45,6	conforme	0,61	conforme
40	43,6	47,4	conforme	2,37	conforme
41	43,7	47,4	conforme	2,40	conforme
42	43,4	47,3	conforme	2,29	conforme
43	42,2	46,8	conforme	1,83	conforme
44	52,8	53,5	non conforme	8,48	non conforme
45	52,3	53,1	non conforme	8,06	non conforme
46	51,3	52,2	non conforme	7,21	non conforme
47	52,6	53,3	non conforme	8,26	non conforme
48	53,0	53,6	non conforme	8,60	non conforme
49	48,6	50,2	non conforme	5,18	non conforme
50	48,1	49,9	conforme	4,86	non conforme
51	48,1	49,8	conforme	4,80	non conforme
52	47,3	49,3	conforme	4,29	non conforme
53	46,9	49,1	conforme	4,07	non conforme

**Come si evince dai dati del modello di calcolo il funzionamento del Parco Eolico in periodo notturno potrà produrre superamento dei valori Limite di Immissione e del Valori Limite Differenziali in relazione al Regime di funzionamento massimo ipotizzato.**

È tuttavia possibile, mediante attività di collaudo in opera, regolare il funzionamento degli aerogeneratori in modo che si possano fa rientrare dei superamenti locali riducendo





i regimi di funzionamento qualora si riscontrassero dei superamenti nelle fasi di collaudo.

È stata calcolata una seconda mappa di previsione con riferimento al regime minimo di funzionamento SO8 che evidenzia la possibilità di gestione delle emissioni.

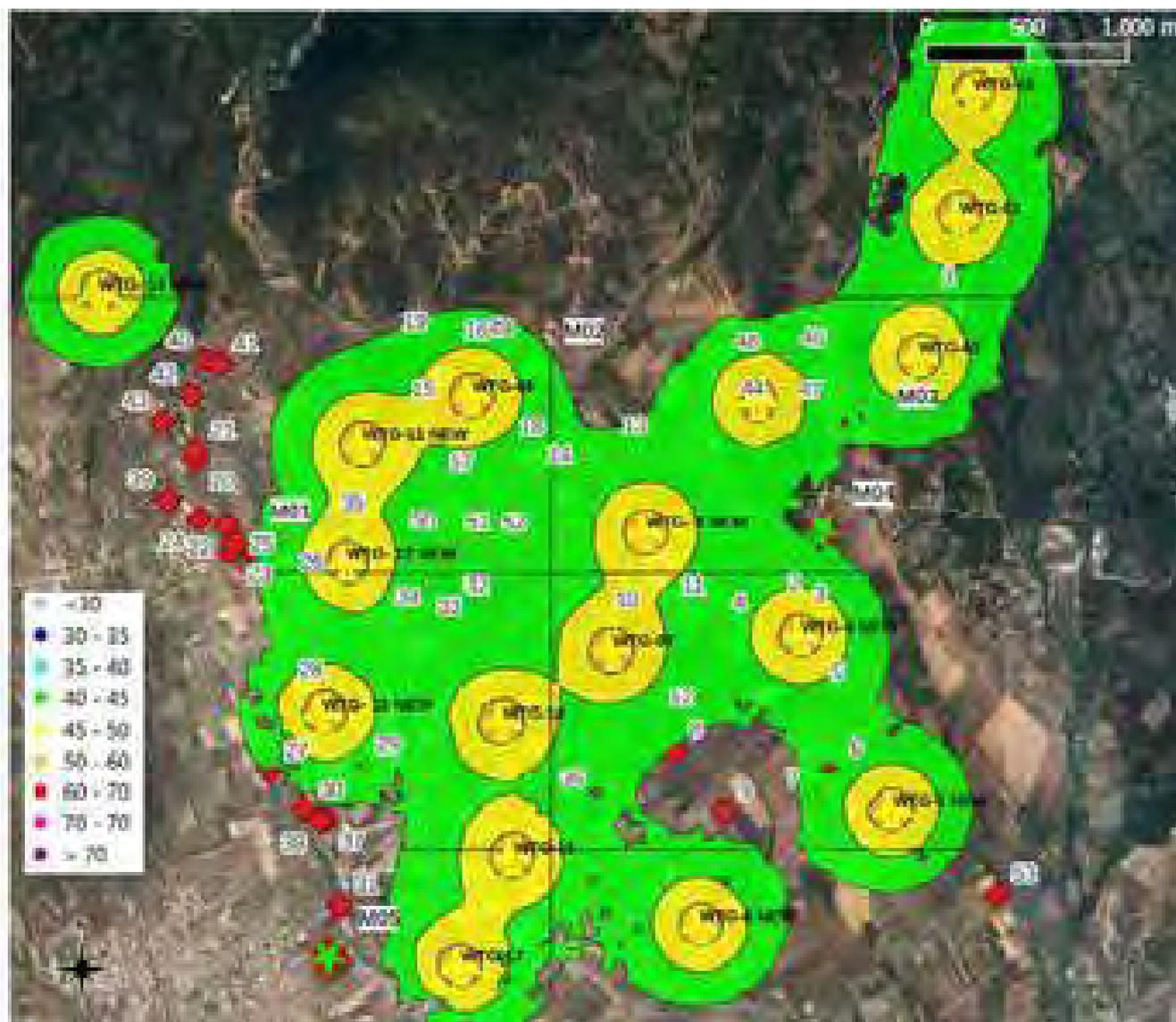
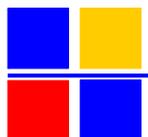


Figura 29: Risultati dell'elaborazione del modello di calcolo relativo all'esercizio del Parco Eolico presso i recettori nella modalità di funzionamento minimo (SO8) che evidenzia la riduzione di immissione presso i recettori

**La tabella che segue mostra il calcolo dei livelli previsti in caso di funzionamento con modalità SO8 al massimo livello di funzionamento per velocità del vento per il quale è previsto un Livello di Potenza Sonora pari a 98 dBA (modo SO8).**





## VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO

PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 122,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI SINNAI, MARACALAGONIS, QUARTUCCIU, SETTIMO SAN PIETRO E SELARGIUS (CA)

ID	Livello Specifico $L_{Pitot}$	Livello Ambientale Previsto $LA'$	Valutazione Livello di Immissione	Livello Differenziale Previsto $LD'$	Valutazione Livelli Differenziali di Immissione
1	51,3	47,7	conforme	2,69	conforme
2	48,8	46,7	conforme	1,69	conforme
3	56,8	51,0	non conforme	6,02	non conforme
4	49,7	47,0	conforme	2,00	conforme
5	50,2	47,2	conforme	2,21	conforme
6	48,2	46,5	conforme	1,50	conforme
7	48,2	46,5	conforme	1,50	conforme
8	46,9	46,2	conforme	1,17	conforme
9	45,3	45,8	conforme	0,83	conforme
10	52,7	48,4	conforme	3,36	non conforme
11	51,4	47,7	conforme	2,73	conforme
12	52,3	48,2	conforme	3,16	non conforme
13	47,8	46,4	conforme	1,40	conforme
14	48,7	46,7	conforme	1,66	conforme
15	56,0	50,5	non conforme	5,48	non conforme
16	51,7	47,9	conforme	2,88	conforme
17	52,3	48,2	conforme	3,15	non conforme
18	50,6	47,3	conforme	2,35	conforme
19	50,3	47,2	conforme	2,22	conforme
20	42,9	45,5	conforme	0,50	conforme
21	42,9	45,5	conforme	0,50	conforme
22	44,7	45,7	conforme	0,74	conforme
23	45,3	45,8	conforme	0,84	conforme
24	43,1	45,5	conforme	0,53	conforme
25	45,4	45,9	conforme	0,86	conforme
26	49,5	46,9	conforme	1,95	conforme
27	47,2	46,3	conforme	1,25	conforme
28	51,7	47,9	conforme	2,88	conforme
29	45,2	46,3	conforme	1,25	conforme
30	45,2	45,8	conforme	0,82	conforme
31	45,3	45,7	conforme	0,68	conforme
32	48,0	46,0	conforme	0,96	conforme
33	47,7	46,4	conforme	1,36	conforme
34	53,9	49,1	conforme	4,09	non conforme
35	52,5	48,3	conforme	3,26	non conforme
36	49,3	46,9	conforme	1,85	conforme
37	45,3	45,8	conforme	0,84	conforme
38	45,6	45,9	conforme	0,90	conforme
39	36,8	45,1	conforme	0,13	conforme
40	43,6	45,6	conforme	0,59	conforme
41	43,7	45,6	conforme	0,60	conforme
42	43,4	45,6	conforme	0,56	conforme
43	42,2	45,4	conforme	0,43	conforme
44	52,8	48,4	conforme	3,43	non conforme
45	52,3	48,2	conforme	3,17	non conforme
46	51,3	47,7	conforme	2,67	conforme
47	52,6	48,3	conforme	3,30	non conforme

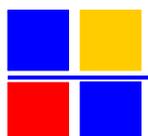
**VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO**

PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 122,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI SINNAI, MARACALAGONIS, QUARTUCCIU, SETTIMO SAN PIETRO E SELARGIUS (CA)

ID	Livello Specifico $L_{Pitot}$	Livello Ambientale Previsto $LA'$	Valutazione Livello di Immissione	Livello Differenziale Previsto $LD'$	Valutazione Livelli Differenziali di Immissione
48	53,0	48,5	conforme	3,51	non conforme
49	48,6	46,6	conforme	1,64	conforme
50	48,1	46,5	conforme	1,50	conforme
51	48,1	46,5	conforme	1,47	conforme
52	47,3	46,3	conforme	1,26	conforme
53	46,9	45,8	conforme	0,82	conforme

**Come si evince dai dati del modello di calcolo il funzionamento del Parco Eolico in periodo notturno i livelli di emissione che possono produrre superamento di valore limite e differenziale potranno essere gestiti mediante la regolazione dei regimi di funzionamento che dovranno essere collaudati in opera.**

**Sarà pertanto necessario prevedere un collaudo ad opera completata al fine di verificare le reali emissioni e stabilire i regimi di funzionamento operativi.**





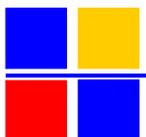
### 15.1. Fase di Cantiere

La schematizzazione del cantiere avviene mediante la considerazione della peggiore situazione possibile in relazione alle attività considerate.

Le principali sorgenti di rumore, connesse con le attività di cantiere, sono state descritte e stimate al paragrafo 6.3.1 e sono di seguito riportate, raggruppate per fase di costruzione, nelle quali viene identificato il livello di pressione sonora a 100 metri dall'area di lavorazione:

Opera	Lavorazione	Mezzo	Lw [dB(A)]	Lp a metri 100 [dB(A)]	Lp totale a 100 m [dB(A)]
Fondazione	Scavo	Escavatore cingolato	112,0	55,4	56,5
		Autocarro	101,0	50,1	
	Posa magrone	Betoniera	88,0	45,3	57,2
		Pompa	107,9	56,9	
	Trasporto e installazione armature	Autocarro	101,0	50,1	50,1
	Posa CLS plinto	Pompa	107,9	56,9	57,7
		Autocarro	101,0	50,1	
	Rinterro e stabilizzazione	Escavatore cingolato	112,0	55,4	56,7
Rullo		115,0	51,0		
Strade e piazzole	Scavo/Riporto	Pala meccanica cingolata	104,0	54,7	60,4
		Bobcat	106,9	55,9	
		Rullo gommato	105,0	55,0	
		Autocarro	101,0	50,1	
Cavidotti	Scavo a sezione obbligata	Escavatore cingolato	112,0	55,4	59,2
		Autocarro	101,0	50,1	
		Bobcat	106,9	55,9	
Consegna in sito aero-generatori	Trasporto e scarico componenti aerogeneratori	Autocarro speciale	101,0	50,0	54,8
		Gru	101,0	50,0	
		Gru	101,0	50,0	
Montaggi o aero-generatori	Trasporto componenti	Autocarro speciale	101,0	50,0	53,0
		Gru	101,0	50,0	
	Montaggio	Gru	101,0	50,0	53,0
		Gru	101,0	50,0	

Nella tabella sono riportati, momento per momento l'elenco delle macchine d'opera che vengono utilizzate ed i relativi livelli di potenza (valori stimati o recuperati dai tabulati presenti in letteratura) in prossimità della macchina e a 100m di distanza dal luogo di lavorazione, facendo emergere che non sarà superato mai un livello di 60.4 dB, valore





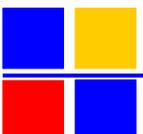
che è in linea con il valore limite di immissione di una classe III entro la quale si svolgeranno tutte le attività.

Sono di seguito presentati i risultati ottenuti dal modello di calcolo derivante dall'implementazione del modello di calcolo secondo ISO 9613-2 per distanze successive dalla sorgente ipotizzata:

Come usualmente accade, per cantieri edili che implicano attività di movimentazione mezzi pesanti, questi **saranno in grado di modificate temporaneamente e localmente presso i recettori più prossimi i livelli di pressione sonora** preesistenti nei tratti interessati dalle attività di lavorazione.

La problematica potrà manifestarsi, come evidenziato dai calcoli, sia in termini di superamento del livello differenziale che di valore limite di emissione che dovrà essere verificato prima dell'avvio delle attività di cantiere.

**Per questo motivo sarà necessario, per le operazioni di cantiere, pianificare le attività in modo da evitare contemporaneità di attività rumorose ovvero predisporre autorizzazione in deroga per l'esercizio delle attività rumorose e temporanee che saranno necessarie.**





## 17. GIUDIZIO PREVISIONALE DI CONFORMITA' ACUSTICA

Alla luce di quanto sopra esposto, con riferimento a dati ottenuti in questa sede di valutazione di previsione di impatto acustico, il sottoscritto Ing. Francesco Bistrussu, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Cagliari con il n° 4288, Tecnico Competente in Acustica iscritto all'Albo Nazionale con n°3970 ai sensi dei commi 3 e 4 dell'art.21 del d.lgs. 42/2017 e già iscritto al N°80 dell'elenco Regionale ai sensi della legge 447/95 (con decorrenza Det. D.G./D.A n. 1817 del 21.07.2003):

**Formula giudizio di compatibilità acustica per l'esercizio delle sorgenti sonore connesse e presso le aree interessate dal "PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 122,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI SINNAI, MARACALAGONIS, QUARTUCCIU, SETTIMO SAN PIETRO E SELARGIUS (CA)", oggetto della presente valutazione, nei tempi e nei modi previsti dalla presente relazione di valutazione.**

Limitatamente alle sole fasi di cantiere per la realizzazione dell'opera, salvo differente verifica in relazione alle sorgenti effettivamente utilizzate in fase esecutiva da verificarsi preliminarmente all'avvio delle attività di cantiere, si richiede che sia valutata la possibilità dell'ottenimento di un provvedimento di autorizzazione temporanea in deroga ai sensi della parte V punto 3 delle "Direttive regionali in materia di inquinamento acustico ambientale e disposizioni in materia di acustica ambientale" secondo le modalità e prescrizioni stabilite dalle autorità competenti.

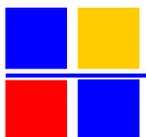
**Cagliari, 29 febbraio 2024**

Il Tecnico Competente in Acustica

Regione Autonoma della Sardegna  
TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA AMBIENTALE  
Francesco Bistrussu  
N° 80

(Ing. Francesco Bistrussu)

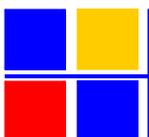
Documento a firma digitale ai sensi del DPR.28 dicembre 2000, n. 445, e del D.Lgs. 7 marzo 2005, n. 82





## Allegati:

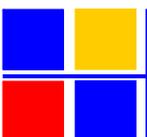
- Allegati Esterni. Tavole Grafiche:
  - Tavola SIN-057: Tavola Generale – Isofoniche. Scala 1:10'000
  - Tavola SIN-057a: Tavola – Isofoniche – Sezione NO. Scala 1:5'000
  - Tavola SIN-057b: Tavola – Isofoniche – Sezione NE. Scala 1:5'000
  - Tavola SIN-057c: Tavola – Isofoniche – Sezione SO. Scala 1:5'000
  - Tavola SIN-057d: Tavola – Isofoniche – Sezione SE. Scala 1:5'000
  - Tavola SIN-057e: Tavola – Isofoniche – Sezione Selargius. Scala 1:5'000
- Allegato 1: Report delle Misurazioni Effettuate
- Allegato 2: Certificato di riconoscimento dei requisiti tecnico-professionali del Tecnico Competente in Acustica
- Allegato 2: Certificati di conformità della strumentazione utilizzata





## **Allegato n° 1:**

# **Report delle Misurazioni Effettuate**





## Report di Misura

### Dati generali della misura

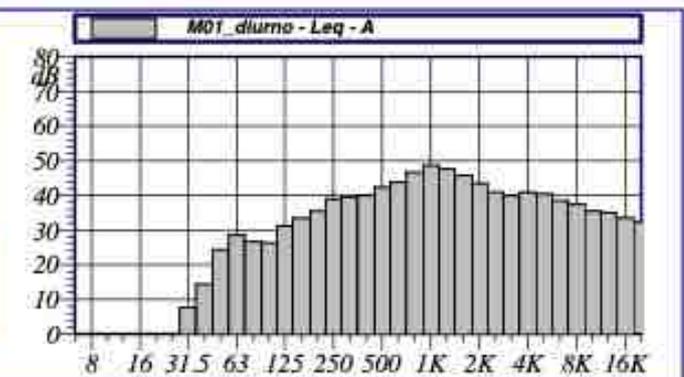
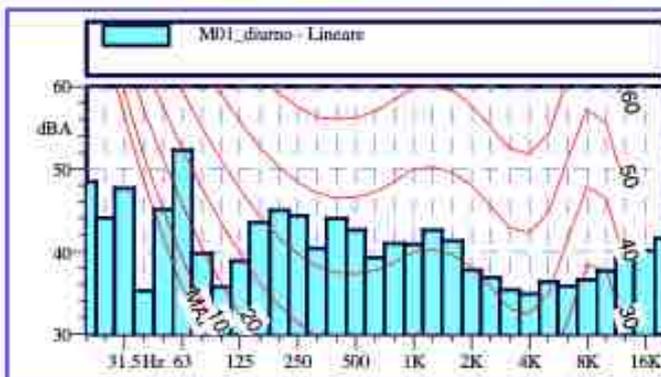
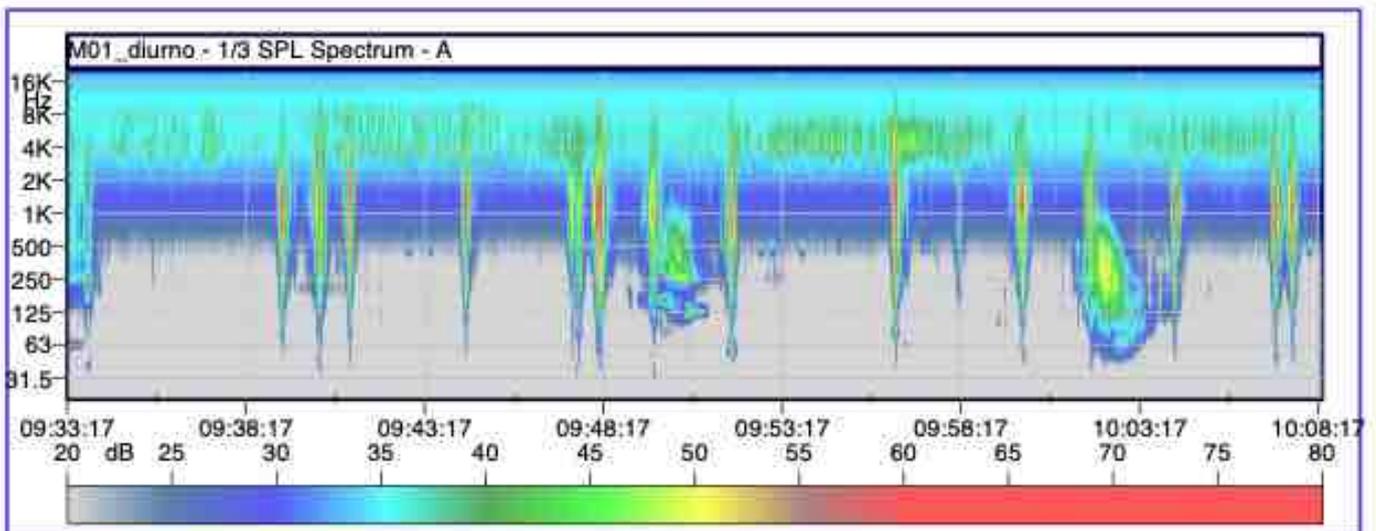
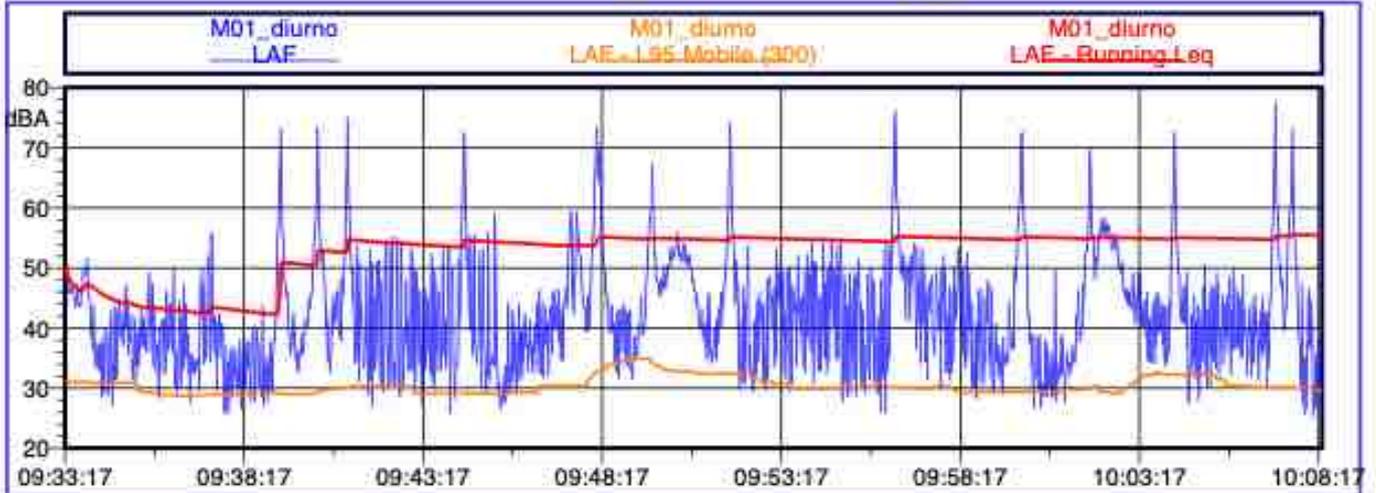
Nome misura:	M01_diurno
Località:	
Strumentazione:	LD 831 SN: 1652
Durata misura [s]:	2106.0
Nome operatore:	Francesco Bistrussu (ENTECA n°3970)
Data, ora misura:	22/02/2024 09:33:17
Over SLM:	N/A
Over OBA:	N/A
Note:	Misura Periodo Diurno

### Dati Meteo

Precipitazioni:	ASSENTI
Velocità Vento:	< 5 m/s
Raffiche:	ASSENTI

### Dati di Sintesi

<b><math>L_{Aeq} = 55.4</math> dB</b>	
L1: 79.2 dBA	L5: 74.7 dBA
L10: 72.3 dBA	L50: 61.5 dBA
L90: 56.2 dBA	L95: 55.2 dBA





## Report di Misura

### Dati generali della misura

Nome misura: M01\_notturno  
 Località:  
 Strumentazione: LD 831 SN: 1652  
 Durata misura [s]: 1899.0  
 Nome operatore: Francesco Bistrussu (ENTECA n°3970)  
 Data, ora misura: 22/02/2024 22:05:14  
 Over SLM: N/A Over OBA: N/A  
 Note: Misura Periodo Notturno Centralina M

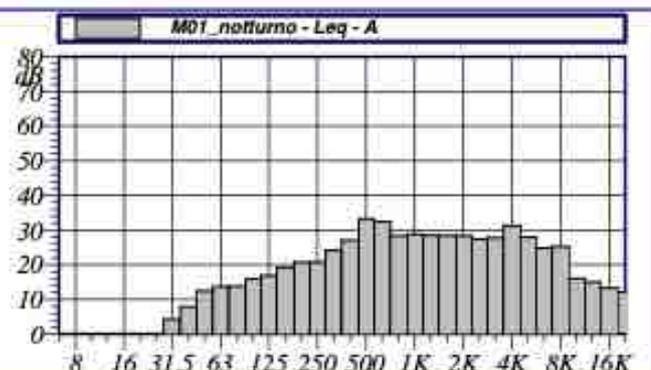
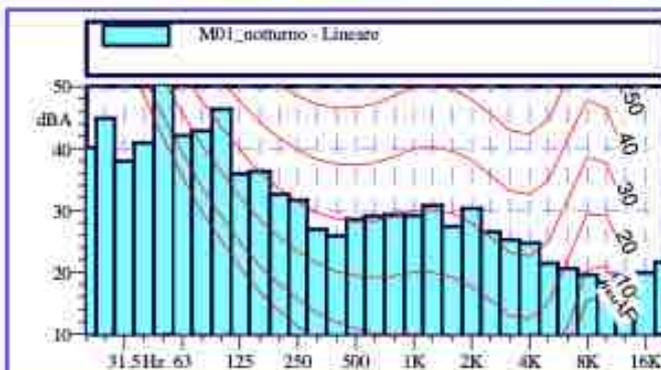
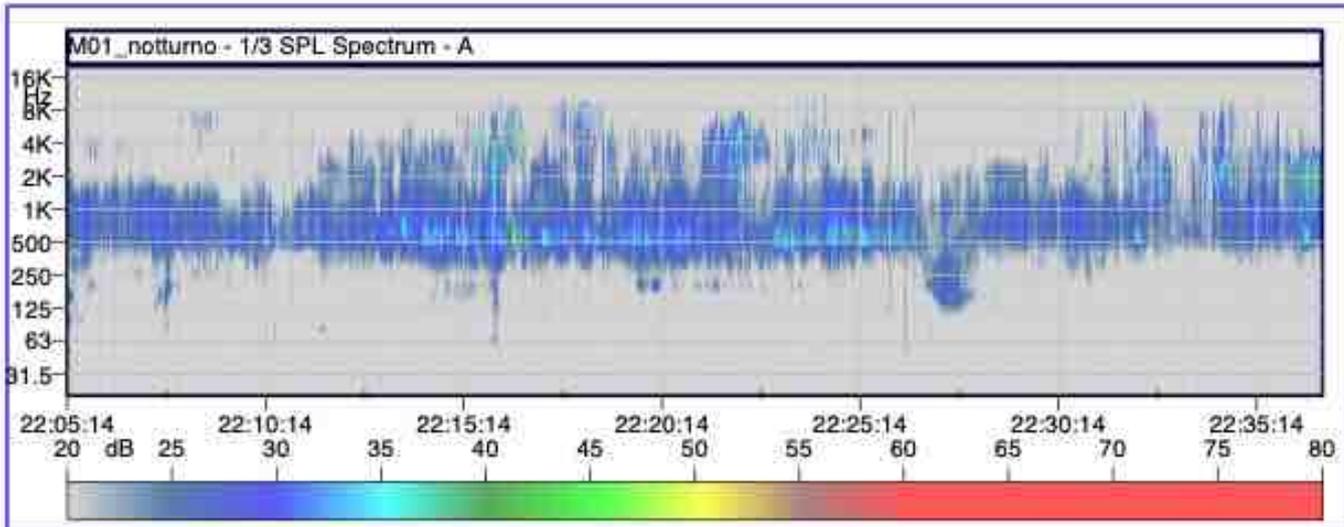
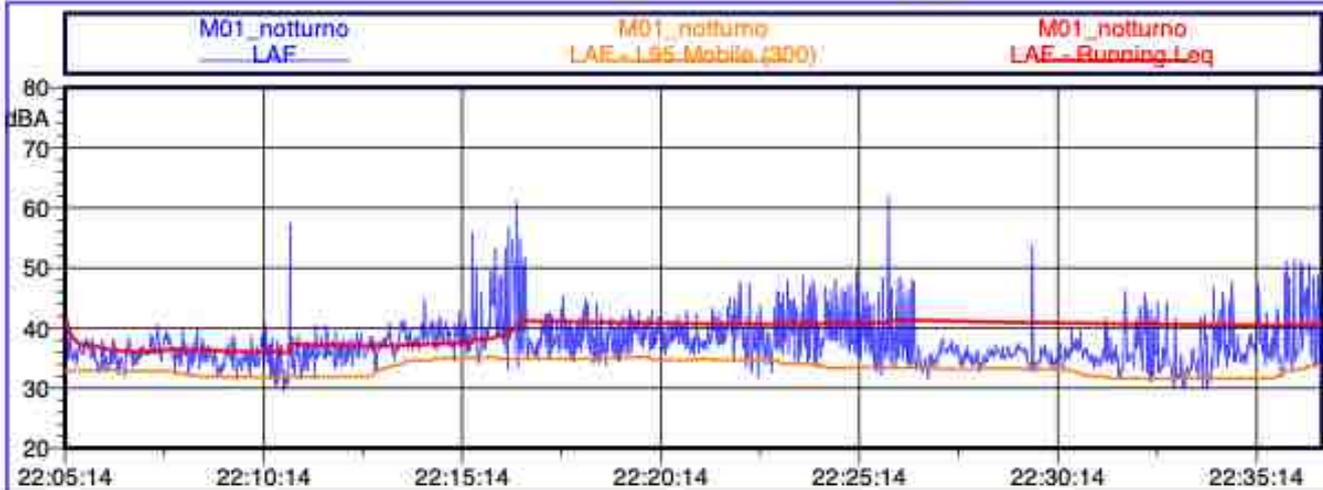
### Dati Meteo

Precipitazioni: ASSENTI  
 Velocità Vento: < 5 m/s  
 Raffiche: ASSENTI

### Dati di Sintesi

**$L_{Aeq} = 40.6$  dB**

L1: 60.6 dBA L5: 56.8 dBA  
 L10: 54.1 dBA L50: 51.0 dBA  
 L90: 49.7 dBA L95: 49.4 dBA





## Report di Misura

### Dati generali della misura

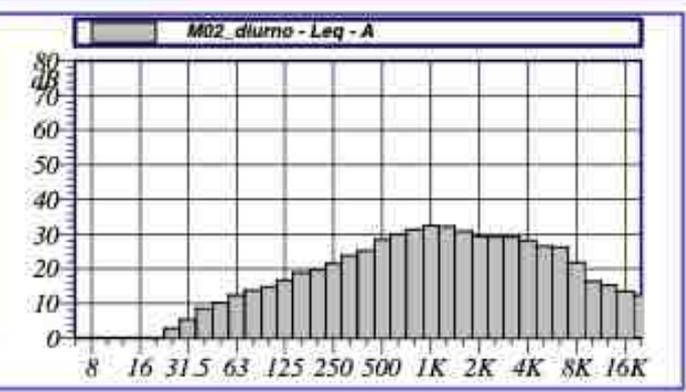
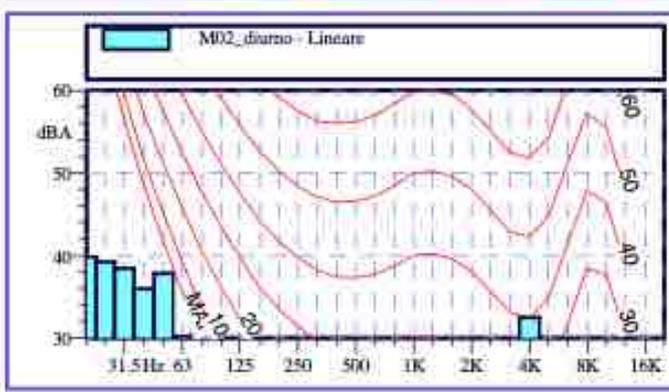
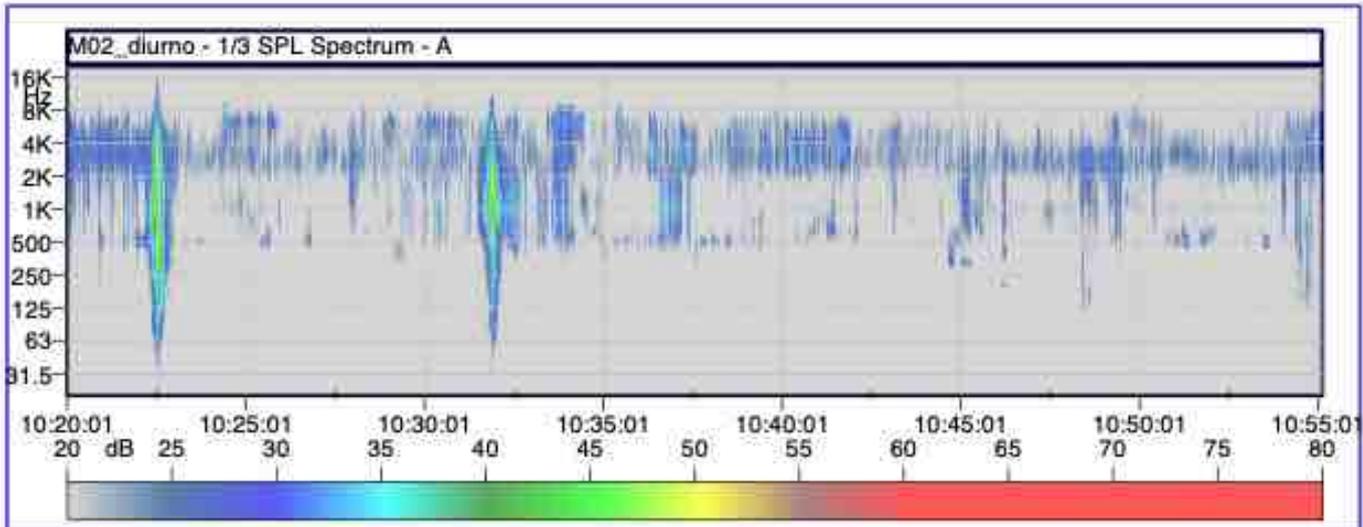
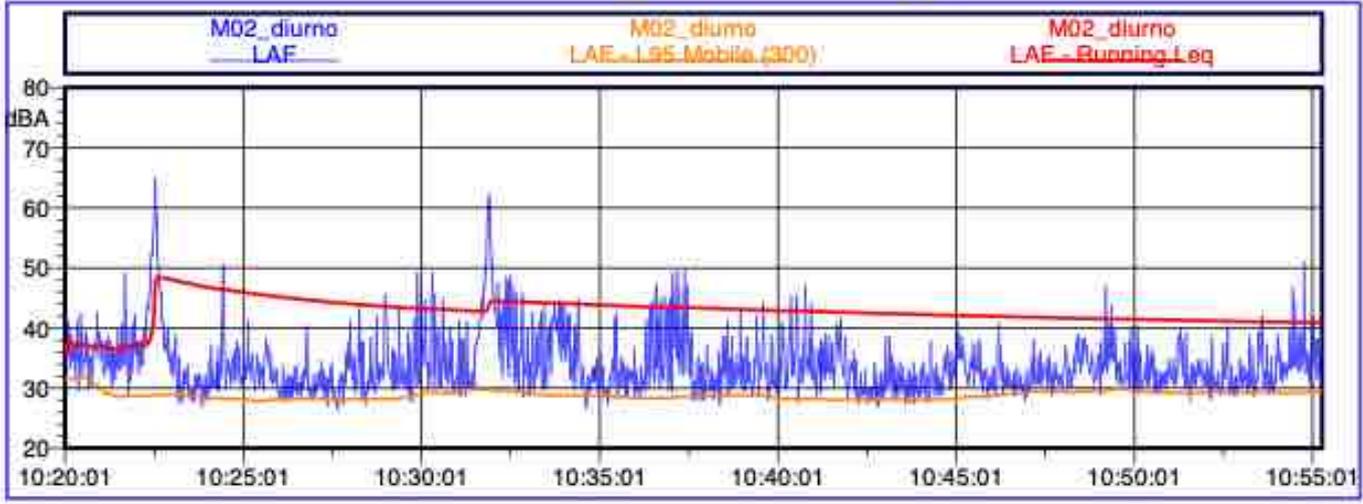
Nome misura:	M02_diurno
Località:	
Strumentazione:	LD 831 SN: 1652
Durata misura [s]:	2116.0
Nome operatore:	Francesco Bistrussu (ENTECA n°3970)
Data, ora misura:	22/02/2024 10:20:01
Over SLM:	N/A
Over OBA:	N/A
Note:	Misura Periodo Diurno

### Dati Meteo

Precipitazioni:	ASSENTI
Velocità Vento:	< 5 m/s
Raffiche:	ASSENTI

### Dati di Sintesi

<b><math>L_{Aeq} = 40.9</math> dB</b>	
L1: 51.0 dBA	L5: 43.6 dBA
L10: 40.1 dBA	L50: 33.1 dBA
L90: 29.8 dBA	L95: 29.2 dBA





## Report di Misura

### Dati generali della misura

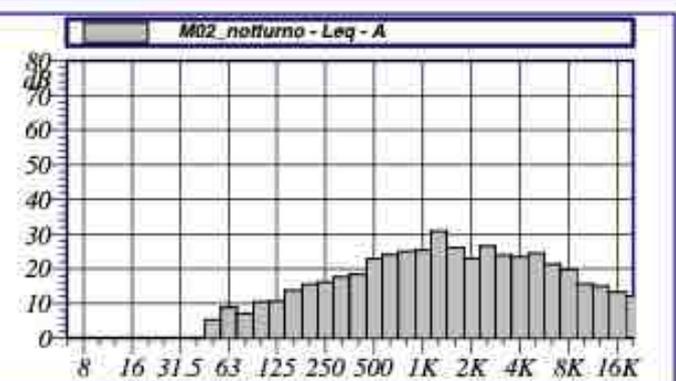
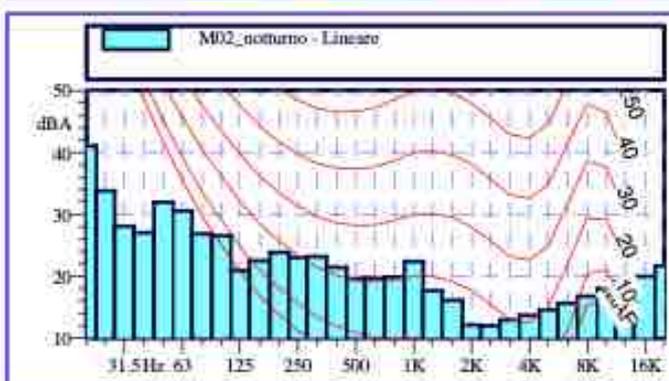
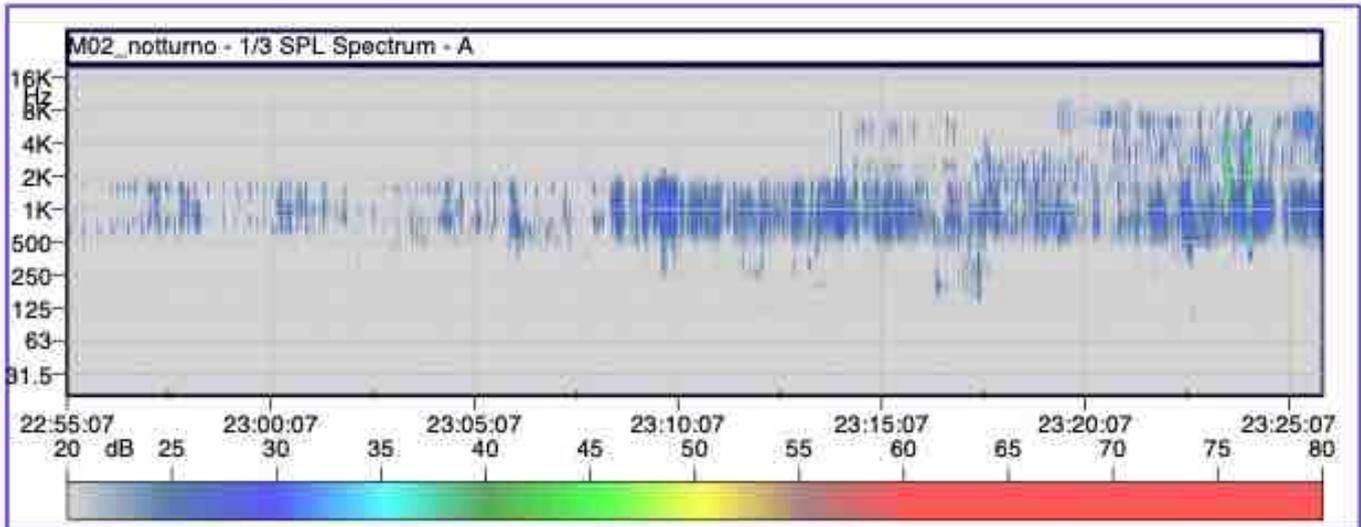
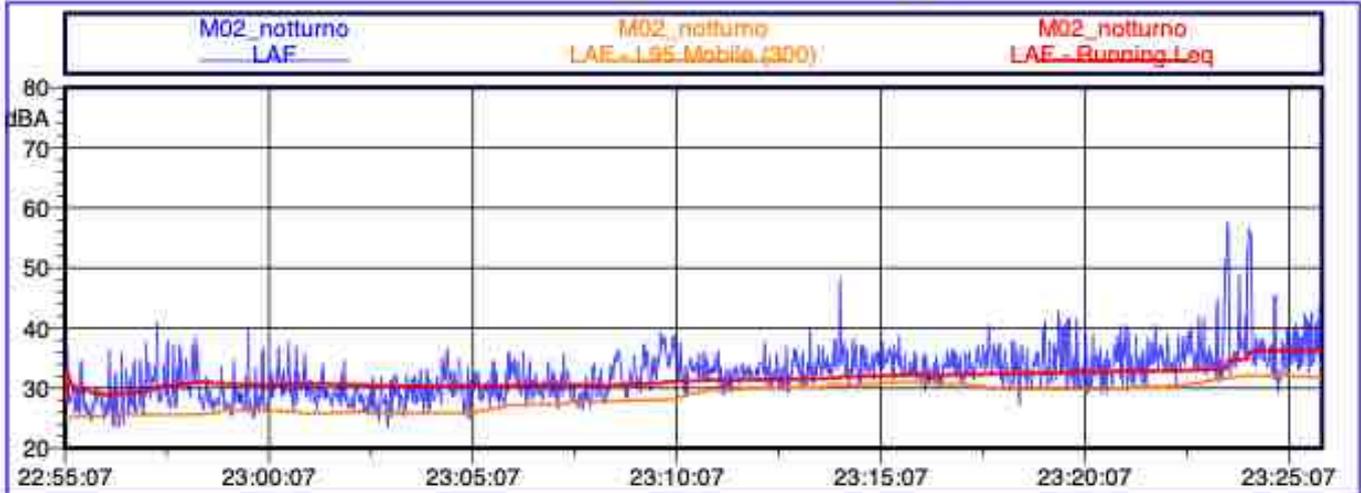
Nome misura:	M02_notturno
Località:	
Strumentazione:	LD 831 SN: 1652
Durata misura [s]:	1861.0
Nome operatore:	Francesco Bistrussu (ENTECA n°3970)
Data, ora misura:	22/02/2024 22:55:07
Over SLM:	N/A
Over OBA:	N/A
Note:	Misura Periodo Notturmo

### Dati Meteo

Precipitazioni:	ASSENTI
Velocità Vento:	< 5 m/s
Raffiche:	ASSENTI

### Dati di Sintesi

<b><math>L_{Aeq} = 36.3</math> dB</b>	
L1: 53.1 dBA	L5: 50.3 dBA
L10: 49.5 dBA	L50: 47.9 dBA
L90: 46.6 dBA	L95: 46.2 dBA





## Report di Misura

### Dati generali della misura

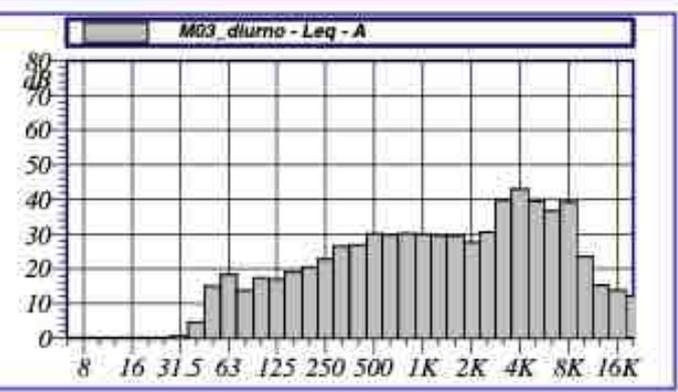
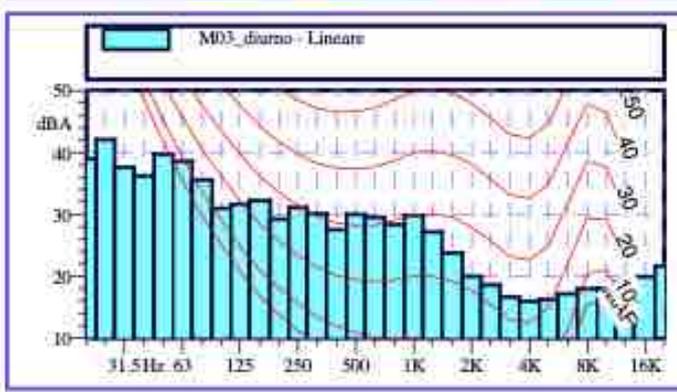
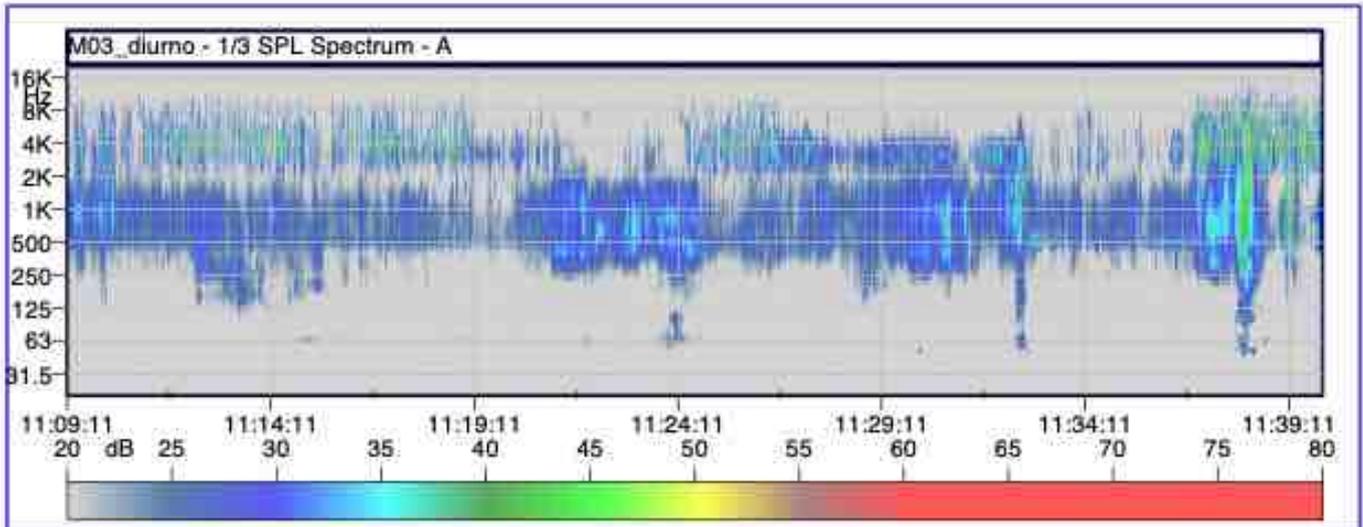
Nome misura:	M03_diurno
Località:	
Strumentazione:	LD 831 SN: 1652
Durata misura [s]:	1849.0
Nome operatore:	Francesco Bistrussu (ENTECA n°3970)
Data, ora misura:	22/02/2024 11:09:11
Over SLM:	N/A
Over OBA:	N/A
Note:	Misura Periodo Diurno

### Dati Meteo

Precipitazioni:	ASSENTI
Velocità Vento:	< 5 m/s
Raffiche:	ASSENTI

### Dati di Sintesi

<b><math>L_{Aeq} = 47.8 \text{ dB}</math></b>	
L1: 62.3 dBA	L5: 58.2 dBA
L10: 56.4 dBA	L50: 52.5 dBA
L90: 50.2 dBA	L95: 49.8 dBA





## Report di Misura

### Dati generali della misura

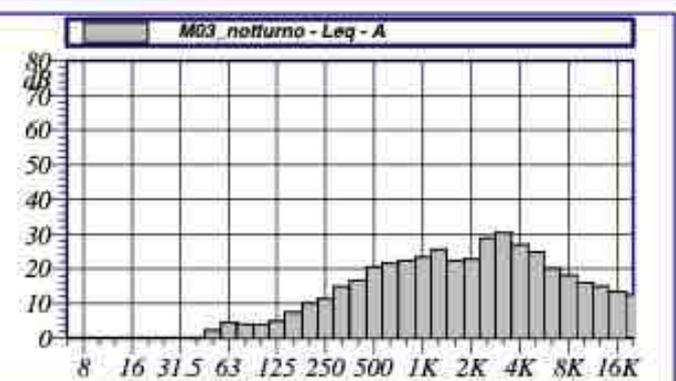
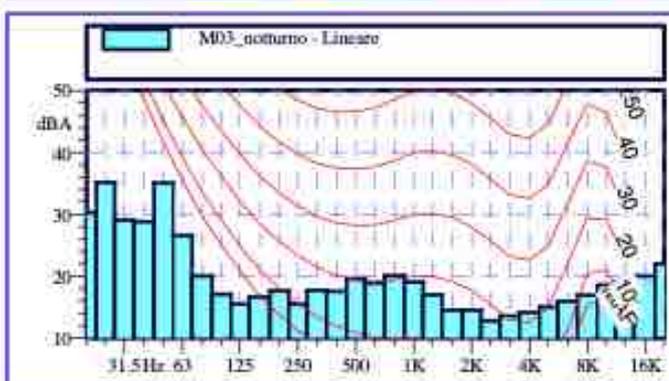
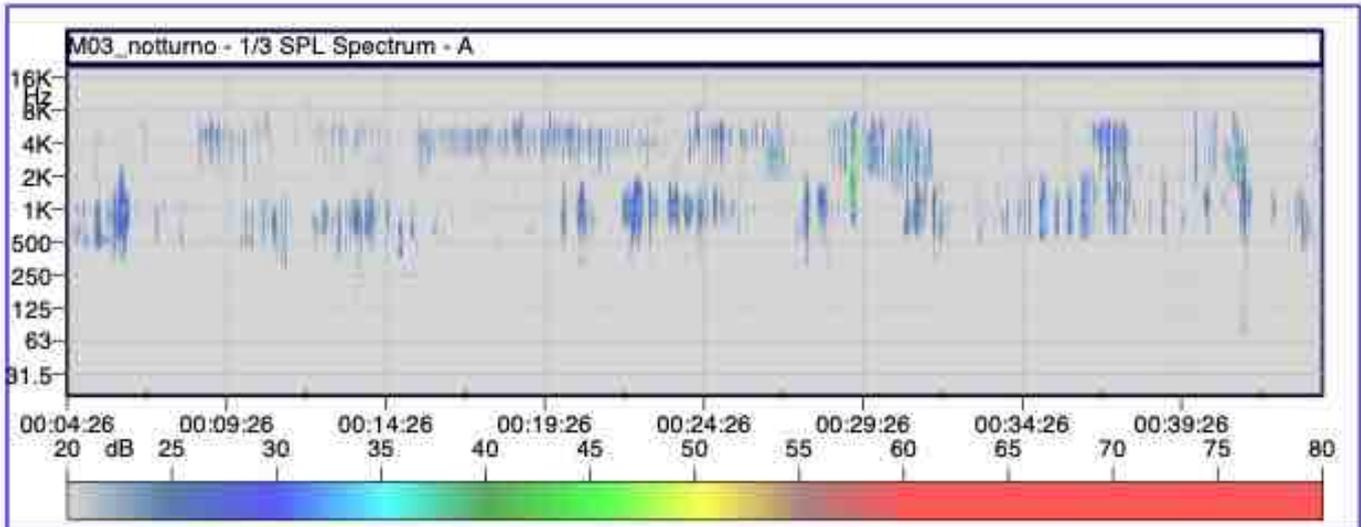
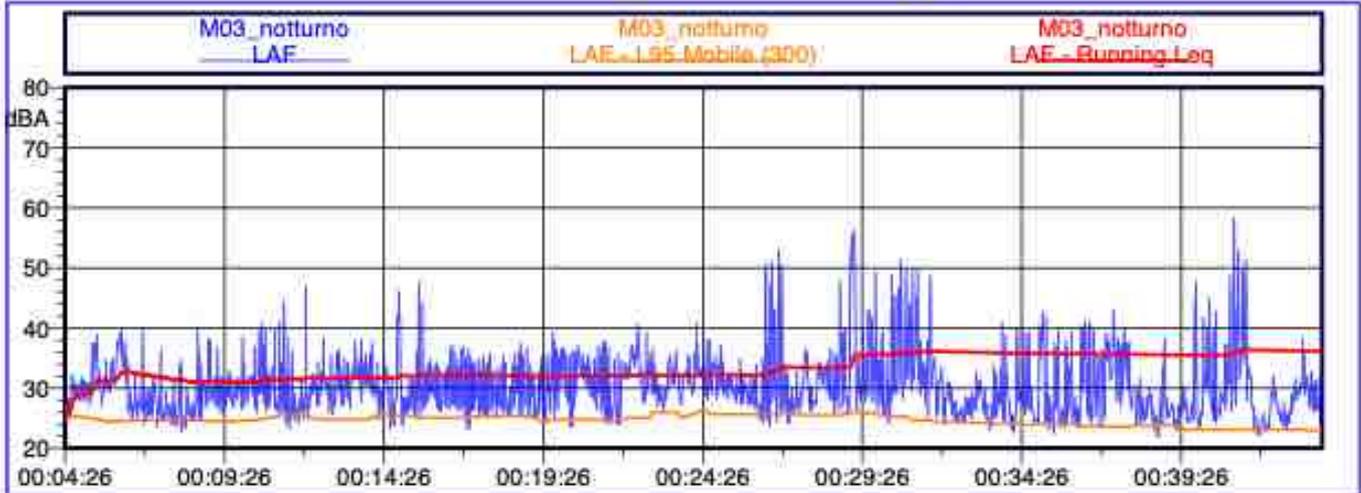
Nome misura:	M03_notturno
Località:	
Strumentazione:	LD 831 SN: 1652
Durata misura [s]:	2365.0
Nome operatore:	Francesco Bistrussu (ENTECA n°3970)
Data, ora misura:	23/02/2024 00:04:26
Over SLM:	N/A
Over OBA:	N/A
Note:	Misura Periodo Notturno

### Dati Meteo

Precipitazioni:	ASSENTI
Velocità Vento:	< 5 m/s
Raffiche:	ASSENTI

### Dati di Sintesi

<b><math>L_{Aeq} = 36.2</math> dB</b>	
L1: 62.0 dBA	L5: 58.2 dBA
L10: 55.9 dBA	L50: 48.5 dBA
L90: 44.7 dBA	L95: 44.0 dBA





## Report di Misura

### Dati generali della misura

Nome misura: M04\_diurno  
 Località:  
 Strumentazione: LD 831 SN: 1652  
 Durata misura [s]: 1810.0  
 Nome operatore: Francesco Bistrussu (ENTECA n°3970)  
 Data, ora misura: 22/02/2024 11:52:41  
 Over SLM: N/A Over OBA: N/A  
 Note: Misura Periodo Diurno

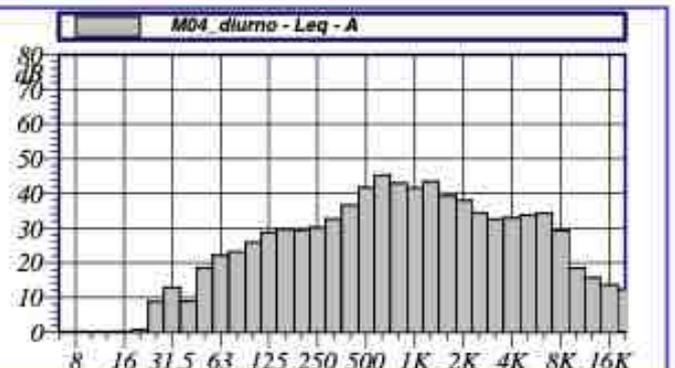
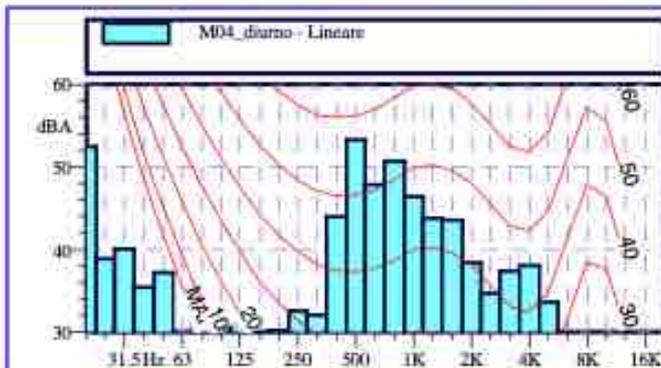
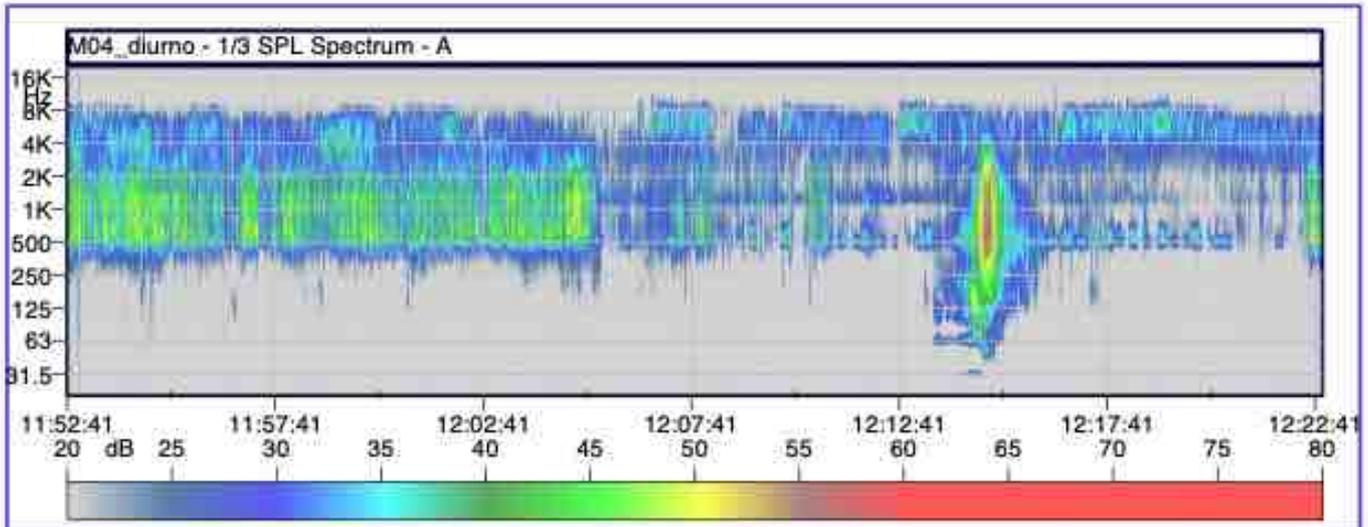
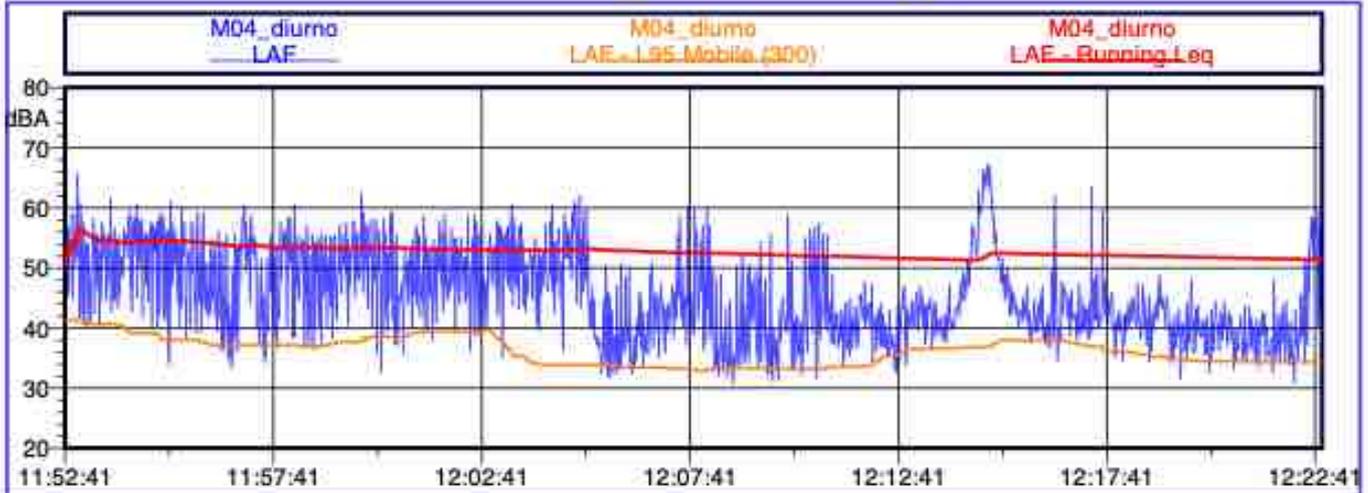
### Dati Meteo

Precipitazioni: ASSENTI  
 Velocità Vento: < 5 m/s  
 Raffiche: ASSENTI

### Dati di Sintesi

**$L_{Aeq} = 51.5$  dB**

L1: 61.0 dBA L5: 56.5 dBA  
 L10: 54.9 dBA L50: 45.7 dBA  
 L90: 37.9 dBA L95: 36.3 dBA





## Report di Misura

### Dati generali della misura

Nome misura: M04\_notturno  
 Località:  
 Strumentazione: LD 831 SN: 1652  
 Durata misura [s]: 1849.0  
 Nome operatore: Francesco Bistrussu (ENTECA n°3970)  
 Data, ora misura: 23/02/2024 00:58:42  
 Over SLM: N/A Over OBA: N/A  
 Note: Misura Periodo Notturno

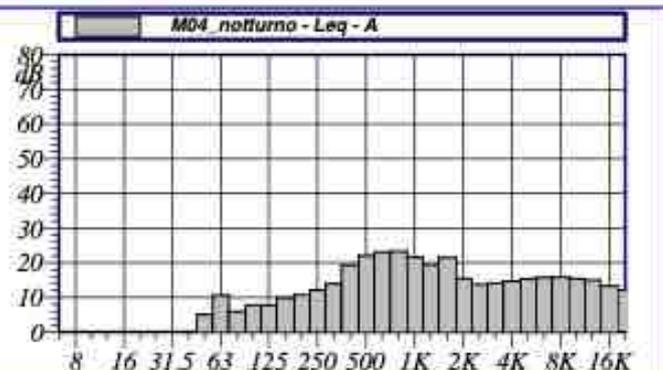
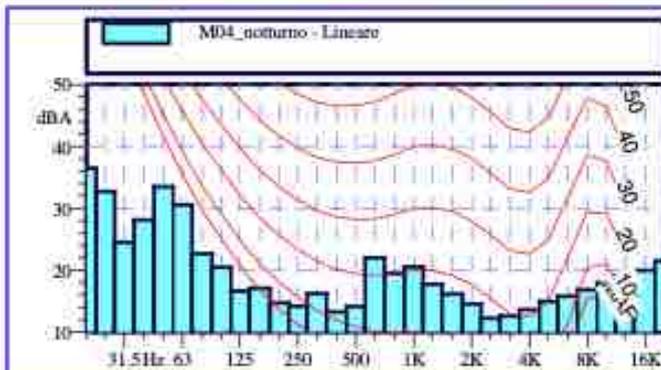
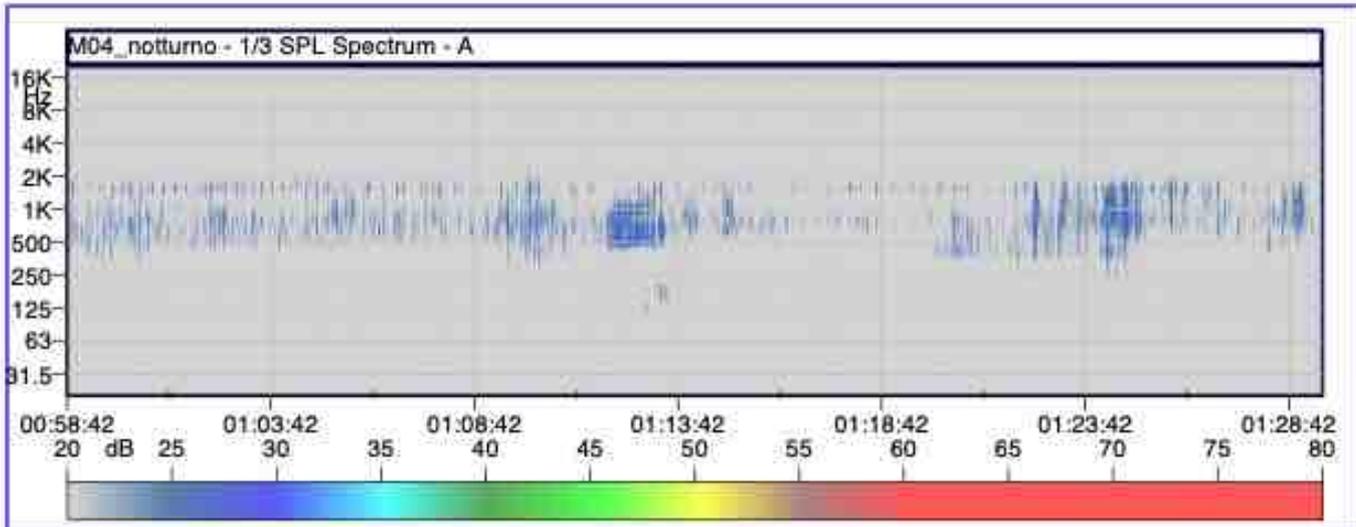
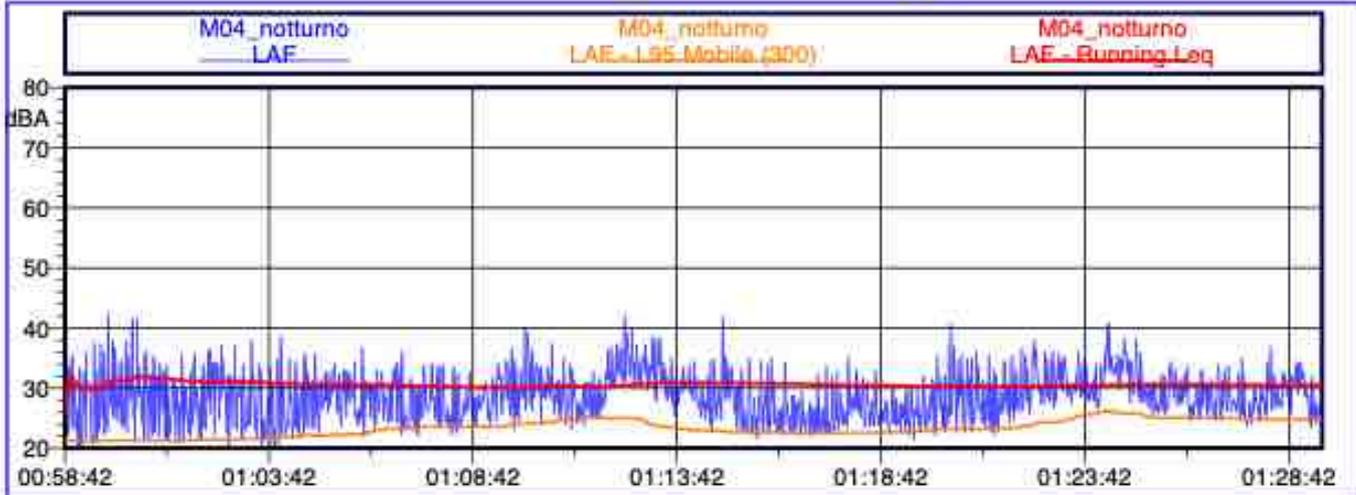
### Dati Meteo

Precipitazioni: ASSENTI  
 Velocità Vento: < 5 m/s  
 Raffiche: ASSENTI

### Dati di Sintesi

**$L_{Aeq} = 30.5$  dB**

L1: 51.1 dBA L5: 50.3 dBA  
 L10: 49.7 dBA L50: 47.8 dBA  
 L90: 46.2 dBA L95: 45.8 dBA





## Report di Misura

### Dati generali della misura

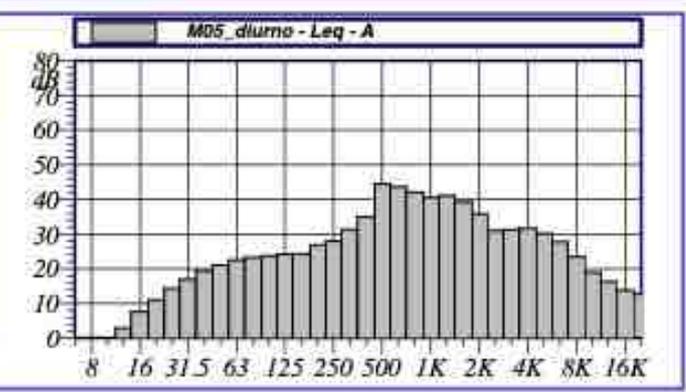
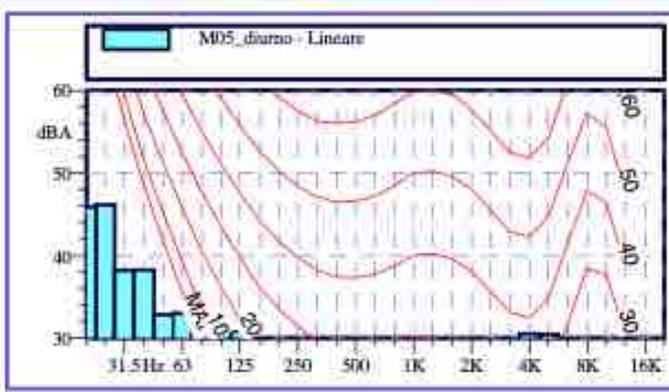
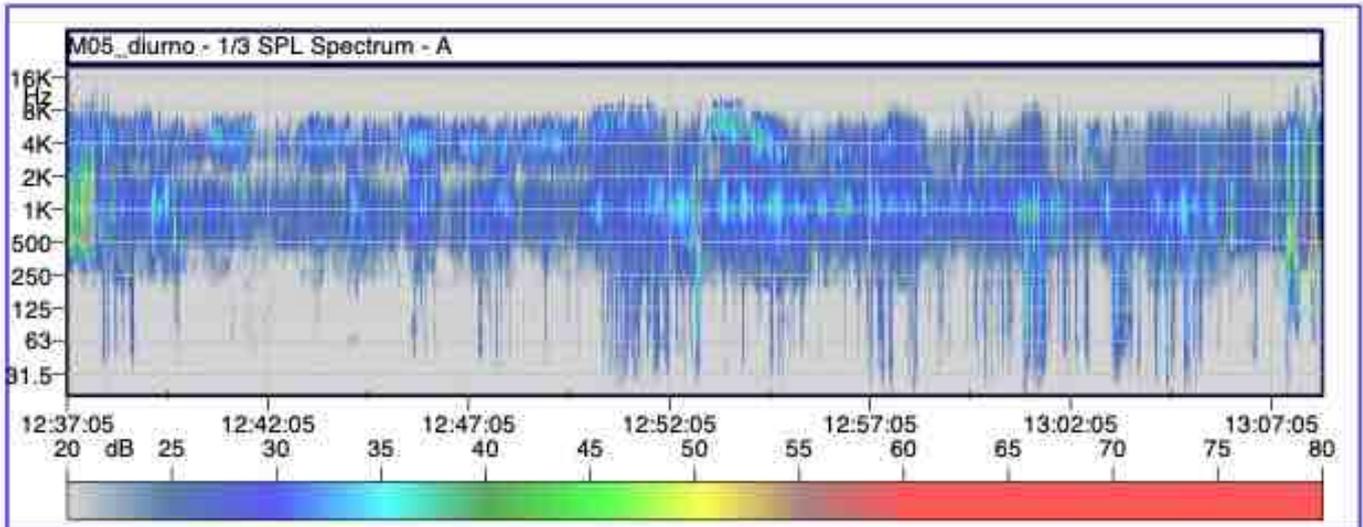
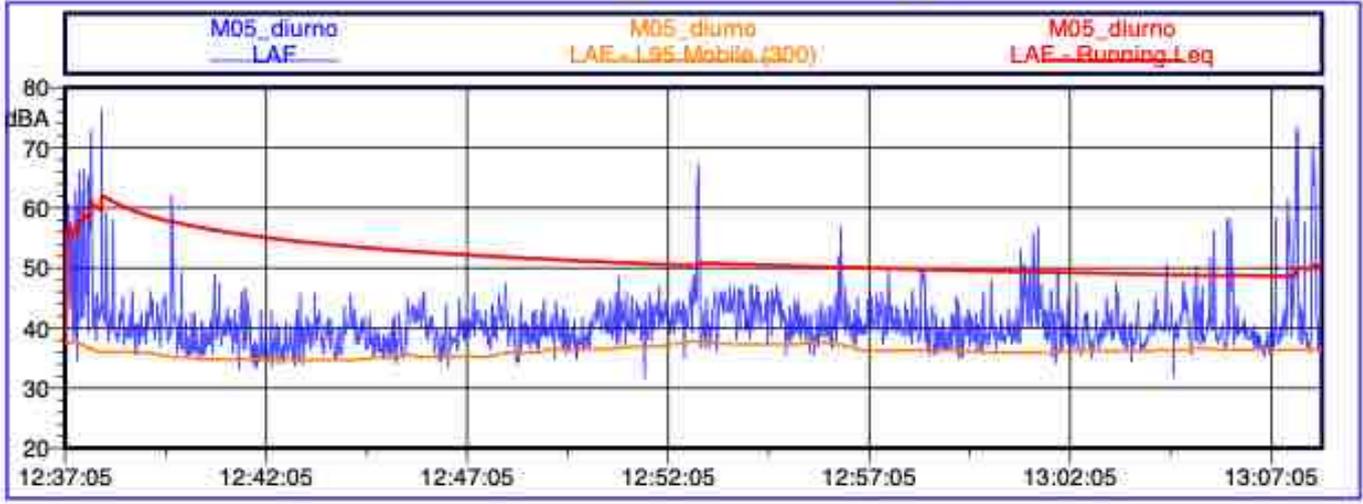
Nome misura:	M05_diurno
Località:	
Strumentazione:	LD 831 SN: 1652
Durata misura [s]:	1876.0
Nome operatore:	Francesco Bistrussu (ENTECA n°3970)
Data, ora misura:	22/02/2024 12:37:05
Over SLM:	N/A
Over OBA:	N/A
Note:	Misura Periodo Diurno

### Dati Meteo

Precipitazioni:	ASSENTI
Velocità Vento:	< 5 m/s
Raffiche:	ASSENTI

### Dati di Sintesi

<b><math>L_{Aeq} = 50.4</math> dB</b>	
L1: 64.1 dBA	L5: 49.5 dBA
L10: 45.2 dBA	L50: 40.3 dBA
L90: 37.3 dBA	L95: 36.6 dBA





## Report di Misura

### Dati generali della misura

Nome misura: M05\_notturno  
Località:  
Strumentazione: LD 831 SN: 1652  
Durata misura [s]: 1899.0  
Nome operatore: Francesco Bistrussu (ENTECA n°3970)  
Data, ora misura: 23/02/2024 01:47:38  
Over SLM: N/A Over OBA: N/A  
Note: Misura Periodo Notturno

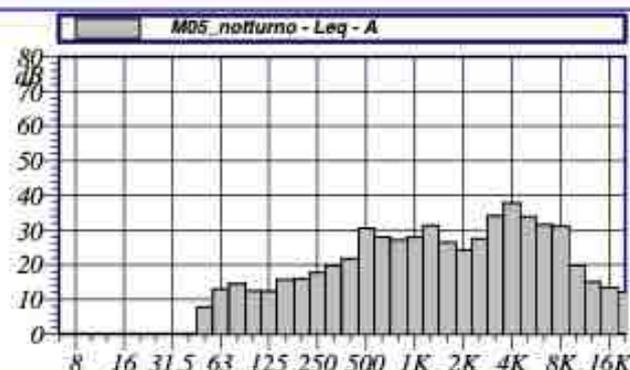
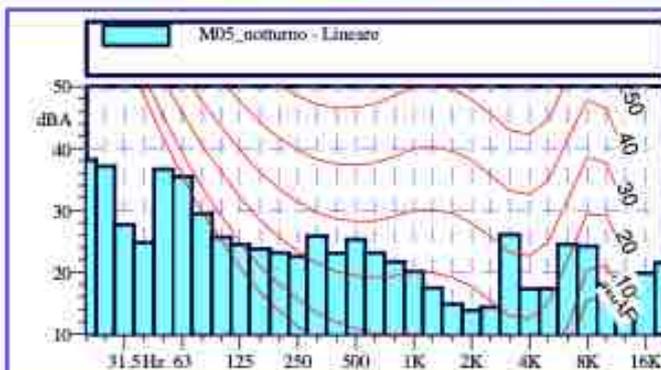
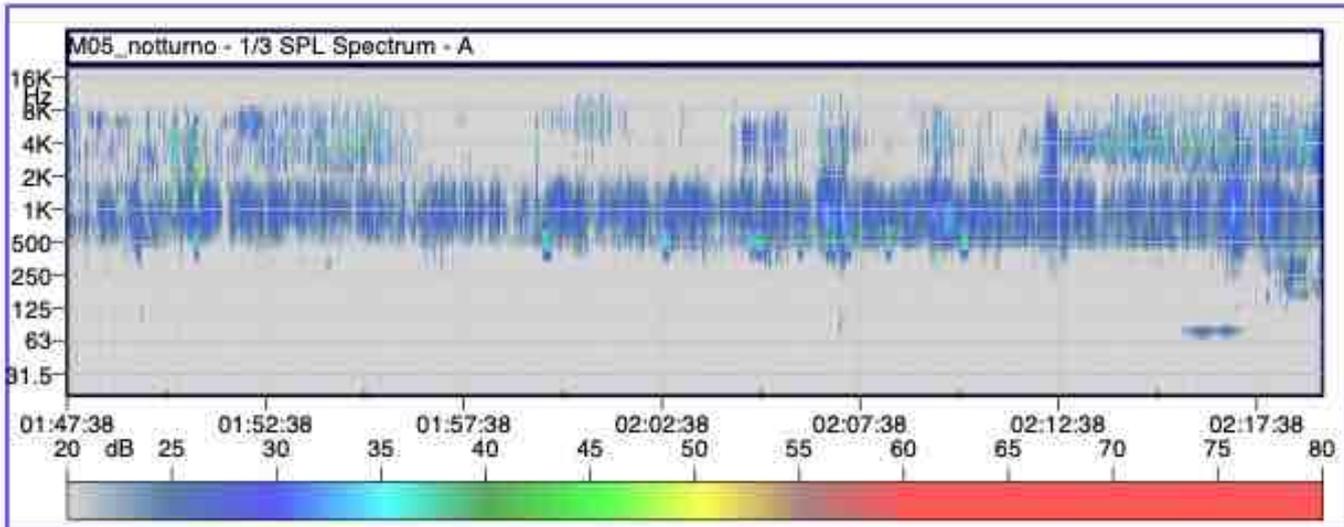
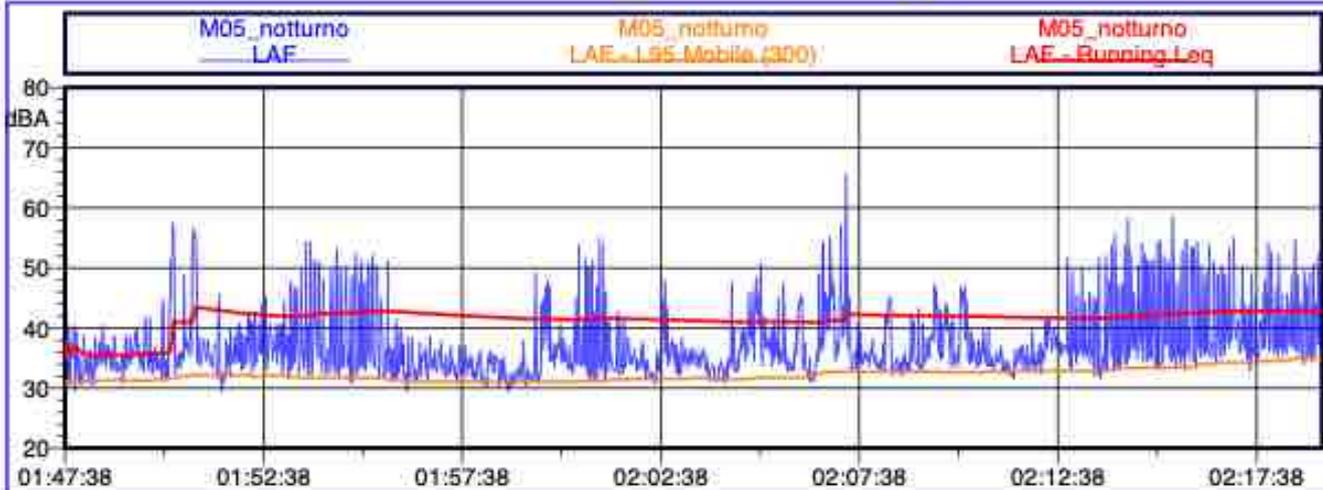
### Dati Meteo

Precipitazioni: ASSENTI  
Velocità Vento: < 5 m/s  
Raffiche: ASSENTI

### Dati di Sintesi

**$L_{Aeq} = 42.9$  dB**

L1: 55.7 dBA L5: 53.3 dBA  
L10: 52.2 dBA L50: 48.9 dBA  
L90: 47.4 dBA L95: 47.1 dBA





## Report di Misura

### Dati generali della misura

Nome misura:	M06_diurno
Località:	
Strumentazione:	LD 831 SN: 1652
Durata misura [s]:	1861.0
Nome operatore:	Francesco Bistrussu (ENTECA n°3970)
Data, ora misura:	22/02/2024 13:42:18
Over SLM:	N/A
Over OBA:	N/A
Note:	Misura Periodo xxxx

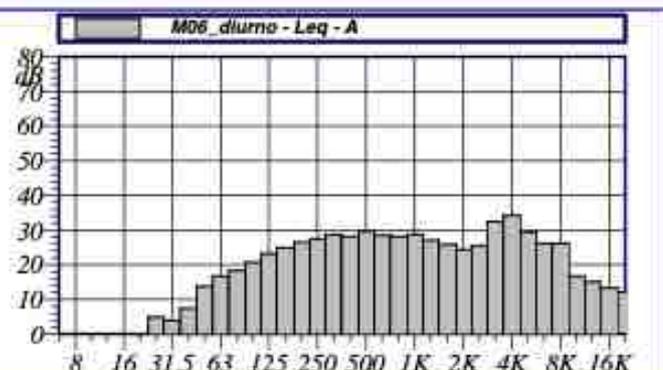
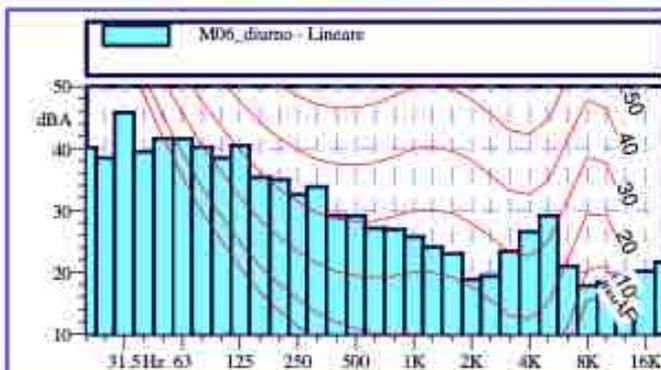
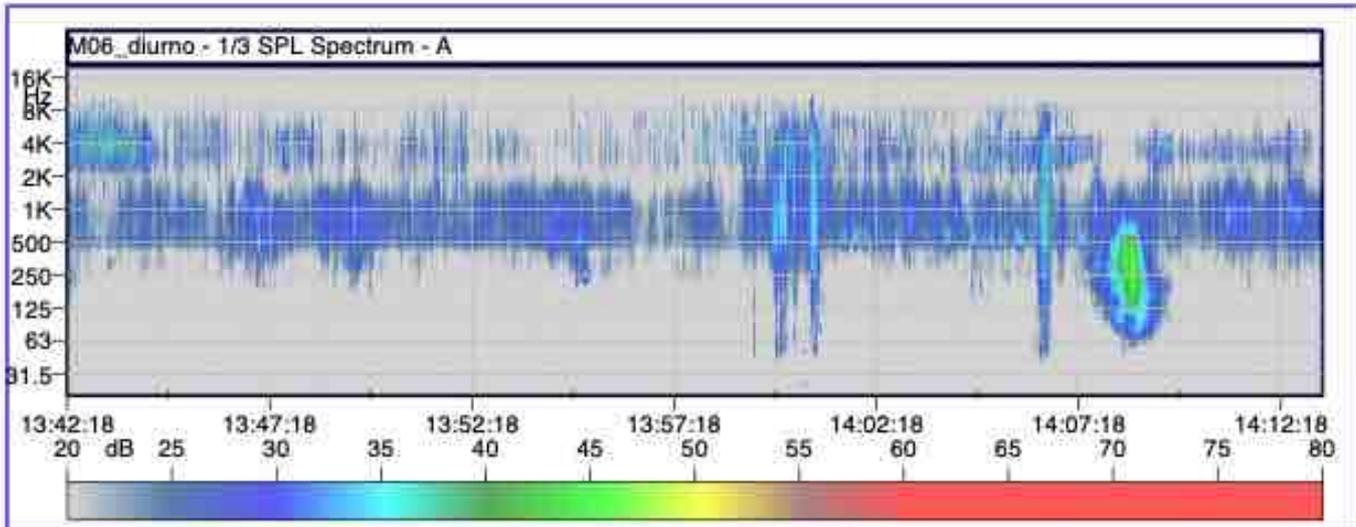
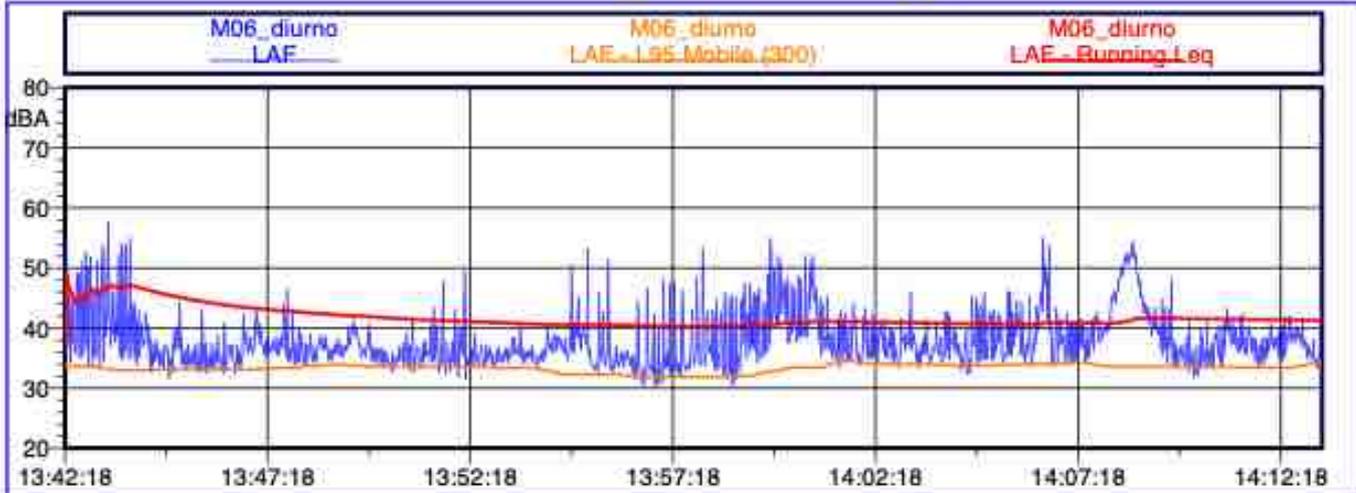
### Dati Meteo

Precipitazioni:	ASSENTI
Velocità Vento:	< 5 m/s
Raffiche:	ASSENTI

### Dati di Sintesi

**$L_{Aeq} = 41.3$  dB**

L1: 67.6 dBA	L5: 61.0 dBA
L10: 55.6 dBA	L50: 50.8 dBA
L90: 49.0 dBA	L95: 48.7 dBA





## Report di Misura

### Dati generali della misura

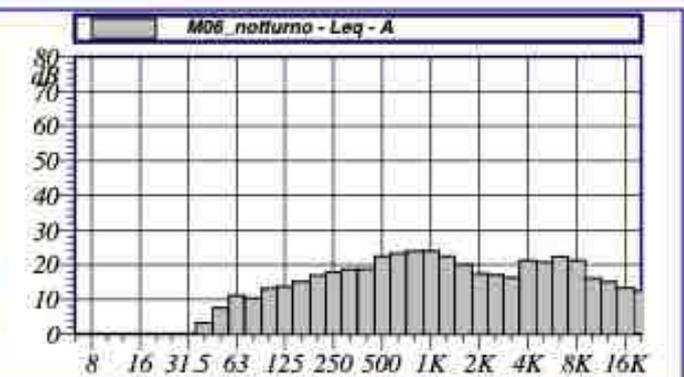
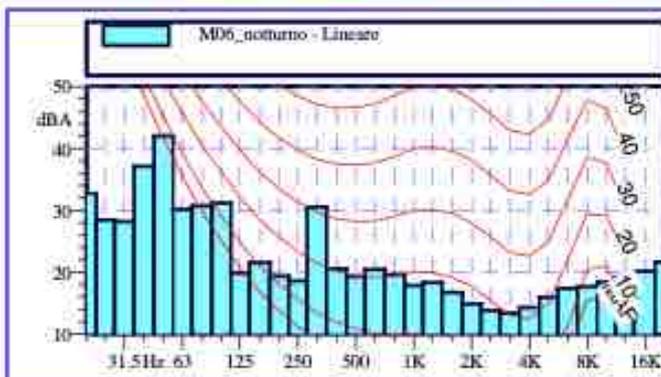
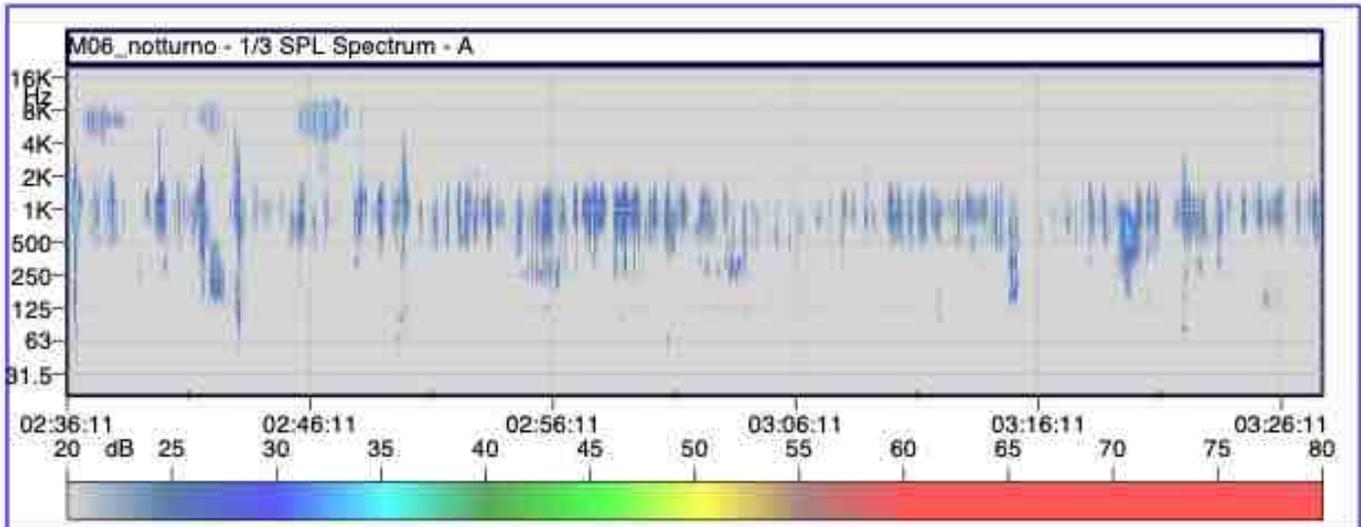
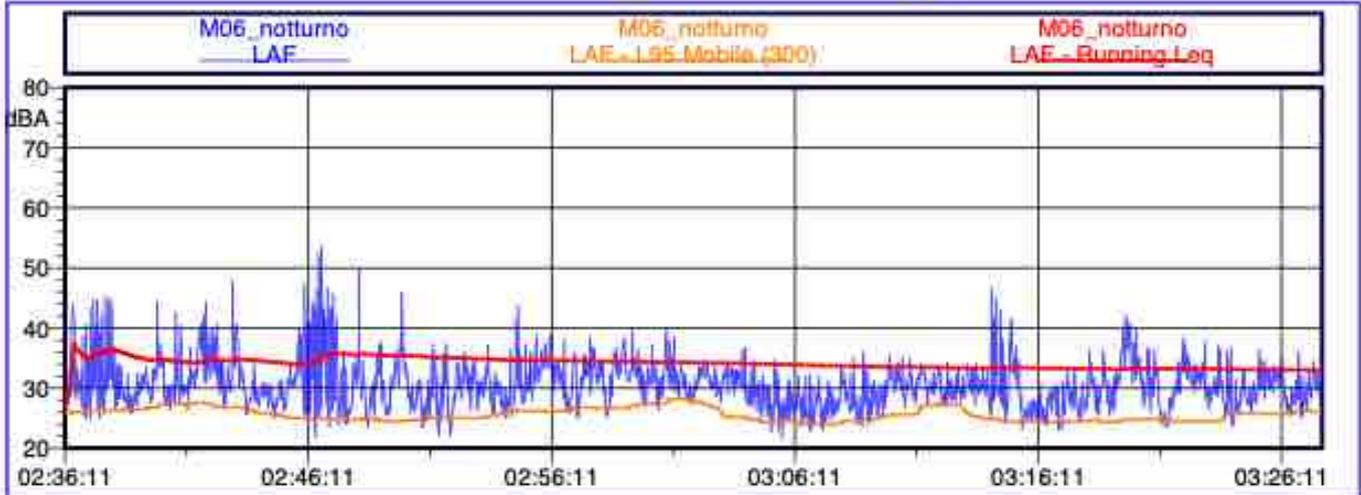
Nome misura:	M06_notturno
Località:	
Strumentazione:	LD 831 SN: 1652
Durata misura [s]:	3100.0
Nome operatore:	Francesco Bistrussu (ENTECA n°3970)
Data, ora misura:	23/02/2024 02:36:11
Over SLM:	N/A
Over OBA:	N/A
Note:	Misura Periodo xxxx

### Dati Meteo

Precipitazioni:	ASSENTI
Velocità Vento:	< 5 m/s
Raffiche:	ASSENTI

### Dati di Sintesi

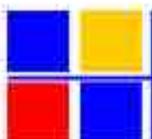
<b><math>L_{Aeq} = 33.0</math> dB</b>	
L1: 58.1 dBA	L5: 54.5 dBA
L10: 51.0 dBA	L50: 45.2 dBA
L90: 42.8 dBA	L95: 42.3 dBA





## **Allegato n° 2:**

### **Certificato di riconoscimento dei requisiti professionali del Tecnico Competente in Acustica**



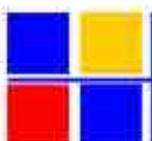


<b>Numero Iscrizione Elenco Nazionale</b>	3970
<b>Regione</b>	Sardegna
<b>Numero Iscrizione Elenco Regionale</b>	80
<b>Cognome</b>	Bistrussu
<b>Nome</b>	Francesco
<b>Titolo studio</b>	laurea magistrale in ingegneria civile
<b>Estremi provvedimento</b>	Det. D.G./D.A n. 1817 del 21.07.2003
<b>Luogo nascita</b>	Cagliari
<b>Data nascita</b>	24/05/1972
<b>Codice fiscale</b>	BSTFNC72E24B354Q
<b>Regione</b>	Sardegna
<b>Provincia</b>	CA
<b>Comune</b>	Cagliari
<b>Via</b>	Via Campo Pisano
<b>Cap</b>	09121
<b>Civico</b>	34
<b>Nazionalità</b>	italiana
<b>Email</b>	francesco.bistrussu@gmail.com
<b>Telefono</b>	
<b>Cellulare</b>	3332045848
<b>Data pubblicazione in elenco</b>	10/12/2018



## **Allegato n°3:**

### **Certificati di conformità della strumentazione utilizzata**



**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 30198-A**  
*Certificate of Calibration LAT 163 30198-A*

- data di emissione  
*date of issue* 2023-06-26  
- cliente  
*customer* BISTRUSSU ING. FRANCESCO  
08212 - CAGLIARI (CA)  
- destinatario  
*receiver* BISTRUSSU ING. FRANCESCO  
08212 - CAGLIARI (CA)

**Si riferisce a**

*Referring to*  
- oggetto  
*item* Calibratore  
- costruttore  
*manufacturer* Larson & Davls  
- modello  
*model* CAL200  
- matricola  
*serial number* 6484  
- data di ricevimento oggetto  
*date of receipt of item* 2023-06-23  
- data delle misure  
*date of measurements* 2023-06-26  
- registro di laboratorio  
*laboratory reference* Reg. 03

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

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

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

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

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

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

Direzione Tecnica  
(Approving Officer)

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 30201-A**  
*Certificate of Calibration LAT 163 30201-A*

- data di emissione  
*date of issue* 2023-06-26  
- cliente  
*customer* BISTRUSSU ING. FRANCESCO  
08212 - CAGLIARI (CA)  
- destinatario  
*receiver* BISTRUSSU ING. FRANCESCO  
08212 - CAGLIARI (CA)

**Si riferisce a***Referring to*

- oggetto  
*item* Fonometro  
- costruttore  
*manufacturer* Sinus GmbH  
- modello  
*model* SoundBook Mk I  
- matricola  
*serial number* 6342 CH1  
- data di ricevimento oggetto  
*date of receipt of item* 2023-06-23  
- data delle misure  
*date of measurements* 2023-06-26  
- registro di laboratorio  
*laboratory reference* Reg. 03

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

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 163 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).*

*This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

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

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

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

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

Direzione Tecnica  
(Approving Officer)

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 30202-A**  
*Certificate of Calibration LAT 163 30202-A*

- data di emissione  
*date of issue* 2023-06-26  
- cliente  
*customer* BISTRUSSU ING. FRANCESCO  
08212 - CAGLIARI (CA)  
- destinatario  
*receiver* BISTRUSSU ING. FRANCESCO  
08212 - CAGLIARI (CA)

**Si riferisce a**

*Referring to*  
- oggetto  
*item* Filtri 1/3  
- costruttore  
*manufacturer* Sinus GmbH  
- modello  
*model* SoundBook Mk I  
- matricola  
*serial number* 6342 CH1  
- data di ricevimento oggetto  
*date of receipt of item* 2023-06-23  
- data delle misure  
*date of measurements* 2023-06-26  
- registro di laboratorio  
*laboratory reference* Reg. 03

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

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

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

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

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

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

Direzione Tecnica  
(Approving Officer)

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 30199-A**  
*Certificate of Calibration LAT 163 30199-A*

- data di emissione  
*date of issue* 2023-06-26  
- cliente  
*customer* BISTRUSSU ING. FRANCESCO  
08212 - CAGLIARI (CA)  
- destinatario  
*receiver* BISTRUSSU ING. FRANCESCO  
08212 - CAGLIARI (CA)

**Si riferisce a**

*Referring to*  
- oggetto  
*item* Fonometro  
- costruttore  
*manufacturer* Larson & Davis  
- modello  
*model* 831  
- matricola  
*serial number* 1652  
- data di ricevimento oggetto  
*date of receipt of item* 2023-06-23  
- data delle misure  
*date of measurements* 2023-06-26  
- registro di laboratorio  
*laboratory reference* Reg. 03

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

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

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

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

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

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

Direzione Tecnica  
(Approving Officer)

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 30200-A**  
*Certificate of Calibration LAT 163 30200-A*

- data di emissione  
*date of issue* 2023-06-26  
- cliente  
*customer* BISTRUSSU ING. FRANCESCO  
08212 - CAGLIARI (CA)  
- destinatario  
*receiver* BISTRUSSU ING. FRANCESCO  
08212 - CAGLIARI (CA)

**Si riferisce a**

*Referring to*  
- oggetto  
*item* Filtri 1/3  
- costruttore  
*manufacturer* Larson & Davls  
- modello  
*model* 831  
- matricola  
*serial number* 1652  
- data di ricevimento oggetto  
*date of receipt of item* 2023-06-23  
- data delle misure  
*date of measurements* 2023-06-26  
- registro di laboratorio  
*laboratory reference* Reg. 03

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

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

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

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

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

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

Direzione Tecnica  
(Approving Officer)