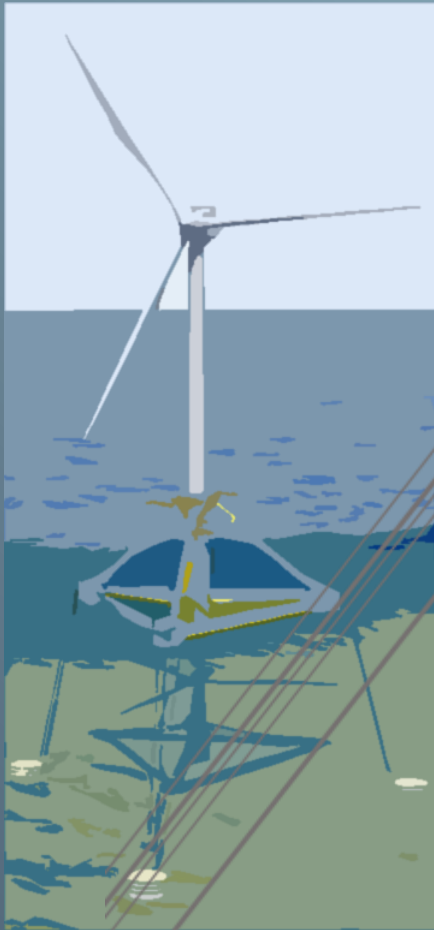




Ichnusa wind power srl

Progetto Definitivo

**PARCO EOLICO FLOTTANTE
NEL MARE DI SARDEGNA
SUD OCCIDENTALE**



YR22

C0421YR22ACUTER01a

**Ministero dell'Ambiente
e della Sicurezza Energetica**

Ministero della Cultura

**Ministero delle Infrastrutture
e dei Trasporti**

*Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale
ex D.lgs. 152/2006*

*Domanda di Autorizzazione Unica
ex D.lgs. 387/ 2003*

*Domanda di Concessione Demaniale Marittima
ex R.D. 327/1942*

Relazione tecnica
VALUTAZIONE IMPATTO ACUSTICO TERRESTRE

Progetto
Dott. Ing. Luigi Severini
Ord. Ing. Prov. TA n.776

Elaborazioni
iLStudio.
Engineering & Consulting **Studio**



01	Giugno 2024	INTEGRAZIONI C.T. PNRR - PNIEC		
00	Marzo 2023	Emesso per approvazione		
REV	DATA	DESCRIZIONE		

Codice:

C	0	4	2	1	Y	R	0	2	2	A	C	U	T	E	R	0	1	a
NUM.COMM.			ANNO		COD.SET	NUM.ELAB.			DESCRIZIONE ELABORATO						REV.	R.I.		



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica
Valutazione impatto acustico terrestre

Codice documento:
C0421YR22ACUTER01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
I di VI

SOMMARIO

1.	SCOPO DEL DOCUMENTO	1
2.	DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO	2
3.	DEFINIZIONI	7
4.	LINEE GUIDA E INDIRIZZI NORMATIVI.....	9
4.1.	Riferimenti legislativi.....	9
4.1.1.	Legge 23 dicembre 1978, n. 833	9
4.1.2.	Legge 8 luglio 1986, n. 349.....	9
4.1.3.	DPCM 1° marzo 1991	9
4.1.4.	Legge 26 ottobre 1995, n. 447	11
4.1.5.	DPCM 14 novembre 1997.....	11
4.1.6.	DECRETO 16 marzo 1998.....	13
4.1.7.	D.lgs. 4 settembre 2002, n. 262	13
4.2.	Norme tecniche.....	13
5.	SCENARIO ACUSTICO DI BASE	15
5.1.	Campagna di misurazioni	15
5.1.1.	Strumentazione utilizzata.....	15
5.1.2.	Localizzazione dei possibili recettori: punti di misurazione	16
5.1.3.	Condizioni meteorologiche	18
5.1.4.	Modalità di esecuzione delle misure.....	18
5.1.5.	Livelli di pressione sonora misurati.....	18
5.2.	Piani di classificazione acustica	19
5.2.1.	PCA Comune di Portoscuso	21
5.2.2.	PCA Comune di Gonnese	22
5.2.3.	PCA Comune di Iglesias.....	23
5.2.4.	PCA Comune di Siliqua	24
5.2.5.	PCA Comune di Vallermosa	25
5.2.6.	PCA Comune di Decimoputzu.....	26
5.2.7.	PCA Comune di Villasor	27
5.2.8.	PCA Comune di Serramanna	28
5.2.9.	PCA Comune di Nuraminis	29
5.2.10.	Collocazione delle opere all'interno delle zone acustiche	30
6.	CALCOLO DELLE EMISSIONI ACUSTICHE	31
6.1.	Fase di costruzione.....	31
6.1.1.	Elettrodotti di esportazione e connessione a 220kV e 380kV ed interrato RTN	31
6.1.2.	Sottostazione elettrica di trasformazione e consegna 220kV – 380kV	33
6.1.3.	Nuova sezione 380kV stazione TERNA Sulcis	34



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting **Studio**

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica
Valutazione impatto acustico terrestre

Codice documento:
C0421YR22ACUTER01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
II di VI

6.1.4. Stazione elettrica Villasor 380	34
6.1.5. Elettrodotti aerei 380kV in singola e doppia terna	35
6.2. Fase di esercizio	36
6.2.1. Elettrodotti di esportazione e connessione a 220kV e 380kV ed interrato a 380kV	36
6.2.2. Sottostazione elettrica di trasformazione e consegna 220kV – 380kV	37
6.2.3. Nuova sezione 380kV stazione TERNA Sulcis	41
6.2.4. Elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor	41
6.2.5. Stazione elettrica Villasor 380	46
6.2.6. Elettrodotto aereo 380kV Villasor-dorsale Ittiri-Selargius	48
 7. MISURE DI MITIGAZIONE	 52
 8. CONCLUSIONI.....	 53



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica
Valutazione impatto acustico terrestre

Codice documento:
C0421YR22ACUTER01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
III di VI

INDICE DELLE FIGURE

Figura 2.1 – Schema concettuale della configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo.....	3
Figura 2.2 – Schema concettuale della configurazione con elettrodotto aereo.	4
Figura 2.3 – Opere in progetto – Configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo.....	5
Figura 2.4 – Opere in progetto – Configurazione con elettrodotto aereo.	6
Figura 5.1 – Analizzatore fonometrico portatile 2250.....	16
Figura 5.2 – Ubicazione punti di misurazione, zona urbana e industriale.	17
Figura 5.3 – Piano di Classificazione Acustica del Comune di Portoscuso.....	21
Figura 5.4 – Piano di Classificazione Acustica del Comune di Gonnese.....	22
Figura 5.5 – Piano di classificazione acustica del comune di Iglesias.	23
Figura 5.6 – Piano di Classificazione Acustica del Comune di Siliqua.	24
Figura 5.7 – Piano di Classificazione Acustica del Comune di Vallermosa.....	25
Figura 5.8 – Piano di Classificazione Acustica del Comune di Decimoputzu.	26
Figura 5.9 – Piano di Classificazione Acustica del Comune di Villasor.	27
Figura 5.10 – Piano di Classificazione Acustica del Comune di Serramanna.	28
Figura 5.11 – Piano di Classificazione Acustica del Comune di Nuraminis.	29
Figura 5.12 – Ubicazione delle opere su piani di classificazione acustica comunali.	30
Figura 6.1 – Posizione del fonometro per misurazioni acustiche dei trasformatori.	38
Figura 6.2 – Valori di immissione acustica sottostazione di trasformazione e consegna, fase di esercizio.....	39
Figura 6.3 – Valori di emissione acustica sottostazione di trasformazione e consegna, fase di esercizio.....	40
Figura 6.4 – Verifica limite differenziale di immissione sottostazione di trasformazione e consegna, fase di esercizio.	41
Figura 6.5 – Caratteristiche dell'elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor.....	43
Figura 6.6 – Scenario di calcolo, posizione del recettore rispetto all'elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor.	44
Figura 6.7 – Mappe acustiche – rumore ambientale previsto, elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor.....	46
Figura 6.8 – Caratteristiche dell'elettrodotto aereo 380kV Villasor-dorsale Ittiri-Selargius.	48
Figura 6.9 – Scenario di calcolo, posizione del recettore rispetto all'elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor.	49
Figura 6.10 – Mappe acustiche – rumore ambientale previsto, elettrodotto aereo 380kV Villasor-dorsale Ittiri-Selargius.....	51



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica
Valutazione impatto acustico terrestre

Codice documento:
C0421YR22ACUTER01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
IV di VI

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 4.1 – Tabella 1: classificazione in zone acustiche.....	9
Tabella 4.2 – Tabella 2: valori dei limiti massimi del livello sonoro equivalente relativi alle classi di destinazione d’uso del territorio di riferimento.....	10
Tabella 4.3 – Art.6: limiti di accettabilità del livello sonoro equivalente.....	10
Tabella 4.4 – Tabella B: valori limite di emissione - Leq in dB(A).....	12
Tabella 4.5 – Tabella C: valori limite assoluti di immissione – Leq in dB(A).....	12
Tabella 5.1 – Specifiche tecniche di misurazione termo-anemometro KM 4007.....	15
Tabella 5.2 – Specifiche tecniche di misurazione fonometro Brüel & Kjær 2250.....	16
Tabella 5.3 – Ubicazione punti di misurazione, zona urbana e industriale.....	17
Tabella 5.4 – Condizioni meteorologiche della stazione meteo di Cagliari Decimomannu.....	18
Tabella 5.5 – Valori misurati dei livelli continui equivalenti di pressione sonora ponderata “A”.....	19
Tabella 5.6 – Piani di Classificazione Acustica vigenti.....	20
Tabella 6.1 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: esecuzione degli scavi.....	32
Tabella 6.2 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: esecuzione della TOC.....	32
Tabella 6.3 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: posa dei cavi.....	32
Tabella 6.4 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: reinterro e ripristino.....	32
Tabella 6.5 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: cantierizzazione e sistemazione del sito.....	33
Tabella 6.6 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: movimento terra, scavi di fondazione.....	33
Tabella 6.7 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: realizzazione delle fondazioni.....	33
Tabella 6.8 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: montaggi elettromeccanici e degli edifici.....	33
Tabella 6.9 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: realizzazione della viabilità interna.....	34
Tabella 6.10 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: montaggio trasformatori, installazione sostegni.....	34
Tabella 6.11 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: collaudi.....	34
Tabella 6.12 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: area centrale o campo base.....	35
Tabella 6.13 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: area sostegno.....	35
Tabella 6.14 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: area di linea.....	36
Tabella 6.15 – Range di validità formule EPRI.....	42
Tabella 6.16 – Caratteristiche dell’elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor.....	44
Tabella 6.17 – Verifica dei limiti di emissione, fase di esercizio elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor.....	44
Tabella 6.18 – Verifica dei limiti assoluti di immissione, fase di esercizio elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor condizioni di forte pioggia.....	45
Tabella 6.19 – Verifica dei limiti assoluti di immissione, fase di esercizio elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor condizioni con conduttori bagnati.....	45



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione tecnica Valutazione impatto acustico terrestre		
Codice documento: C0421YR22ACUTER01a	Data emissione: Giugno 2024	Pagina V di VI

Tabella 6.20 – Verifica dei limiti differenziali di immissione, fase di esercizio elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor condizioni di forte pioggia.	45
Tabella 6.21 – Verifica dei limiti differenziali di immissione, fase di esercizio elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor condizioni con conduttori bagnati.	45
Tabella 6.22 – Caratteristiche dell’elettrodotto aereo 380kV Villasor-dorsale Ittiri-Selargius.	49
Tabella 6.23 – Verifica dei limiti di emissione, fase di esercizio elettrodotto aereo 380kV Villasor-dorsale Ittiri-Selargius.....	50
Tabella 6.24 – Verifica dei limiti assoluti di immissione, fase di esercizio elettrodotto aereo 380kV Villasor-dorsale Ittiri-Selargius condizioni di forte pioggia.	50
Tabella 6.25 – Verifica dei limiti assoluti di immissione, fase di esercizio elettrodotto aereo 380kV Villasor-dorsale Ittiri-Selargius condizioni con conduttori bagnati.....	50
Tabella 6.26 – Verifica dei limiti differenziali di immissione, fase di esercizio elettrodotto aereo 380kV Villasor-dorsale Ittiri-Selargius condizioni di forte pioggia.	50
Tabella 6.27 – Verifica dei limiti differenziali di immissione, fase di esercizio elettrodotto aereo 380kV Villasor-dorsale Ittiri-Selargius condizioni con conduttori bagnati.....	50



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting **Studio**

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica
Valutazione impatto acustico terrestre

Codice documento:
C0421YR22ACUTER01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
VI di VI

INDICE DELLE VOCI

ARPA	Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale
ARPAS	Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale Sardegna
CE	Commissione Europea
CIGRE	Conseil International des Grands Réseaux Électriques
EPRI	Electric Power Research Institute
FOS	Floating Offshore Substation
Iac	Inter-array cable
IEC	International Electrotechnical Commission
Ofec	Offshore export cable
ONAF	Oil Natural Air Forced
ONAN	Oil Natural Air Natural
Oncc	Onshore connection cable
Onec	Onshore export cable
PCA	Piano di Classificazione Acustica
RTN	Rete di Trasmissione Nazionale
TJB	Transition Junction Bay
TOC	Trivellazione Orizzontale Controllata
WTG	Wind Turbine Generator



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica
Valutazione impatto acustico terrestre

Codice documento:
C0421YR22ACUTER01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
1 di 58

1. SCOPO DEL DOCUMENTO

Il presente documento ha lo scopo di valutare l'impatto acustico generato dalla componente a terra del progetto per la realizzazione di un parco eolico flottante nel Mare di Sardegna sud occidentale, sia nella fase di costruzione che in quella di esercizio dell'impianto. L'opera, grazie al contributo di 42 aerogeneratori galleggianti, sarà in grado di garantire una potenza elettrica nominale pari a 504 MW.

La valutazione dell'impatto acustico è condotta in corrispondenza dei ricettori sensibili individuati in una fase di studio iniziale, mediante l'utilizzo di:

- misurazioni in-situ per caratterizzare lo scenario acustico di base dell'area di progetto a terra;
- modelli fisico-matematici per simulare la propagazione del suono nell'ambiente esterno;
- riferimenti legislativi presenti in materia di inquinamento acustico, con lo scopo di quantificare gli impatti associati alle sorgenti di rumore.

Valutati gli impatti, che nel caso in esame risultano comunque contenuti o di breve durata, è dato spazio alle più idonee misure di mitigazione da adottare eventualmente per la minimizzazione degli impatti sulla popolazione, soprattutto in area urbana.

Il documento, nella sua completezza contiene:

- una descrizione sintetica del progetto;
- una lista delle definizioni relative ai termini tecnici-specialistici utilizzati all'interno del documento;
- una trattazione sulle linee guida e riferimenti normativi in materia di inquinamento acustico ambientale;
- un breve inquadramento relativo all'ubicazione delle opere in progetto;
- una trattazione relativa allo scenario acustico di base valutato mediante misurazioni in-situ e alla classificazione acustica vigente all'interno dei comuni interessati;
- il calcolo delle emissioni acustiche previste in fase di costruzione ed esercizio;
- una descrizione delle misure di mitigazione eventualmente previste;
- idonee conclusioni dello studio effettuato con valutazione degli impatti.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica
Valutazione impatto acustico terrestre

Codice documento:
C0421YR22ACUTER01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
2 di 58

2. DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO

L'impianto di produzione eolica, a realizzarsi nel mare di Sardegna sud-occidentale nel settore geografico ovest-nord-ovest delle coste di Portoscuso e dell'isola di San Pietro, a oltre 35 km dalle più vicine coste sarde, garantirà una potenza nominale massima pari a 504MW attraverso l'utilizzo di 42 aerogeneratori e 2 sottostazioni elettriche di trasformazione sostenuti da innovative fondazioni galleggianti. L'impianto consentirà la produzione di energia per complessivi 1647 GWh/anno sufficienti a compensare il fabbisogno elettrico di oltre 600 mila famiglie.

L'impiego di questi sistemi consente l'installazione in aree marine profonde e molto distanti dalle coste, dove i venti sono più intensi e costanti e la percezione visiva dalla terraferma è estremamente ridotta, mitigando così gli impatti legati alle alterazioni del paesaggio tipici degli impianti realizzati sulla terraferma o in prossimità delle coste. La collocazione del parco, frutto di una approfondita conoscenza delle caratteristiche del sito, armonizza le risultanze di studi e consultazioni finalizzati alla migliore integrazione delle opere all'interno del contesto naturale e antropico pre-esistente.

L'opera in oggetto, nella sua completezza, si sviluppa secondo una componente a mare (sezione offshore), dedicata prevalentemente alla produzione di energia, ed una a terra (sezione onshore) destinata al suo trasporto e immissione nella rete elettrica nazionale.

Ciascun aerogeneratore (*Wind Turbine Generator – WTG*), con potenza nominale 12 MW, sarà costituito da un rotore tripala con diametro fino a 255 m calettato su torre ad una quota sul livello medio mare fino a 155 m. L'energia elettrica prodotta dalle turbine alla tensione di 66 kV sarà collettata attraverso una rete di cavi marini inter-array (*Inter-array cable – Iac*) e convogliata verso due sottostazioni elettriche offshore galleggianti (*Floating Offshore Substation – FOS*) per l'elevazione di tensione al livello 220 kV. Il trasporto dell'energia verso la terraferma avverrà con un elettrodotto di esportazione sottomarino (*Offshore export cable – Ofec*) fino ad un punto di giunzione a terra (*Transition Junction Bay – TJB*). L'energia sarà quindi trasportata, mediante elettrodotto di esportazione interrato (*Onshore export cable – Onec*), presso una sottostazione elettrica di trasformazione e consegna nel Comune di Portoscuso, ove sarà effettuata l'elevazione della tensione nominale da 220kV a 380kV. Da qui, un elettrodotto di connessione interrato (*Onshore connection cable – Oncc*), permetterà la connessione ad una nuova sezione a 380kV della esistente stazione RTN TERNA "Sulcis".

L'intervento prevede anche la realizzazione di opere della RTN Terna consistenti nel "[...] riclassamento a 380kV della linea 220kV "Sulcis-Villasor" [...] (e) [...] realizzazione di una nuova sezione a 380kV della SE 220/150kV denominata "Villasor" da raccordare alla linea RTN 380kV "Ittiri-Selargius. [...]" come da STMG formalmente accettata in data 19/06/2023. Gli interventi di riqualificazione e ammodernamento della linea, già previsti nella Proposta di Piano di Sviluppo TERNA 2023 nell'ambito dell'intervento "Dorsale sarda: HVDC Fiumesanto – Montalto (SAPEI 2) e Sardinian Link" oltre a tragguardare i nuovi obiettivi di stabilità della rete e la capacità di trasporto previste dal Piano, costituirà anche una opportunità per ulteriori iniziative di produzione di energia da fonte rinnovabile, nonché il miglioramento dei servizi elettrici al territorio del Sulcis aumentandone l'efficienza e la fruibilità.

L'intervento di riclassamento prevede, nello specifico, la sostituzione dell'esistente elettrodotto aereo a 220 kV "Sulcis-Villasor" attraverso la costruzione di un nuovo elettrodotto a 380 kV, cercando di mantenere il medesimo corridoio infrastrutturale. In merito a tali interventi, la Commissione Tecnica PNRR-PNIEC, con lettera prot. m_ante.CTVA.Registro Ufficiale.U.0002477.26-02-2024), ha richiesto di elaborare una alternativa progettuale che prevedesse il totale interrimento della suddetta linea o, in alternativa, il suo parziale interrimento combinato all'utilizzo di sostegni architettonici così da mitigare l'impatto sul paesaggio.

Nel recepire tale richiesta, il proponente ha quindi sviluppato nuove configurazioni di progetto.

Posto che la realizzanda linea "Sulcis-Villasor" costituirà parte della rete primaria 380kV, ovvero la più importante del sistema elettrico nazionale deputata alla regolazione di tensione e frequenza dell'energia



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica
Valutazione impatto acustico terrestre

Codice documento:
C0421YR22ACUTER01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
3 di 58

distribuita, sono richiesti specifici requisiti di affidabilità e disponibilità che riverberano sulla stabilità, non solo della rete regionale, ma anche di quella nazionale. In tal senso, la soluzione con completo interrimento della linea è stata scartata per insuperabili criticità dal punto di vista tecnico sia in termini di affidabilità e sicurezza del sistema elettrico nazionale, sia in termini di ingombro dimensionale che gli standard tecnici impongono per tali tipi di opere.

La valutazione ambientale ha quindi riguardato due soluzioni tecniche di seguito indicate come:

- Configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo;
- Configurazione con elettrodotto aereo.

Se da un lato si ritiene che entrambe le soluzioni siano compatibili da un punto di vista ambientale, la decisione finale sulla compatibilità tecnica non è tuttavia appannaggio della Proponente e dovrà essere concertata, in sede di Conferenza dei Servizi, con il Gestore di rete TERNA e gli operatori terzi coinvolti nel relativo tavolo tecnico.

Configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo

La configurazione si svilupperà secondo:

- un elettrodotto interrato 380 kV in doppia terna di circa 20 km che collegherà la nuova sezione 380 kV TERNA Sulcis ad una stazione di compensazione della potenza reattiva nel territorio del Comune di Iglesias dove avverrà la transizione da elettrodotto in cavo ad aereo;
- un elettrodotto aereo 380 kV ST (Singola Terna) tra la stazione di transizione e la nuova stazione elettrica di smistamento “Villasor 380”;
- un elettrodotto aereo a 380 kV DT (Doppia Terna) di raccordo alla dorsale regionale 380 kV “Ittiri-Selargius”.

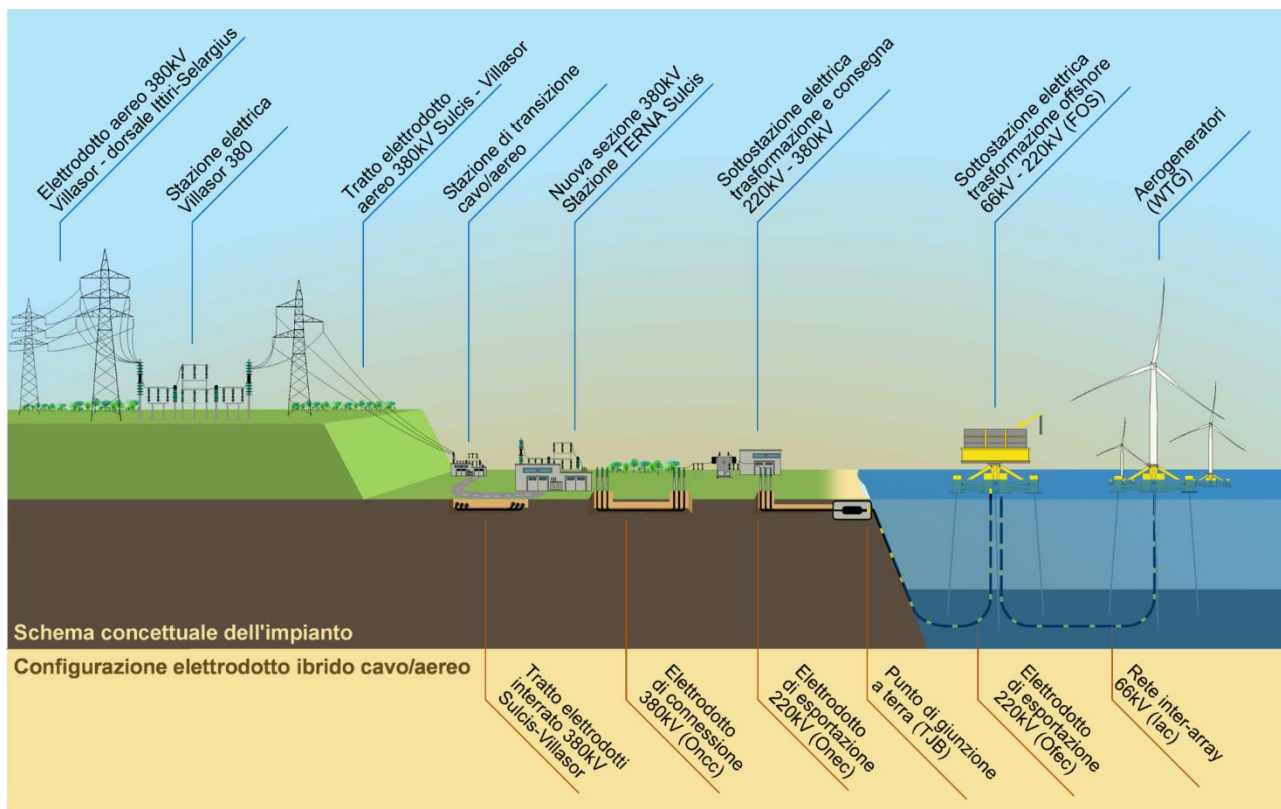


Figura 2.1 – Schema concettuale della configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo.

Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica
Valutazione impatto acustico terrestre

Codice documento:
C0421YR22ACUTER01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
4 di 58

Configurazione con elettrodotto aereo

Rispetto alla configurazione ibrida cavo/aereo sopra descritta, tale configurazione prevede la sola sostituzione dell'elettrodotto ibrido "Sulcis-Villasor" con una soluzione completamente aerea, eliminando dunque il tratto interrato e la relativa stazione di transizione.

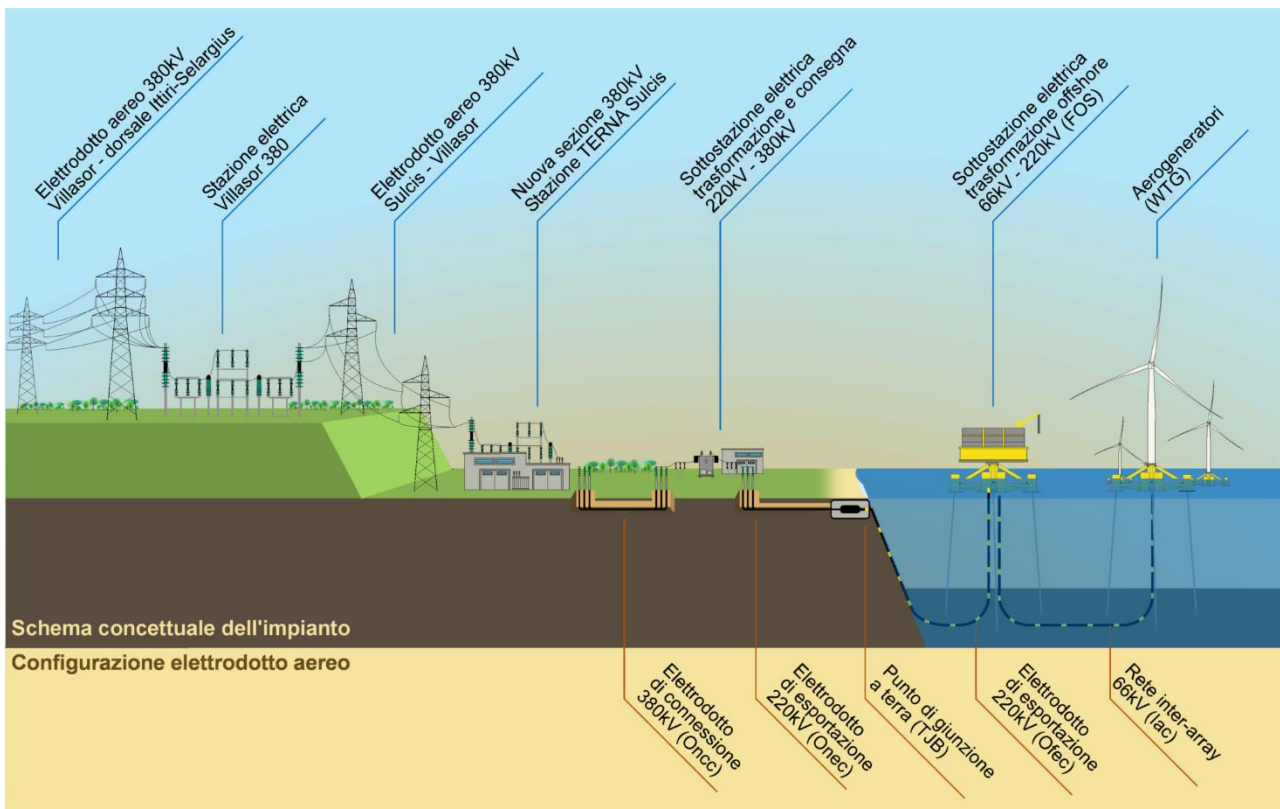


Figura 2.2 – Schema concettuale della configurazione con elettrodotto aereo.

Elaborazione iLStudio.

Il confronto topologico tra le due configurazioni, escluse le opere fino alla stazione utente Sulcis, è mostrato nelle successive figure.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

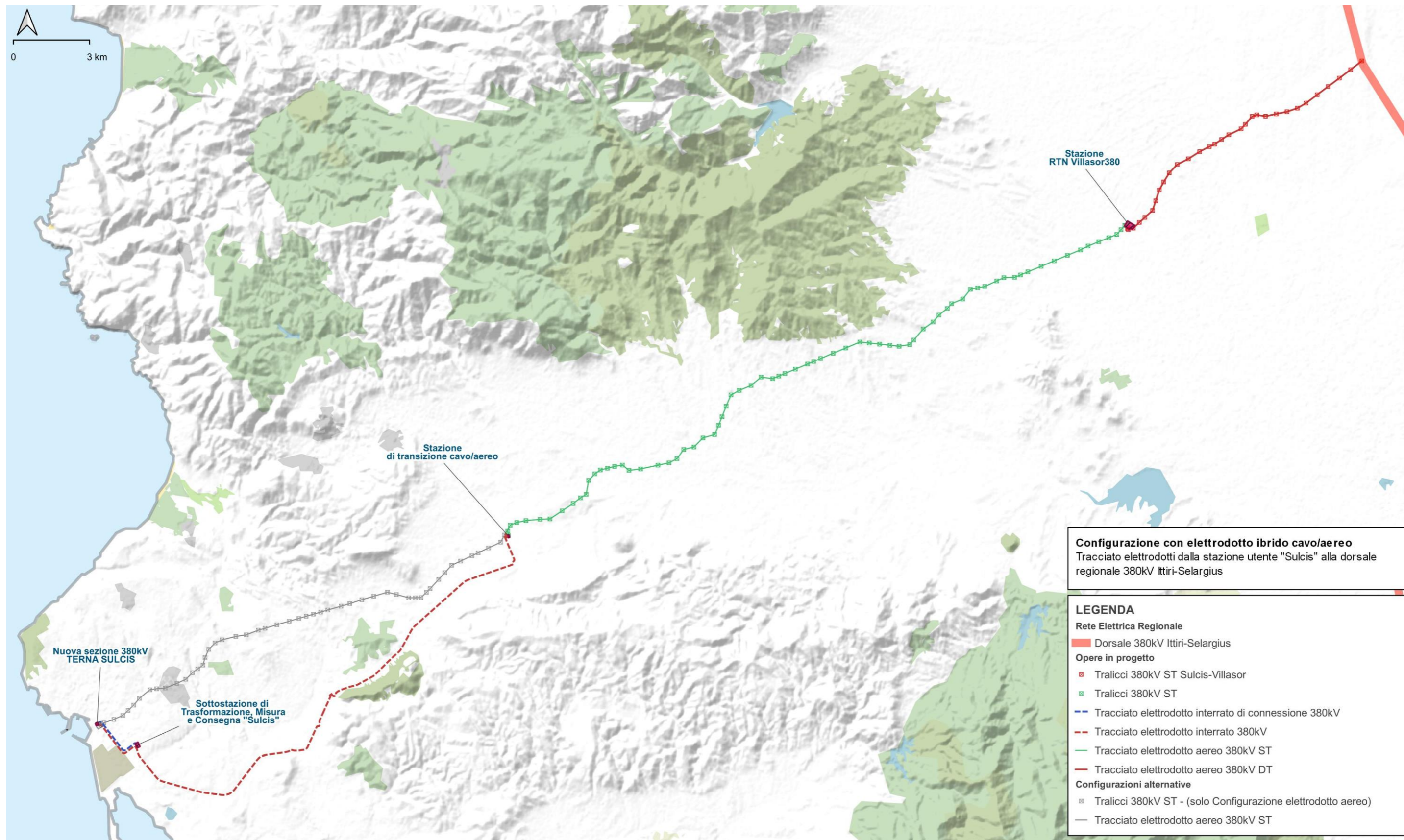


Figura 2.3 – Opere in progetto – Configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo.
Elaborazione iLStudio.

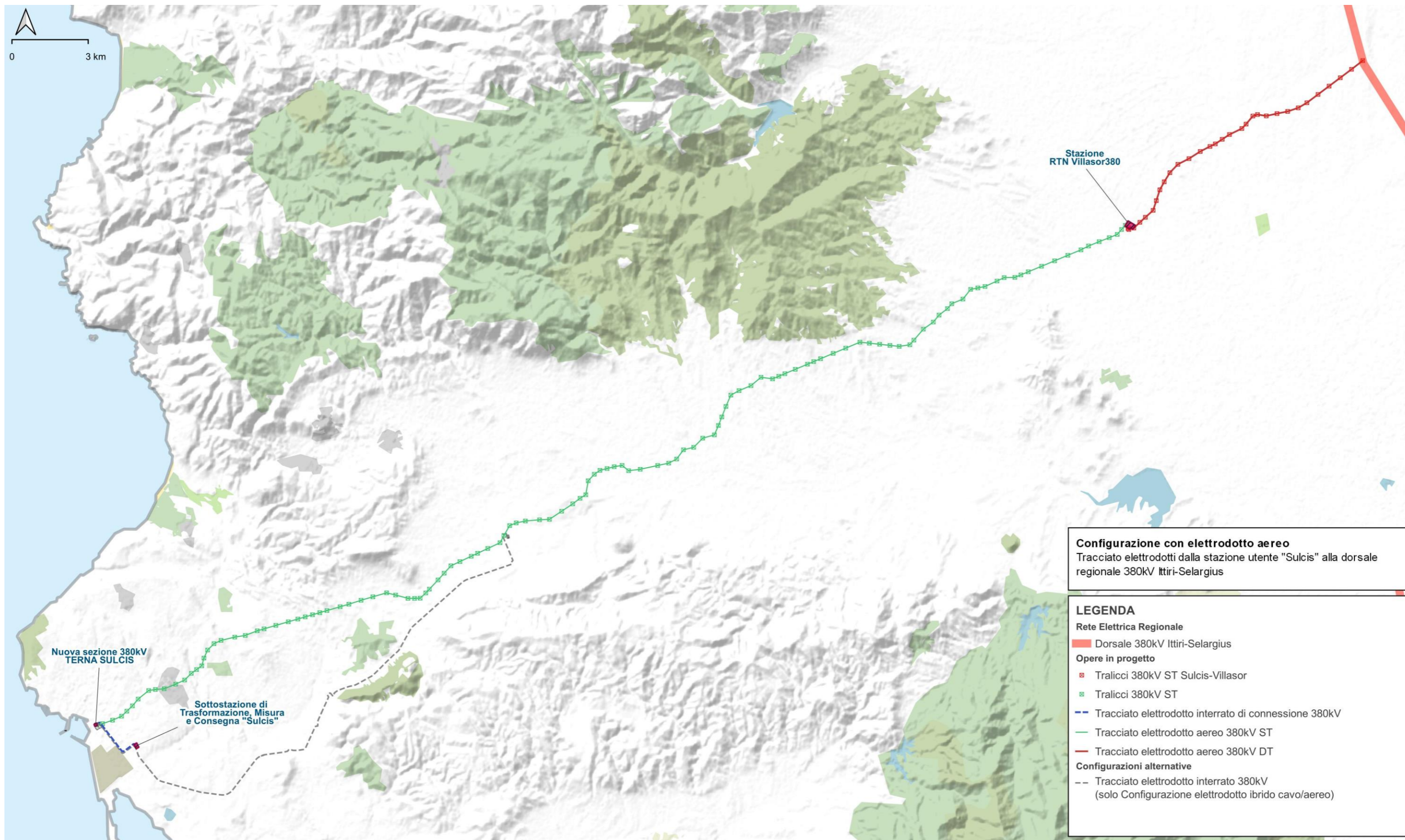


Figura 2.4 – Opere in progetto – Configurazione con elettrodotto aereo.

Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica
Valutazione impatto acustico terrestre

Codice documento:
C0421YR22ACUTER01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
7 di 58

3. DEFINIZIONI

Con l'obiettivo di un'efficace comprensione degli argomenti trattati nel documento, seguono nel presente paragrafo alcune definizioni tecnico specifiche, già riportate all'interno dei riferimenti di legge in materia di inquinamento acustico.

- **Ambiente abitativo:** ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza di persone o di comunità ed utilizzato per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive.
- **Area di influenza:** porzione o porzioni di territorio in cui la realizzazione di una nuova opera o la modifica di un'opera esistente potrebbe determinare una variazione significativa dei livelli di rumore ambientale, rispetto alla situazione ante – operam.
- **Banda di ottava:** banda di frequenza ove il rapporto tra la frequenza superiore e quella inferiore è pari a 2. Il campo dei suoni udibili comprende 10 bande di ottava standardizzate nelle frequenze centrali di banda di 31.5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 e 16000 Hz.
- **Campo sonoro:** regione dello spazio sede di un sistema di onde sonore. In assenza di ostacoli alla propagazione sonora esistono solo le onde direttamente irradiate dalla sorgente (campo libero). In un ambiente chiuso le riflessioni sulle pareti generano un sistema complesso di onde riflesse che si propagano in molteplici direzioni (campo riverberante). Quando queste riflessioni, a seguito delle diffusioni ad esse associate, sono statisticamente distribuite in modo uniforme in tutte le direzioni si è in presenza di campo diffuso.
- **Differenziale del rumore:** differenza tra livello di rumore ambientale e livello del rumore residuo.
- **Frequenza:** numero di oscillazioni nell'unità di tempo della pressione rispetto al suo valore in assenza di onde sonore. Si misura in cicli al secondo, hertz (Hz). Il campo di frequenza dei suoni udibili convenzionalmente è compreso tra 20 e 20000 Hz. Pur non esistendo una classificazione standardizzata, solitamente le alte frequenze sono comprese tra 1000 e 20000 Hz, le frequenze medie tra 200 e 1000 Hz e le basse frequenze tra 20 e 200 Hz.
- **Inquinamento acustico:** 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.
- **Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato di tipo A - $L_{A,eq}$:** è il parametro fisico adottato per la misura del rumore, definito dalla relazione analitica:

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

dove $p_A(t)$ è il valore istantaneo della pressione sonora ponderata secondo la curva A, p_0 è il già citato valore della pressione sonora di riferimento, T è l'intervallo di tempo di integrazione, $L_{Aeq,T}$ esprime il livello energetico medio del rumore ponderato secondo curva A, nell'intervallo di tempo considerato.

- **Livello di esposizione personale L_{EX} :** livello continuo equivalente in dBA rilevato al posto operatore o a 10 - 40 cm dal suo orecchio in condizioni operative, durante il normale svolgimento dell'attività lavorativa per un tempo rappresentativo dello svolgimento della propria mansione.
- **Livello di potenza sonora equivalente $L_{W,eq}$:** rumore emesso da una sorgente fittizia che lavora in continuo in un tempo corrispondente alle ore di funzionamento e utilizzo delle singole attrezzature.

$$L_{W,eq} = 10 \log_{10} \sum_n \left(\frac{T_{fi}}{T_{rif}} 10^{\frac{L_{Wi}}{10}} \right) \text{ [dB]} \quad \text{eq. (2)}$$



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica
Valutazione impatto acustico terrestre

Codice documento:
C0421YR22ACUTER01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
8 di 58

ove n è il numero di sorgenti attive nell'area, T_{fi} è il tempo di funzionamento della sorgente i -esima, T_{rif} è la durata del turno di lavoro (8 ore), L_{wi} la potenza sonora della singola macchina attiva in cantiere.

- **Livello di pressione sonora:** esprime il valore della pressione acustica di un fenomeno sonoro mediante la scala logaritmica dei decibel ed è dato dalla relazione:

$$L_p = 20 \log_{10} \left(\frac{p}{p_0} \right) [dB] \quad \text{eq. (3)}$$

in cui p è il valore efficace della pressione sonora misurata in pascal (Pa) e p_0 è la pressione di riferimento che, per misurazioni in aria, si assume uguale a 20 micropascal (μPa) in condizioni standard.

- **Rumore:** qualunque emissione sonora che provochi sull'uomo effetti indesiderati, disturbanti o dannosi o che determini un qualsiasi deterioramento qualitativo dell'ambiente.
- **Rumore ambientale:** è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato di tipo A, prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. Il rumore ambientale è costituito dall'insieme del rumore residuo e da quello prodotto dalle specifiche sorgenti disturbanti.
- **Rumore di fondo:** è il livello sonoro statistico L90 o L95 ovvero che viene superato nel 90 o 95% della durata della misurazione.
- **Rumore residuo:** è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato di tipo A, che si rileva quando si escludono le specifiche sorgenti disturbanti. Esso deve essere misurato con le identiche modalità impiegate per la misura del rumore ambientale e non deve contenere eventi sonori atipici.
- **Sorgente sonora:** qualsiasi oggetto, dispositivo, macchina o impianto o essere vivente idoneo a produrre emissioni sonore.
- **Sorgente specifica:** sorgente sonora selettivamente identificabile che costituisce la causa del disturbo.
- **Sorgenti sonore fisse:** gli impianti tecnici degli edifici e le altre installazioni unite agli immobili anche in via transitoria i cui uso produca emissioni sonore; le infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali, marittime, industriali, artigianali, commerciali ed agricole; i parcheggi; le aree adibite a stabilimenti di movimentazione merci; i depositi dei mezzi di trasporto di persone e merci; le aree adibite ad attività sportive e ricreative.
- **Sorgenti sonore mobili:** tutte le sorgenti sonore non comprese tra le sorgenti sonore fisse.
- **Valori di attenzione:** il valore di rumore che segnala la presenza di un potenziale rischio per la salute umana o per l'ambiente.
- **Valori di qualità:** i valori di rumore da conseguire nel breve, nel medio e nel lungo periodo con le tecnologie e le metodiche di risanamento disponibili, per realizzare gli obiettivi di tutela previsti dalla legge.
- **Valori limite di emissione:** il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa.
- **Valori limite di immissione:** il valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori.



4. LINEE GUIDA E INDIRIZZI NORMATIVI

Nel presente paragrafo si riportano i riferimenti legislativi e le norme utili ai fini del presente studio.

4.1. Riferimenti legislativi

I primi riferimenti legislativi in materia di inquinamento acustico risalgono al 1978, negli anni a seguire vi sono stati ulteriori sviluppi del tema sino alla pubblicazione dei valori limite di emissione ed immissione (1997) in armonizzazione con la legge quadro sull'inquinamento acustico del 1995.

4.1.1. Legge 23 dicembre 1978, n. 833

La legge 833/1978 sancisce l'istituzione del servizio sanitario nazionale come strumento di “*tutela della salute come fondamentale diritto dell'individuo e interesse della collettività*”, così come riportato nell'art.1.

Essa rappresenta il primo riferimento di legge entro cui si fa cenno ai limiti massimi di esposizione alle emissioni sonore. Infatti, l'articolo 4 sancisce che “*Con legge dello Stato sono dettate norme dirette ad assicurare condizioni e garanzie di salute uniformi per tutto il territorio nazionale [...]*”. E ancora che “[...] *Con decreto del Presidente del Consiglio dei ministri, su proposta del Ministero della sanità, sentito il Consiglio sanitario nazionale, sono fissati e periodicamente sottoposti a revisione [...] i limiti massimi di esposizione relativi ad inquinanti di natura chimica, fisica e biologica e delle emissioni sonore negli ambienti di lavoro, abitativi e nell'ambiente esterno*”.

4.1.2. Legge 8 luglio 1986, n. 349

La legge 349/1986 sancisce l'istituzione del Ministero dell'ambiente e detta successive norme in materia di danno ambientale.

In particolare, nell'art. 2, comma 14, si ribadisce la necessità di fissare dei limiti massimi di esposizione alle emissioni sonore, in relazione al solo ambiente esterno e abitativo. Inoltre è sancito che “[...] *La fissazione di tali limiti, ove gli stessi siano relativi agli ambienti di lavoro, è proposta al Presidente del Consiglio dei ministri dal Ministero della sanità [...]*”.

4.1.3. DPCM 1° marzo 1991

Il DPCM sancisce i limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e all'esterno insieme alle modalità e alle caratteristiche della strumentazione di misura. Esso ha rappresentato una misura a carattere transitorio “*in attesa dell'approvazione di una legge quadro in materia di tutela dell'ambiente dall'inquinamento acustico [...]*”.

L'art. 2, comma 1, decreta che “*Ai fini della determinazione dei limiti massimi dei livelli sonori equivalenti, i comuni adottano la classificazione in zone riportata nella tabella 1 [...]*”, riportata a seguire. Tale tabella riporta 6 classi acustiche differenti con cui sviluppare il generico piano di zonizzazione acustica comunale.

Tabella 4.1 – Tabella 1: classificazione in zone acustiche.

DPCM 1° marzo 1991.

Classe I Aree particolarmente protette	Aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione, comprendenti le aree ospedaliere, le aree scolastiche, le aree destinate al riposo e allo svago, le aree residenziali rurali, le aree di particolare interesse urbanistico, le aree di parco.
Classe II Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale	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.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica
Valutazione impatto acustico terrestre

Codice documento:
C0421YR22ACUTER01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
10 di 58

Classe III Aree di tipo misto	Aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali e assenza di attività industriali, aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.
Classe IV Aree di intensa attività umana	Aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali, artigianali e uffici; aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie, aree portuali, aree con limitata presenza di piccole industrie.
Classe V Aree prevalentemente industriali	Aree miste interessate prevalentemente da attività industriali, con presenza anche di insediamenti abitativi e attività di servizi.
Classe VI Aree esclusivamente industriali	Aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.

A seguire, il medesimo articolo, sempre al comma 1 decreta che “[...] I limiti massimi dei livelli sonori equivalenti, fissati in relazione alla diversa destinazione d'uso del territorio, sono indicati nella tabella 2” riportata a seguire. Tali limiti sono differenziati a seconda del periodo diurno o notturno.

Tabella 4.2 – Tabella 2: valori dei limiti massimi del livello sonoro equivalente relativi alle classi di destinazione d'uso del territorio di riferimento.

DPCM 1° marzo 1991.

Classi di destinazione d'uso del territorio	Leq dB(A) Periodo diurno	Leq dB(A) Periodo notturno
I. aree particolarmente protette	50	40
II. aree prevalentemente residenziali	55	45
III. aree di tipo misto	60	50
IV. aree di intensa attività umana	65	55
V. aree prevalentemente industriali	70	60
VI. aree esclusivamente industriali	70	70

Tuttavia, in assenza di una suddivisione del territorio comunale in zone acustiche, il DPCM detta dei limiti di accettabilità “nazionali” riportati nella seguente tabella, così come espresso all’interno dell’art. 6.

Tabella 4.3 – Art.6: limiti di accettabilità del livello sonoro equivalente.

DPCM 1° marzo 1991.

Zonizzazione	Limite diurno Leq dB(A)	Limite notturno Leq dB(A)
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A (D.M. n. 1444/68)	65	55
Zona B (D.M. n. 1444/68)	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

Fissati i limiti assoluti, il decreto, al comma 2 dell’art. 2, introduce anche il criterio differenziale tra rumore ambientale e rumore residuo. Infatti, “Per zone non esclusivamente industriali indicate in precedenza, [...] sono stabilite anche le seguenti differenze da non superare per il livello equivalente del rumore ambientale e quello del rumore residuo: 5 dB(A) durante il periodo diurno, 3dB(A) durante il periodo notturno.”. Inoltre si specifica che “La misura deve essere effettuata all’interno degli ambienti abitativi e nel tempo di osservazione del fenomeno acustico”.

Per quanto concerne le modalità con cui effettuare le misurazioni in situ e le caratteristiche della strumentazione di misura, il Decreto (all’allegato B) definisce che il rilevamento dei livelli acustici debba essere



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica
Valutazione impatto acustico terrestre

Codice documento:
C0421YR22ACUTER01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
11 di 58

eseguito misurando il livello sonoro continuo equivalente ponderato in curva A (Leq) per un tempo di misura sufficiente ad ottenere una valutazione significativa del fenomeno sonoro esaminato.

Per le sorgenti fisse tale rilevamento dovrebbe comunque essere eseguito in corrispondenza del luogo disturbato e nel periodo di massimo disturbo, senza tener conto di eventi eccezionali.

Il microfono del fonometro dovrebbe essere posizionato a 1.20 – 1.50 metri dal suolo e ad almeno un metro da altre superfici interferenti (quali, ad esempio pareti ed ostacoli), orientato verso la sorgente di rumore la cui provenienza sia identificabile. L'osservatore dovrebbe tenersi a sufficiente distanza dal microfono per non interferire con la misura.

Le misure in esterno dovrebbero essere eseguite in condizioni meteorologiche normali ed in assenza di precipitazioni atmosferiche; inoltre, nel caso di edifici con facciata a filo della sede stradale o di spazi liberi, il microfono deve essere collocato a 1 metro dalla facciata stessa. Nel caso invece di edifici con distacco dalla sede stradale o di spazi liberi, il microfono deve essere collocato a 1 metro dalla perimetrazione esterna dell'edificio.

Nelle aree esterne non edificate, i rilevamenti devono esser effettuati in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone o comunità. Si deve effettuare la misura del livello di rumore ambientale e confrontarla con i limiti di esposizione assoluti e differenziali.

4.1.4. Legge 26 ottobre 1995, n. 447

La legge quadro 447/1995 “[...] stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico [...]”.

La legge, all'art. 2 comma 1 introduce il concetto di inquinamento acustico ovvero “[...] 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 degli ecosistemi, dei beni materiali, dei monumenti, dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno o tale da interferire con le legittime fruizioni degli ambienti stessi. [...]” e definisce l'ambiente abitativo come “[...] ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza di persone o comunità ed utilizzato per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive per i quali resta ferma la disciplina di cui al d.lgs. 15 agosto 1991, 277, salvo per quanto concerne l'immissione di rumore da sorgenti sonore esterne ai locali in cui si svolgono le attività produttive. [...]”. Sono altresì introdotte le definizioni di valori limite di emissione, valori limite di immissione, valori di attenzione e valori di qualità.

Sono altresì stabilite le competenze dei vari enti nell'ambito della gestione dell'inquinamento acustico. Infatti, in base all'art. 4, alle Regioni viene attribuito il compito di predisporre una legge di pianificazione nella quale vengano dati indirizzi e criteri per i piani di classificazione acustica dei territori comunali e le relative scadenze, per la redazione della documentazione di impatto acustico e delle modalità di controllo da parte dei Comuni nonché per l'organizzazione delle reti di controllo.

Ai Comuni (art. 6) spetta il compito di effettuare la classificazione acustica del territorio comunale, il coordinamento degli strumenti urbanistici con la classificazione, l'adozione dei piani di risanamento e il controllo delle emissioni acustiche. Inoltre, ai Comuni è concessa “h) l'autorizzazione, anche in deroga ai valori limite [...], per lo svolgimento di attività temporanee e di manifestazioni in luogo pubblico o aperto al pubblico e per spettacoli di carattere temporaneo ovvero mobile, nel rispetto delle prescrizioni indicate dal comune stesso”, così come già dettato nel DPCM 1° marzo 1991 al comma 4 art. 1.

4.1.5. DPCM 14 novembre 1997

Il DPCM, a valle ed in attuazione della legge quadro del 1995, determina i valori limite delle sorgenti sonore. In



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica
Valutazione impatto acustico terrestre

Codice documento:
C0421YR22ACUTER01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
12 di 58

particolare, così come riportato nell'art. 1, il decreto “[...] determina i valori limite di emissione, i valori limite di immissione, i valori di attenzione ed i valori di qualità [...]” già definiti nella suddetta legge quadro.

I valori limite imposti nel presente decreto fanno riferimento alle classi di destinazione d'uso dei territori comunali, già definite nel DPCM 1° marzo 1991 e riportate in Tabella 4.1.

Art. 2, valori limite di emissione

“I valori limite di emissione [...] sono riferiti alle sorgenti fisse ed alle sorgenti mobili”. Tali valori sono indicati nella tabella seguente (tabella B del decreto) e “si applicano a tutte le aree del territorio ad esse circostanti, secondo la rispettiva classificazione in zone”.

Tabella 4.4 – Tabella B: valori limite di emissione - Leq in dB(A).

DPCM 14 novembre 1997.

Tabella B Classi di destinazione d'uso del territorio	Valori limite di emissione – Leq - dB(A)	
	Periodo diurno (dalle 06:00 alle 22:00)	Periodo notturno (dalle 22:00 alle 06:00)
I - aree particolarmente protette	45	35
II - aree prevalentemente residenziali	50	40
III - aree di tipo misto	55	45
IV - aree di intensa attività umana	60	50
V - aree prevalentemente industriali	65	55
VI - aree esclusivamente industriali	65	65

Al comma 3 è specificato che “I rilevamenti e le verifiche sono effettuati in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità”.

Art. 3, valori limite assoluti di immissione

“I valori limite assoluti di immissione [...] riferiti al rumore immesso nell'ambiente esterno dall'insieme di tutte le sorgenti” sono indicati nella seguente (tabella C del decreto).

Tabella 4.5 – Tabella C: valori limite assoluti di immissione – Leq in dB(A).

DPCM 14 novembre 1997.

Tabella C Classi di destinazione d'uso del territorio	Valori limite assoluti di immissione – Leq - dB(A)	
	Periodo diurno (dalle 06:00 alle 22:00)	Periodo notturno (dalle 22:00 alle 06:00)
I - aree particolarmente protette	50	40
II - aree prevalentemente residenziali	55	45
III - aree di tipo misto	60	50
IV - aree di intensa attività umana	65	55
V - aree prevalentemente industriali	70	60
VI - aree esclusivamente industriali	70	70

Il comma 3 del presente articolo specifica che “All'interno delle fasce di pertinenza, le singole sorgenti sonore [...] devono rispettare i limiti di cui alla tabella B allegata al presente decreto.” (Tabella 4.4) “Le sorgenti sonore [...] devono rispettare, nel loro insieme, i limiti di cui alla tabella C allegata al presente decreto, secondo la classificazione che a quella fascia viene assegnata”.

Art. 4, valori limite differenziali di immissione

“I valori limite differenziali di immissione [...] sono: 5 dB per il periodo diurno e 3 dB per il periodo notturno, all'interno degli ambienti abitativi. Tali valori non si applicano nelle aree classificate nella classe VI”, ovvero le



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica
Valutazione impatto acustico terrestre

Codice documento:
C0421YR22ACUTER01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
13 di 58

aree esclusivamente industriali.

Tuttavia, al comma 2 del presente articolo, il decreto specifica che i valori limite differenziali di immissione non si applicano “a) se il rumore misurato a finestre aperte sia inferiore a 50 dB(A) durante il periodo diurno e 40 dB(A) durante il periodo notturno; b) se il livello del rumore ambientale misurato a finestre chiuse sia inferiore a 35 dB(A) durante il periodo diurno e 25 dB(A) durante il periodo notturno”.

4.1.6. DECRETO 16 marzo 1998

Il decreto riporta le tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico in attuazione della legge 26 ottobre 1995.

Tra le varie definizioni all'interno dell'allegato A si enunciano i fattori correttivi come “*correzione in dB(A) introdotta per tener conto della presenza di rumori con componenti impulsive ($K_I = 3$), tonali ($K_T = 3$) o di bassa frequenza ($K_B = 3$)*”. Da qui si rivede il valore del livello di rumore ambientale secondo una definizione di livello corretto:

$$L_C = L_A + K_I + K_T + K_B \text{ [dB]} \quad \text{eq. (4)}$$

Nell'allegato B il decreto riporta le norme tecniche per l'esecuzione delle misure, specificando che “*La misura dei livelli continui equivalenti di pressione sonora ponderata A nel periodo di riferimento [...] può essere eseguita: a) per integrazione continua [...]; b) con tecnica di campionamento*”. Inoltre il livello sonoro continuo equivalente “*viene calcolato come media dei valori del livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A relativo agli intervalli del tempo di osservazione*”.

Per le misure in ambiente esterno si decreta che il microfono deve essere posto ad una distanza non inferiore ad un metro da facciate di edifici o pareti. Inoltre “*le misurazioni devono essere eseguite in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia e/o neve; la velocità del vento deve essere non superiore a 5 m/s. Il microfono deve comunque essere munito di cuffia antivento [...]*”.

Infine, l'allegato B indica le modalità per il riconoscimento delle componenti di rumore impulsive, tonali o a bassa frequenza così da poter applicare o meno i suddetti fattori correttivi.

4.1.7. D.lgs. 4 settembre 2002, n. 262

Il presente decreto legislativo sancisce l'attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto.

Come da art. 1, il decreto “*disciplina i valori di emissione acustica, le procedure di valutazione della conformità, la marcatura, la documentazione tecnica e la rilevazione dei dati sull'emissione sonora relativi alle macchine ed alle attrezzature destinate a funzionare all'aperto, al fine di tutelare sia la salute ed il benessere delle persone che l'ambiente*”.

4.2. Norme tecniche

- UNI ISO 1996-1:2010 “Descrizione, misurazione e valutazione del rumore ambientale; parte 1: Grandezze fondamentali e metodi di valutazione”.
- UNI ISO 1996-2:2010 “Descrizione, misurazione e valutazione del rumore ambientale; parte 2: determinazione dei livelli di rumore ambientale”.
- UNI ISO 9613-1:2006 “Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto. Parte 1: Calcolo dell'assorbimento atmosferico”.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting **Studio**

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica
Valutazione impatto acustico terrestre

Codice documento:
C0421YR22ACUTER01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
14 di 58

- UNI ISO 9613-2: 2006 “Attenuazione sonora nella propagazione all’aperto. Parte 2: Metodo generale di calcolo”.
- UNI/TR 11326:2009 “Valutazione dell’incertezza nelle misurazioni e nei calcoli di acustica. Parte 1: Concetti generali”.
- UNI CEI ENV 13005:2000 “Guida all’espressione dell’incertezza di misura”.
- UNI 10855:1996 “Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti”.
- IEC 60076-10:2001 “Power transformers – Part 10: Determination of sound levels”.
- IEC 61672-1:2002 “Sound level meters – Part 1: Specifications”.
- IEC 61260-1:2014 “Octave-band and fractional-octave-band filters - Part 1: Specifications”.



5. SCENARIO ACUSTICO DI BASE

La valutazione dell'impatto acustico associato alle opere a terra del progetto non può prescindere dalla conoscenza dello scenario acustico di base in prossimità dei possibili ricettori sensibili. Infatti, così come disposto dalla normativa vigente, per valutare il superamento dei limiti si richiede la conoscenza del rumore residuo, ovvero il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato di tipo A che si rileva quando si escludono le specifiche sorgenti disturbanti (associate alle opere a terra). Ai fini del confronto con i limiti di legge, risulta altresì necessario conoscere la classificazione acustica dei territori comunali interessati dalle opere in oggetto, poiché questi sono opportunamente divisi in zone con differenti limiti di immissione ed emissione.

Le necessità sopra espresse sono state ampiamente rispettate mediante un'apposita campagna di misurazioni in-situ ed una analisi dei piani di classificazione acustica dei comuni investiti dalle opere.

5.1. Campagna di misurazioni

Con l'obiettivo di rendere noto lo scenario acustico di base, nel mese di ottobre del 2022 è stata condotta una campagna di misurazioni in-situ che ha portato a delineare in prossimità dei ricettori sensibili il livello di rumore residuo. Compito del presente capitolo è riportare i livelli continui equivalenti di pressione sonora ponderati di tipo A misurati facendo cenno alla strumentazione ed alle modalità utilizzate per effettuare le misurazioni nonché alle condizioni ambientali presenti durante la campagna.

5.1.1. Strumentazione utilizzata

Per le attività in-situ è stata impiegata idonea strumentazione per la misura del livello continuo equivalente di pressione sonora e per rilevare le condizioni meteorologiche istantanee. Sono dunque stati utilizzati un termo-anemometro a filo caldo e un analizzatore fonometrico.

5.1.1.1. Termoanemometro a filo caldo

Per la misurazione della velocità del vento e della temperatura è stato utilizzato un termo-anemometro a filo caldo Kane May modello 4007, calibrato in m/s e °C.

Lo strumento è corredato da una sonda rigida di 40cm sul cui estremo sono installati due termistori:

- il più piccolo è mantenuto ad una temperatura costante al di sopra di quella ambiente e, quando la sonda è investita da un flusso d'aria, lo strumento misura effettivamente il voltaggio richiesto per mantenere tale temperatura costante;
- il più grande permette di misurare la temperatura dell'aria.

Nella tabella a seguire sono riportate alcune specifiche tecniche relative allo strumento.

Tabella 5.1 – Specifiche tecniche di misurazione termo-anemometro KM 4007.

	Velocità vento	Temperatura
Intervallo di misurazione	da 0 a 30 m/s / da 0 a 40°C	da -10 a 70°C
Accuratezza	±1% del fondo scala	± 1°C
Risoluzione	0.1 m/s	0.1°C

5.1.1.2. Analizzatore fonometrico

La misura dei livelli continui equivalenti di pressione sonora è stata effettuata mediante utilizzo di analizzatore fonometrico portatile Brüel & Kjær modello 2250 di classe 1 secondo la norma IEC 61260-1. Tra i vari



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

componenti, lo strumento è costituito da:

- microfono di misura polarizzato a campo libero da ½” (Brüel & Kjær tipo 4189);
- preamplificatore usato per convertire l’uscita ad alta impedenza del microfono in un’impedenza più bassa.



Figura 5.1 – Analizzatore fonometrico portatile 2250.
Brüel & Kjær.

Le misurazioni sono state compiute mediante software integrato “Analisi in frequenza BZ-7223” che ha permesso un’analisi in frequenza in tempo reale in 1/3 d’ottava.

Nella tabella a seguire sono indicate alcune caratteristiche del fonometro e del microfono, relative al funzionamento secondo analisi in frequenza.

Tabella 5.2 – Specifiche tecniche di misurazione fonometro Brüel & Kjær 2250.

Temperatura di esercizio	da -10 a 50°C
Frequenze centrali	da 12.5Hz a 20kHz
Gamma di misurazione dinamica	da 1.1 a 140dB
Gamma di misurazione funzionamento lineare	da ≤ 20.5 a 140dB

N.B. Le caratteristiche in tabella sono riferite al funzionamento dello strumento secondo analisi in frequenza 1/3 di banda d’ottava

5.1.2. Localizzazione dei possibili recettori: punti di misurazione

Il presente paragrafo contiene la localizzazione dei punti di misurazione che, per comodità, sono suddivisi a seconda che ricadano in:

- zona urbana e industriale, per la valutazione dell’impatto acustico generato dagli elettrodotti in cavo, delle sottostazioni di trasformazione e consegna e della nuova sezione 380kV all’interno della stazione TERNA Sulcis;
- zone agricole e forestali, per la valutazione dell’impatto acustico generato dagli elettrodotti aerei e dalla stazione elettrica Villasor 380.

5.1.2.1. Zona urbana e industriale

Le misurazioni sono state effettuate per 13 punti all’interno della zona urbana e industriale del Comune di



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

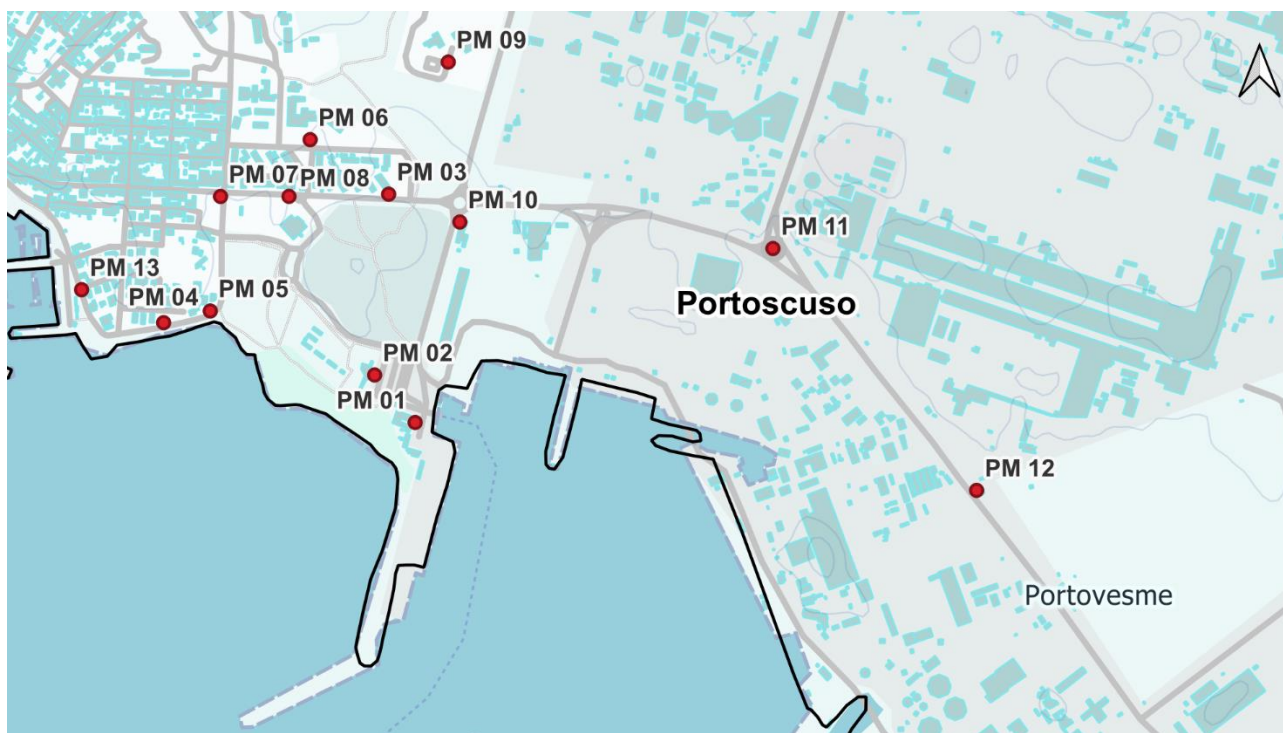
Relazione tecnica
Valutazione impatto acustico terrestre

Codice documento:
C0421YR22ACUTER01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
17 di 58

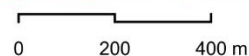
Portoscuso, scelti opportunamente in prossimità dei recettori sensibili e collocati prevalentemente all'ingresso del centro abitato.



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Impatto acustico

Ubicazione punti di misurazione - Zona urbana e industriale



LEGENDA

● Punti di misurazione

Figura 5.2 – Ubicazione punti di misurazione, zona urbana e industriale.

Nella tabella seguente sono riportate le coordinate di ciascun punto e la classe acustica di appartenenza.

Tabella 5.3 – Ubicazione punti di misurazione, zona urbana e industriale.

Punto misurazione	Descrizione	EPSG: 32632		Classificazione PCA*
		Easting	Northing	
PM 01	Ufficio Capitaneria di Porto	447375	4339017	Classe V
PM 02	Biglietteria Delcomar	447290	4339116	Classe IV
PM 03	Via 1° Maggio	447320	4339492	Classe IV
PM 04	Lungomare Cristoforo Colombo	446852	4339225	Classe III
PM 05	Lungomare Cristoforo Colombo	446949	4339249	Classe III
PM 06	Via Asproni / Scuola	447157	4339605	Classe III
PM 07	Incrocio via 1° Maggio – Lungomare C.C.	446970	4339487	Classe III
PM 08	Via 1° Maggio	447113	4339487	Classe III
PM 09	Consorzio Industriale Provinciale Carbonia	447443	4339766	Classe IV
PM 10	Ufficio Polizia Locale	447468	4339434	Classe V
PM 11	Zona industriale	448118	4339379	Classe VI
PM 12	Zona industriale	448542	4338876	Classe VI
PM 13	Lungomare Cristoforo Colombo	446681	4339293	Classe III



*PCA: Piano di Classificazione Acustica (Comune di Portoscuso)

5.1.3. Condizioni meteorologiche

Le misurazioni sono state effettuate nei giorni lunedì 24 e martedì 25 del mese di ottobre 2022 entro i confini territoriali della Provincia del Sud Sardegna, in fasce orarie comprese tra le 09:30 e le 16:00.

In generale, per entrambe le giornate della campagna le condizioni meteorologiche osservate sono risultate buone, caratterizzate da poca nuvolosità e cielo dunque prevalentemente soleggiato; le velocità del vento sono state particolarmente contenute, con sporadici picchi attorno ai 4m/s, delineando per lo più una condizione di brezza leggera secondo la scala Beaufort.

Nelle tabelle a seguire, per entrambe le giornate, si riportano alcuni dati registrati dalla stazione meteo di Cagliari Decimomannu che risulta essere la più prossima ai punti di misurazione.

Tabella 5.4 – Condizioni meteorologiche della stazione meteo di Cagliari Decimomannu.

CONDIZIONI METEOROLOGICHE – Stazione meteo di Cagliari Decimomannu		
	24 Ottobre 2022	25 Ottobre 2022
Temperatura media [°C]	21	20
Temperatura minima [°C]	16	12
Temperatura massima [°C]	31	31
Velocità media del vento [m/s]	1.6	1.4
Velocità massima del vento [m/s]	4.7	2.5
Condizioni meteo	Poco nuvoloso	Poco nuvoloso

5.1.4. Modalità di esecuzione delle misure

Le attività di misura sono state eseguite secondo le modalità decretate dal DPCM 1° marzo 1991 (paragrafo 4.1.3) e DECRETO 16 marzo 1998 (paragrafo 4.1.6).

In particolare, per il caso in esame, la misura dei livelli continui equivalenti di pressione sonora ponderata A nel periodo di riferimento è stata ottenuta con tecnica di campionamento, ovvero calcolando il valore finale come media dei valori relativi ai singoli intervalli del tempo di osservazione.

Inoltre, trattandosi di misure in ambiente esterno, lo strumento è stato utilizzato con apposita cuffia antivento ed è stato posto sempre a distanze superiori ad 1m da eventuali pareti di edifici e ad una quota di circa 1.4m dal suolo, su apposito sostegno.

Anche per quanto detto nel paragrafo 5.1.3, le misurazioni sono state eseguite in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia e con velocità del vento sempre inferiori a 5m/s.

Infine si specifica che tutte le misurazioni fanno riferimento al periodo diurno (06:00 – 22:00), poiché le componenti rumorose più gravose, quelle associate alla fase di costruzione, sono previste durante il giorno.

5.1.5. Livelli di pressione sonora misurati

Il presente paragrafo riporta i livelli continui equivalenti di pressione sonora ponderata “A” osservati durante la campagna, per ogni punto di misurazione. Anche in questo caso, per comodità, i dati raccolti sono suddivisi secondo il medesimo criterio esposto nel paragrafo 5.1.2.

Si precisa che le misurazioni sono state effettuate sempre durante il periodo di riferimento diurno, poiché non sono previste attività di costruzione durante la fascia oraria 22-06 associata al periodo notturno. Inoltre, come si vedrà a seguire, in riferimento alla fase di esercizio delle opere a terra, le emissioni acustiche generate



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica
Valutazione impatto acustico terrestre

Codice documento:
C0421YR22ACUTER01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
19 di 58

saranno trascurabili.

5.1.5.1. Zona urbana e industriale

Per quanto riguarda la zona urbana e industriale sono state effettuate misurazioni in 13 punti differenti; la tabella seguente, per ogni punto di misurazione, riporta il giorno, la fascia oraria, la temperatura atmosferica e la velocità massima del vento registrata durante l'esecuzione delle misure. Nell'ultima colonna è riportato il valore del livello sonoro calcolato come media dei valori del livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" misurati per tutti i campionamenti effettuati nel generico punto di misurazione PM xx.

Infine, si precisa che i livelli sonori riportati in tabella tengono conto anche delle eventuali correzioni, applicate come da DECRETO, per la presenza di componenti impulsive, tonali e in bassa frequenza.

Tabella 5.5 – Valori misurati dei livelli continui equivalenti di pressione sonora ponderata "A".

Elaborazione iLStudio.

Punto misurazione	Giorno misurazione	Fascia oraria	T [°C]	v _{v,max} [m/s]	LAeq [dB(A)]
PM 01	25/10/2022	10-11	28.0	1.3	60.0
PM 02	25/10/2022	10-11	29.4	2.3	59.5
PM 03	25/10/2022	11-12	28.7	1.6	49.0
PM 04	24/10/2022	15-16	28.5	4.1	53.5
PM 05	24/10/2022	15-16	31.9	2.5	49.5
PM 06	25/10/2022	12-13	30.1	1.2	39.5
PM 07	24/10/2022	15-16	31.6	2.6	50.0
PM 08	25/10/2022	11-12	30.7	1.6	56.5
PM 09	25/10/2022	12-13	28.8	1.3	44.0
PM 10	25/10/2022	11-12	27.3	0.9	47.5
PM 11	24/10/2022	12-13	29.1	3.9	47.5
PM 12	24/10/2022	13-14	31.1	4.1	53.5
PM 13	24/10/2022	14-15	28.6	3.6	53.0

I valori dei livelli sonori riportati in tabella saranno utilizzati per la caratterizzazione del rumore residuo nella valutazione dell'impatto acustico generato dalle opere a terra ricadenti nell'area urbana e industriale di Portoscuso, ovvero dagli elettrodotti in cavo, dalla sottostazione elettrica di trasformazione e consegna e dalla nuova sezione 380kV all'interno della stazione TERNA Sulcis.

5.1.5.2. Zone agricole e forestali

Data la significativa estensione degli elettrodotti aerei, per semplicità si è deciso di considerare un livello unico di rumore esistente nelle zone agricole e forestali, ottenuto come media ponderata sui tempi di osservazione delle misurazioni effettuate al di fuori dei centri abitati e industriali.

A valle di tale scelta, al netto dei fattori di correzione per componenti impulsive, tonali e in bassa frequenza, si è ottenuto un livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" pari a **34 dB(A)**. Tale valore sarà utilizzato quale rumore residuo nella valutazione dell'impatto acustico generato dagli elettrodotti aerei e dalla stazione elettrica Villasor 380.

5.2. Piani di classificazione acustica

Il Piano di Classificazione Acustica (PCA) è lo strumento di pianificazione mediante il quale il Comune stabilisce



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica
Valutazione impatto acustico terrestre

Codice documento:
C0421YR22ACUTER01a

Data emissione:
Giugno 2024













Pagina
20 di 58



i limiti di inquinamento acustico nel proprio territorio, suddividendolo in zone acusticamente omogenee, con riferimento alle classi indicate nel DPCM del 14 novembre 1997.

Normalmente l'iter di adozione e approvazione del Piano di Classificazione Acustica prevede l'invio della bozza del piano da parte del Comune ai soggetti interessati e agli enti coinvolti (Comuni limitrofi, ARPAS o Comitato tecnico) per permettere eventuali osservazioni, ovvero alla Provincia competente per la formulazione del parere favorevole. Solo a valle di tale procedura, il Comune può approvare definitivamente il PCA in sede di Consiglio Comunale.

Per quanto detto nel precedente capitolo, le opere a terra del progetto attraversano 12 comuni all'interno della Provincia del Sud Sardegna, tuttavia non tutti dotati di un PCA vigente.

Tabella 5.6 – Piani di Classificazione Acustica vigenti.

Comune	PCA	Comune	PCA
Portoscuso		Siliqua	
Gonnesa		Vallermosa	
Carbonia		Decimoputzu	
Iglesias		Villasor	
Villamassargia		Serramanna	
Musei		Nuraminis	

LEGENDA	
PCA vigente	
PCA non vigente	

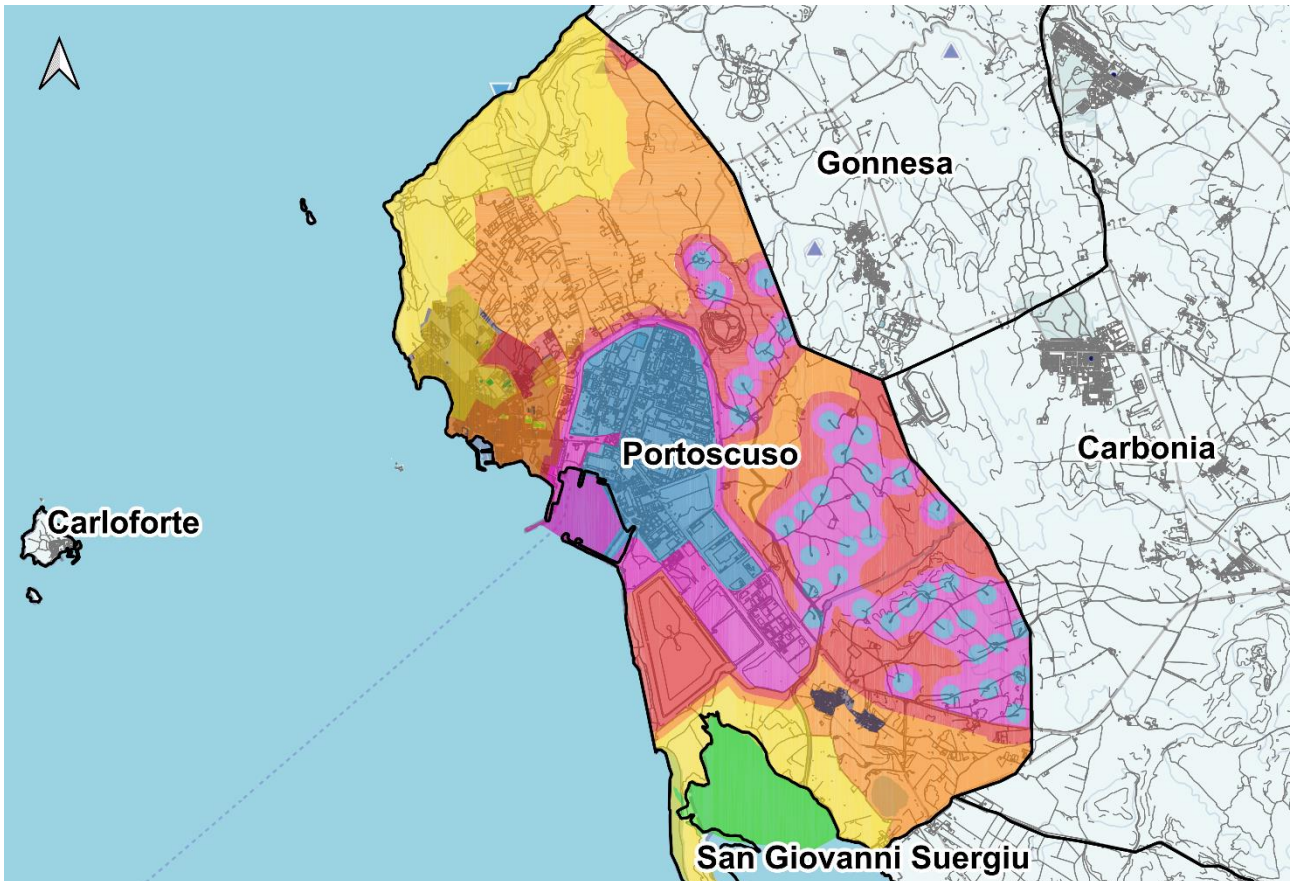


Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

5.2.1. PCA Comune di Portoscuso

Il Piano di Classificazione Acustica del Comune di Portoscuso è stato approvato con Deliberazione del Consiglio Comunale n.72 del 30/12/2015. Tuttavia, esso è stato modificato e poi approvato con Deliberazione del Consiglio Comunale n.21 del 26/04/2017, all'interno della variante del Piano Urbanistico Comunale in adeguamento al Piano Paesaggistico Regionale.



COMUNE DI PORTOSCUSO

Piano di classificazione acustica
(Legge 26 Ottobre 1995 n.447 - D.P.C.M. 14 Novembre 1997)

LEGENDA

Classificazione secondo D.P.C.M. 14.11.1997

■ Classe I ■ Classe II ■ Classe III ■ Classe IV ■ Classe V ■ Classe VI ■ Zona Urbana

Figura 5.3 – Piano di Classificazione Acustica del Comune di Portoscuso.

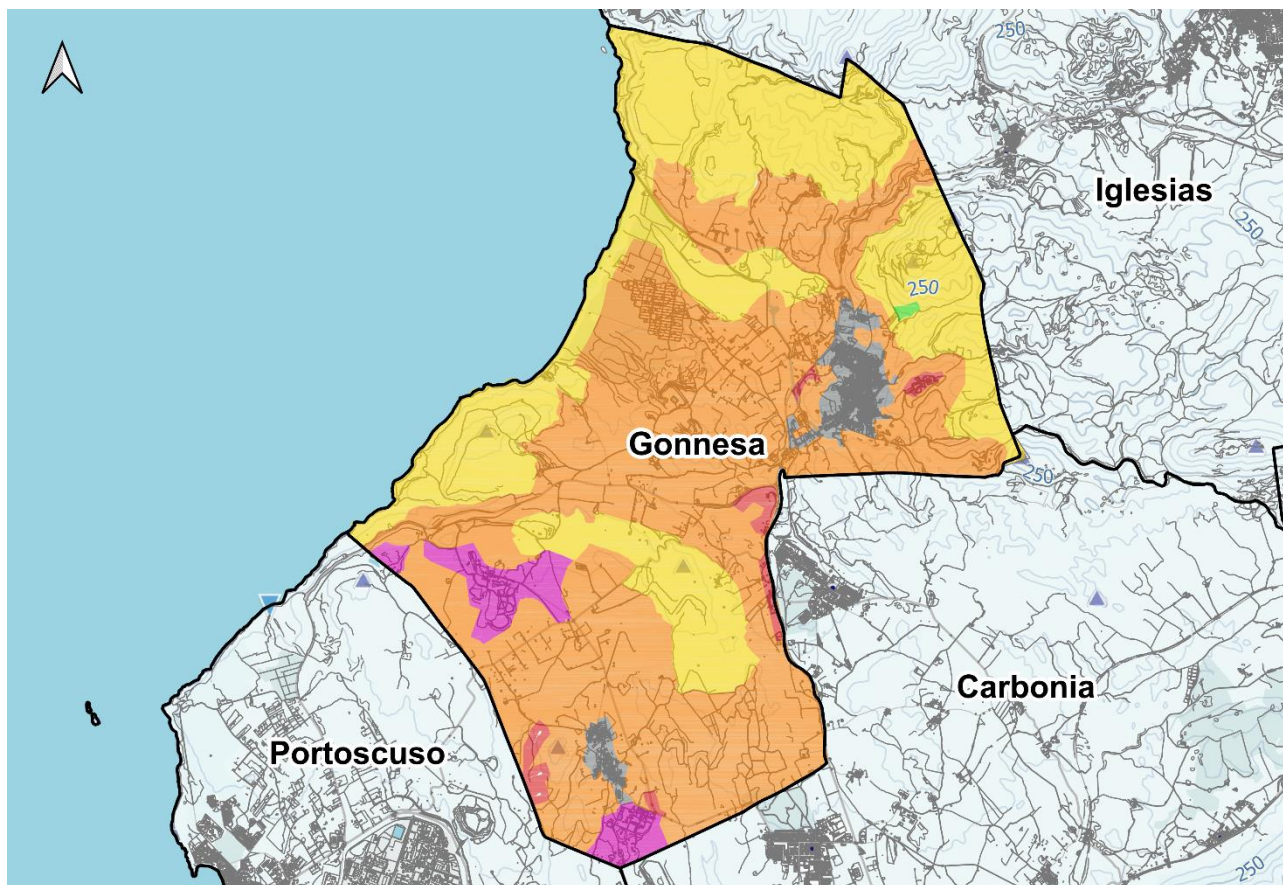


Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

5.2.2. PCA Comune di Gonnese

Il Piano di Classificazione Acustica del Comune di Gonnese è stato approvato con Deliberazione del Consiglio Comunale n.9 del 28/05/2012.



COMUNE DI GONNESA

Piano di classificazione acustica
(Legge 26 Ottobre 1995 n.447 - D.P.C.M. 14 Novembre 1997)

LEGENDA

Classificazione secondo D.P.C.M. 14.11.1997

■ Classe I ■ Classe II ■ Classe III ■ Classe IV ■ Classe V ■ Classe VI ■ Zona Urbana

Figura 5.4 – Piano di Classificazione Acustica del Comune di Gonnese.

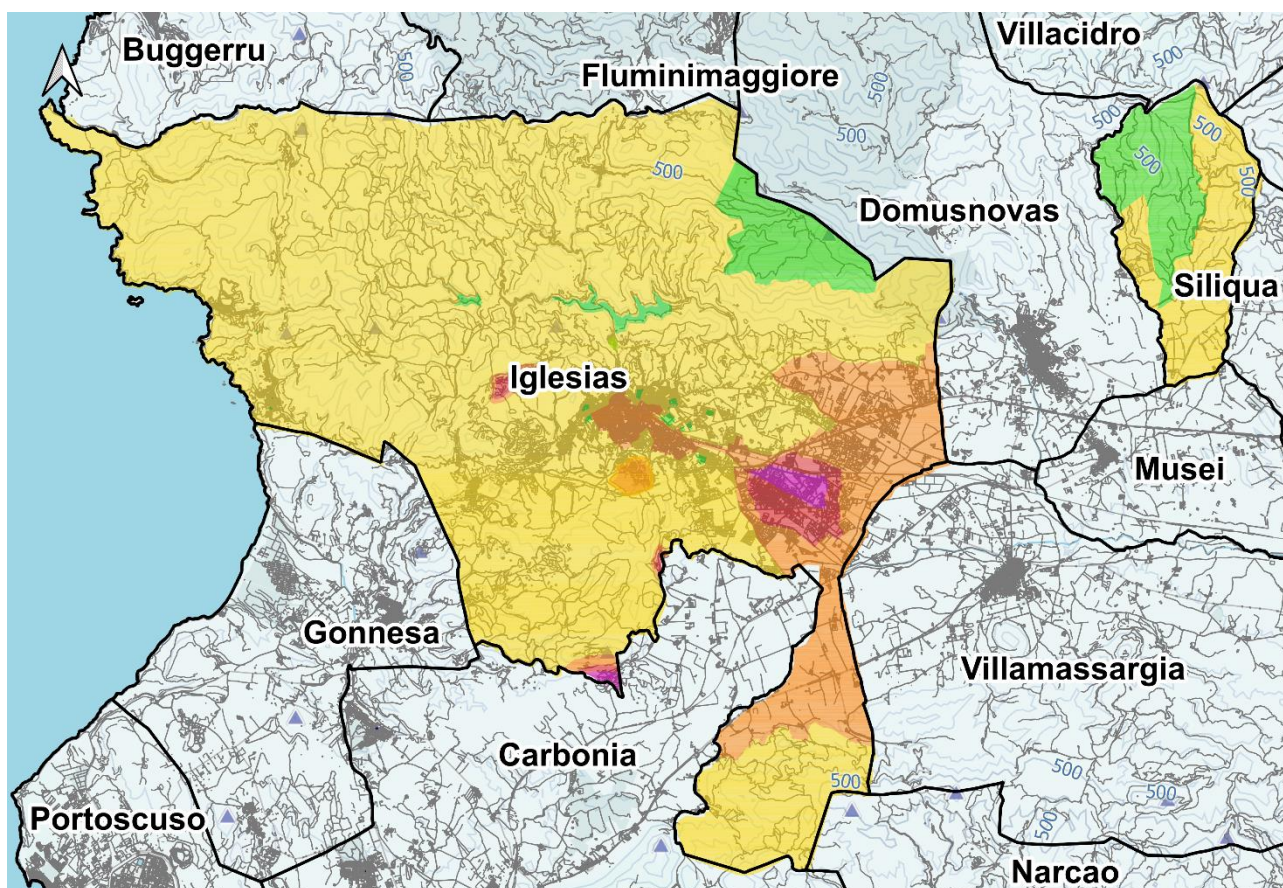


Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

5.2.3. PCA Comune di Iglesias

Il Piano di Classificazione Acustica del Comune di Iglesias è stato approvato con Deliberazione del Consiglio Comunale n.2 del 26/01/2010.



COMUNE DI IGLESIAS

Piano di classificazione acustica
(Legge 26 Ottobre 1995 n.447 - D.P.C.M. 14 Novembre 1997)

LEGENDA

Classificazione secondo D.P.C.M. 14.11.1997

Classe I Classe II Classe III Classe IV Classe V Classe VI Zona Urbana

Figura 5.5 – Piano di classificazione acustica del comune di Iglesias.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

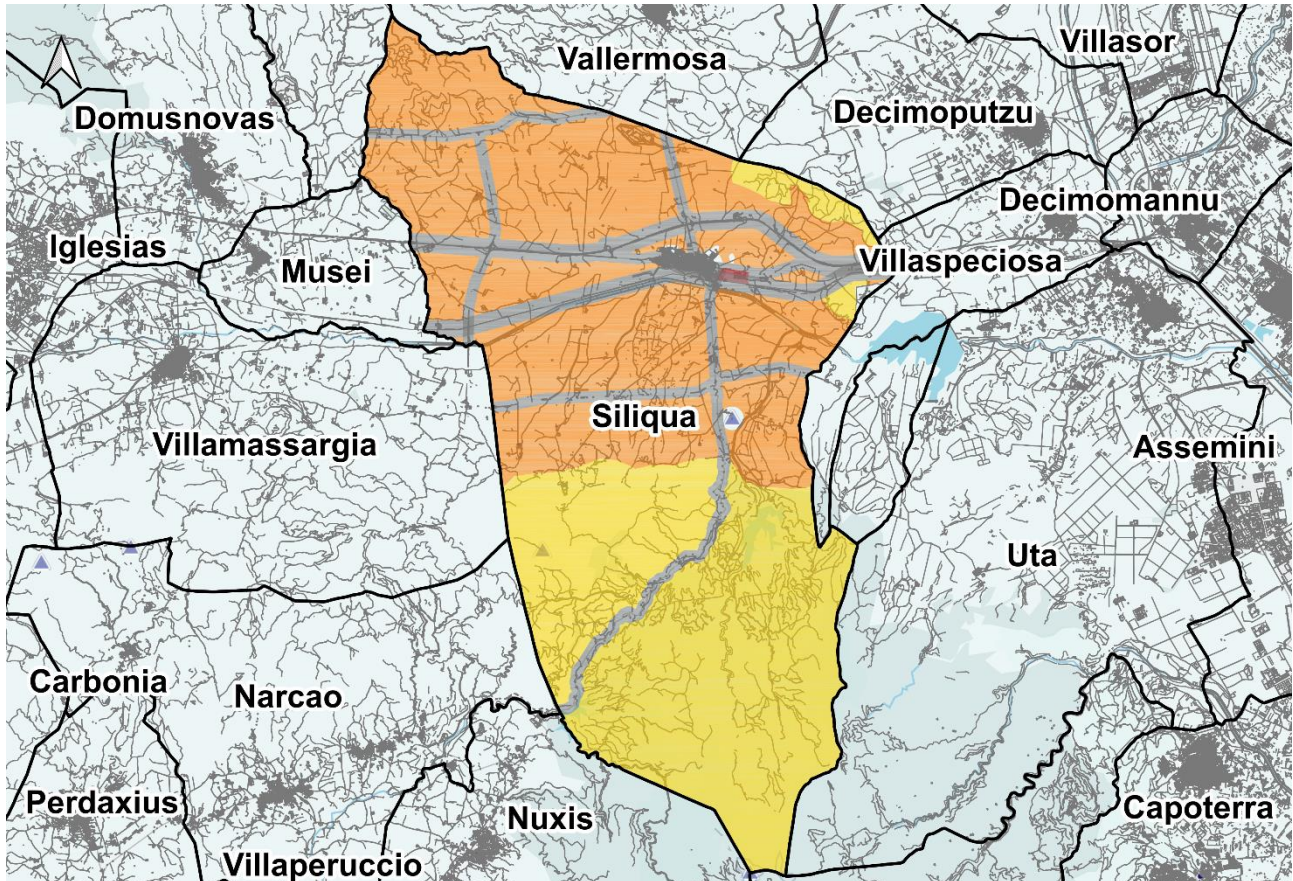
Relazione tecnica
Valutazione impatto acustico terrestre

Codice documento:
C0421YR22ACUTER01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
24 di 58

5.2.4. PCA Comune di Siliqua



COMUNE DI SILIQUA

Piano di classificazione acustica
(Legge 26 Ottobre 1995 n.447 - D.P.C.M. 14 Novembre 1997)

0 10 km

LEGENDA

Classificazione secondo D.P.C.M. 14.11.1997

■ Classe I ■ Classe II ■ Classe III ■ Classe IV ■ Classe V ■ Classe VI ■ Zona Urbana

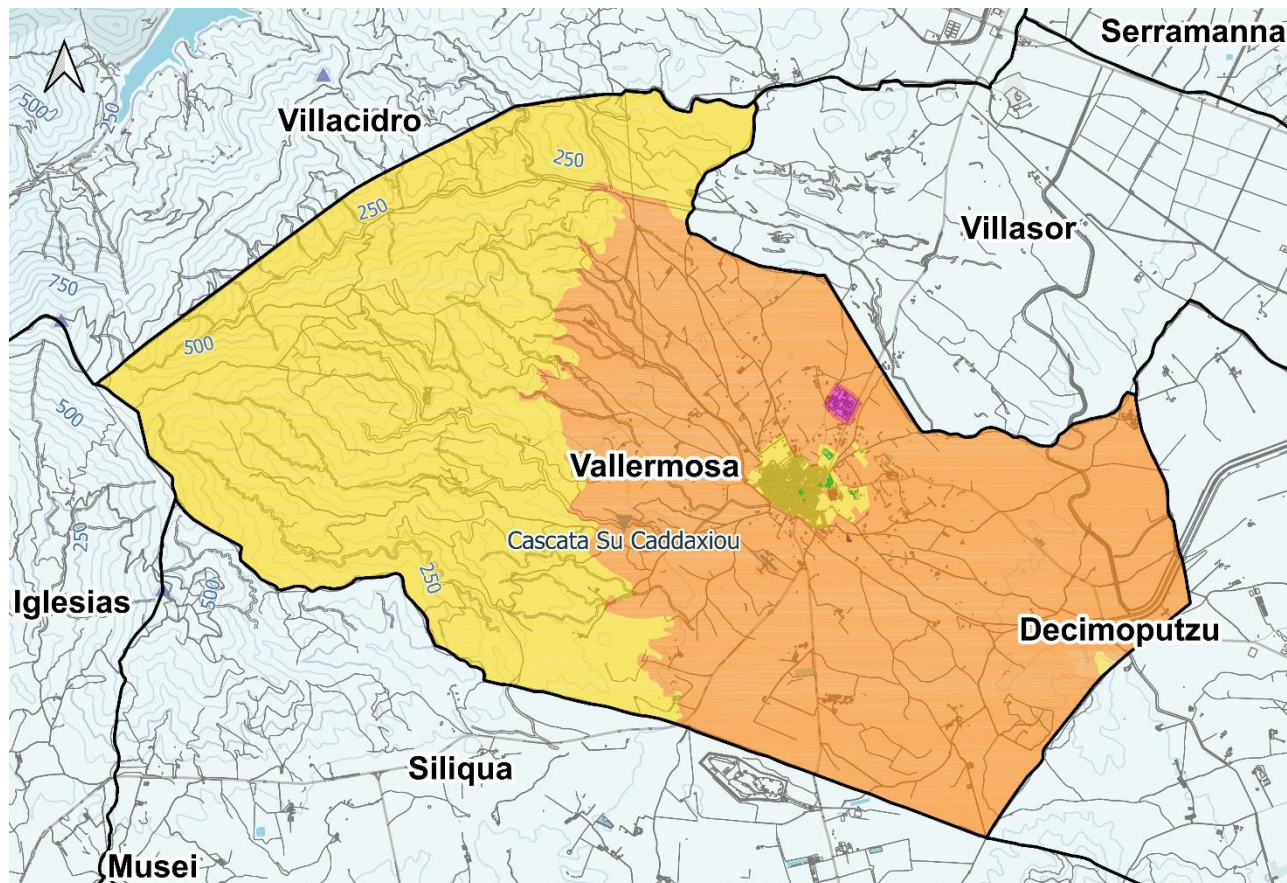
Figura 5.6 – Piano di Classificazione Acustica del Comune di Siliqua.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

5.2.5. PCA Comune di Vallermosa



COMUNE DI VALLERMOSA

Piano di classificazione acustica
(Legge 26 Ottobre 1995 n.447 - D.P.C.M. 14 Novembre 1997)

LEGENDA

Classificazione secondo D.P.C.M. 14.11.1997

■ Classe I ■ Classe II ■ Classe III ■ Classe IV ■ Classe V ■ Classe VI ■ Zona Urbana

Figura 5.7 – Piano di Classificazione Acustica del Comune di Vallermosa.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting **Studio**

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

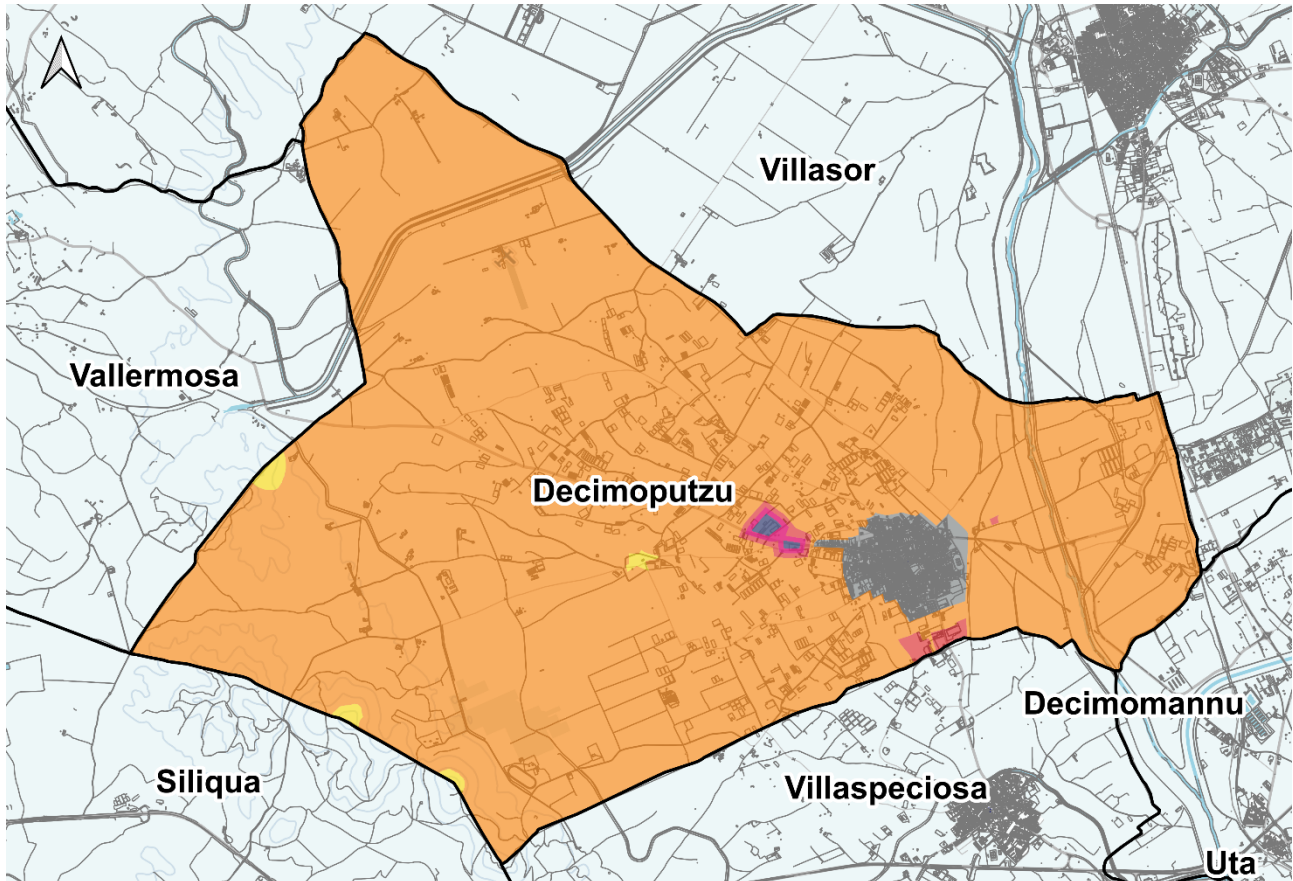
Relazione tecnica
Valutazione impatto acustico terrestre

Codice documento:
C0421YR22ACUTER01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
26 di 58

5.2.6. PCA Comune di Decimoputzu



COMUNE DI DECIMOPUTZU

Piano di classificazione acustica
(Legge 26 Ottobre 1995 n.447 - D.P.C.M. 14 Novembre 1997)

LEGENDA

Classificazione secondo D.P.C.M. 14.11.1997

■ Classe I ■ Classe II ■ Classe III ■ Classe IV ■ Classe V ■ Classe VI ■ Zona Urbana

Figura 5.8 – Piano di Classificazione Acustica del Comune di Decimoputzu.

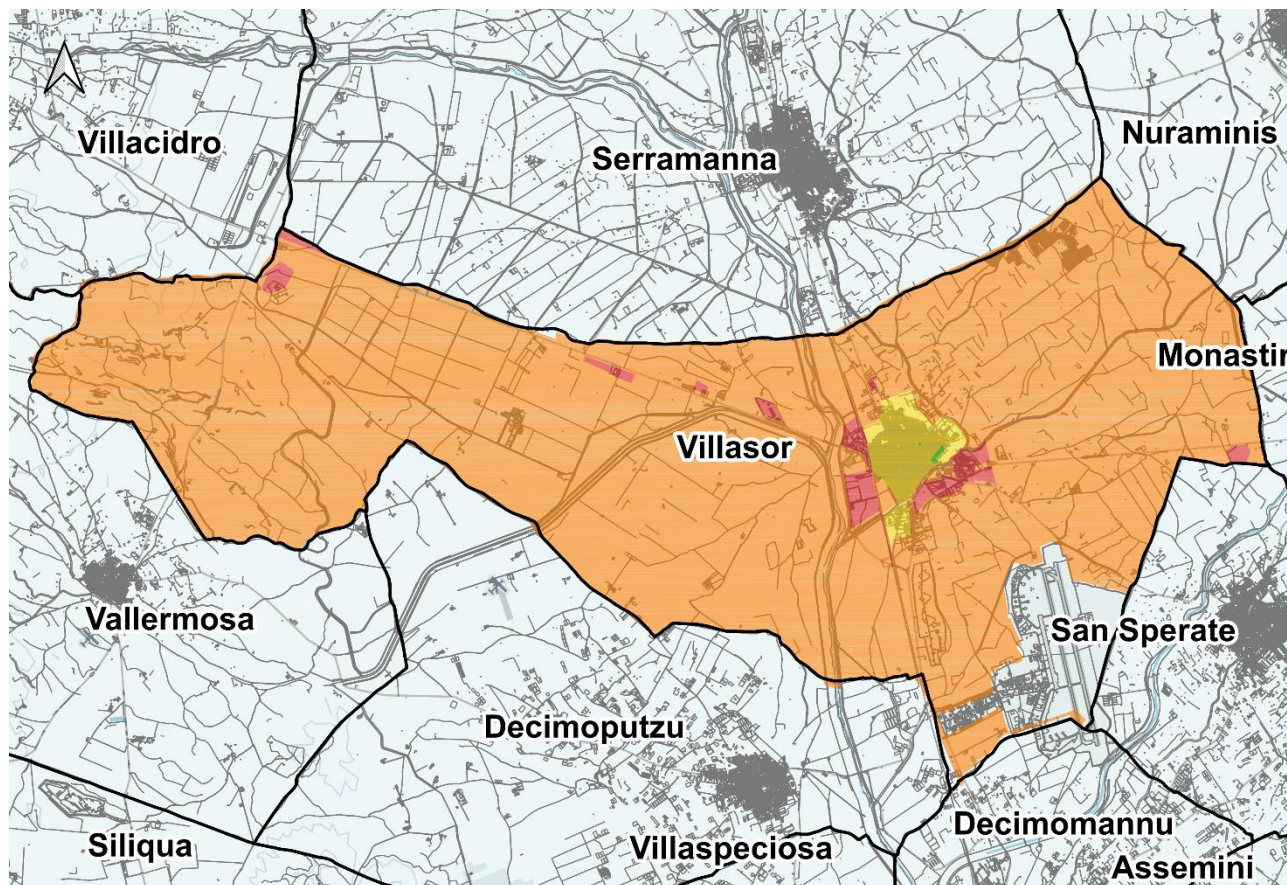


Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

5.2.7. PCA Comune di Villasor

Il Piano di Classificazione Acustica del Comune di Villasor è stato approvato con Deliberazione del Consiglio Comunale 59/2006.



COMUNE DI VILLASOR
Piano di classificazione acustica
(Legge 26 Ottobre 1995 n.447 - D.P.C.M. 14 Novembre 1997)

LEGENDA

Classificazione secondo D.P.C.M. 14.11.1997

■ Classe I	■ Classe II	■ Classe III	■ Classe IV	■ Classe V	■ Classe VI	■ Zona Urbana
-----------------------------------------------	-------------------------------------------------	--------------------------------------------------	----------------------------------------------	-------------------------------------------------	-----------------------------------------------	-------------------------------------------------

Figura 5.9 – Piano di Classificazione Acustica del Comune di Villasor.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica
Valutazione impatto acustico terrestre

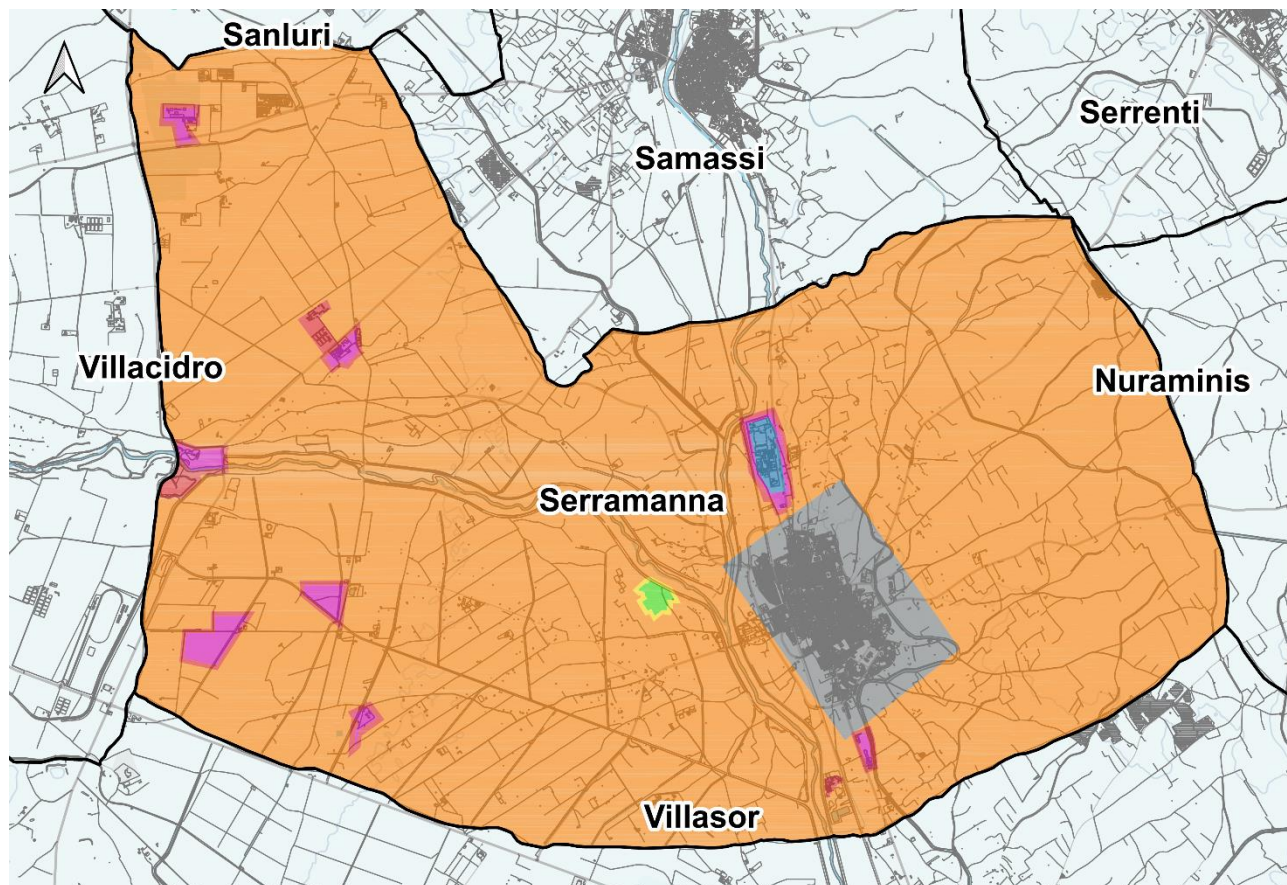
Codice documento:
C0421YR22ACUTER01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
28 di 58

5.2.8. PCA Comune di Serramanna

Il Piano di Classificazione Acustica del Comune di Serramanna è stato approvato con Deliberazione del Consiglio Comunale n.1 del 31/01/2013.



COMUNE DI SERRAMANNA
Piano di classificazione acustica
(Legge 26 Ottobre 1995 n.447 - D.P.C.M. 14 Novembre 1997)

LEGENDA

Classificazione secondo D.P.C.M. 14.11.1997

■ Classe I ■ Classe II ■ Classe III ■ Classe IV ■ Classe V ■ Classe VI ■ Zona Urbana

Figura 5.10 – Piano di Classificazione Acustica del Comune di Serramanna.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

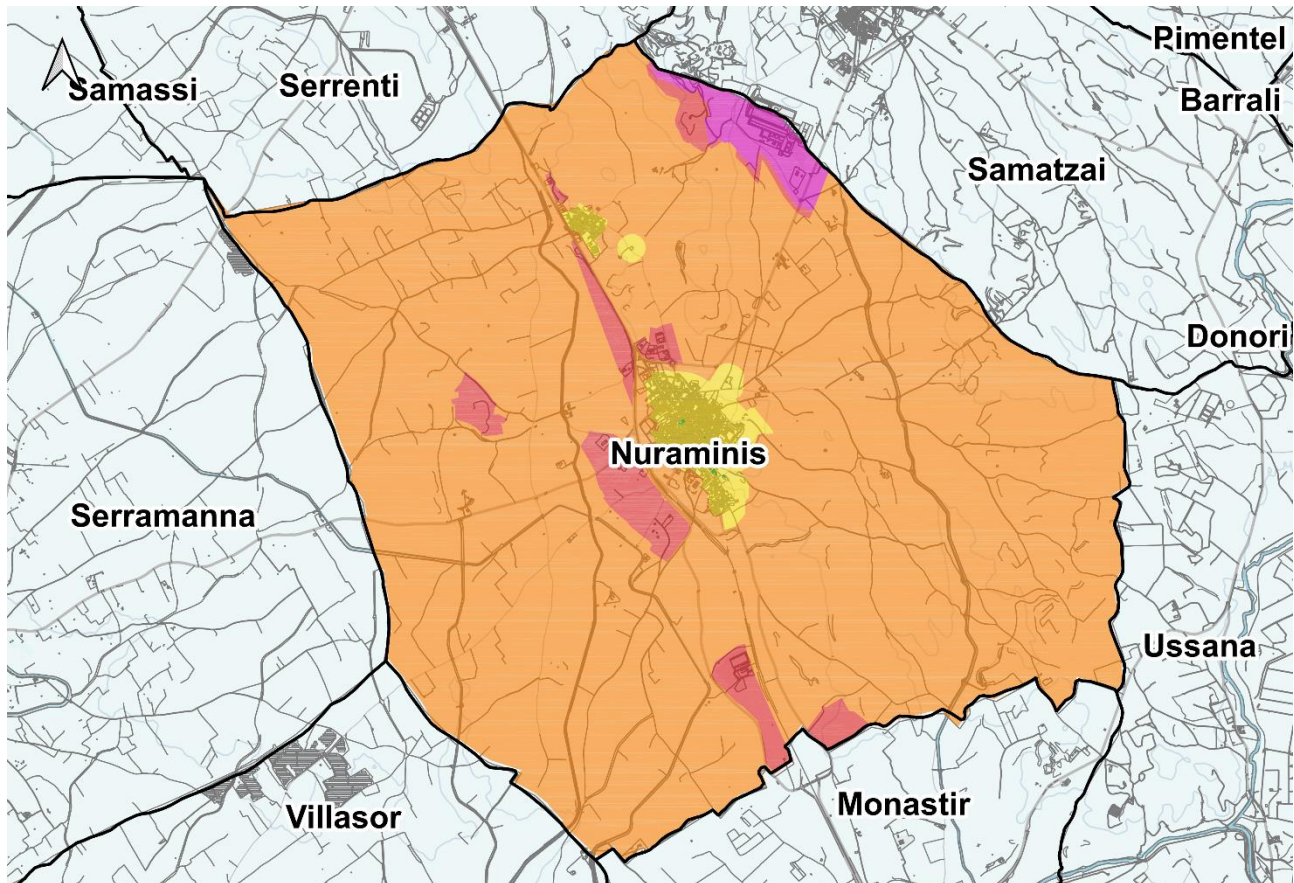
Relazione tecnica
Valutazione impatto acustico terrestre

Codice documento:
C0421YR22ACUTER01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
29 di 58

5.2.9. PCA Comune di Nuraminis



COMUNE DI NURAMINIS

Piano di classificazione acustica
(Legge 26 Ottobre 1995 n.447 - D.P.C.M. 14 Novembre 1997)

LEGENDA

Classificazione secondo D.P.C.M. 14.11.1997

■ Classe I ■ Classe II ■ Classe III ■ Classe IV ■ Classe V ■ Classe VI ■ Zona Urbana

Figura 5.11 – Piano di Classificazione Acustica del Comune di Nuraminis.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica
Valutazione impatto acustico terrestre

Codice documento:
C0421YR22ACUTER01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
30 di 58

5.2.10. Collocazione delle opere all'interno delle zone acustiche

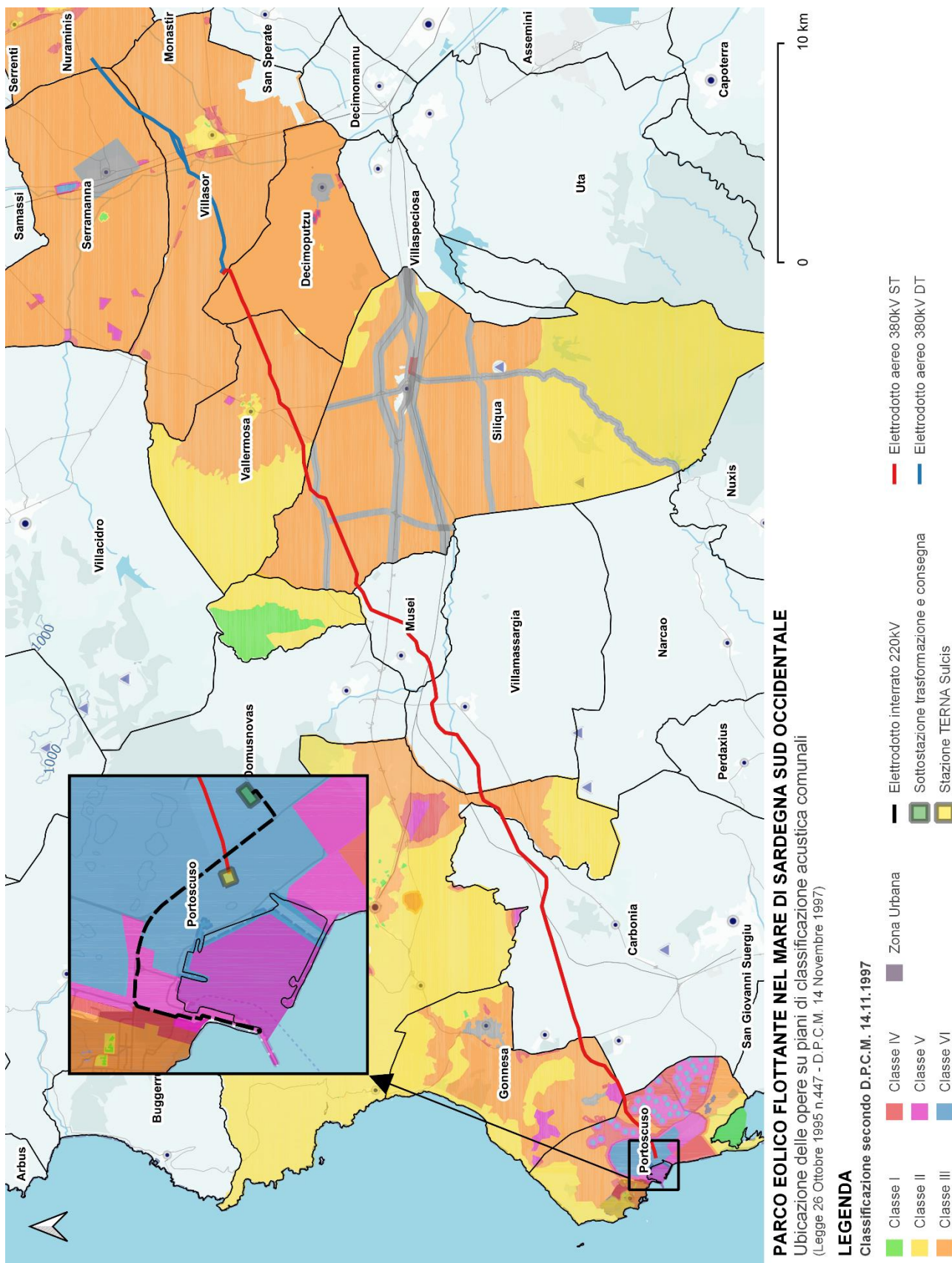


Figura 5.12 – Ubicazione delle opere su piani di classificazione acustica comunali.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica
Valutazione impatto acustico terrestre

Codice documento:
C0421YR22ACUTER01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
31 di 58

6. CALCOLO DELLE EMISSIONI ACUSTICHE

Il presente capitolo riporta la quantificazione delle emissioni ed immissioni acustiche previste nelle varie fasi di progetto nonché del rumore ambientale, ma solo dopo aver eseguito una fase di calcolo e uno studio relativo alla caratterizzazione delle sorgenti ed al posizionamento dei recettori sensibili; i risultati ottenuti dai calcoli sono dunque oggetto di confronto con i limiti imposti dalla normativa vigente.

6.1. Fase di costruzione

Si riportano a seguire dei cenni relativi alle sorgenti acustiche presenti durante la fase di costruzione delle seguenti opere:

- Elettrodotti di esportazione e connessione a 220kV e 380kV ed interrato RTN
- Sottostazione elettrica di trasformazione e consegna 220kV – 380kV
- Nuova sezione 380kV stazione TERNA Sulcis
- Stazione elettrica Villasor 380
- Elettrodotti aerei 380kV in singola e doppia terna

6.1.1. Elettrodotti di esportazione e connessione a 220kV e 380kV ed interrato RTN

Il cantiere per la realizzazione degli elettrodotti interrati è di tipo mobile il cui sviluppo avviene in coerenza con le tratte di elettrodotto comprese tra due giunzioni consecutive.

Le principali fasi per la realizzazione dell'elettrodotto in cavo interrato, che si ripetono per ciascuna tratta di collegamento compresa tra due giunzioni consecutive, sono:

- 1) attività preliminari che consistono in:
 - a) tracciamento del percorso dell'elettrodotto e dei giunti, rilievi geofisici con metodologia georadar per l'individuazione dei sottoservizi esistenti;
 - b) segregazione delle aree di lavoro con idonea recinzione;
 - c) preparazione dell'area di lavoro (rimozione ostacoli superficiali);
- 2) esecuzione degli scavi per l'alloggiamento dei cavi mediante trincea o esecuzione di eventuali perforazioni mediante metodologia TOC (Trivellazione Orizzontale Controllata);
- 3) stenditura e posa del cavo;
- 4) riempimento dello scavo fino a piano campagna con materiale idoneo;
- 5) realizzazione dei giunti sui cavi;
- 6) test di tensione sul cavo;
- 7) realizzazione di getto in conglomerato bituminoso per il ripristino del manto stradale;
- 8) terminazione;
- 9) collaudo dei cavi.

Dal punto di vista della modellazione acustica le precedenti fasi possono più efficacemente raggrupparsi in:

- Posa della tratta (tra due giunzioni consecutive) comprendente
 - fase A: esecuzione degli scavi,
 - fase B: posa dei cavi,
 - fase C: rinterro e ripristino.
- Esecuzione dei giunti, comprendente:
 - fase A: esecuzione degli scavi,
 - fase B: giunzione dei cavi,



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica
Valutazione impatto acustico terrestre

Codice documento:
C0421YR22ACUTER01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
32 di 58

- fase C: chiusura e ripristino.
- Esecuzione delle terminazioni.

Seguendo una divisione per fasi di cantiere, nelle seguenti tabelle sono indicate le ore ipotizzate di funzionamento e la potenza sonora in dB(A) associate ad ognuna delle principali macchine operatrici. Si ricorda che le ore di funzionamento giornaliero del cantiere sono assunte pari ad 8, all'interno del periodo di riferimento diurno.

Tabella 6.1 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: esecuzione degli scavi.

Sorgente	Ore di funzionamento	Livello di potenza sonora [dB(A)]	Fonte del dato
Fresatrice stradale	5	112	Noise emissions for outdoor equipment – Database
Escavatore	5	109	
Autocarro movimento terra	1	103	
Autocarro con gru	1	103	
Potenza sonora equivalente [dB(A)]		112	

Tabella 6.2 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: esecuzione della TOC.

Sorgente	Ore di funzionamento	Livello di potenza sonora [dB(A)]	Fonte del dato
Macchina TOC	8	100	Misurazioni effettuate in cantiere
Potenza sonora equivalente [dB(A)]		100	

Tabella 6.3 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: posa dei cavi.

Sorgente	Ore di funzionamento	Livello di potenza sonora [dB(A)]	Fonte del dato
Autocarro con gru	2	103	Noise emissions for outdoor equipment – Database
Potenza sonora equivalente [dB(A)]		97	

Tabella 6.4 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: reinterro e ripristino.

Sorgente	Ore di funzionamento	Livello di potenza sonora [dB(A)]	Fonte del dato
Autocarro movimento terra	2	103	Noise emissions for outdoor equipment – Database
Escavatore	5	109	
Piastra vibrante	3	106	
Autobetoniera	2	113	
Finitrice per asfalto	4	109	
Rullo compattatore	4	105	
Potenza sonora equivalente [dB(A)]		112	

6.1.1.1. Livelli sonori previsti

Laddove accada che siano superati i valori limite di emissione, immissione o differenziali di immissione imposti dalla legge, vista la natura temporanea del cantiere, in accordo a quanto riportato nell'art.6 della Legge Quadro 26/10/1995 n. 447, saranno richieste le autorizzazioni in deroga ai valori limite per lo svolgimento di attività temporanee.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

6.1.2. Sottostazione elettrica di trasformazione e consegna 220kV – 380kV

La costruzione della sottostazione elettrica di trasformazione e consegna è prevista in un'area all'interno della zona industriale di Portoscuso.

Il cantiere per la realizzazione della sottostazione elettrica di trasformazione e consegna 220kV – 380kV è un cantiere di tipo fisso, circoscritto alla recinzione esterna dell'opera.

Con l'obiettivo di modellare lo scenario acustico del cantiere, le principali macro-fasi di costruzione si distinguono in:

- cantierizzazione e sistemazione del sito;
- movimento terra e realizzazione degli scavi di fondazione;
- realizzazione delle fondazioni;
- montaggio dei componenti elettromeccanici e degli edifici ausiliari;
- realizzazione della viabilità interna;
- montaggio dei trasformatori ed installazione dei sostegni;
- collaudi.

Seguendo una divisione per fasi di cantiere, nelle seguenti tabelle sono indicate le ore ipotizzate di funzionamento e la potenza sonora in dB(A) associate ad ognuna delle principali macchine operatrici previste. Le ore di funzionamento giornaliero del cantiere sono pari ad 8, all'interno del periodo di riferimento diurno.

Tabella 6.5 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: cantierizzazione e sistemazione del sito.

Sorgente	Ore di funzionamento	Livello di potenza sonora [dB(A)]	Fonte del dato
Autocarro con gru	4	103	Noise emissions for outdoor equipment – Database
Autogru gommata	4	105	
Sollevatore meccanico	4	101	
Potenza sonora equivalente [dB(A)]		105	

Tabella 6.6 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: movimento terra, scavi di fondazione.

Sorgente	Ore di funzionamento	Livello di potenza sonora [dB(A)]	Fonte del dato
Escavatore	8	109	Noise emissions for outdoor equipment – Database
Potenza sonora equivalente [dB(A)]		109	

Tabella 6.7 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: realizzazione delle fondazioni.

Sorgente	Ore di funzionamento	Livello di potenza sonora [dB(A)]	Fonte del dato
Autocarro con gru	4	103	Noise emissions for outdoor equipment – Database
Autobetoniera	3	113	
Potenza sonora equivalente [dB(A)]		109	

Tabella 6.8 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: montaggi elettromeccanici e degli edifici.

Sorgente	Ore di funzionamento	Livello di potenza sonora [dB(A)]	Fonte del dato
Autocarro con gru	4	103	Noise emissions for outdoor equipment – Database
Sollevatore meccanico	4	101	



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica
Valutazione impatto acustico terrestre

Codice documento:
C0421YR22ACUTER01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
34 di 58

Cestello elevatore	4	98
Potenza sonora equivalente [dB(A)]		103

Tabella 6.9 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: realizzazione della viabilità interna.

Sorgente	Ore di funzionamento	Livello di potenza sonora [dB(A)]	Fonte del dato
Escavatore con benna	5	109	Noise emissions for outdoor equipment – Database
Autobetoniera	3	113	
Rullo compattatore	2	105	
Potenza sonora equivalente [dB(A)]		111	

Tabella 6.10 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: montaggio trasformatori, installazione sostegni.

Sorgente	Ore di funzionamento	Livello di potenza sonora [dB(A)]	Fonte del dato
Autogru gommata	8	105	Noise emissions for outdoor equipment – Database
Potenza sonora equivalente [dB(A)]		105	

Tabella 6.11 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: collaudi.

Sorgente	Ore di funzionamento	Livello di potenza sonora [dB(A)]	Fonte del dato
Cestelli elevatori	8	98	Noise emissions for outdoor equipment – Database
Potenza sonora equivalente [dB(A)]		98	

6.1.2.1. Livelli sonori previsti

Anche in questo caso, vista la natura temporanea del cantiere, in accordo a quanto riportato nell'art.6 della Legge Quadro 26/10/1995 n. 447, saranno comunque richieste le autorizzazioni in deroga ai valori limite per lo svolgimento di attività temporanee.

6.1.3. Nuova sezione 380kV stazione TERNA Sulcis

La realizzazione della nuova sezione 380kV per l'immissione dell'energia prodotta nella Rete Elettrica Nazionale è prevista in un'area libera all'interno della esistente stazione TERNA "Sulcis" già ubicata nella zona industriale di Portoscuso.

6.1.3.1. Livelli sonori previsti

Vista la natura temporanea del cantiere, in accordo a quanto riportato nell'art.6 della Legge Quadro 26/10/1995 n. 447, saranno richieste le autorizzazioni in deroga ai valori limite per lo svolgimento di attività temporanee.

6.1.4. Stazione elettrica Villasor 380

La stazione elettrica per il passaggio dall'elettrodotto in singola terna a quello in doppia terna a 380kV è prevista all'interno del territorio agricolo appartenente al comune di Villasor.

6.1.4.1. Livelli sonori previsti

Anche in questo caso, vista la natura temporanea del cantiere, in accordo a quanto riportato nell'art.6 della



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica
Valutazione impatto acustico terrestre

Codice documento:
C0421YR22ACUTER01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
35 di 58

Legge Quadro 26/10/1995 n. 447, saranno richieste le autorizzazioni in deroga ai valori limite per lo svolgimento di attività temporanee.

6.1.5. Elettrodotti aerei 380kV in singola e doppia terna

Gli elettrodotti aerei a 380kV, in singola terna per il tratto Sulcis-Villasor e doppia terna per il tratto Villasor-dorsale Ittiri Selargius, si snodano all'interno del territorio agricolo di 12 comuni appartenenti alla Provincia del Sud Sardegna.

6.1.5.1. Caratterizzazione delle sorgenti acustiche

Il cantiere di lavoro per la realizzazione degli elettrodotti aerei a 380kV è composto da più aree di lavoro che assolvono a differenti compiti. Nel dettaglio si distinguono:

- **un'area centrale o campo base** ovvero l'area principale del cantiere, dove vengono gestite tutte le attività tecnico-amministrative, i servizi logistici del personale, i depositi per i materiali e le attrezzature, nonché il parcheggio dei veicoli e dei mezzi d'opera;
- **un'area sostegno** corrispondente all'area di lavoro che interessa direttamente il traliccio; ne sarà realizzata una in corrispondenza di ciascun sostegno. All'interno di queste zone si sviluppano micro-cantieri destinati alle operazioni di scavo, getto in cemento armato delle fondazioni, rinterro ed infine all'assemblaggio degli elementi costituenti la tralicciatura del sostegno; tali microcantieri sono di dimensione media di norma pari a circa 900m² per sostegni 380 kV;
- **un'area di linea** interessata dalle attività di tesatura, di recupero dei conduttori esistenti, ed attività complementari quali, ad esempio la realizzazione di opere temporanee a protezione delle interferenze, la realizzazione delle vie di accesso alle diverse aree di lavoro, il taglio delle piante, ecc.

Seguendo una divisione per fasi e per aree di cantiere, nelle seguenti tabelle sono indicate le ore ipotizzate di funzionamento e la potenza sonora in dB(A) associate ad ognuna delle principali macchine operatrici previste. Si ricorda che le ore di funzionamento giornaliero del cantiere sono assunte pari ad 8, all'interno del periodo di riferimento diurno.

Tabella 6.12 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: area centrale o campo base.

Sorgente	Ore di funzionamento	Livello di potenza sonora [dB(A)]	Fonte del dato
Autocarro con gru	4	103	Noise emissions for outdoor equipment – Database
Autogru	2	105	
Muletto	6	101	
Compressore/Generatore	4	100	
Potenza sonora equivalente [dB(A)]		105	

Tabella 6.13 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: area sostegno.

Sorgente	Ore di funzionamento	Livello di potenza sonora [dB(A)]	Fonte del dato
Movimento terra, scavo di fondazione			
Escavatore	8	109	Noise emissions for outdoor equipment – Database
Potenza sonora equivalente [dB(A)]		109	
Montaggio tronco base, casseraura e armatura fondazione, getto calcestruzzo di fondazione			
Autocarro con gru	4	103	Noise emissions for outdoor equipment – Database
Autobetoniera	4	113	



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica
Valutazione impatto acustico terrestre

Codice documento:
C0421YR22ACUTER01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
36 di 58

Potenza sonora equivalente [dB(A)]		110	
Rinterro scavi, posa impianto di messa a terra			
Escavatore	8	109	Noise emissions for outdoor equipment – Database
Potenza sonora equivalente [dB(A)]		109	
Montaggio a piè d’opera del sostegno			
Autocarro con gru	4	103	Noise emissions for outdoor equipment – Database
Potenza sonora equivalente [dB(A)]		100	
Montaggio in opera sostegno			
Autogru	4	105	Noise emissions for outdoor equipment – Database
Potenza sonora equivalente [dB(A)]		102	
Movimentazione conduttori			
Autocarro con gru	8	103	Noise emissions for outdoor equipment – Database
Potenza sonora equivalente [dB(A)]		103	

Tabella 6.14 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: area di linea.

Sorgente	Ore di funzionamento	Livello di potenza sonora [dB(A)]	Fonte del dato
Stendimento conduttori			
Autocarro con gru	8	103	Noise emissions for outdoor equipment – Database
Potenza sonora equivalente [dB(A)]		103	
Lavori di tesatura			
Autocarro con gru	8	103	Noise emissions for outdoor equipment – Database
Potenza sonora equivalente [dB(A)]		103	

6.1.5.2. Livelli sonori previsti, fascia di superamento

Trattandosi di attività di cantiere temporanee, in accordo a quanto riportato nell’art.6 della Legge Quadro 26/10/1995 n. 447, saranno richieste le autorizzazioni in deroga ai valori limite per la realizzazione dei lavori.

6.2. Fase di esercizio

All’interno della presente sezione si riporta la quantificazione delle emissioni acustiche prodotte per la parte a terra del progetto durante la fase esercizio, oltre alla verifica del superamento dei limiti di legge.

Anche per lo scenario di esercizio la valutazione delle emissioni acustiche è stata effettuata per tutte le opere di progetto.

6.2.1. Elettrodotti di esportazione e connessione a 220kV e 380kV ed interrato a 380kV

Diversamente da quanto accade per gli elettrodotti aerei, l’esercizio degli elettrodotti in cavo non determina alcuna emissione sonora. Il caratteristico ronzio percepibile in prossimità dei tralicci elettrici, soprattutto in giornate particolarmente umide, è associato all’effetto corona il quale dipende dall’entità del campo elettrico nell’intorno del conduttore, generato dall’instaurazione di piccole scariche elettriche nella corona circolare



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica
Valutazione impatto acustico terrestre

Codice documento:
C0421YR22ACUTER01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
37 di 58

attorno al cavo. Poiché nelle condizioni di posa interrata il rivestimento dei cavi e la posa determinano il pressoché totale azzeramento del campo elettrico esterno, non è possibile alcuna manifestazione dell'effetto corona e quindi alcuna generazione di rumore.

Per quanto detto, si ritiene che le emissioni acustiche associate all'esercizio degli elettrodotti interrati di esportazione e connessione sono da ritenersi nulle.

6.2.2. Sottostazione elettrica di trasformazione e consegna 220kV – 380kV

Per il calcolo del rumore ambientale previsto durante la fase di esercizio della sottostazione elettrica di trasformazione e consegna si è tenuto conto del rumore residuo misurato nella campagna di misurazione (riportato al paragrafo 5.1.5.1) e dei valori di immissione previsti per le sorgenti disturbanti, valutati in corrispondenza dei recettori prossimi alla sottostazione.

In fase di calcolo si è ipotizzato che il valore del rumore residuo esistente nell'area di indagine sia equivalente al rumore misurato nel punto di misurazione più prossimo (PM 12), che si attesta ad un valore di 53.5 dB(A).

6.2.2.1. Caratterizzazione delle sorgenti acustiche

Tra le possibili sorgenti di rumore presenti in fase operativa all'interno della sottostazione si individuano in particolar modo il trasformatore 220/380 kV, i conduttori per effetto corona e gli interruttori che, durante le manovre (di breve durata e frequenza) possono provocare rumore trasmissibile all'esterno della recinzione.

Ai fini del presente studio si assume di buon grado che i rumori associati ai conduttori ed agli interruttori siano trascurabili rispetto a quello del trasformatore che ha carattere permanente. Da misurazioni effettuate in situ per un trasformatore comparabile a quello previsto nella sottostazione, in condizione di funzionamento a vuoto alla tensione nominale, è stato registrato un valore di:

- 72 dB(A) a 0.3m in funzionamento ONAN;
- 78 dB(A) a 2m in funzionamento ONAF.

Non essendo noto ancora in questa fase se il trasformatore sarà di tipo ONAN od ONAF, in via conservativa, per la caratterizzazione della sorgente, si è deciso di considerare la misurazione associata al condizionamento forzato (ONAF) poiché più rumorosa.

Con l'obiettivo di valutare la potenza sonora del singolo trasformatore si è fatto riferimento allo standard IEC 60076-10 dal titolo "Power transformers – Part 10: Determination of sound levels", per cui, noto il livello di pressione sonora ponderato A misurato a specifica distanza dalla sorgente si ha che:

$$L_{WA} = L_{PA} + 10 \log_{10} S/S_0 \quad [\text{dB(A)}] \quad \text{eq. (5)}$$

con:

- L_{WA} livello di potenza sonora;
- L_{PA} livello di pressione sonora misurato;
- S superficie di misurazione;
- S_0 superficie di riferimento pari a 1m².

Il calcolo della superficie S per misurazioni effettuate secondo norma ad una distanza di 2m è dato dall'equazione:

$$S = (h + 2)l_m \quad [\text{m}^2] \quad \text{eq. (6)}$$



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica
Valutazione impatto acustico terrestre

Codice documento:
C0421YR22ACUTER01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
38 di 58

ove:

- h rappresenta l'altezza della cassa contenente il trasformatore;
- l_m è la lunghezza della superficie di misurazione.

- 1 Tertiary bushings
 - 2 Stiffeners and jacking lug
 - 3 Principal radiating surface
 - 4 Prescribed contour
 - 5 On-load tap-changer
 - 6 HV bushings
 - 7 LV bushings
- D Microphone spacing
 h Height of the tank
 X Measurement distance

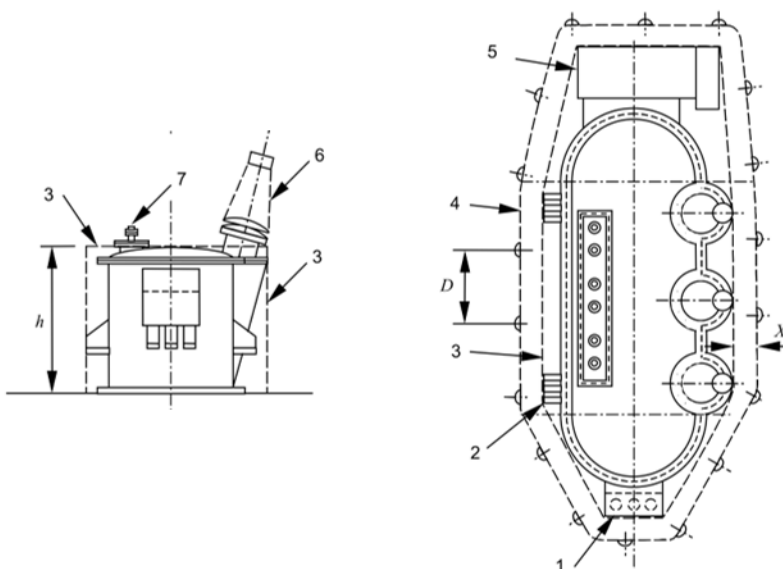


Figura 6.1 – Posizione del fonometro per misurazioni acustiche dei trasformatori.
IEC 60076-10.

Considerando che il trasformatore ha pianta rettangolare di lati 7m e 4m e un'altezza utile di 4m, la superficie di misurazione è stata valutata pari a 228m², cui è corrisposto un valore di potenza sonora pari a 101.5dB(A).

6.2.2.2. Livelli sonori previsti

Anche in questo caso, per la valutazione della propagazione del rumore è stato utilizzato il tool OpeNoise, all'interno del quale, per la caratterizzazione della sorgente, è stato impostato un livello di potenza sonora pari a 101.5 dB(A). La sorgente è stata approssimata a puntiforme e ubicata nel baricentro del singolo trasformatore.

A valle del calcolo è stato comunque effettuata una verifica a **valori limite assoluti di immissione, valori limite di emissione e valori limite differenziali di immissione**, riferita in via conservativa al tempo di riferimento notturno poiché caratterizzato dai limiti più stringenti.

La zona di indagine scelta si sviluppa attorno ai punti sorgente entro un raggio di 500m; al suo interno ricadono possibili recettori appartenenti ad aree di classificazione acustica di classe IV, V e VI cui corrisponde un limite assoluto di immissione notturno rispettivamente pari a 55, 60, 70 dB(A) ed uno di emissione notturno pari a 50, 55 e 65 dB(A).

Si ricorda che il calcolo non tiene conto della presenza dei 3 muri para-fiamma disposti attorno a ciascuno dei due trasformatori.

Nella verifica dei limiti di immissione, data l'entità contenuta del rumore, è risultato sufficiente:

- confrontare con il limite di legge il massimo valore di immissione previsto, corrispondente al recettore più prossimo alla sorgente;
- confrontare il limite di immissione più stringente (55dB(A) per aree di classe IV) con i valori di immissione ottenuti per tutti i recettori.

Nella Figura 6.2 è rappresentata una mappa con i recettori ricadenti all'interno dell'area di indagine e con i



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica
Valutazione impatto acustico terrestre

Codice documento:
C0421YR22ACUTER01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
39 di 58

livelli di immissione previsti in adiacenza alle pareti degli edifici. Si noti come il massimo valore atteso pari a 54.5dB(A) all'interno di un'area di classe acustica VI è comunque inferiore al relativo limite assoluto di immissione notturno pari a 70dB(A). Infine, considerando il limite di immissione notturno più stringente pari a 55dB(A) e relativo a zone di classe IV, questo non risulta essere in alcun modo superato. Per tali motivi la verifica a limiti assoluti di immissione risulta ampiamente superata.



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Impatto acustico in fase di esercizio - Sottostazioni elettrica di trasformazione e consegna

Valori di immissione - Valore massimo = 54.5dB(A)



LEGENDA

- Sottostazione trasformazione e consegna
 - Recettori
 - Classe I
 - Classe II
 - Classe III
 - Classe IV
 - Classe V
 - Classe VI
- Classificazione acustica Comune di Portoscuso

Figura 6.2 – Valori di immissione acustica sottostazione di trasformazione e consegna, fase di esercizio.

Elaborazione iLStudio.

Allo stesso modo, per la verifica ai limiti di emissione è rappresentata una mappa con i recettori ricadenti all'interno dell'area di indagine e con i livelli di emissione previsti in adiacenza alle pareti degli edifici, associati al funzionamento di un unico trasformatore. Si noti come il massimo valore atteso pari a 47dB(A) all'interno di un'area di classe acustica VI è comunque inferiore al relativo limite di emissione notturno pari a 65dB(A). Considerando il limite di emissione notturno più stringente pari a 50dB(A) e relativo a zone di classe IV, questo non risulta essere superato per nessun recettore. Per tali motivi la verifica a limiti di emissione risulta superata.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica
Valutazione impatto acustico terrestre

Codice documento:
C0421YR22ACUTER01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
40 di 58



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Impatto acustico in fase di esercizio - Sottostazione elettrica di trasformazione e consegna

Valori di emissione - Valore massimo = 47dB(A)

0 50 100 r

LEGENDA

- | | | | | |
|-----------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------|------------|-----------|
| Sottostazione trasformazione e consegna | Recettori | Classificazione acustica Comune di Portoscuso | | |
| | Livello di emissione - dB(A) | Classe I | Classe III | Classe V |
| | | Classe II | Classe IV | Classe VI |

Figura 6.3 – Valori di emissione acustica sottostazione di trasformazione e consegna, fase di esercizio.

Elaborazione iLStudio.

Infine, si riporta la verifica dei limiti differenziali di immissione, considerando che nel periodo di riferimento notturno il valore del limite da rispettare è pari a 3dB.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica
Valutazione impatto acustico terrestre

Codice documento:
C0421YR22ACUTER01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
41 di 58



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Impatto acustico in fase di esercizio - Sottostazioni elettrica di trasformazione e consegna
Verifica del limite differenziale di immissione - periodo di riferimento notturno (3 dB)

LEGENDA

Sottostazione trasformazione e consegna	Superamento limite
Recettori	Limite non superato
	Limite superato

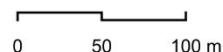


Figura 6.4 – Verifica limite differenziale di immissione sottostazione di trasformazione e consegna, fase di esercizio.

Elaborazione iLStudio.

Dalla mappa si evince che i limiti differenziali di immissione non sono mai superati

6.2.3. Nuova sezione 380kV stazione TERNA Sulcis

All'interno della nuova sezione 380kV della stazione RTN TERNA Sulcis sono previsti componenti elettrici tra cui:

- sistema di sbarre;
- interruttori tripolari in SF₆;
- trasformatori di corrente;
- trasformatori di tensione.

Si tratta in generale di componenti non caratterizzati da emissioni di rumore continue; per quanto riguarda le apparecchiature di manovra come gli interruttori, occasionalmente (durante le manovre), potrebbe generarsi un rumore di brevissima durata trasmissibile all'esterno. In ogni caso, il rumore complessivo sarà entro i limiti previsti dal DPCM 1° Marzo 1991.

6.2.4. Elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor

Le emissioni sonore previste durante la fase di esercizio dell'elettrodotto aereo in singola terna 380kV Sulcis-Villasor sono da imputare all'effetto corona per via dell'intenso campo elettrico che si instaura in prossimità dei conduttori.

L'effetto corona avviene quando si ha la ionizzazione dell'aria presente attorno ad un conduttore carico; più precisamente la ionizzazione si determina quando il valore del campo elettrico generato dai cavi in tensione



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

supera il valore di rigidità dielettrica dell'aria. In queste condizioni il fenomeno si manifesta con una serie di scariche elettriche circoscritte alla regione cilindrica in cui il valore del campo supera la rigidità dielettrica.

La presenza di scariche elettriche attorno al conduttore determina il caratteristico suono sibilante, scoppiettante o il ronzio che si può avvertire in prossimità di una linea elettrica in alta tensione. L'intensità del rumore anomalo è strettamente correlata alle condizioni meteorologiche dell'ambiente esterno; infatti, laddove si presentano valori più elevati di umidità relativa nell'aria (in condizioni di pioggia, nebbia o neve), si registra un aumento dell'intensità del rumore.

Nel presente paragrafo si riporta la valutazione delle emissioni previste da parte della sorgente disturbante durante l'esercizio dell'elettrodotto in singola terna a 380kV e, dopo aver valutato il rumore ambientale, la verifica del non superamento dei limiti di immissione ed emissione imposti dalla normativa vigente.

6.2.4.1. Modello di calcolo

Il calcolo previsionale dei livelli acustici di pressione sonora è ottenuto mediante formule sviluppate da istituti di ricerca competenti in materia, grazie a regressioni basate su osservazioni e campagne di misurazione in-situ del fenomeno acustico in oggetto. Usualmente si distinguono formule relative a condizione di:

- forte pioggia, considerando il livello che viene superato per il 5% del periodo di registrazione – L_5 ;
- pioggia normale o conduttori bagnati, considerando il livello che viene superato per il 50% del periodo di registrazione – L_{50} .

Per il caso in esame, mediante la consultazione della guida CIGRE “*Interferences produced by Corona effect of electric systems*”, sono state utilizzate le formule suggerite dall'istituto di ricerca americano EPRI (Electric Power Research Institute) sia per condizione di forte pioggia che di conduttori semplicemente bagnati. La formula che descrive il livello acustico cumulato di pressione sonora ponderato A permette di calcolare il rumore immesso in prossimità di un ricettore posto ad una specifica distanza dal generico conduttore; essa, relativa ad un'unica fase, è del tipo:

$$L_A = 54.3 + \Gamma_A - 10 \log_{10} D - 0.02D \quad [\text{dB}(A)] \quad \text{eq. (7)}$$

con Γ_A livello di potenza sonora o funzione della sorgente acustica e D distanza tra il conduttore e il punto recettore.

Nella tabella a seguire si riporta il range di validità per cui la formula risulta applicabile, in relazione alle proprietà specifiche della linea elettrica.

Tabella 6.15 – Range di validità formule EPRI.

Proprietà	Range di validità	
	Minimo	Massimo
Tensione di linea [kV]	230	1500
Numero di sub-conduttori [-]	1	16
Diametro dei sub-conduttori [cm]	2	6

Per il calcolo della potenza sonora, l'istituto EPRI propone due funzioni per:

- condizione di forte pioggia

$$\Gamma_{A5} = C_5 - \frac{665}{g} + 20 \log_{10} n + 44 \log_{10} d + k_n \quad [\mu W/m] [\text{dB}(A)] \quad \text{eq. (8)}$$



con C_5 coefficiente, g gradiente massimo di potenziale sulla superficie del conduttore, n numero di sub-conduttori, d diametro dei sub-conduttori, $k_n = 22.9(n - 1)d/2R$ ed R raggio della circonferenza circoscritta al fascio di sub-conduttori.

- condizione di pioggia media o conduttori bagnati

$$\Gamma_{A50} = \Gamma_{A5} - C_{50}(g, d, n) \quad [\mu W/m] [dB(A)] \quad \text{eq. (9)}$$

con C_{50} funzione di g, d, n .

Noto il livello di pressione sonora ponderato A generato da ognuno dei 3 conduttori (fasi), mediante somma logaritmica è stato possibile calcolare il livello atteso nel punto di indagine cumulato su tutte le fasi della linea.

6.2.4.2. Caratterizzazione delle sorgenti acustiche

Il livello di potenza sonora della sorgente previsto per il caso in esame è strettamente correlato alle caratteristiche della linea elettrica; infatti esso dipende dal valore di tensione nominale della linea, dalla posizione reciproca tra i conduttori e, come deducibile dalla eq. (8) ed eq. (9), dal numero, dal diametro e dalla posizione reciproca dei sub-conduttori costituenti il singolo fascio.

L'elettrodotto aereo in questione è in singola terna ed ha una tensione di esercizio di 380kV; ogni conduttore si compone di un fascio di 3 sub-conduttori secondo una disposizione del tipo trinato, così come mostrato nella seguente figura.

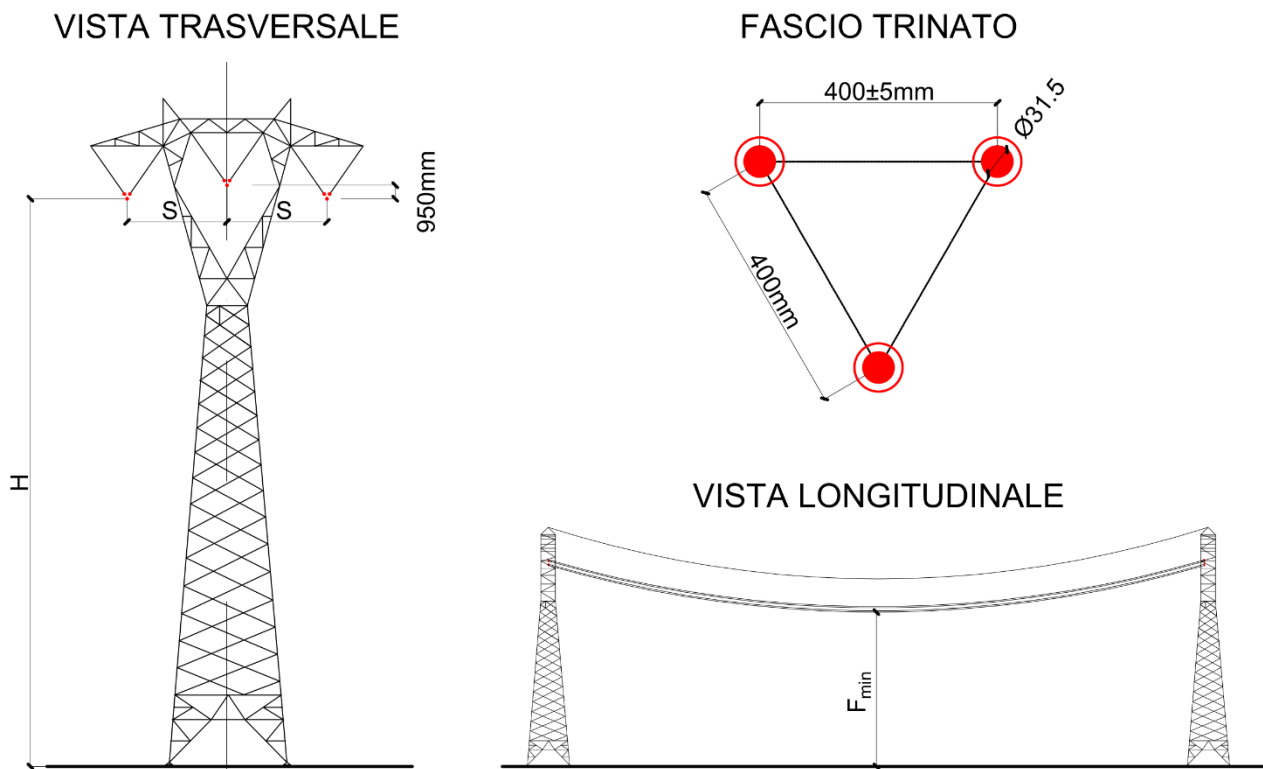


Figura 6.5 – Caratteristiche dell'elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor.

Elaborazione iLStudio.

Si riporta un riepilogo delle caratteristiche dell'elettrodotto nella tabella di supporto a seguire.



Tabella 6.16 – Caratteristiche dell'elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor.

V – Tensione di esercizio [kV]	380
N - Numero conduttori [-]	3
S – Distanza inter-fase [m]	7.9
H – Quota conduttori [m]	21-54*
F _{min} – Franco minimo ammesso per la campata [m]	14
n – Numero sub-conduttori [-]	3
d – Diametro sub-conduttori [cm]	3.15
s – Distanza sub-conduttori [cm]	40
R – Raggio fascio sub-conduttori [cm]	23.1

* La quota dei conduttori può variare per i 119 tralicci da 21m a 54m

6.2.4.3. Livelli sonori previsti

Seguendo un approccio aprioristico, è stato ritenuto sufficiente valutare i livelli sonori previsti nello scenario più svantaggioso possibile, ovvero considerando una quota dei conduttori dal suolo pari a 21m ed un franco al centro della campata pari a 14m. Con medesimo approccio, in via conservativa, è stata effettuata la scelta della posizione "più svantaggiosa" del recettore, posto in piedi al di sotto del conduttore centrale.

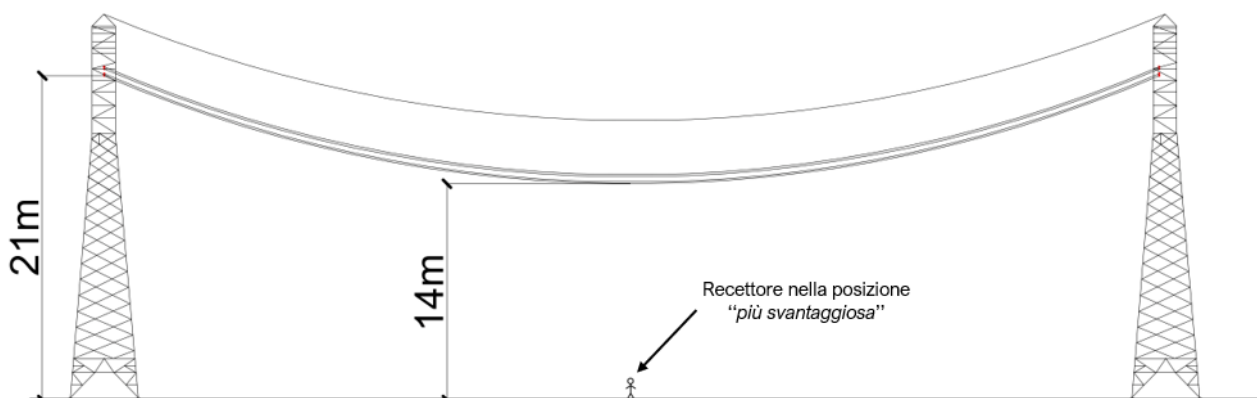


Figura 6.6 – Scenario di calcolo, posizione del recettore rispetto all'elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor.

Infine, sempre in via conservativa, lo studio è stato condotto esclusivamente in riferimento alla condizione di conduttori bagnati e di forte pioggia, secondo i modelli riportati nel paragrafo 6.2.4.1.

Sulla base delle condizioni descritte e considerando il livello di rumore residuo assunto per le zone agricole e forestali (paragrafo 5.1.5.2), è stato possibile effettuare il calcolo del rumore ambientale atteso e il confronto con i limiti di legge. A tal proposito, a seguito di un'analisi di compatibilità dell'opera con le aree di classificazione acustica dei comuni (paragrafo 5.2.10), è stato rilevato che il percorso dell'elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor interessa aree di classe III, IV, V, VI. Per via dei valori più stringenti, è stato scelto di effettuare il confronto con i soli limiti di emissione ed assoluti di immissione relativi alla classe acustica III. I risultati sono riportati nelle tabelle a seguire.

Tabella 6.17 – Verifica dei limiti di emissione, fase di esercizio elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor.

Elaborazione iLStudio.

Limite di emissione [dB(A)]		Sorgente disturbante [dB(A)]		Superamento Forte pioggia		Superamento Conduttori bagnati	
Diurno	Notturmo	Forte pioggia	Conduttori bagnati	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
55 (Classe III)	45 (Classe III)	42.5	33.5	No	No	No	No

Dall'analisi effettuata risulta che, sia in caso di forte pioggia che nel caso di conduttori bagnati, i limiti di



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica
Valutazione impatto acustico terrestre

Codice documento:
C0421YR22ACUTER01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
45 di 58

emissione non risultano superati per il recettore posto nella posizione “*più svantaggiosa*”, sia in regime diurno che notturno.

Tabella 6.18 – Verifica dei limiti assoluti di immissione, fase di esercizio elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor condizioni di forte pioggia.

Elaborazione iLStudio.

Limite di immissione [dB(A)]		Rumore Residuo [dB(A)]	Rumore Disturbante [dB(A)]	Rumore Ambientale [dB(A)]	Superamento Forte pioggia	
Diurno	Notturmo				Diurno	Notturmo
60 (Classe III)	50 (Classe III)	34.0	42.5	43.0	No	No

Tabella 6.19 – Verifica dei limiti assoluti di immissione, fase di esercizio elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor condizioni con conduttori bagnati.

Elaborazione iLStudio.

Limite di immissione [dB(A)]		Rumore Residuo [dB(A)]	Rumore Disturbante [dB(A)]	Rumore Ambientale [dB(A)]	Superamento Conduttori bagnati	
Diurno	Notturmo				Diurno	Notturmo
60 (Classe III)	50 (Classe III)	34.0	33.5	37.0	No	No

I risultati mostrati permettono di affermare che, sia in caso di forte pioggia che di conduttori bagnati, i limiti assoluti di immissione non risultano superati per il recettore posto nella posizione “*più svantaggiosa*”.

Infine, nella Tabella 6.20 e Tabella 6.21 è riportata la **verifica dei limiti differenziali di immissione** da farsi mediante la differenza tra il rumore ambientale previsto e quello residuo.

Tabella 6.20 – Verifica dei limiti differenziali di immissione, fase di esercizio elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor condizioni di forte pioggia.

Limite differenziale di immissione [dB(A)]		Rumore Residuo [dB(A)]	Rumore Ambientale [dB(A)]	Differenziale [dB(A)]	Superamento Forte pioggia	
Diurno	Notturmo				Diurno	Notturmo
5	3	34.0	43.0	9	Si	Si

Tabella 6.21 – Verifica dei limiti differenziali di immissione, fase di esercizio elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor condizioni con conduttori bagnati.

Elaborazione iLStudio.

Limite differenziale di immissione [dB(A)]		Rumore Residuo [dB(A)]	Rumore Ambientale [dB(A)]	Differenziale [dB(A)]	Superamento Conduttori bagnati	
Diurno	Notturmo				Diurno	Notturmo
5	3	34.0	37.0	3	No	No

Dall’analisi effettuata per il recettore posto nella posizione “*più svantaggiosa*”, solo nel caso di condizioni di forte pioggia risultano superati i limiti differenziali di immissione diurni e notturni per un valore pari a 9dB(A). Tuttavia è doveroso considerare che in condizioni di forte pioggia la caratterizzazione acustica di base (rumore residuo) è ben diversa da quella valutata in 34 dB(A) nella campagna di misurazioni in-situ. Infatti, è lecito prevedere un aumento del rumore residuo esistente dovuto al fenomeno acustico naturale associato all’impatto delle gocce d’acqua con il suolo. Generalmente ad una condizione meteorologica di pioggia normale è associato un livello sonoro di circa 50 dB(A). In virtù di ciò, ipotizzando la componente del rumore residuo durante la pioggia pari a 50 dB(A), considerando il valore di rumore immesso dai conduttori dell’elettrodotto pari a 42.5 dB(A), risulterebbe un rumore ambientale di circa 50.5 dB(A), determinando un differenziale di gran lunga inferiore ai limiti di legge.

Per quanto detto, le emissioni acustiche associate all’esercizio dell’elettrodotto aereo 380kV in singola terna vengono ritenute di bassa entità, permettendo di considerare l’opera pienamente integrata all’interno dello scenario acustico già esistente.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

6.2.4.4. Mappe acustiche

Per completezza si riporta una rappresentazione grafica del rumore ambientale previsto durante l'esercizio dell'elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor. Nelle mappe cromatiche si individuano aree-intervallo dei livelli sonori previsti attorno ai conduttori sia per condizione di forte pioggia che di conduttori bagnati; come si può notare il livello del rumore tende a diminuire all'aumentare della distanza dai conduttori.

MAPPE ACUSTICHE – RUMORE AMBIENTALE PREVISTO

Elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor

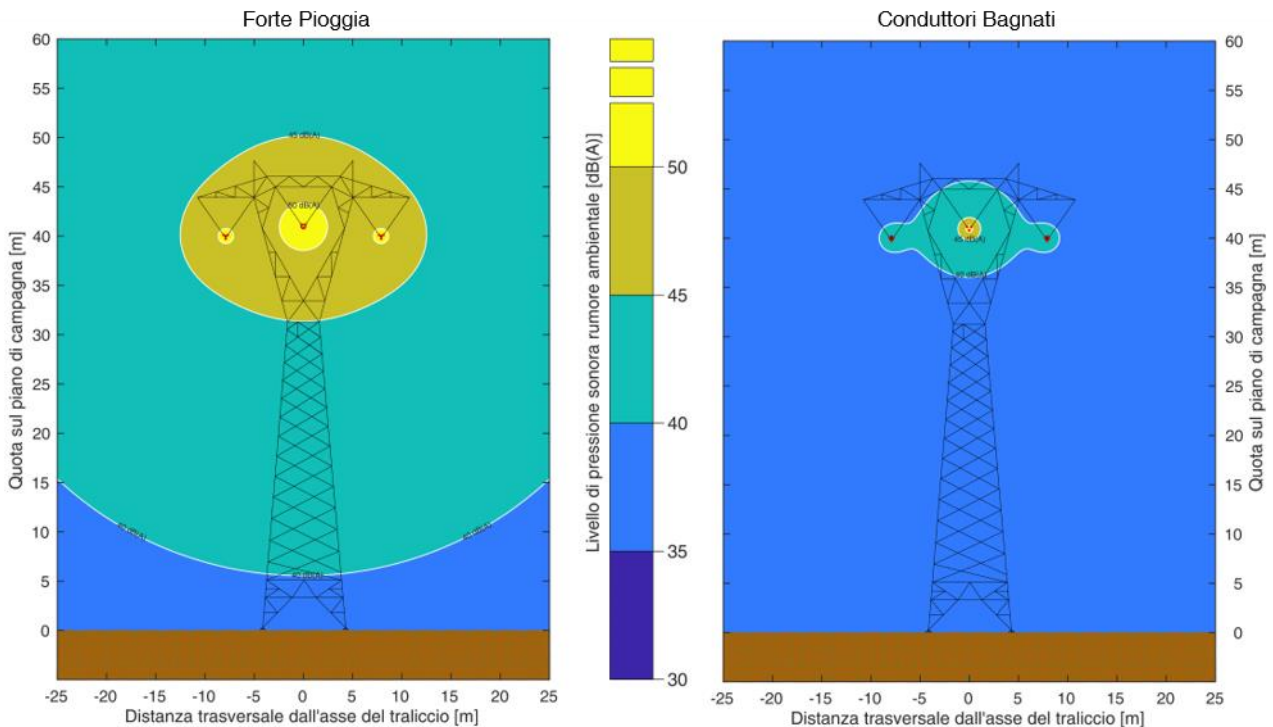


Figura 6.7 – Mappe acustiche – rumore ambientale previsto, elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor.

Elaborazione iLStudio.

Ricordando che l'elettrodotto sviluppa il suo percorso in aree di classe acustica III, IV, V e VI, considerando il limite assoluto di immissione in periodo notturno (il più stringente) pari a 50dB(A), tale valore è superato:

- entro 2-4m dai conduttori della singola fase nel caso di condizioni di pioggia forte;
- entro 1m dai conduttori della singola fase nel caso di condizione di conduttori bagnati.

Le distanze indicate nell'elenco precedente risultano trascurabili e non delineano fasce occupate da possibili recettori sensibili.

Ancora una volta è evidente come l'opera determini un impatto pressoché trascurabile e come i limiti imposti dalla normativa vigente siano ampiamente rispettati già in caso di condizioni meteorologiche più sfavorevoli.

6.2.5. Stazione elettrica Villasor 380

All'interno della stazione Villasor 380 sono previsti i componenti principali riportati nel seguente elenco:

- sistema di sbarre;
- interruttori tripolari in SF₆;
- sezionatori tripolari verticali di sbarra, orizzontali con lame di messa a terra sulle partenze di linea, orizzontale di by-pass;



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting **Studio**

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione tecnica Valutazione impatto acustico terrestre		
Codice documento: C0421YR22ACUTER01a	Data emissione: Giugno 2024	Pagina 47 di 58

- sezionatore tripolare di messa a terra sbarre;
- trasformatori di corrente;
- trasformatori di tensione.

In generale i componenti previsti non sono risultano tra macchinari caratterizzati da sorgenti di rumore permanente. Tuttavia, occasionalmente può capitare che gli interruttori, durante le manovre, possono provocare un rumore trasmissibile all'esterno di brevissima durata. In ogni caso il rumore sarà contenuto nei limiti previsti dal DPCM 1° Marzo 1991.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica
Valutazione impatto acustico terrestre

Codice documento:
C0421YR22ACUTER01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
48 di 58

6.2.6. Elettrodotto aereo 380kV Villasor-dorsale Ittiri-Selargius

Le emissioni sonore previste durante la fase di esercizio dell'elettrodotto aereo 380kV in doppia terna Villasor-dorsale Ittiri-Selargius sono da imputare all'effetto corona per via dell'intenso campo elettrico che si instaura in prossimità dei conduttori, così come già detto per l'elettrodotto Sulcis-Villasor nel paragrafo 6.2.4.

Nel presente paragrafo si riporta la valutazione delle emissioni previste da parte della sorgente disturbante e, dopo aver valutato il rumore ambientale previsto, la verifica del non superamento dei limiti di immissione ed emissione imposti dalla normativa vigente.

6.2.6.1. Modello di calcolo

Il calcolo previsionale dei livelli acustici di pressione sonora ponderati A è ottenuto mediante formule sviluppate da istituti di ricerca competenti in materia, grazie a regressioni basate su osservazioni e campagne di misurazione in-situ del fenomeno acustico. Anche in questo caso, così come ampiamente trattato nel paragrafo 6.2.4.1, mediante la consultazione della guida CIGRE "Interferences produced by Corona effect of electric systems", sono state utilizzate le formule suggerite dall'istituto di ricerca americano EPRI per il calcolo del rumore prodotto dalla linea elettrica sia in condizione di forte pioggia che di conduttori semplicemente bagnati.

6.2.6.2. Caratterizzazione delle sorgenti acustiche

L'elettrodotto aereo in questione è in doppia terna ed ha una tensione di esercizio di 380kV; ogni conduttore si compone di un fascio di 3 sub-conduttori secondo una disposizione del tipo trinato, così come mostrato nella seguente figura.

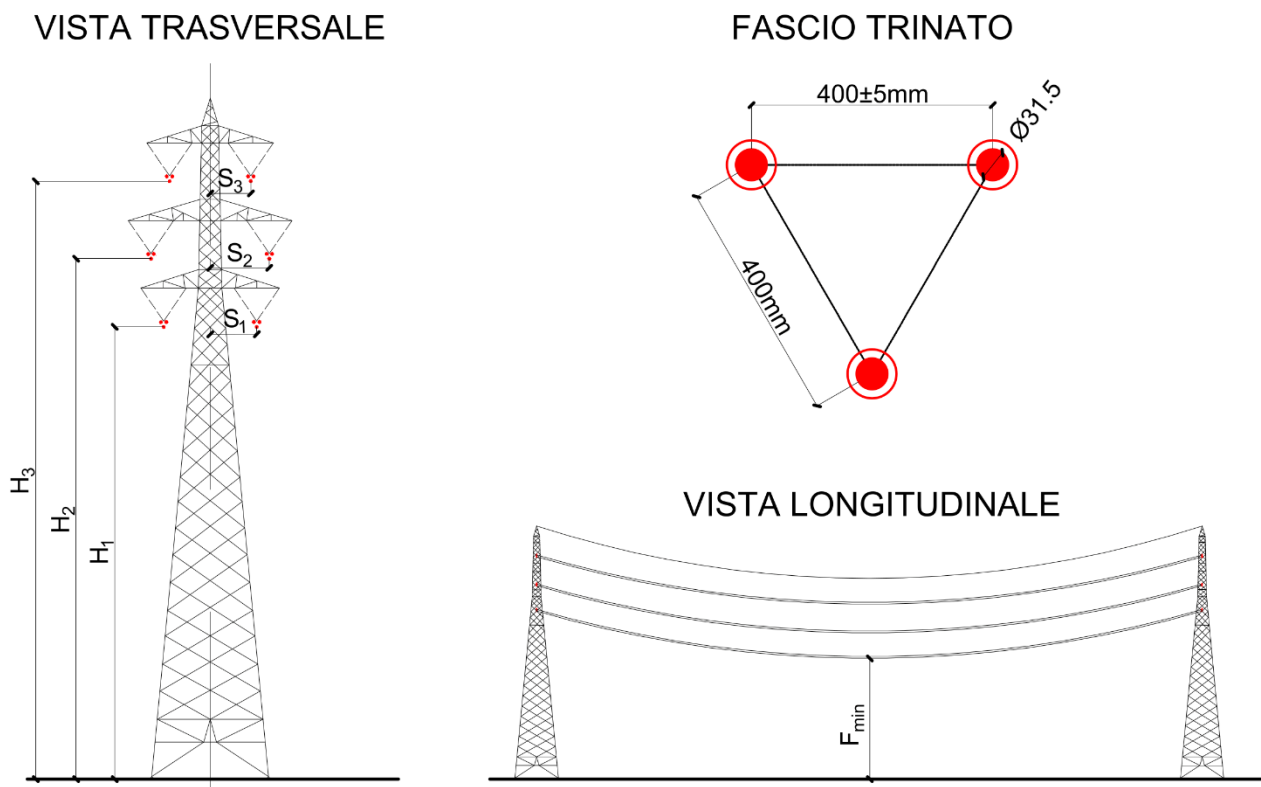


Figura 6.8 – Caratteristiche dell'elettrodotto aereo 380kV Villasor-dorsale Ittiri-Selargius.

Si riporta un riepilogo delle caratteristiche dell'elettrodotto nella tabella di supporto a seguire.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica
Valutazione impatto acustico terrestre

Codice documento:
C0421YR22ACUTER01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
49 di 58

Tabella 6.22 – Caratteristiche dell'elettrodotto aereo 380kV Villasor-dorsale Ittiri-Selargius.

V – Tensione di esercizio [kV]	380
N - Numero conduttori [-]	6
S₁ – Semi-distanza inter-fase 1 [m]	5.5
S₂ – Semi-distanza inter-fase 2 [m]	7.0
S₃ – Semi-distanza inter-fase 3 [m]	4.8
H – Quota conduttori 1 [m]	21-42*
H – Quota conduttori 2 [m]	29-50
H – Quota conduttori 3 [m]	38-59
F_{min} – Franco minimo ammesso per la campata [m]	14
n – Numero sub-conduttori [-]	3
d – Diametro sub-conduttori [cm]	3.15
s – Distanza sub-conduttori [cm]	40
R – Raggio fascio sub-conduttori [cm]	23.1

* La quota dei conduttori può variare per i 119 tralicci da 21m a 54m

6.2.6.3. Livelli sonori previsti

Seguendo un approccio aprioristico, è stato ritenuto sufficiente valutare i livelli sonori previsti nello scenario più svantaggioso possibile, ovvero considerando una quota dei conduttori inferiori dal suolo pari a 21m ed un franco al centro della campata pari a 14m. Con medesimo approccio, in via conservativa, è stata effettuata la scelta della posizione “più svantaggiosa” del recettore, posto in piedi al di sotto del conduttore centrale.

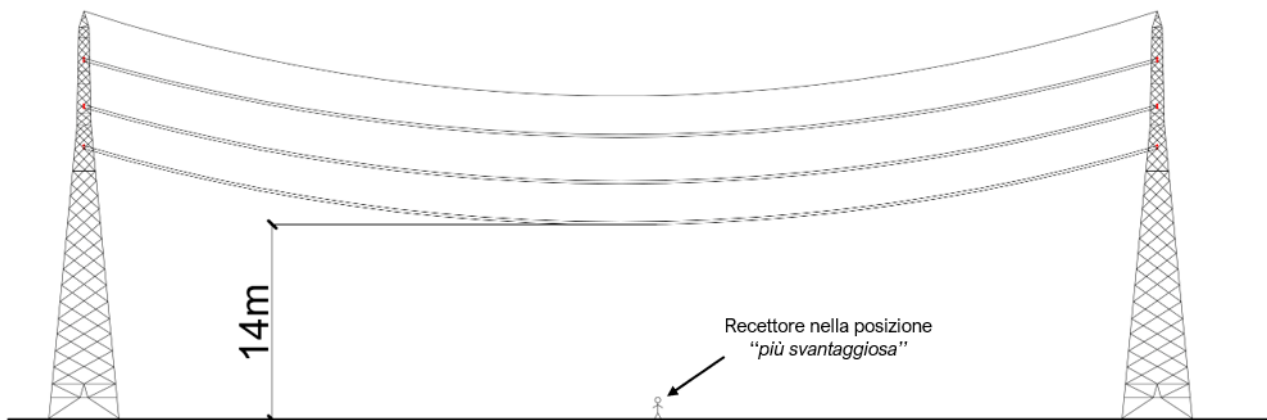


Figura 6.9 – Scenario di calcolo, posizione del recettore rispetto all'elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor.

Infine, sempre in via conservativa, lo studio è stato condotto esclusivamente in riferimento alla condizione di conduttori bagnati e di forte pioggia, secondo i modelli riportati nel paragrafo 6.2.4.1.

Sulla base delle condizioni descritte e considerando il livello di rumore residuo assunto per le zone agricole e forestali (paragrafo 5.1.5.2), è stato possibile effettuare il calcolo del rumore ambientale atteso e il confronto con i limiti di legge. A tal proposito, a seguito di un'analisi di compatibilità dell'opera con le aree di classificazione acustica dei comuni (paragrafo 5.2.10), è stato rilevato che il percorso dell'elettrodotto aereo 380kV Villasor-dorsale Ittiri-Selargius interessa aree di classe III, IV, V e VI. Per via dei valori più stringenti, è stato scelto di effettuare il confronto con i soli limiti di emissione ed assoluti di immissione relativi alla classe acustica III. I risultati sono riportati nelle tabelle a seguire.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica
Valutazione impatto acustico terrestre

Codice documento:
C0421YR22ACUTER01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
50 di 58

Tabella 6.23 – Verifica dei limiti di emissione, fase di esercizio elettrodotto aereo 380kV Villasor-dorsale Ittiri-Selargius.

Elaborazione iLStudio.

Limite di emissione [dB(A)]		Sorgente disturbante [dB(A)]		Superamento Forte pioggia		Superamento Conduttori bagnati	
Diurno	Notturmo	Forte pioggia	Conduttori bagnati	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
55 (Classe III)	45 (Classe III)	42.0	33.0	No	No	No	No

Dall'analisi effettuata risulta che, sia in caso di forte pioggia che nel caso di conduttori bagnati, i limiti di emissione non risultano superati per il recettore posto nella posizione "più svantaggiosa".

Tabella 6.24 – Verifica dei limiti assoluti di immissione, fase di esercizio elettrodotto aereo 380kV Villasor-dorsale Ittiri-Selargius condizioni di forte pioggia.

Elaborazione iLStudio.

Limite di immissione [dB(A)]		Rumore Residuo [dB(A)]	Rumore Disturbante [dB(A)]	Rumore Ambientale [dB(A)]	Superamento Forte pioggia	
Diurno	Notturmo				Diurno	Notturmo
60 (Classe III)	50 (Classe III)	34.0	42.0	42.5	No	No

Tabella 6.25 – Verifica dei limiti assoluti di immissione, fase di esercizio elettrodotto aereo 380kV Villasor-dorsale Ittiri-Selargius condizioni con conduttori bagnati.

Elaborazione iLStudio.

Limite di immissione [dB(A)]		Rumore Residuo [dB(A)]	Rumore Disturbante [dB(A)]	Rumore Ambientale [dB(A)]	Superamento Conduttori bagnati	
Diurno	Notturmo				Diurno	Notturmo
60 (Classe III)	50 (Classe III)	34.0	33.0	36.5	No	No

Dall'analisi effettuata risulta che, sia in caso di forte pioggia che nel caso di conduttori bagnati, i limiti assoluti di immissione non risultano superati per il recettore posto nella posizione "più svantaggiosa".

Infine, nella Tabella 6.26 e Tabella 6.27 è riportata la **verifica dei limiti differenziali di immissione** da farsi mediante la differenza tra il rumore ambientale previsto e quello residuo.

Tabella 6.26 – Verifica dei limiti differenziali di immissione, fase di esercizio elettrodotto aereo 380kV Villasor-dorsale Ittiri-Selargius condizioni di forte pioggia.

Limite differenziale di immissione [dB(A)]		Rumore Residuo [dB(A)]	Rumore Ambientale [dB(A)]	Differenziale [dB(A)]	Superamento Forte pioggia	
Diurno	Notturmo				Diurno	Notturmo
5	3	34.0	42.4	8.5	Si	Si

Tabella 6.27 – Verifica dei limiti differenziali di immissione, fase di esercizio elettrodotto aereo 380kV Villasor-dorsale Ittiri-Selargius condizioni con conduttori bagnati.

Elaborazione iLStudio.

Limite differenziale di immissione [dB(A)]		Rumore Residuo [dB(A)]	Rumore Ambientale [dB(A)]	Differenziale [dB(A)]	Superamento Conduttori bagnati	
Diurno	Notturmo				Diurno	Notturmo
5	3	34.0	36.5	2.5	No	No

Dall'analisi effettuata per il recettore posto nella posizione "più svantaggiosa", solo nel caso di condizioni di forte pioggia risultano superati i limiti differenziali di immissione diurni e notturni per un valore pari a 8.5dB(A). Anche in questo caso, per quanto detto al paragrafo 6.2.4.3, si deve tener conto che in condizioni di forte pioggia la caratterizzazione acustica di base (rumore residuo) è ben diversa da quella valutata tramite la campagna di misurazioni in-situ. Per cui, ipotizzando la componente del rumore residuo durante la pioggia pari a 50 dB(A), considerando il valore di rumore immesso dai conduttori dell'elettrodotto pari a 42 dB(A),



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica
Valutazione impatto acustico terrestre

Codice documento:
C0421YR22ACUTER01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
51 di 58

risulterebbe un rumore ambientale di circa 50.5 dB(A), determinando un differenziale di gran lunga inferiore ai limiti di legge.

6.2.6.4. Mappe acustiche

Per completezza si riporta una rappresentazione grafica del rumore ambientale previsto durante l'esercizio dell'elettrodotto aereo 380kV Villasor-dorsale Ittiri-Selargius. Nelle mappe cromatiche si individuano aree-intervallo dei livelli sonori previsti attorno ai conduttori sia per condizione di forte pioggia che di conduttori bagnati; come si può notare il livello del rumore tende a diminuire all'aumentare della distanza dai conduttori.

MAPPE ACUSTICHE – RUMORE AMBIENTALE PREVISTO

Elettrodotto aereo 380kV Villasor-dorsale Ittiri-Selargius

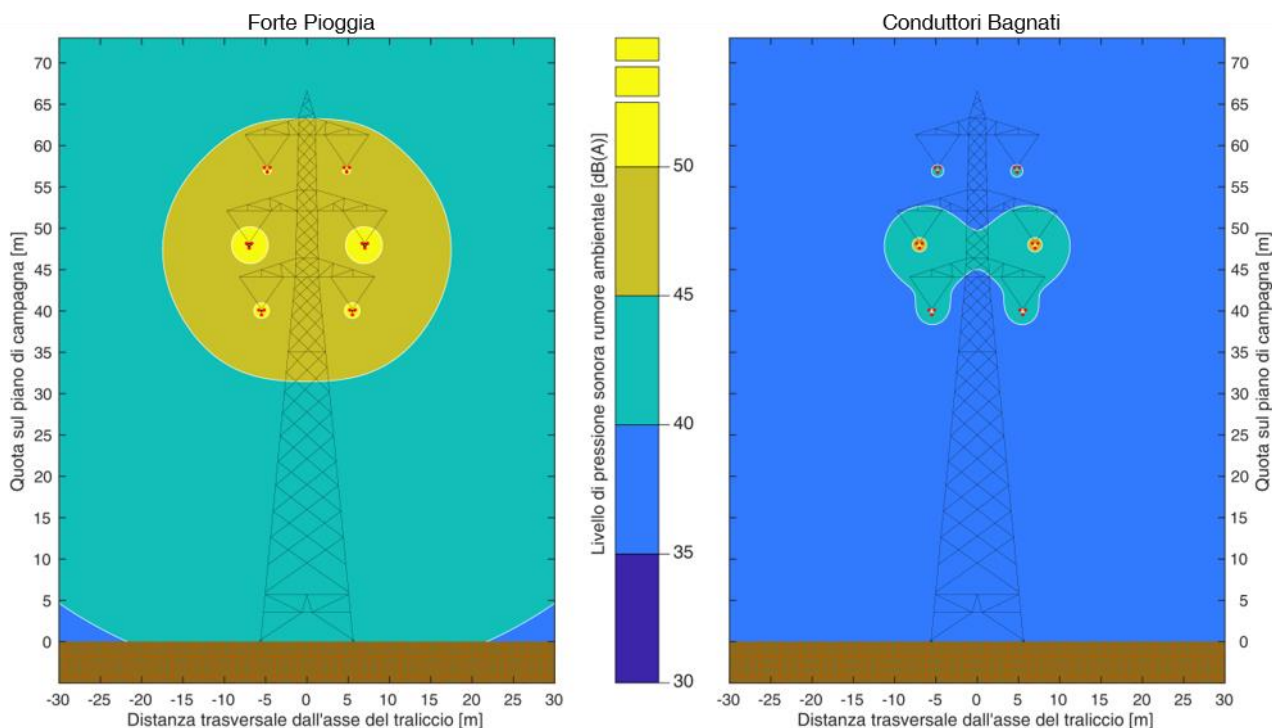


Figura 6.10 – Mappe acustiche – rumore ambientale previsto, elettrodotto aereo 380kV Villasor-dorsale Ittiri-Selargius.

Elaborazione iLStudio.

Ricordando che l'elettrodotto sviluppa il suo percorso in aree di classe acustica III, IV, V e VI, considerando il limite assoluto di immissione in periodo notturno (il più stringente) pari a 50dB(A), tale valore è superato:

- entro 1-3m dai conduttori della singola fase nel caso di condizioni di pioggia forte;
- entro 0.5m dai conduttori della singola fase nel caso di condizione di conduttori bagnati.

Le distanze indicate nell'elenco precedente risultano trascurabili e non delineano fasce occupate da possibili recettori sensibili.

Ancora una volta è evidente come l'opera determini un impatto pressoché trascurabile e come i limiti imposti dalla normativa vigente siano ampiamente rispettati già in caso di condizioni meteorologiche più sfavorevoli.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica
Valutazione impatto acustico terrestre

Codice documento:
C0421YR22ACUTER01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
52 di 58

7. MISURE DI MITIGAZIONE

Ai fini del contenimento dei livelli di rumore indotti dalle lavorazioni in essere presso il cantiere mobile per la posa dell'elettrodotto in cavo, saranno comunque adottate le seguenti strategie di mitigazione dell'impatto acustico. Tali strategie consentiranno il mantenimento di elevati standard di comfort sui ricettori sensibili individuati.

Le operazioni di cantiere saranno effettuate utilizzando macchine e attrezzature rispondenti ai limiti di emissione sonora previsti, per la messa in commercio, dalle normative regionali, nazionali e comunitarie vigenti.

Per quanto riguarda l'impostazione delle aree di cantiere l'impresa esecutrice dovrà:

- localizzare gli impianti fissi più rumorosi (betonaggio, officine meccaniche, elettrocompressori, ecc.) alla massima distanza dai ricettori esterni;
- orientare gli impianti che hanno un'emissione direzionale in modo da ottenere, lungo l'ipotetica linea congiungente la sorgente con il ricettore esterno, il livello minimo di pressione sonora.

Relativamente alle modalità operative, nel progetto delle attività di cantiere si dovrà:

- dare preferenza al periodo diurno per l'effettuazione delle lavorazioni (ad esempio dalle ore 7:00 alle 20:00);
- prevedere e impartire idonee direttive agli operatori tali da evitare comportamenti inutilmente rumorosi;
- per il caricamento e la movimentazione del materiale inerte, dare preferenza all'uso di pale caricatori piuttosto che escavatori in quanto questi ultimi, per le loro caratteristiche d'uso, durante l'attività lavorativa sono posizionati sopra al cumulo di inerti da movimentare, facilitando così la propagazione del rumore, mentre la generica pala caricatrice svolge la propria attività, generalmente, dalla base del cumulo in modo tale che quest'ultimo svolge un'azione mitigatrice sul rumore emesso dalla macchina stessa;
- nella progettazione dell'utilizzo delle varie aree del cantiere, privilegiare il deposito temporaneo degli inerti in cumuli da interporre fra le aree dove avvengono lavorazioni rumorose ed i ricettori;
- usare barriere acustiche mobili da posizionare di volta in volta in prossimità delle lavorazioni più rumorose tenendo presente che, in linea generale, la barriera acustica sarà tanto più efficace quanto più vicino si troverà alla sorgente sonora;
- per una maggiore accettabilità, da parte dei cittadini, di valori di pressione sonora elevati, programmare le operazioni più rumorose nei momenti in cui sono più tollerabili, evitando le ore di maggiore quiete o destinate al riposo; per le operazioni più rumorose prevedere, per una maggiore accettabilità del disturbo da parte dei cittadini, anche una comunicazione preventiva sulle modalità e sulle tempistiche di lavoro;
- effettuare le operazioni di carico dei materiali inerti in zone dedicate, sfruttando anche tecniche di convogliamento e di stoccaggio di tali materiali diverse dalle macchine di movimento terra, quali nastri trasportatori, tramogge, ecc.;
- individuare e delimitare rigorosamente i percorsi destinati ai mezzi, in ingresso e in uscita dal cantiere, in maniera da minimizzare l'esposizione al rumore dei ricettori;
- ottimizzare la movimentazione di cantiere di materiali in entrata ed uscita, con l'obiettivo di minimizzare l'impiego della viabilità pubblica.



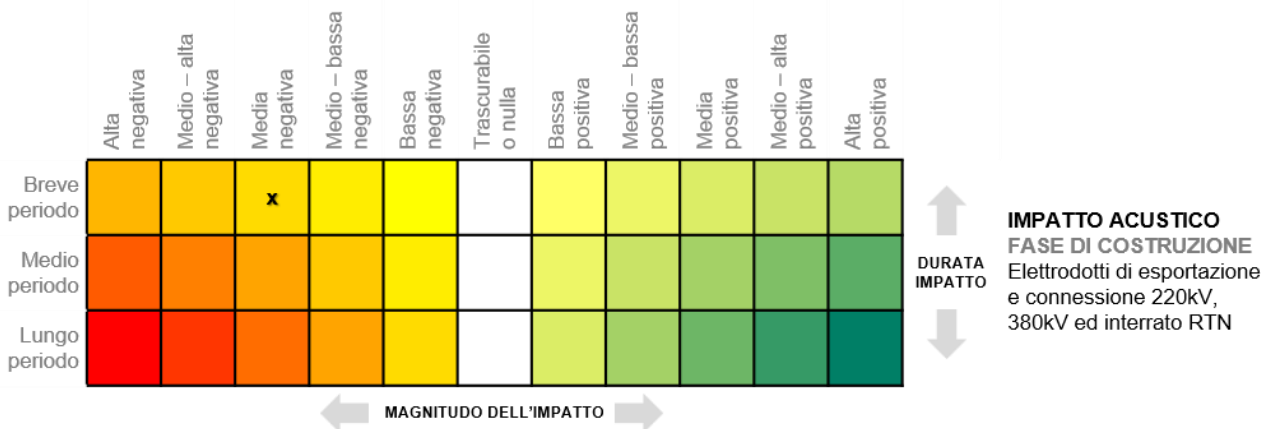
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione tecnica Valutazione impatto acustico terrestre		
Codice documento: C0421YR22ACUTER01a	Data emissione: Giugno 2024	Pagina 53 di 58

8. CONCLUSIONI

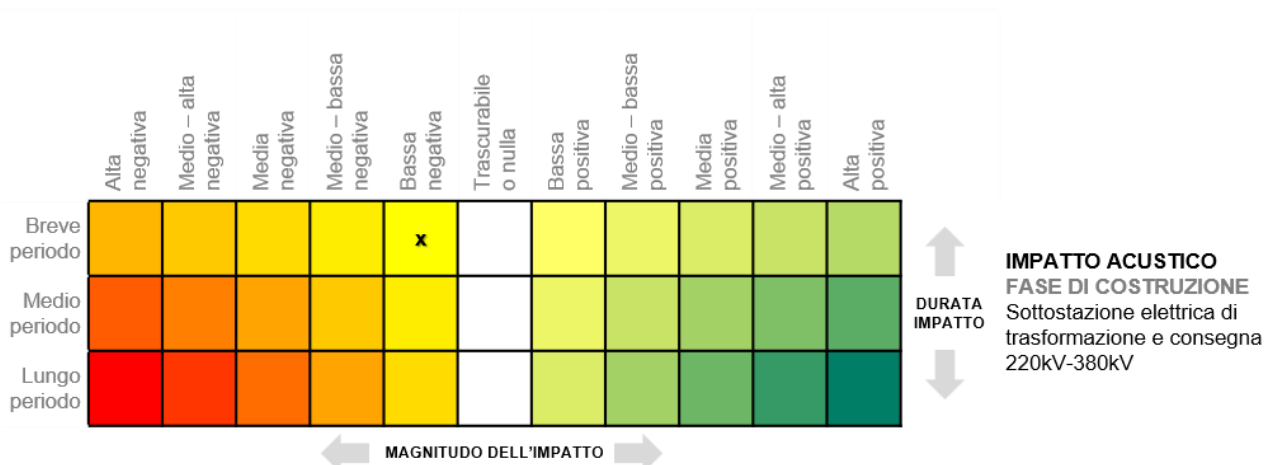
La presente relazione ha trattato il tema degli impatti acustici per la componente a terra del progetto del parco eolico flottante nel Mare di Sardegna Sud-Occidentale. La valutazione delle emissioni acustiche previste mediante modelli fisico-matematici affidabili, nonché una campagna di misurazione in-situ per la caratterizzazione dello scenario acustico di base hanno consentito la verifica del superamento dei limiti di legge ed una valutazione generale degli impatti acustici associati al progetto, sia in fase di costruzione che di esercizio. In generale, dai risultati ottenuti, si prevede un disturbo acustico trascurabile o al più limitato e di media o bassa entità in particolar modo per la fase di costruzione, ma comunque ritenuto assolutamente accettabile ai fini della salute umana.

Per la **fase di costruzione**, le emissioni acustiche sono associate alle macchine operatrici utilizzate all'interno delle aree di cantiere. Gli eventuali superamenti delle soglie acustiche oggetto di regolamentazione, in ottemperanza alle direttive del DPCM 1° marzo 1991 e della legge n. 447 del 26 ottobre 1995 e successive armonizzazioni, integrazioni e modifiche, sono a carattere temporaneo e si sviluppano per un periodo di tempo strettamente connesso alla durata delle attività di cantiere. I superamenti saranno quindi gestiti attraverso autorizzazioni in deroga da richiedere alle autorità comunali competenti negli specifici ambiti di azione e saranno comunque applicate le migliori strategie di mitigazione dei disturbi al fine di garantire elevati livelli di comfort acustico sulle popolazioni e sui ricettori sensibili adiacenti al percorso cavo. Tuttavia, prescindendo da tali considerazioni, si prevede:

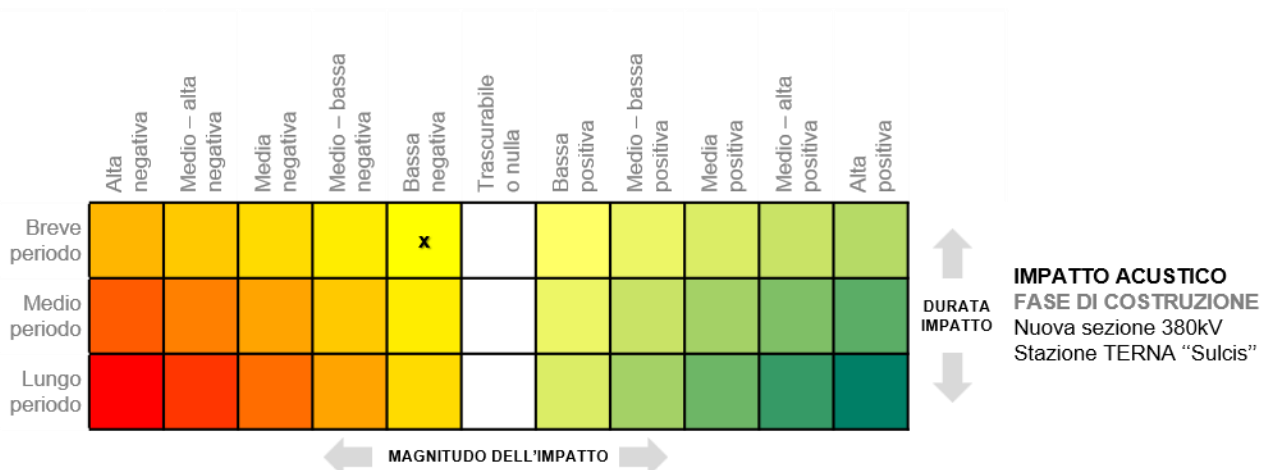
- un impatto negativo di livello medio, reversibile e di breve periodo, per la posa degli elettrodotti di esportazione e connessione a 220kV e 380kV ed interrato RTN, in relazione alla possibilità di superamento, comunque temporaneo, delle soglie acustiche di legge, in corrispondenza dei ricettori posti nelle immediate vicinanze del cantiere;



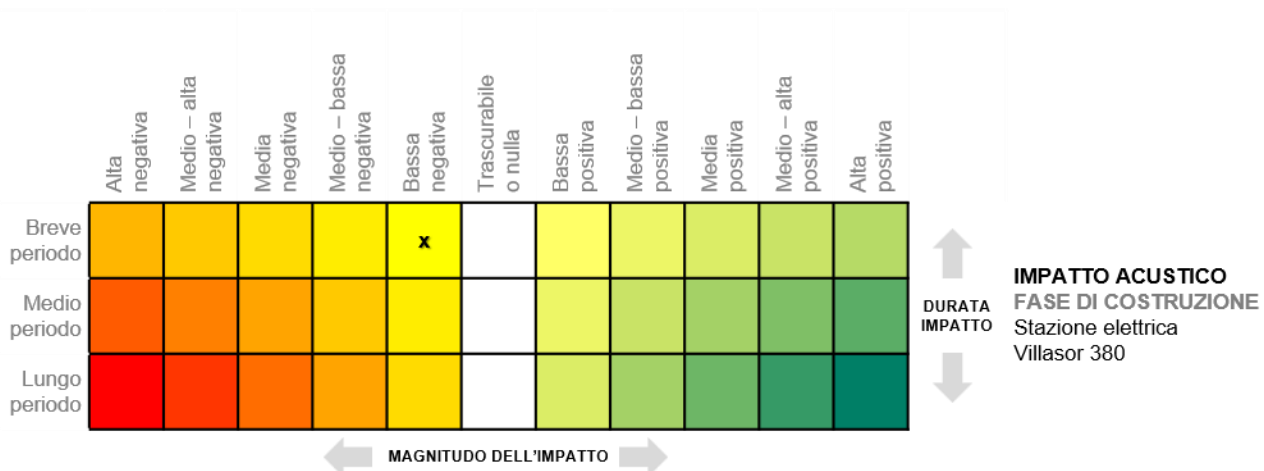
- un impatto negativo di livello basso, reversibile e di breve periodo, per la realizzazione della sottostazione elettrica di trasformazione e consegna 220kV-380kV, anche per il collocamento dell'opera all'interno di una zona fortemente antropizzata e industriale e ricadente in zone di classificazione acustica meno stringenti;



- un impatto negativo di livello basso, reversibile e di breve periodo, per la realizzazione della nuova sezione 380kV all'interno della stazione TERNA "Sulcis", per i medesimi motivi esposti nel punto precedente;

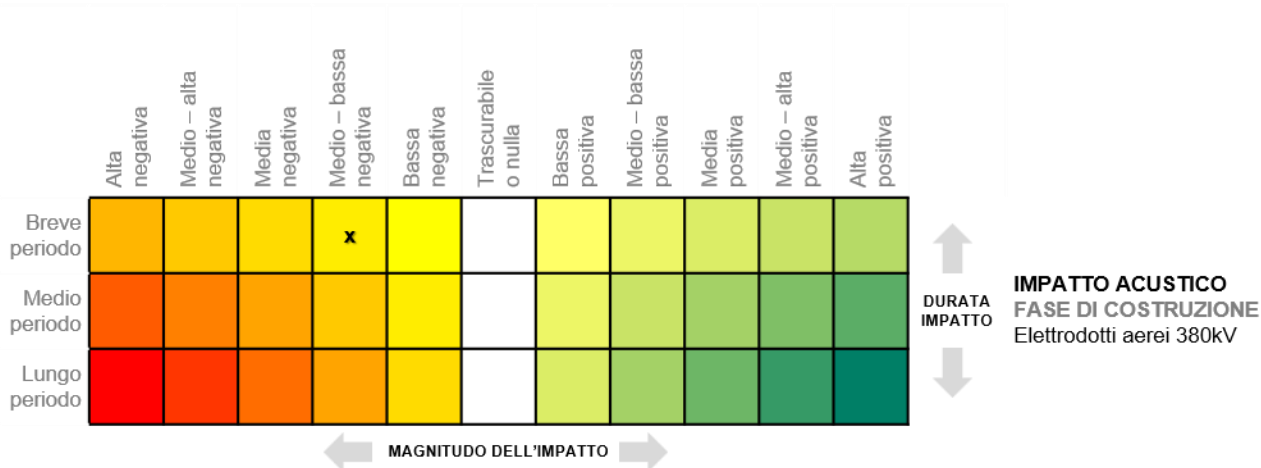


- un impatto negativo di livello basso, reversibile e di breve periodo, per la realizzazione della stazione elettrica Villasor 380, poichè collocata in una posizione ritenuta molto distante da possibili recettori;



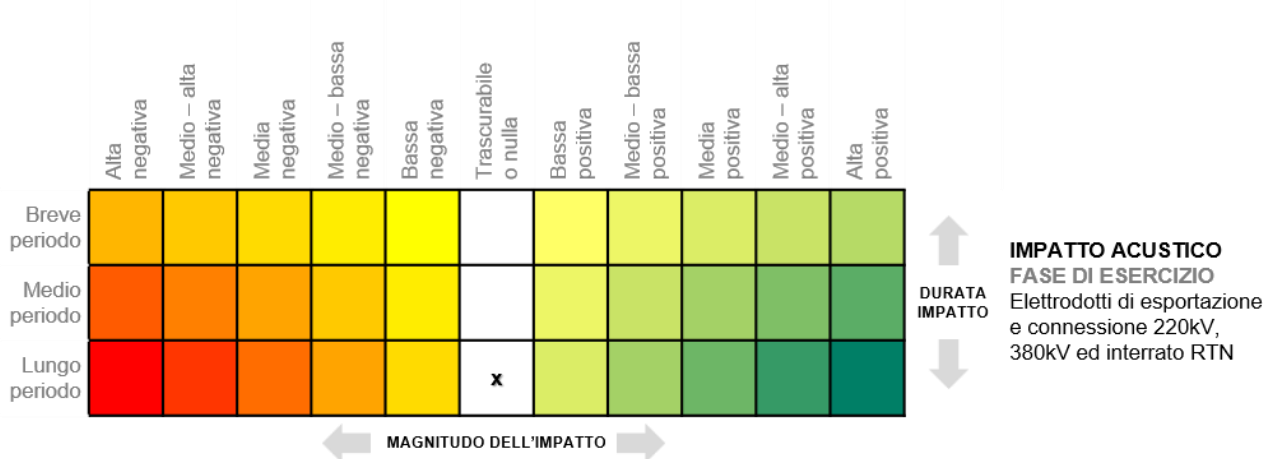


- un impatto negativo di livello medio-basso, reversibile e di breve periodo, per la realizzazione degli elettrodotti aerei 380kV in singola e doppia terna, poiché alcuni micro-cantieri associati ai tralicci, anche se collocati in zone con basse densità abitative, possono presentare recettori all'interno delle fasce di superamento dei limiti.



Per la **fase di esercizio** le emissioni acustiche sono associate prevalentemente ai trasformatori ed all'effetto corona che si instaura attorno ai conduttori carichi. Si è visto come i livelli acustici risultano di bassa entità e dunque poco impattanti su possibili recettori. Si prevede comunque:

- un impatto nullo per l'esercizio degli elettrodotti di esportazione e connessione a 220kV e 380kV ed interrato RTN in relazione alle emissioni acustiche nulle imputabili alle terne di cavi, determinato dalla tipologia costruttiva (cavi schermati) e dalla modalità di posa (in cavo interrato);



- un impatto trascurabile e di lungo periodo per l'esercizio della sottostazione di trasformazione e consegna ubicata nella zona industriale di Portoscuso, in quanto il rumore ambientale previsto e le emissioni acustiche immesse nell'ambiente sono ampiamente al di sotto dei limiti di legge;



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

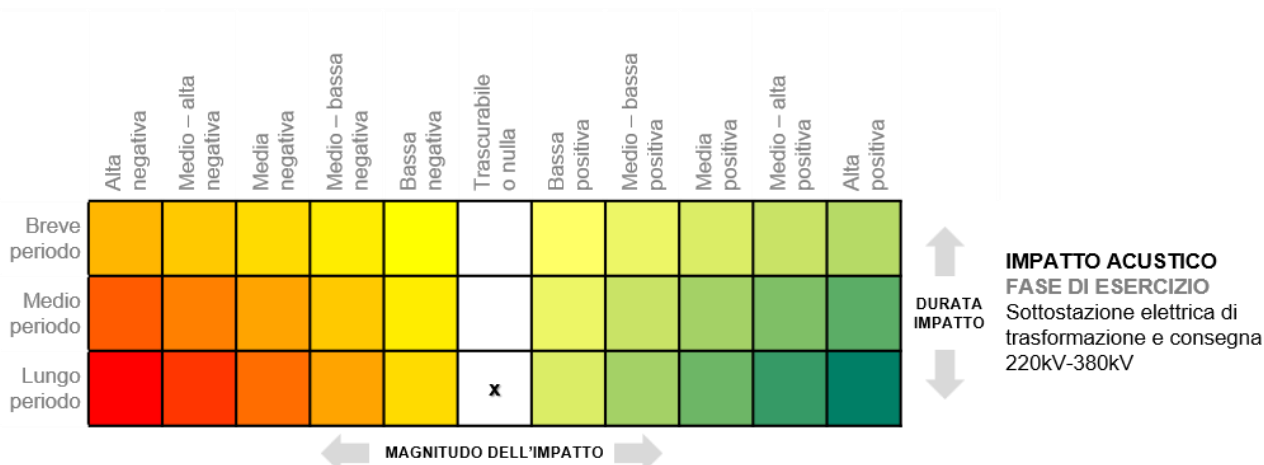
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica
Valutazione impatto acustico terrestre

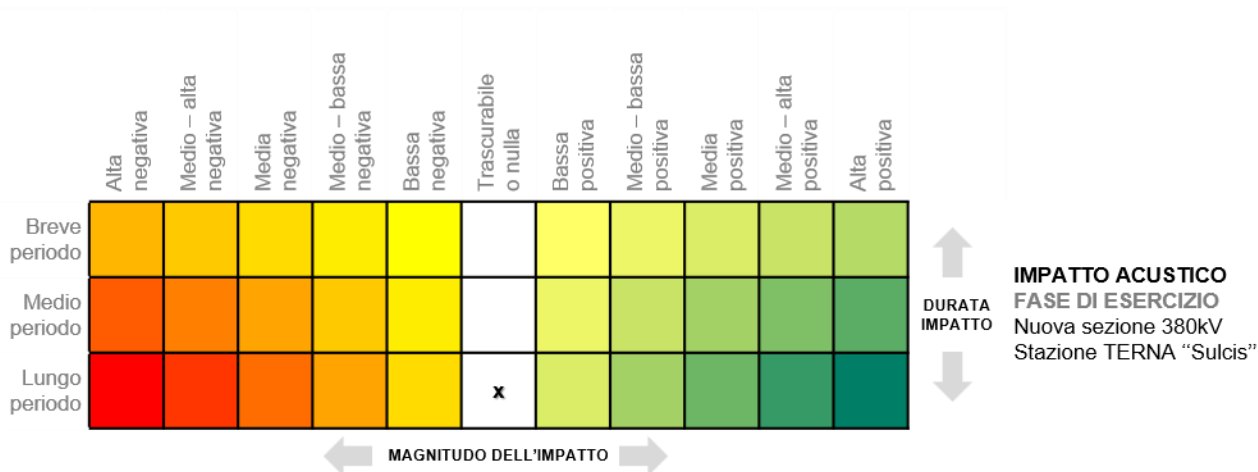
Codice documento:
C0421YR22ACUTER01a

Data emissione:
Giugno 2024

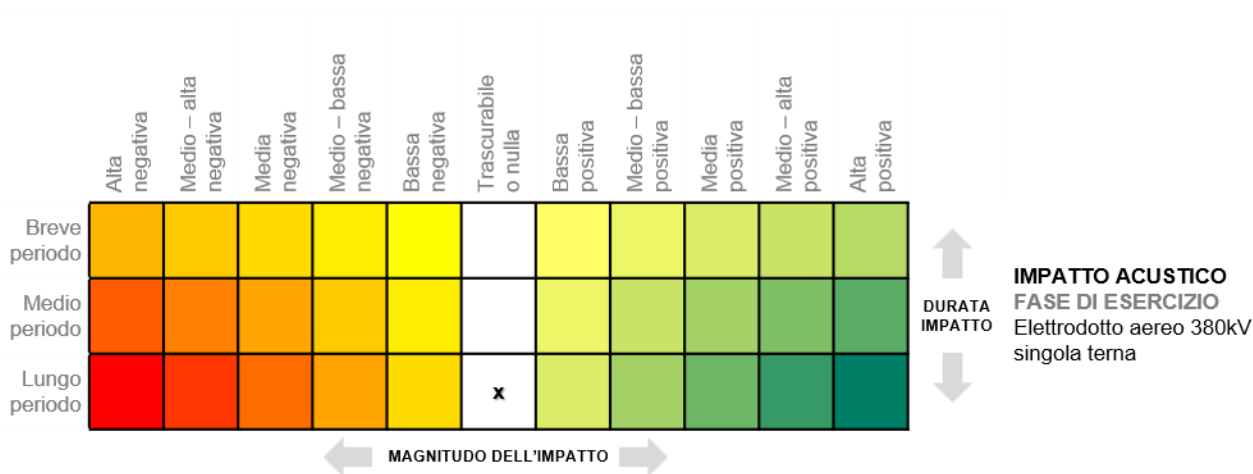
Pagina
56 di 58



- un impatto trascurabile e di lungo periodo per l'esercizio della nuova sezione 380kV all'interno della stazione TERNA "Sulcis";



- un impatto trascurabile e di lungo periodo per l'esercizio dell'elettrodotto aereo 380kV in singola terna Sulcis-Villasor, in quanto il rumore ambientale previsto e le emissioni acustiche immesse nell'ambiente sono ampiamente al di sotto dei limiti di legge;



- un impatto nullo e di lungo periodo per l'esercizio della stazione elettrica Villasor 380 in quanto non si prevedono macchinari costituenti sorgenti di rumore.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

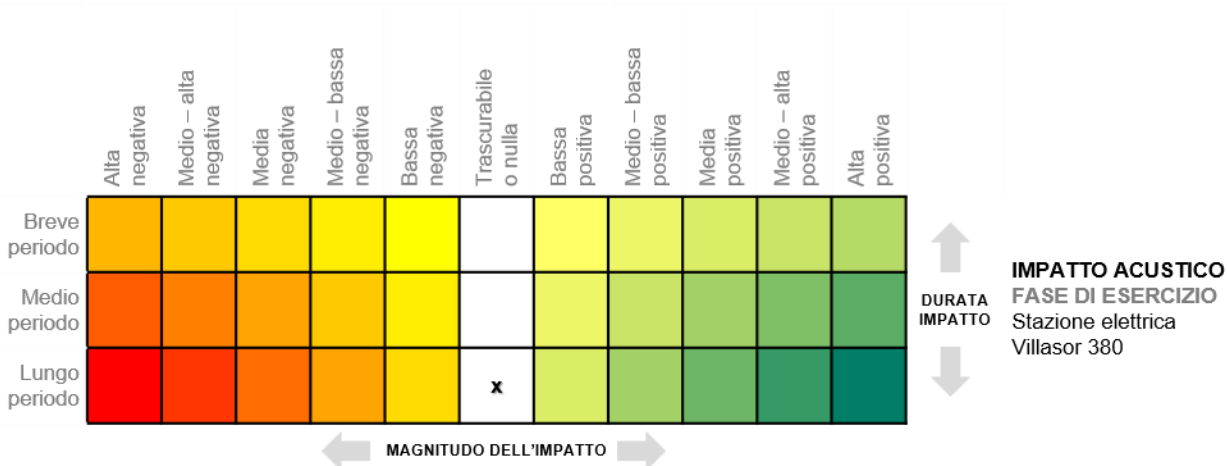
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica
Valutazione impatto acustico terrestre

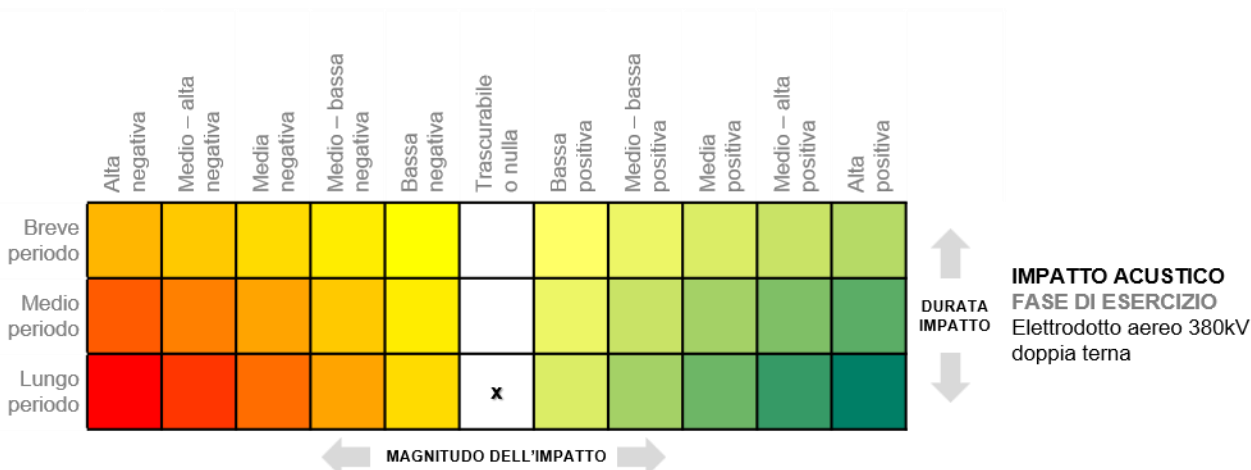
Codice documento:
C0421YR22ACUTER01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
57 di 58



- un impatto trascurabile e di lungo periodo per l'esercizio dell'elettrodotto aereo 380kV in doppia terna Villasor-dorsale Ittiri-Selargius, in quanto il rumore ambientale previsto e le emissioni acustiche immesse nell'ambiente sono ampiamente al di sotto dei limiti di legge.





Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting **Studio**

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione tecnica Valutazione impatto acustico terrestre		
Codice documento: C0421YR22ACUTER01a	Data emissione: Giugno 2024	Pagina 58 di 58

Il presente documento, composto da n. 66 fogli è protetto dalle leggi nazionali e comunitarie in tema di proprietà intellettuali delle opere professionali e non può essere riprodotto o copiato senza specifica autorizzazione del Progettista.

Taranto, Giugno 2024

Dott. Ing. Luigi Severini