



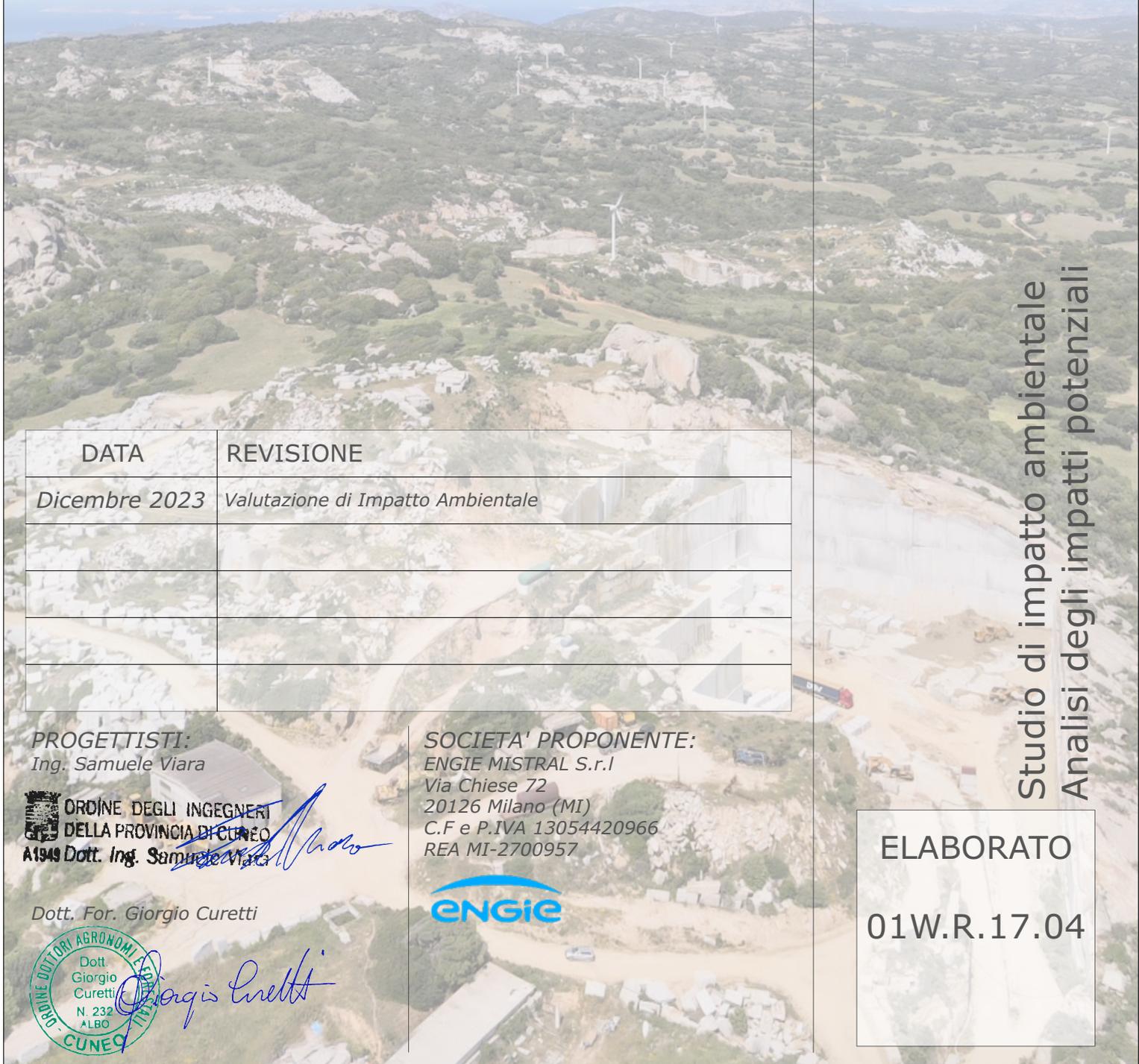
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



PROVINCIA DI SASSARI

# REGIONE SARDEGNA PROVINCIA DI SASSARI

## PARCO EOLICO MISTRAL (35 MW) NEI COMUNI DI LUOGOSANTO, TEMPIO PAUSANIA E AGLIENTU



Studio di impatto ambientale  
Analisi degli impatti potenziali

DATA	REVISIONE
Dicembre 2023	Valutazione di Impatto Ambientale

**PROGETTISTI:**  
Ing. Samuele Viara

ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA DI CUNEO  
A1949 Dott. Ing. Samuele Viara

Dott. For. Giorgio Curetti



**SOCIETA' PROPONENTE:**  
ENGIE MISTRAL S.r.l  
Via Chiese 72  
20126 Milano (MI)  
C.F e P.IVA 13054420966  
REA MI-2700957



ELABORATO

01W.R.17.04



## Indice

1	INTRODUZIONE.....	4
1.1	Coordinate degli aerogeneratori in progetto: .....	5
2	ANALISI DEGLI IMPATTI DURANTE IL CANTIERE E POST OPEAM .....	6
2.1	Definizione degli impatti .....	7
2.2	Descrizione e quantificazione degli impatti .....	9
2.2.1	Atmosfera.....	9
2.2.2	Acque sotterranee e superficiali .....	10
2.2.3	Suolo e sottosuolo.....	10
2.2.3.1	Ubicazione dei siti di produzione dei materiali da scavo .....	12
2.2.4	Vegetazione e flora.....	18
2.2.5	Fauna .....	18
2.2.5.1	Avifauna .....	19
2.2.5.2	Chiroterofauna .....	21
2.2.6	Salute pubblica .....	24
2.2.6.1	Rumore.....	25
2.2.6.2	Vibrazioni .....	45
2.2.6.3	Onde elettromagnetiche.....	55
2.2.6.4	Ombreggiamento e Shadow Flickering .....	60
2.2.6.5	Gittata massima in caso di rottura degli organi rotanti.....	68
2.2.7	Sviluppo socio-economico .....	73
2.2.8	Paesaggio .....	74
2.2.8.1	Intervisibilità .....	74
2.2.8.2	Fotoinserimenti e coni visuali .....	83
2.2.8.3	Indice di impatto visivo.....	97
2.2.9	Patrimonio culturale .....	107
2.3	Matrice numerica di quantificazione degli impatti riscontrati .....	114

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

---

2.3.1	Il rischio di impatto ambientale.....	115
2.4	Impatto cumulato.....	125
2.4.1	Impatto sul paesaggio.....	125
2.4.2	Rumore.....	134
3	CONCLUSIONI.....	135
4	ELENCO ALLEGATI CARTOGRAFICI DI INQUADRAMENTO .....	137
5	ELENCO TAVOLE DI PROGETTO .....	138
6	ELENCO DEI PROFESSIONISTI E DEI CONSULENTI .....	140

---

## 1 INTRODUZIONE

Il presente Studio di Impatto Ambientale (redatto ai sensi degli artt. 23-24-25 D.Lgs 152/2006) ha la funzione di analizzare gli impatti pre e post-intervento relativi alla realizzazione di un progetto di un Impianto Eolico nei Comuni di Luogosanto e Tempio Pausania in provincia di Sassari e delle relative opere di connessione da realizzarsi in Comune di Aglientu, in Provincia di Sassari.

Il progetto prevede l'installazione di 5 aerogeneratori della potenza unitaria di 7 MW per un totale di 35 Mw oltre alla realizzazione delle opere di connessione alla RTN.

La scelta dell'area di installazione è scaturita dalla conoscenza del territorio e in particolare dagli aspetti principali che hanno guidato il proponente nella definizione del layout proposto:

- Ventosità dell'area dedotta dall'acquisizione di dati metereologici ed in particolare dell'intensità del vento e della sua direzione misurati in sito (campagna anemometrica iniziata a luglio 2023)
- Assenza di vincoli ostativi all'installazione
- Scarsa antropizzazione
- Accessibilità verificata da un esperto del settore

Inoltre, l'ulteriore spinta allo sviluppo del progetto è scaturita dalla crisi energetica internazionale e dalla risposta dello stato italiano che si è impegnato firmando trattati internazionali volti a favorire lo sviluppo delle energie rinnovabili in favore della lotta contro i cambiamenti climatici.

Il Layout proposto è il risultato di un approfondito studio dell'area sotto tutti i punti di vista, non solamente del potenziale eolico, ma in particolare, del monitoraggio della fauna, dell'avifauna e della chiroterofauna secondo il protocollo ANEV e delle indagini geotecniche.

Si precisa inoltre che, nella presente relazione, si descrivono nel dettaglio sia gli aspetti tecnici dell'impianto eolico sia la soluzione di connessione alla Rete Elettrica nazionale, il proponente è attualmente in attesa di essere convocato dal gestore della rete AT al tavolo tecnico con gli altri produttori che abbiano ricevuto la medesima soluzione di connessione al fine di coordinare le attività di progettazione ed autorizzazione delle opere di rete a supporto degli impianti nascenti.

In questa fase progettuale, pertanto, la soluzione di allaccio alla RTN, seppur in linea con quanto previsto dalla STMG rilasciata da TERNA, potrebbe subire delle variazioni dovute alla variazione dell'ubicazione del sito di costruzione della Nuova Stazione Elettrica di TERNA.

---

**1.1 Coordinate degli aerogeneratori in progetto:****Sistema di riferimento: UTM WGS84 32N**

<b>Aerogeneratore</b>	<b>E</b>	<b>N</b>
<b>WTG MIS-1</b>	519347	4551939
<b>WTG MIS-2</b>	518250	4552033
<b>WTG MIS-3</b>	520243	4551327
<b>WTG MIS-4</b>	520796	4551707
<b>WTG MIS-5</b>	518013	4551616

**Sistema di riferimento: Geografiche WGS84 – Gradi Decimali**

<b>Aerogeneratore</b>	<b>E</b>	<b>N</b>
<b>WTG MIS-1</b>	9,230455	41,118515
<b>WTG MIS-2</b>	9,21739	41,119389
<b>WTG MIS-3</b>	9,241111	41,112984
<b>WTG MIS-4</b>	9,247712	41,116385
<b>WTG MIS-5</b>	9,214554	41,115634

---

## **2 ANALISI DEGLI IMPATTI DURANTE IL CANTIERE E POST OPEAM**

Il presente capitolo tratta quanto riportato dal punto 5 dell'Allegato VII relativo ai contenuti dello SIA di cui all'art. 22 del D. Lgs. 152/2006 e ss. mm. e ii.

Di seguito i contenuti:

Una descrizione dei probabili impatti ambientali rilevanti del progetto proposto, dovuti, tra l'altro:

- a. alla costruzione e all'esercizio del progetto, inclusi, ove pertinenti, i lavori di demolizione;
- b. all'utilizzazione delle risorse naturali, in particolare del territorio, del suolo, delle risorse idriche e della biodiversità, tenendo conto, per quanto possibile, della disponibilità sostenibile di tali risorse;
- c. all'emissione di inquinanti, rumori, vibrazioni, luce, calore, radiazioni, alla creazione di sostanze nocive e allo smaltimento dei rifiuti;
- d. ai rischi per la salute umana, il patrimonio culturale, il paesaggio o l'ambiente (quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, in caso di incidenti o di calamità);
- e. al cumulo con gli effetti derivanti da altri progetti esistenti e/o approvati, tenendo conto di eventuali criticità ambientali esistenti, relative all'uso delle risorse naturali e/o ad aree di particolare sensibilità ambientale suscettibili di risentire degli effetti derivanti dal progetto;
- f. all'impatto del progetto sul clima (quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, natura ed entità delle emissioni di gas a effetto serra) e alla vulnerabilità del progetto al cambiamento climatico;
- g. alle tecnologie e alle sostanze utilizzate.

La descrizione dei possibili impatti ambientali sui fattori specificati all'articolo 5, comma 1, lettera c), del presente decreto include sia effetti diretti che eventuali effetti indiretti, secondari, cumulativi, transfrontalieri, a breve, medio e lungo termine, permanenti e temporanei, positivi e negativi del progetto. La descrizione deve tenere conto degli obiettivi di protezione dell'ambiente stabiliti a livello di Unione o degli Stati membri e pertinenti al progetto. Pertanto, l'obiettivo del presente capitolo è quello di mettere in evidenza ogni possibile effetto dell'opera sull'ambiente. Si osservi, tuttavia, che non tutte le componenti ambientali vengono interessate da impatto; per alcune di esse, infatti, gli effetti ipotizzabili sono talmente di scarso rilievo da non giustificare nessuna "mitigazione".

---

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

**2.1 Definizione degli impatti**

Il progetto di cui al presente SIA prevede fundamentalmente due fasi:

- Costruzione impianto;
- Messa in esercizio impianto;

Di seguito si riporta una tabella che a partire dalle differenti fasi individua gli impatti attesi:

IMPATTO SU ELEMENTO AMBIENTALE	FASE DI COSTRUZIONE		FASE DI ESERCIZIO	
	SI	NO	SI	NO
ATMOSFERA	X			X
ACQUE SOTTERRANEE E SUPERFICIALI		X		X
SUOLO E SOTTOSUOLO	X		X	
FLORA E VEGETAZIONE	X		X	
FAUNA	X		X	
SALUTE PUBBLICA	X		X	
RUMORE E VIBRAZIONI	X		X	
RADIAZIONI IONIZZANTI E NON IONIZZANTI		X	X	
SVILUPPO SOCIO ECONOMICO	X		X	
PAESAGGIO E PATRIMONIO CULTURALE	X		X	
IMPATTI CUMULATIVI		X	X	

Una volta individuati gli impatti, si è proceduto alla classificazione degli stessi secondo la diversificazione indicata dalla normativa e di seguito riportati:

- Impatti diretti e indiretti;
- Impatti cumulativi;
- Impatti a breve termine e lungo termine;
- Impatti temporanei e permanenti;
- Impatti positivi e negativi.

### Impatti diretti e indiretti

Volendo approfondire, nello specifico, il concetto di impatto diretto e indiretto, il primo è un impatto derivante da una interazione diretta tra il progetto e una risorsa/recettore che può aumentare o diminuire la qualità ambientale istantaneamente, mentre l'impatto indiretto deriva da una interazione diretta tra il progetto e il suo contesto di riferimento naturale e socio-economico, come risultato di una successiva interazione che si verifica nell'ambito del suo contesto naturale e umano e comporta un aumento o una diminuzione della qualità ambientale in conseguenza ad altri impatti e più avanti nel tempo (non istantaneamente).

### Impatti cumulativi

Si tratta dell'impatto risultante dall'effetto aggiuntivo derivante da altri progetti di sviluppo esistenti, pianificati o ragionevolmente definiti nel momento in cui il processo di identificazione degli impatti e del rischio viene condotto.

### Impatti a breve termine e lungo termine

Un impatto a breve termine è l'effetto limitato nel tempo e il recettore è in grado di ripristinare le condizioni iniziali entro un breve periodo di tempo. In assenza di altri strumenti per la determinazione esatta dell'intervallo temporale, si può considerare come durata a breve termine dell'impatto un periodo approssimativo di pochi anni (1-5).

Per quanto riguarda un impatto a lungo termine, l'effetto è sempre limitato nel tempo ma il recettore non sarà in grado di ritornare alla condizione precedente se non dopo un lungo arco di tempo. Quest'arco temporale in genere varia da pochi anni all'intera vita utile dell'impianto.

### Impatti temporanei e permanenti

Un impatto temporaneo ha un effetto limitato nel tempo ed il recettore è in grado di ripristinare rapidamente le sue condizioni iniziali. Un impatto temporaneo in genere ha un effetto di pochi mesi.

Per sua stessa definizione un impatto permanente non è limitato nel tempo ed il recettore non è in grado di ritornare alle condizioni iniziali e quindi i cambiamenti si possono considerare irreversibili.

In funzione delle fasi e delle classificazioni degli impatti, su richiamate, di seguito alcune tabelle sinottiche che consentono di distinguere gli impatti in funzione della tipologia.

Di seguito, nei successivi paragrafi, si analizzeranno in dettaglio i vari impatti.

---

## **2.2 Descrizione e quantificazione degli impatti**

### **2.2.1 Atmosfera**

Le emissioni prodotte saranno essenzialmente concentrate nella fase di realizzazione industriale dell'impianto (realizzazione dei materiali, lavorazione, assemblaggio in forma degli aerogeneratori) e in quella di trasporto e montaggio (collocazione delle macchine in situ, compresa la predisposizione delle piazzole di montaggio).

Durante le fasi di costruzione e di smantellamento si dovranno realizzare movimenti terra per l'apertura dei percorsi, depositi, modellazione del terreno. Gli scavi, così come l'eventuale trasporto del materiale, implicano un aumento della polvere sospesa che nella maggior parte dei casi rimane confinata nella zona circostante in cui è stata emessa. Tali aree sono lontane da zone stabilmente frequentate e abitate.

Inoltre, il traffico di macchinari e veicoli pesanti comporta l'emissione nell'atmosfera di particelle inquinanti. Tale impatto sarà solo relativo alla fase di costruzione dell'impianto, mentre in esercizio, il transito di veicoli sarà esiguo e limitato nel tempo e sarà principalmente dovuto al transito di mezzi da lavoro di ridotte dimensioni per le operazioni di regolare manutenzione dell'impianto. Solamente nel caso di una manutenzione straordinaria di alcuni aerogeneratori potrebbero verificarsi condizioni di maggiore impatto dovuto all'accesso alle aree di mezzi di dimensioni maggiori (camion e gru).

Durante la vita operativa del parco eolico non si avrà alcuna emissione di inquinante, salvo il transito dei veicoli in occasione della manutenzione ordinaria di cui sopra.

Si ritiene che ciascun Kwh prodotto dall'impianto comporti in media (considerando anche le emissioni durante la realizzazione dell'opera) il rilascio in atmosfera di una quantità di inquinanti trascurabile se confrontata con la produzione degli stessi Kwh da parte di una centrale termoelettrica alimentata da combustibile fossile.

Si ritiene pertanto che l'opera abbia un significativo impatto positivo sulla riduzione delle emissioni di inquinanti in atmosfera.

---

### **2.2.2 Acque sotterranee e superficiali**

Per quanto riguarda l'idrologia superficiale, le modalità di svolgimento delle attività non prevedono interferenze importanti con il reticolo idrografico superficiale. Gli interventi che saranno effettuati sulla strada di accesso al sito e al suo interno non faranno altro che migliorare il drenaggio superficiale dell'area, perché sono previste opere di regimazione e canalizzazione delle acque di scorrimento superficiale verso i compluvi naturali.

Durante la fase di esercizio una centrale eolica non prevede nessun tipo di effluente liquido per cui il rischio di inquinamento delle acque superficiali e di quelle sotterranee, risulta essere nullo, ameno di una non corretta gestione dei residui derivanti dalla manutenzione.

Per la raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche, sarà realizzato un sistema di drenaggio superficiale che convoglierà l'acqua in impluvi naturali in grado di consentirne il deflusso.

### **2.2.3 Suolo e sottosuolo**

Nelle fasi di costruzione e smantellamento del parco eolico la perdita o il danneggiamento di suolo è determinato prevalentemente dai lavori di adattamento della viabilità esistente, dalla realizzazione di nuova viabilità, dalla preparazione delle piazzole e relative opere di contenimento e di sostegno dei terreni e dalla realizzazione delle trincee per la posa dell'elettrodotto.

Ove possibile si procederà con l'accantonamento del primo strato del suolo agricolo, al fine di un suo successivo riutilizzo per le operazioni di ripristino. Durante la realizzazione dell'opera il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso ciascuna area di cantiere e successivamente il suo utilizzo per il rinterro degli scavi, previo accertamento, durante la fase esecutiva, dell'idoneità di detto materiale per il riutilizzo in sito. In caso contrario, saranno eseguiti appositi campionamenti e il materiale scavato sarà destinato a idonea discarica, con le modalità previste dalla vigente normativa. In particolare, poiché per l'esecuzione dei lavori non sono utilizzate tecnologie di scavo con prodotti tali da contaminare le rocce e le terre, nelle aree a verde, boschive, agricole in cui sono assenti scarichi, vale a dire nelle aree in cui non sia accertata e non si sospetti potenziale contaminazione, nemmeno dovuta a fonti inquinanti diffuse, il materiale scavato sarà considerato idoneo al riutilizzo in situ.

Una volta realizzate le fondazioni, si procederà alla sistemazione delle aree, mediante il minuzioso sgombero di ogni materiale di risulta, il ripristino del manto erboso e la stabilizzazione delle scarpate anche con la messa a dimora di essenze arbustive tipiche del luogo.

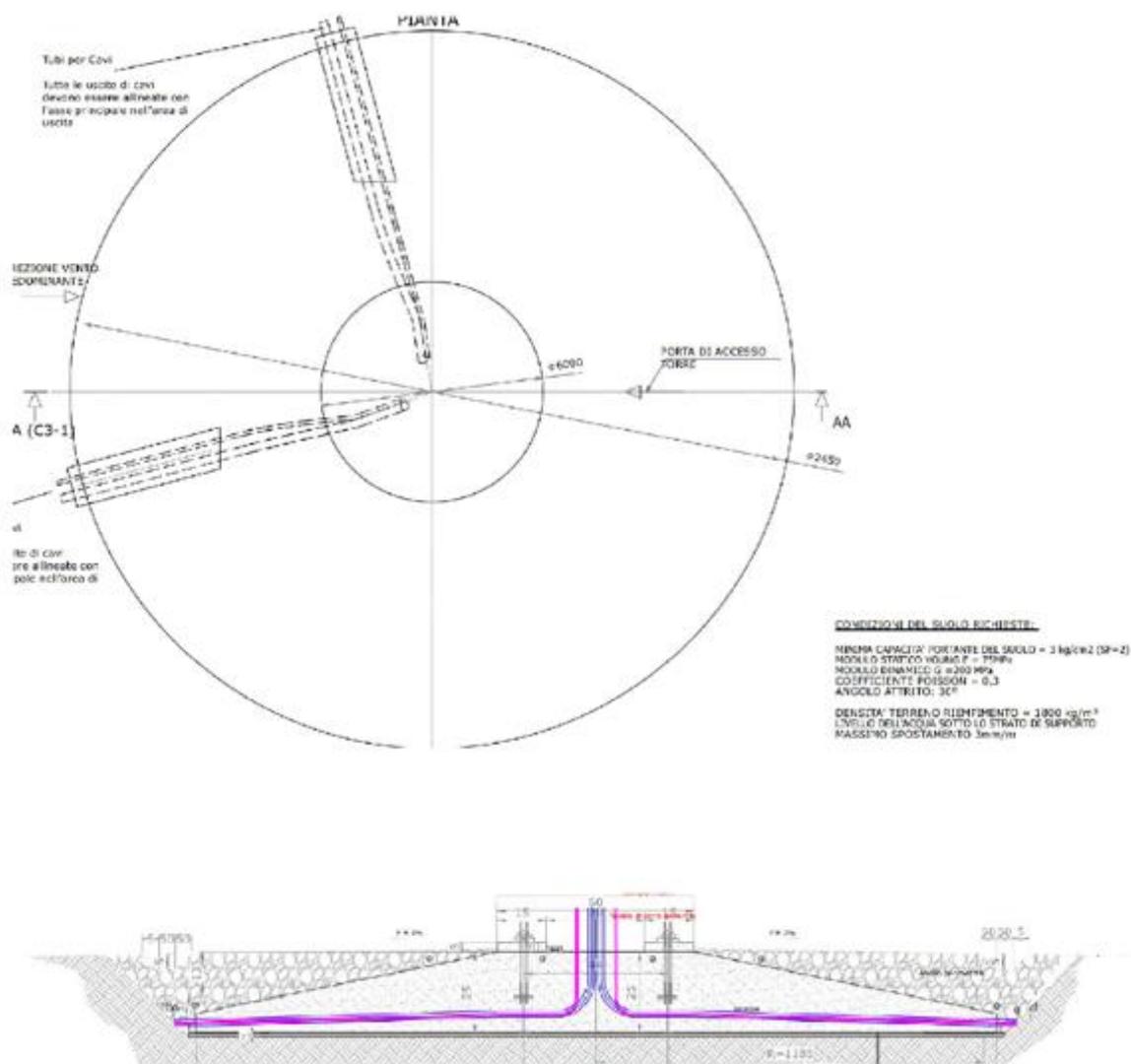
---

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

Gli oli esausti provenienti dalla lubrificazione del moltiplicatore di giri a tenuta, del freno meccanico e della centralina idraulica per i freni delle punte delle pale, verranno adeguatamente smaltiti e verranno prese tutte le precauzioni del caso al fine di evitare la dispersione degli stessi nell'ambiente.

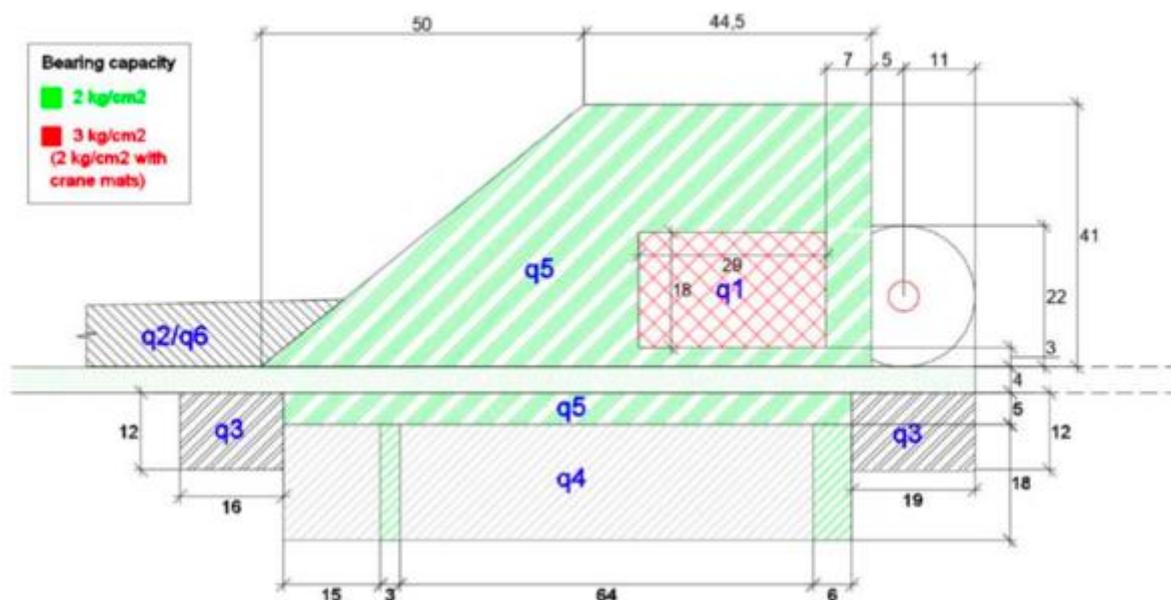
Si segnala che, durante le fasi di realizzazione dell'impianto, potrebbe avvenire lo sversamento di materiali inquinanti (carburanti, oli lubrificanti) dei mezzi impiegati per il trasporto e le operazioni connesse al cantiere. Teli eventi sarebbero unicamente di natura occasionale e incidentale e, qualora si verificassero, verranno prontamente messe in atto strategie di bonifica puntuale dei suoli interessati.

*Configurazione fondazione standard*

La fondazione in se, senza considerare eventuali pali, ha un volume di circa 900 metri cubi. Essendo tronco conica, in realtà il volume scavato è di circa 1928 m<sup>3</sup>, considerando di lasciare un metro circa di spazio funzionale al suo montaggio.

Le piazzole di montaggio sono invece state progettate in funzione della posizione e delle caratteristiche di ciascun punto di intervento, proprio per limitare i movimenti terra e l'impatto che questo genererebbe. Lo standard prevede la configurazione in figura:

*Configurazione piazzola standard*



### **2.2.3.1 Ubicazione dei siti di produzione dei materiali da scavo**

In linea di principio, si precisa che, necessariamente, per poter trasportare ed assemblare gli aerogeneratori, sono necessari spazi di notevoli dimensioni. A valle dei numerosi sopralluoghi effettuati funzionali alla definizione del progetto nella sua interezza, considerando di dover adattare i requisiti richiesti dai fornitori di aerogeneratori alla morfologia relativamente complessa dell'area, si è cercato di limitare al massimo i movimenti terra, cercando di bilanciare i movimenti terra, al fine di minimizzare il conferimento in discarica a valle dell'insieme della fase di cantiere e di quella di ripristino.

I siti di produzione dei materiali da scavo [D.M. 161/12 Allegato 5, comma 1] coincidono, a seconda della parte di opera che si considera, con:

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

---

- Fondazioni: appoggio e ancoraggio per la struttura dell'aerogeneratore
- Piazzole: i punti di ubicazione delle piazzole dei singoli aerogeneratori
- Strade di cantiere: adeguate o aperte ex novo per raggiungere le aree di installazione

Le fondazioni, considerato che i 5 aerogeneratori sono dello stesso tipo, avranno le medesime dimensioni, a meno di eventuali palificazioni che saranno meglio definite a valle delle indagini geotecniche in fase esecutiva. Riferimento all'elaborato grafico 01.W.D44 - Fondazione WTG – Particolari costruttivi.

Con riferimento alla figura dedicata, la piazzola è suddivisa nelle seguenti aree:

- Area di stoccaggio dei componenti della navicella
- Area di stoccaggio dei componenti della torre
- Area di stoccaggio delle pale
- Area di appoggio e di manovra della gru
- Area di assemblaggio del braccio della gru

Le strade di cantiere sono funzionali al trasporto degli aerogeneratori nei punti di installazione. L'individuazione di un sito idoneo all'installazione di un impianto eolico non può prescindere da questo aspetto. Il su citato CRITERIO DEL BUON SENSO obbliga a valutare questo aspetto con molta attenzione, bilanciando quelli che sono i benefici legati alla produzione di energia rinnovabile con gli impatti che gli stessi generano sull'ambiente in cui vengono inseriti. L'impianto eolico in progetto è stato progettato prevalentemente lungo la viabilità esistente. Le strade dovranno essere adeguate al transito dei mezzi eccezionali che trasporteranno gli aerogeneratori in sito.

Gli accessi all'area di impianto saranno due.

Il primo, a est dell'impianto sarà l'accesso, che prevede un by pass dall'abitato di Bassacutena, in parte esistente da adattare ed in parte da realizzare ex novo, per raggiungere le WTG 1,3,4. Si tratta di una pista sterrata di accesso ai fondi. Al termine delle attività di montaggio il tratto di strada realizzato ex novo per questa attività temporanea, sarà eliminato e l'area sarà ripristinata alle condizioni ante operam.

Il secondo accesso, invece, avverrà dalla parte sud occidentale del parco su strada esistente asfaltata per raggiungere i siti di installazione delle WTG 2 e 5 per cui bisogna realizzare ex novo

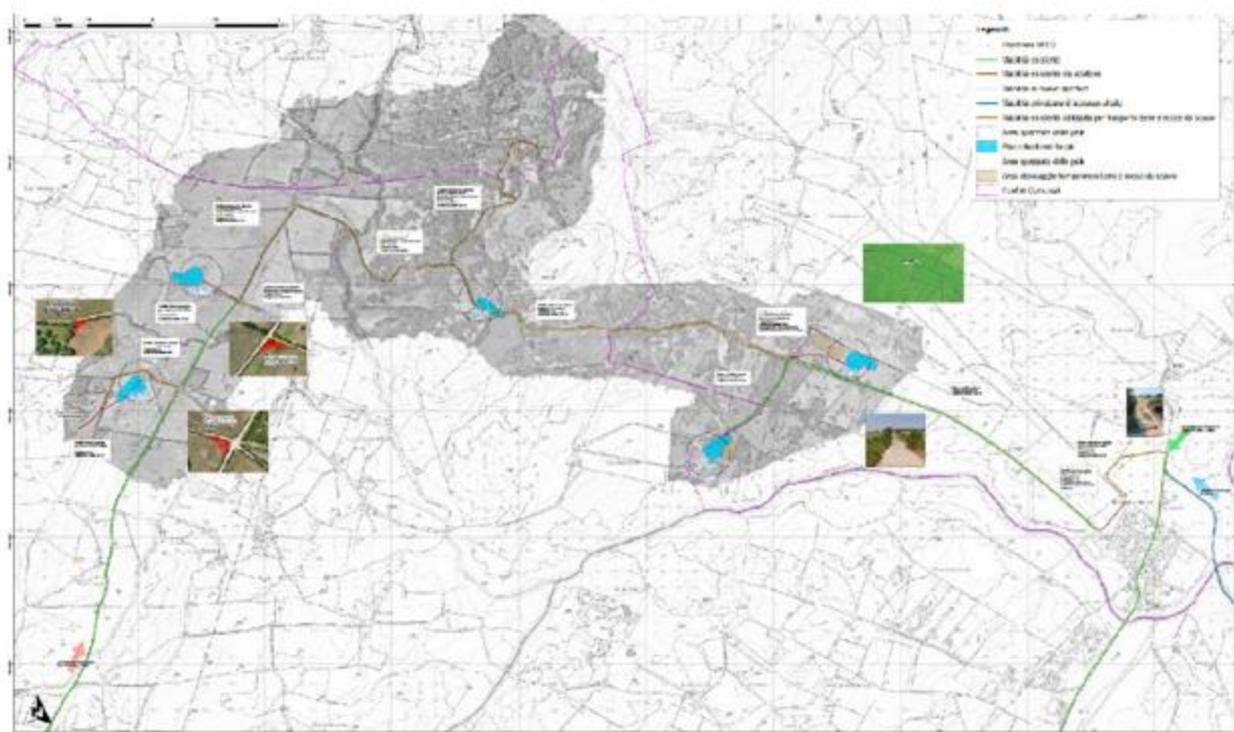
## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

i due rispettivi accessi. Nel dettaglio, nella figura seguente, è rappresentata la viabilità di accesso al sito e quella interna all'area di progetto. In particolare:

- (verde) viabilità esterna esistente di accesso al sito per i trasporti eccezionali
- (azzurro) viabilità esistente, esterna all'area di impianto
- (arancione) viabilità esistente da adattare all'interno dell'area di impianto
- (rosso) viabilità da realizzare ex novo

*Viabilità di cantiere*



Nel dettaglio relativamente a quanto sopra graficamente rappresentato, in particolare relativamente ai tratti individuati in arancione e in rosso:

- TRATTO 1 (arancione): 2184 metri - ADEGUAMENTO DI VIABILITA' ESISTENTE (si deve portare a una larghezza di 6 metri per consentire il transito dei trasporti eccezionali), per il collegamento tra le varie postazioni. A seguito della messa in esercizio dell'impianto questo tratto sarà sottoposto a RIPRISTINO PARZIALE, ovvero, la strada verrà mantenuta per la possibilità di

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

eseguire in comodità e sicurezza la manutenzione futura, ma abbondantemente ridimensionata alle condizioni preesistenti

- TRATTO 2 (rosso): 840 metri - VIABILITA' DA REALIZZARE EX NOVO - si deve portare a una larghezza di 6 metri per consentire il transito dei trasporti eccezionali. A seguito della messa in esercizio dell'impianto, parte di questo tratto, ovvero quello realizzato per consentire le manovre, sarà sottoposto a RIPRISTINO TOTALE alla situazione ante operam.

Il volume complessivo dei movimenti terra è riportato in tabella, suddiviso per tipologia di opera. Si consideri che il materiale risultante dallo scavo, che dovrà essere successivamente riutilizzato per i ripristini, viene temporaneamente depositato a parte. All'uopo, si sono individuate, tre aree libere da vincoli e limitrofe al sito, utili allo scopo ed inserite nel Piano particellare di esproprio, come aree di occupazione temporanea. La loro ubicazione è facilmente visibile nel 01.W.D34-Viabilità di cantiere.

La tabella di seguito fa riferimento alla FASE di CANTIERE:

	<b>Superficie Piana [m<sup>2</sup>]</b>	<b>STERRO [m<sup>3</sup>]</b>	<b>RIPORTO [m<sup>3</sup>]</b>
<b>FONDAZIONI</b>	<b>2.755</b>	<b>9.642</b>	<b>5.140</b>
<b>MIS_01</b>	<b>551</b>	<b>1928</b>	<b>1028</b>
<b>MIS_02</b>	<b>551</b>	<b>1928</b>	<b>1028</b>
<b>MIS_03</b>	<b>551</b>	<b>1928</b>	<b>1028</b>
<b>MIS_04</b>	<b>551</b>	<b>1928</b>	<b>1028</b>
<b>MIS_05</b>	<b>551</b>	<b>1928</b>	<b>1028</b>
<b>Esubero di materiale proveniente dai movimenti terra delle fondazioni pari a 4.502 m<sup>3</sup></b>			

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

<b>PIAZZOLE</b>	<b>34.545</b>	<b>30.564</b>	<b>13.572</b>
<b>MIS_01</b>	5022	12161	725
<b>MIS_02</b>	7378	3469	2769
<b>MIS_03</b>	7372	4852	1581
<b>MIS_04</b>	7377	2979	375
<b>MIS_05</b>	7396	7103	8122
<b>Esubero di materiale proveniente dai movimenti terra delle piazzole pari a 16.992 m<sup>3</sup></b>			

Le seguenti immagini individuano la superficie e il volume relativo ai movimenti terra per ogni piazzola:

<b>WTG MIS_1</b>		<b>WTG MIS_2</b>		<b>WTG MIS_3</b>	
<b>Prospetto scavi e riporti</b>		<b>Prospetto scavi e riporti</b>		<b>Prospetto scavi e riporti</b>	
Superficie		Superficie		Superficie	
Riporto (m <sup>2</sup> )	Scavo (m <sup>2</sup> )	Riporto (m <sup>2</sup> )	Scavo (m <sup>2</sup> )	Riporto (m <sup>2</sup> )	Scavo (m <sup>2</sup> )
807	4215	3415	3963	3095	4277
Volume		Volume		Volume	
Riporto (m <sup>3</sup> )	Scavo (m <sup>3</sup> )	Riporto (m <sup>3</sup> )	Scavo (m <sup>3</sup> )	Riporto (m <sup>3</sup> )	Scavo (m <sup>3</sup> )
725	12161	2769	3469	1581	4852
Volume residuo (m <sup>3</sup> )		Volume residuo (m <sup>3</sup> )		Volume residuo (m <sup>3</sup> )	
11436		700		3271	

<b>WTG MIS_4</b>		<b>WTG MIS_5</b>	
<b>Prospetto scavi e riporti</b>		<b>Prospetto scavi e riporti</b>	
Superficie		Superficie	
Riporto (m <sup>2</sup> )	Scavo (m <sup>2</sup> )	Riporto (m <sup>2</sup> )	Scavo (m <sup>2</sup> )
1607	5770	3751	3645
Volume		Volume	
Riporto (m <sup>3</sup> )	Scavo (m <sup>3</sup> )	Riporto (m <sup>3</sup> )	Scavo (m <sup>3</sup> )
375	2979	8122	7103
Volume residuo (m <sup>3</sup> )		Volume residuo (m <sup>3</sup> )	
2604		-1019	

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

Le seguenti immagini individuano la superficie ed il volume relativo alle piazzole in fase di esercizio post- ripristini:

<b>WTG MIS_1</b>		<b>WTG MIS_2</b>		<b>WTG MIS_3</b>	
<b>Prospetto scavi e riporti</b>		<b>Prospetto scavi e riporti</b>		<b>Prospetto scavi e riporti</b>	
Superficie		Superficie		Superficie	
Riporto (m <sup>2</sup> )	Scavo (m <sup>2</sup> )	Riporto (m <sup>2</sup> )	Scavo (m <sup>2</sup> )	Riporto (m <sup>2</sup> )	Scavo (m <sup>2</sup> )
3239	551	2694	3325	3132	2890
Volume		Volume		Volume	
Riporto (m <sup>3</sup> )	Scavo (m <sup>3</sup> )	Riporto (m <sup>3</sup> )	Scavo (m <sup>3</sup> )	Riporto (m <sup>3</sup> )	Scavo (m <sup>3</sup> )
9907	405	2314	2728	4088	1509
Volume residuo (m <sup>3</sup> )		Volume residuo (m <sup>3</sup> )		Volume residuo (m <sup>3</sup> )	
-9502		414		-2579	

<b>WTG MIS_4</b>		<b>WTG MIS_5</b>	
<b>Prospetto scavi e riporti</b>		<b>Prospetto scavi e riporti</b>	
Superficie		Superficie	
Riporto (m <sup>2</sup> )	Scavo (m <sup>2</sup> )	Riporto (m <sup>2</sup> )	Scavo (m <sup>2</sup> )
4407	1612	1904	3787
Volume		Volume	
Riporto (m <sup>3</sup> )	Scavo (m <sup>3</sup> )	Riporto (m <sup>3</sup> )	Scavo (m <sup>3</sup> )
2218	375	3500	8135
Volume residuo (m <sup>3</sup> )		Volume residuo (m <sup>3</sup> )	
-1843		4635	

Conclusioni

#### **2.2.4 Vegetazione e flora**

Da quanto emerge dall'analisi del contesto ambientale di sito, l'area è caratterizzata dalla presenza preponderante di superfici agricole (seminativi, colture foraggere, frutteti) che sono "a macchia di leopardo" inframmezzate da superfici forestali a macchia mediterranea, gariga e sugherete.

La realizzazione dell'opera non prevede la perdita di superfici forestali; pertanto, l'impatto che l'opera avrà sulla flora e sulla vegetazione si verificherà principalmente durante la fase di cantiere, riconducibile essenzialmente alla perdita di suolo dovuta alla realizzazione delle piazzole e della viabilità di accesso.

La perdita di superficie dovuta al progetto è comunque ridotta rispetto all'importanza dell'opera e alla superficie totale dell'area di intervento. Le aree di cantiere, ricadendo interamente su terreni agricoli, avranno impatto solo sulla superficie agricola, senza sottrarre spazio ad habitat naturali e seminaturali.

Per la realizzazione delle piazzole verrà in alcuni casi rimossa la copertura arbustiva presente a margine delle aree a pascolo. A compensazione di questo impatto è prevista e computata la messa a dimora di arbusti di specie idonee a seguito dei movimenti terra necessari in fase di ripristino.

#### **2.2.5 Fauna**

Gli impatti derivanti dall'occupazione di suolo possono essere considerati indiretti e non molto significativi sulla fauna e microfauna terrestre. Ci sarà una riduzione di superficie utile che tuttavia avrà un'estensione ridotta rispetto alla superficie totale dell'area di intervento, non comportando impatti significativi sulle popolazioni presenti.

Durante la fase di cantiere e di esercizio, la presenza di personale nel sito e la conseguente produzione di rumore e vibrazioni possono provocare disturbo alla fauna presente nel sito. Questo impatto potrà essere mitigato da una buona programmazione temporale delle fasi di cantiere che tenga in considerazione la maggiore sensibilità di alcune specie durante determinati periodi dell'anno (cicli riproduttivi, stagioni migratorie...).

---

### **2.2.5.1 Avifauna**

Obiettivo di questa fase iniziale dell'indagine è quello di individuare le specie che risultano teoricamente maggiormente sensibili alla realizzazione di impianti eolici sulla base della loro biologia, ecologia e demografia locale, tenendo inoltre conto del loro *status* conservazionistico.

I fattori che influenzano la sensibilità di una specie alla realizzazione dell'impianto sono i seguenti:

Possibili **impatti diretti** con gli aerogeneratori, specialmente in condizioni meteorologiche avverse (nebbia/nubi basse) o di notte, specialmente qualora gli aerogeneratori non siano opportunamente segnalati (es. luci di segnalazione, eventuali vernici UV). Le ripercussioni della mortalità eventualmente indotta dagli impianti eolici possono essere molto differenti a seconda del tipo e quantità di spostamenti in volo, della biologia riproduttiva delle specie coinvolte, della sopravvivenza e maturità sessuale delle diverse classi d'età e dalla demografia locale. Sono maggiormente esposte al rischio di collisione le specie che ricercano il cibo volando o che compiono frequenti o ampi spostamenti in volo tra le aree di riposo/nidificazione e quelle di alimentazione, nonché quelle che hanno necessità di utilizzare correnti ascensionali e con capacità ridotte di compiere manovre rapide. Sono quindi particolarmente esposti a tale problematica i rapaci ed altri veleggiatori (es. gru, cicogne) ma anche alcuni uccelli acquatici (es. ardeidi). Per specie con bassa produttività annua ed età tardiva della prima riproduzione, la morte di pochi adulti può influire sulla dinamica di popolazione molto più pesantemente di un numero superiore di individui giovani o subadulti.

**Disturbo sugli spostamenti in volo**, in relazione al tipo e alla quantità degli stessi su base quotidiana della specifica specie (*home range*), all'altezza di volo nonché alla tipologia dello stesso (necessità di correnti ascensionali, capacità di compiere manovre rapide).

"**Effetto barriera**", sentito in particolare dai migratori, ovvero l'induzione di una manovra di aggiramento dell'impianto eolico piuttosto del suo attraversamento. Questo effetto di blocco o deviazione può presentare una rilevanza marginale e non apprezzabile a scala regionale, specialmente in un contesto privo di veri e propri *bottlenecks* per la migrazione, come quello in esame, anche se comunque potrebbe essere percepibile su scala locale.

**Riduzione dell'habitat** disponibile, **per distruzione diretta** (fattore marginale stante la esigua occupazione di suolo) connessa alla realizzazione dell'aerogeneratore e relativa piazzola

---

di sosta, nonché alla viabilità ad esso associata. La superficie complessivamente alterata è generalmente di modesta estensione.

**Riduzione dell'*habitat*** per la nidificazione e/o alimentazione di talune specie **per via indiretta** a causa del disturbo apportato all'ambiente circostante durante le fasi di realizzazione e funzionamento dell'impianto e conseguente allontanamento di parte della popolazione, misurabile in una riduzione di densità di individui o coppie presenti.

- Effetto rilevabile in particolare per i rapaci, mentre risulta secondario per passeriformi e altri piccoli uccelli (Sposimo et al., 2013).
  - Alcune specie, soprattutto i passeriformi nidificanti e legati agli spazi aperti di prateria, talvolta sembrano addirittura beneficiare della presenza delle turbine eoliche, con un lieve aumento della loro numerosità, quando queste vengono installate. Questo potrebbe dipendere dal fatto che l'aerogeneratore tiene alla larga i predatori, specialmente i rapaci.
-

### **2.2.5.2 Chiroterofauna**

I Chiroterteri subiscono potenzialmente interferenze con la realizzazione e l'esercizio degli impianti eolici; tali interferenze risultano principalmente connesse con la sottrazione e/o alterazione dei siti di foraggiamento e con la possibile mortalità dovuta a collisione con gli aerogeneratori che può causare lesioni traumatiche letali (Rollins *et al.* 2012).

A partire dalla fine degli anni Novanta, diversi studi europei e nordamericani hanno evidenziato una mortalità più o meno elevata di Chiroterteri a causa dell'impatto diretto con le pale in movimento (Rahmel *et al.* 1999; Johnson *et al.* 2000; Erickson *et al.* 2003; Aa.Vv., 2004; Arnett 2005; Rydell *et al.* 2012). Da recenti studi emerge che in buona parte degli impianti eolici attivi, sottoposti a mirate ricerche, si evidenziano percentuali di mortalità più o meno elevate di pipistrelli (Erickson *et al.* 2003; Arnett *et al.* 2008; Rodrigues *et al.* 2015; Jones *et al.* 2009b; Ahlén *et al.* 2007, 2009; Baerwald *et al.* 2009; Rydell *et al.* 2010, 2012).

Per quanto riguarda il territorio italiano, sono disponibili pochi studi sulla mortalità dei chiroterteri presso gli impianti eolici. Il primo che riporta un impatto documentato risale al 2011, quando è stato segnalato il ritrovamento di 7 carcasse di *Hypsugo savii*, *Pipistrellus pipistrellus* e *Pipistrellus kuhlii* in provincia dell'Aquila (Ferri *et al.* 2011).

Le specie europee maggiormente a rischio e per le quali è stato registrato il maggior numero di carcasse sono: nottola comune (*Nyctalus noctula*), pipistrello nano (*Pipistrellus pipistrellus*) e pipistrello di Nathusius (*Pipistrellus nathusii*) (Rodrigues *et al.* 2015). Ulteriori studi hanno confermato che le specie più a rischio sono quelle adattate a foraggiare in aree aperte, a quote elevate, quindi quelle comprese nei generi *Nyctalus*, *Pipistrellus*, *Vespertilio* ed *Eptesicus* (Rydell *et al.*, 2010).

La presenza e la posizione nello spazio delle turbine eoliche possono impattare i pipistrelli in diversi modi, dalla collisione diretta (Arnett *et al.* 2008; Horn *et al.* 2008; Rydell *et al.* 2012; Hayes 2013; Rodrigues *et al.* 2015), al disturbo, alla compromissione delle rotte di *commuting* e migratorie (Jones *et al.*, 2009b; Cryan, 2011; Roscioni *et al.*, 2014; Rodrigues *et al.*, 2015), al disturbo o alla perdita di *habitat* di foraggiamento (Roscioni *et al.*, 2013; Rodrigues *et al.*, 2015) o dei siti di rifugio (Arnett, 2005; Rodrigues *et al.*, 2015).

Importanti indicazioni per la tutela dei Chiroterteri in Europa nella produzione dell'energia eolica sono riportate nelle linee guida EUROBATS (Rodrigues *et al.* 2015), e nel *Bat Conservation Trust report for Britain* (Jones *et al.* 2009b), nello specifico per la realtà italiana sono state redatte nel 2014 da Roscioni F., Spada M. le *Linee guida per la valutazione dell'impatto degli impianti eolici sui chiroterteri*. Gruppo Italiano Ricerca Chiroterteri.

---

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

---

Per valutare il livello di significatività degli impatti sono necessarie informazioni relative allo sfruttamento dell'area oggetto di intervento da parte delle specie (migrazioni, foraggiamento, rifugio) (Roscioni *et al.* 2013, 2014; Rodrigues *et al.* 2015).

Elementi di criticità risultano la presenza di aree con concentrazione di zone di foraggiamento, riproduzione e rifugio dei chiroterri a meno di 5 Km dagli aereogeneratori, siti di rifugio di importanza nazionale e regionale.

I chiroterri costituiscono un gruppo di mammiferi di alto valore protezionistico, attualmente protetti sia da legislazione regionale e nazionale, sia da convenzioni internazionali quali la Convenzione di Berna del 1979, la Convenzione di Bonn 82/461/CEE e la Direttiva "Habitat" 92/43/CEE. L'accordo tra stati denominato Eurobats si occupa della tutela dei chiroterri e ha prodotto varie Risoluzioni e Linee guida che danno indicazioni volte a garantire la loro protezione in ambito europeo.

Gli impianti eolici sono di grande impatto sulle popolazioni di pipistrelli sia in fase di cantiere che in fase di attività, in quanto sono all'origine di potenziali conseguenze negative quali: distruzione e perturbazione di *habitat* e corridoi di volo, distruzione o disturbo dei rifugi, collisione in volo con le pale rotanti, emissione di disturbo ultrasonico (Eurobats, Resolution 4.7 Wind Turbines and Bat Populations, 2003).

La mortalità dei chiroterri causata dalle pale rotanti degli impianti eolici è evidenziata in un numero crescente di studi scientifici (Eurobats, Resolution 8.4 Wind Turbines and Bat Populations, 2018).

Le normative prevedono pertanto la realizzazione di un monitoraggio *ante-operam* che vada ad investigare la presenza di chiroterri nell'area in cui è progettata la costruzione di un impianto eolico, un successivo monitoraggio in fase di costruzione e un ulteriore monitoraggio *post-operam* con l'impianto eolico in esercizio (Eurobats, Resolution 6.11 Wind Turbines and Bat Populations, 2010).

Viene inoltre raccomandato che le procedure di valutazione di impatto e i monitoraggi siano affidati ad esperti con comprovata esperienza e che vengano prese le adeguate misure di mitigazione atte a ridurre la mortalità dei chiroterri (Eurobats, Resolution 8.4 Wind Turbines and Bat Populations, 2018).

Nella realizzazione di un parco eolico si deve considerare che le attività sia di costruzione che di esercizio attivo possono interferire in modo negativo su *habitat* e specie animali altamente protette, minacciate e con popolazioni spesso in forte riduzione. L'adozione di misure di

---

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

---

prevenzione e di mitigazione può contribuire a una riduzione dei potenziali impatti fatali e essere più sostenibile per l'ambiente.

Le misure di prevenzione sono quelle prese in anticipo prima della costruzione del parco eolico, basate sulla scelta dei luoghi e dei punti in cui installare i generatori eolici. Le torri con turbina devono essere installate ad almeno 200 m di distanza da aree boschive, non devono essere costruite in vicinanza di fiumi, canali, laghetti, vasconi d'acqua, presso allineamenti di alberi, siepi di confine delle proprietà, lungo le quali si può concentrare l'attività dei chiroterri per il foraggiamento e per i percorsi di spostamento notturno (Rodriquez et Al., 2014).

Come misure di mitigazione, durante le fasi di maggiore movimento dei pipistrelli da aprile a ottobre si suggerisce la sospensione dell'attività delle turbine nelle prime 3 ore della notte a partire dal tramonto, e quando la velocità del vento notturno è inferiore a 7 m/sec. In questo modo il potenziale impatto delle turbine sulla chiroterrofauna in attività notturna si viene a ridurre notevolmente, contribuendo a una diminuzione del rischio di impatto dei generatori eolici sui chiroterri.

Si restituisce inoltre lo stato di conservazione complessivo in Italia delle specie di interesse comunitario e il relativo trend di popolazione secondo quanto desunto dal IV Rapporto nazionale della Direttiva Habitat (<http://www.reportingdirettivahabitat.it/>) edito da ISPRA e dall'ex Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, recentemente ridenominato Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica.

Lo stato di conservazione complessivo viene definito come: "favorevole" per specie in grado di prosperare senza alcun cambiamento della gestione e delle strategie attualmente in atto; "inadeguato" per specie che richiedono un cambiamento delle politiche di gestione, ma non a rischio di estinzione; "cattivo" per specie in serio pericolo di estinzione (almeno a livello locale); "sconosciuto" quando le informazioni disponibili sono particolarmente carenti o inadeguate per permettere di esprimere un giudizio.

---

### **2.2.6 Salute pubblica**

Durante le fasi di costruzione dell'impianto gli impatti sulla salute pubblica saranno legati essenzialmente al peggioramento della qualità dell'aria a causa della presenza dei mezzi di cantiere ed alle problematiche legate al rumore emesso durante le lavorazioni.

Nella fase di esercizio le problematiche maggiori che potrebbero incidere sulla salute pubblica sono riconducibili al rumore, agli impatti elettromagnetici, all'ombreggiamento (shadow flickering) e all'eventuale danno causato dalla rottura degli organi rotanti. Si rimanda pertanto ai paragrafi dedicati a tali aspetti.

Senza dubbio la presenza di un impianto eolico genera a livello di macro-area un contributo alla riduzione delle emissioni di quegli inquinanti che sono tipici delle centrali elettriche a combustibile fossile per la produzione di energia.

---

**2.2.6.1 Rumore****Strumentazione di misura**

Di seguito si riportano le caratteristiche della strumentazione usata:

*Caratteristiche della strumentazione*

TIPO	MARCA E MODELLO	N. DI SERIE	SCADENZA TARATURA
Fonometro integratore	01dB SOLO	65684	28/05/2025
Preamplificatore	01dB PRE 21S	16313	28/05/2025
Microfono	01dB MCE 212	153458	28/05/2025
Calibratore	Cel 284/2	4/05326467	28/05/2025

TIPO	MARCA E MODELLO	N. DI SERIE	SCADENZA TARATURA
Fonometro integratore	01dB SOLO	65363	12/05/2024
Preamplificatore	01dB PRE 21S	15896	12/05/2024
Microfono	01dB MCE 212	142766	12/05/2024
Calibratore	01 dB CAL 21	34213727	12/05/2024

Per quanto riguarda le misurazioni meteorologiche, sono state utilizzate 2 stazioni meteo *Davis Vantage Vue* con specifiche tecniche conformi alle caratteristiche minime indicate nell'appendice A.2, prospetto A.2 della UNI/TS 11143-7:2013.

**Calcolo previsionale – Punto H parte IV, cap. 3 direttive regionali**

Nel presente calcolo si farà riferimento alle condizioni di potenziale massima criticità delle emissioni sonore dell'attività in esame.

Le condizioni più gravose dal punto di vista acustico si avranno quando le sorgenti di rumore saranno in funzione contemporaneamente, di conseguenza prendendo in considerazione il funzionamento contemporaneo dei 7 aerogeneratori in progetto.

Mediante l'utilizzo del software CadnA Versione 4.4.145, © DataKustik GmbH si è simulato l'impatto acustico che le sorgenti del parco eolico avranno sui ricettori presenti nell'area. La valutazione previsionale ha tenuto conto, oltre che del contributo di rumore immesso dai soli nuovi aerogeneratori sui ricettori, anche del rumore residuo caratteristico delle aree interessate dalla presenza del parco eolico, determinato sulla base dei rilievi fonometrici effettuati.

L'impostazione del modello matematico previsionale è consistita nel definire la morfologia del territorio per un'estensione tale da comprendere l'area di influenza, nell'ubicare sul territorio gli aerogeneratori definendone le caratteristiche acustiche e dimensionali e nell'ubicare i ricettori individuati.

I dati relativi agli aerogeneratori sono stati forniti dal Committente e, in particolare, si fa riferimento ai livelli di potenza sonora in modalità AM0 espressi in dB(A), corrispondenti al valore di potenza riportato nella tabella del paragrafo 4.2. Tale livello di potenza sonora risulta essere pari a 107,0 dB(A) per 9 m/s a 115 metri (quota hub).

Il modello di calcolo è stato impostato quindi per sorgenti puntiformi, con coefficiente di assorbimento del suolo pari a 0,6, temperatura di 15° C e umidità relativa del 70%.

La griglia di calcolo è stata impostata con maglia di 20 m e l'altezza di calcolo è stata impostata pari a 2 m, corrispondenti all'altezza del microfono durante la campagna di misura.

Nella simulazione si è considerata anche la presenza delle principali sorgenti di rumore presenti nell'area di studio, individuate negli aerogeneratori esistenti e nel traffico delle principali arterie stradali dell'area, modellizzando i primi come sorgenti puntiformi e le seconde come sorgenti lineari, il cui contributo andrà a sommarsi al rumore generato dal vento, andando a definire il rumore residuo.

### **Rumore residuo**

Il rumore residuo rilevato strumentalmente è influenzato dal variare della velocità del vento. Ovverossia, quando le turbine sono sollecitate da venti con velocità più elevate e variabili, si ha che la velocità del vento al suolo sarà più elevata e diversa da quella esistente durante la campagna dei rilievi e il rumore residuo risulterà alterato. Per valutare la variazione del rumore residuo in funzione del vento si è operato come di seguito riassunto: dall'equazione del profilo del vento si ricava la velocità del vento che si avrà all'altezza microfonica in corrispondenza della massima emissione sonora degli aerogeneratori (15,5 m/s alla quota di 112 m):

Equazione del profilo del vento:  $U(z) = U(\text{rif}) * (Z/Z_{\text{rif}})^{\alpha}$ ,

dove:

Z= quota di calcolo (2 m);

Zrif= quota alla quale si ha il dato del vento (115 m);

U(rif)= velocità del vento alla quota assegnata (9,0 m/s);

---

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

---

$U(z)$  = velocità del vento alla quota ricercata;

$\alpha = 0,15$  (esponente del profilo di velocità);

Da tale equazione si ottiene la velocità del vento all'altezza in cui si è installato il microfono durante i rilievi fonometrici ( $h = 2$  metri). Tale velocità, risultata pari a circa 4,9 m/s, corrisponde a quella utilizzata nel seguito dei calcoli previsionali per ricavare la correzione dei valori di rumore residuo rilevati strumentalmente, in modo da renderli confrontabili con le condizioni di ventosità a cui corrisponde la massima emissione sonora degli aerogeneratori.

Si è considerata la velocità di emissione massima dell'aerogeneratore pari a 9,0 m/s, in quanto dalle schede tecniche emerge che a tale velocità si ha l'emissione sonora massima per tutti i valori di densità dell'aria.

Per conoscere i livelli di rumore residuo corrispondenti a diverse condizioni di ventosità, in modo da renderli confrontabili con i livelli di rumore ambientale nelle stesse condizioni di ventosità, si sono elaborati i dati di ventosità e di rumore acquisiti durante la campagna di misurazione fonometrica riportata nel paragrafo 4.7.

La campagna di misure è stata effettuata in conformità alle disposizioni riportate nel DM 1° giugno 2022, in particolare per ciò che attiene la definizione del rumore residuo. È stata effettuata la successiva elaborazione dei dati ottenuti e, per ottenere la correlazione tra la velocità del vento e i livelli sonori misurati, si è proceduto a calcolare le curve di regressione che producono il migliore adattamento possibile dei dati dei livelli sonori in funzione della velocità del vento (p.to 4.4.6 della Norma UNI/TS 11143-7).

Nello specifico, dai dati di rumore e vento rilevati, si sono preliminarmente eliminati i valori corrispondenti a velocità del vento maggiore a 5 m/s. Successivamente si sono eliminati gli eventi da considerarsi anomali ed evidentemente non riconducibili alla rumorosità provocata dal vento.

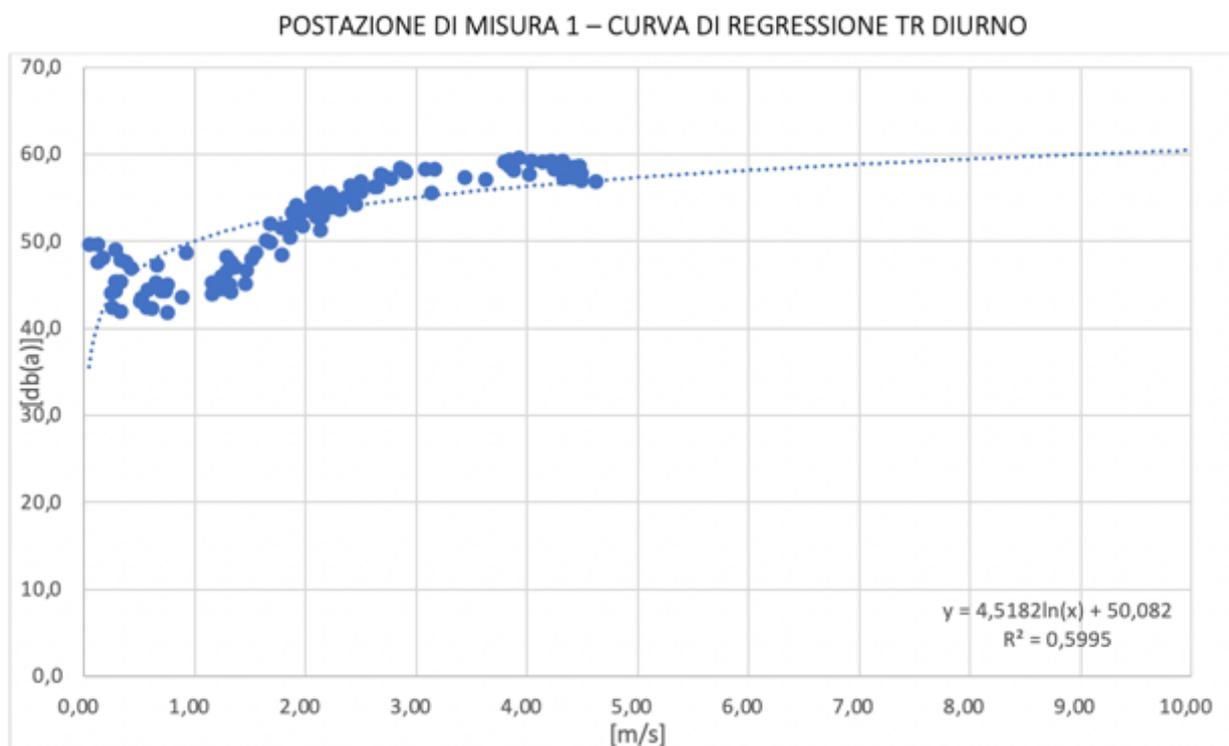
Dall'analisi dei dati è emerso che la migliore approssimazione ottenibile con i dati ottenuti è rappresentata da una curva di regressione logaritmica.

Di seguito si riportano le curve di regressione logaritmiche ricavate per ogni postazione di misura nel TR diurno e nel TR notturno.

---

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

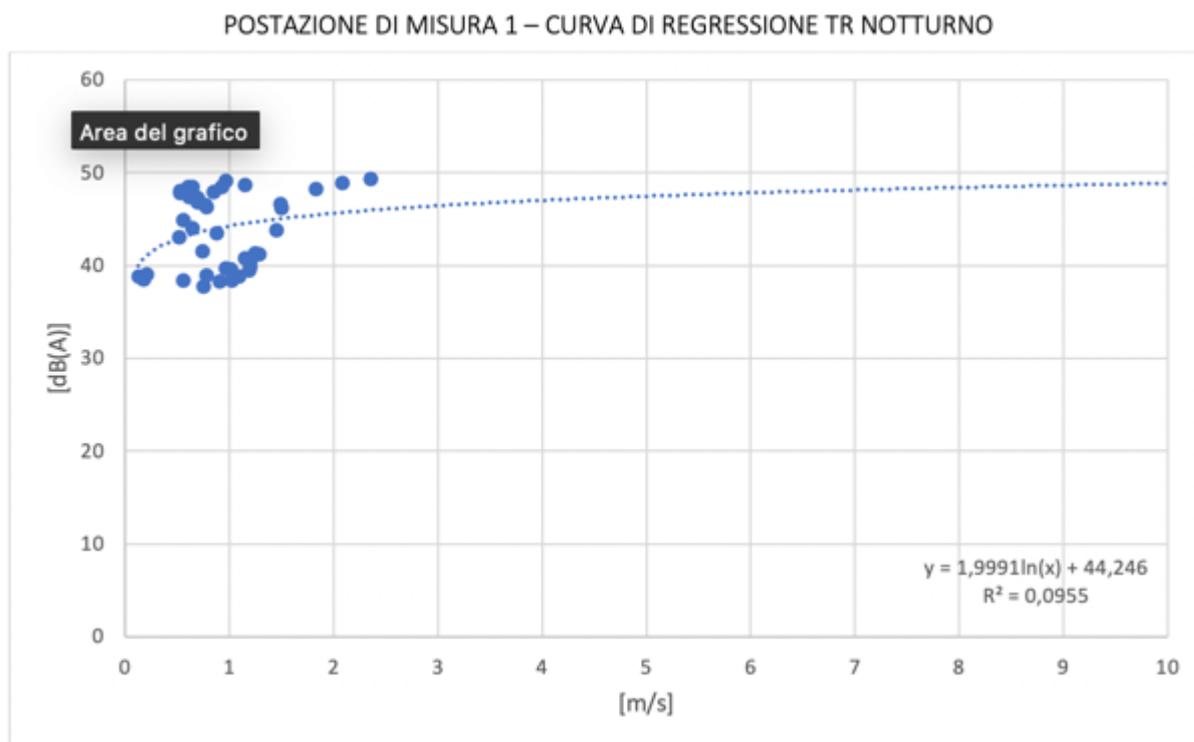


Valori curva postazione 1 diurno

VELOCITÀ VENTO POSTAZIONE MISURA [M/S]	LIVELLO DI RUMORE RESIDUO ( $L_R$ ) [DB(A)]
1	50,1
2	53,2
3	55,0
4	56,3
<b>4,9</b>	<b>57,3</b>
5	57,4
6	58,2
7	58,9
8	59,5
9	60,0
10	60,5

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

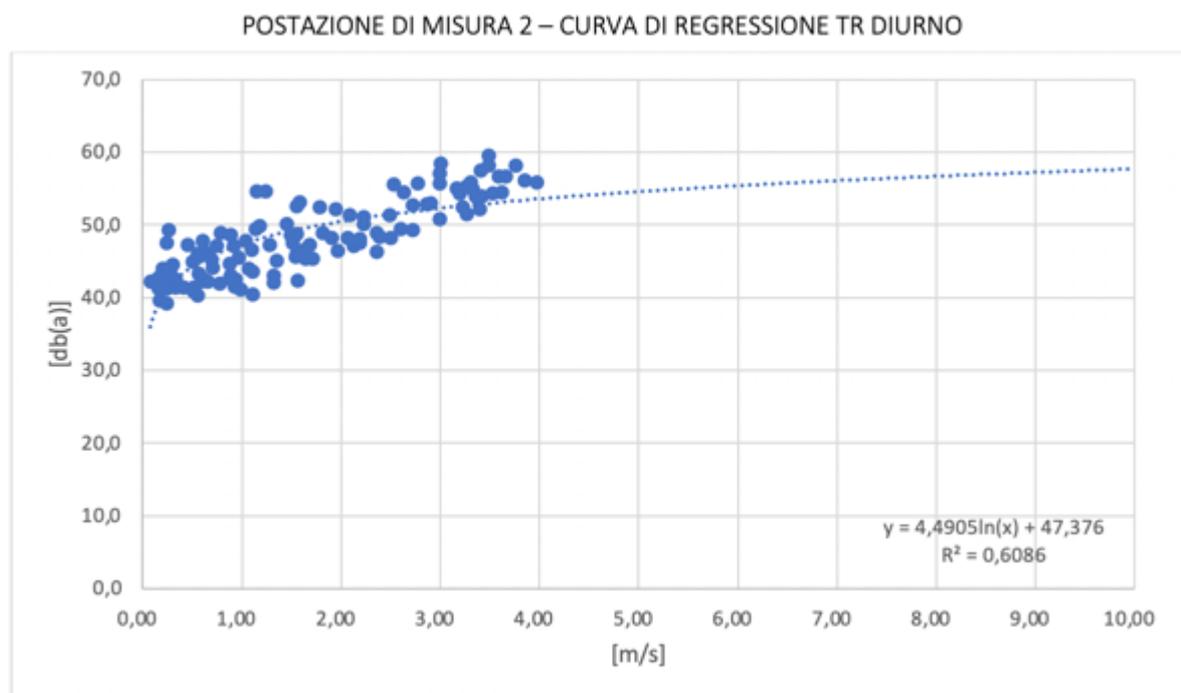


Valori curva postazione 1 notturno

VELOCITÀ VENTO POSTAZIONE MISURA [M/S]	LIVELLO DI RUMORE RESIDUO (L <sub>R</sub> ) [DB(A)]
1	44,2
2	45,6
3	46,4
4	47,0
<b>4,9</b>	<b>47,4</b>
5	47,5
6	47,8
7	48,1
8	48,4
9	48,6
10	48,4

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

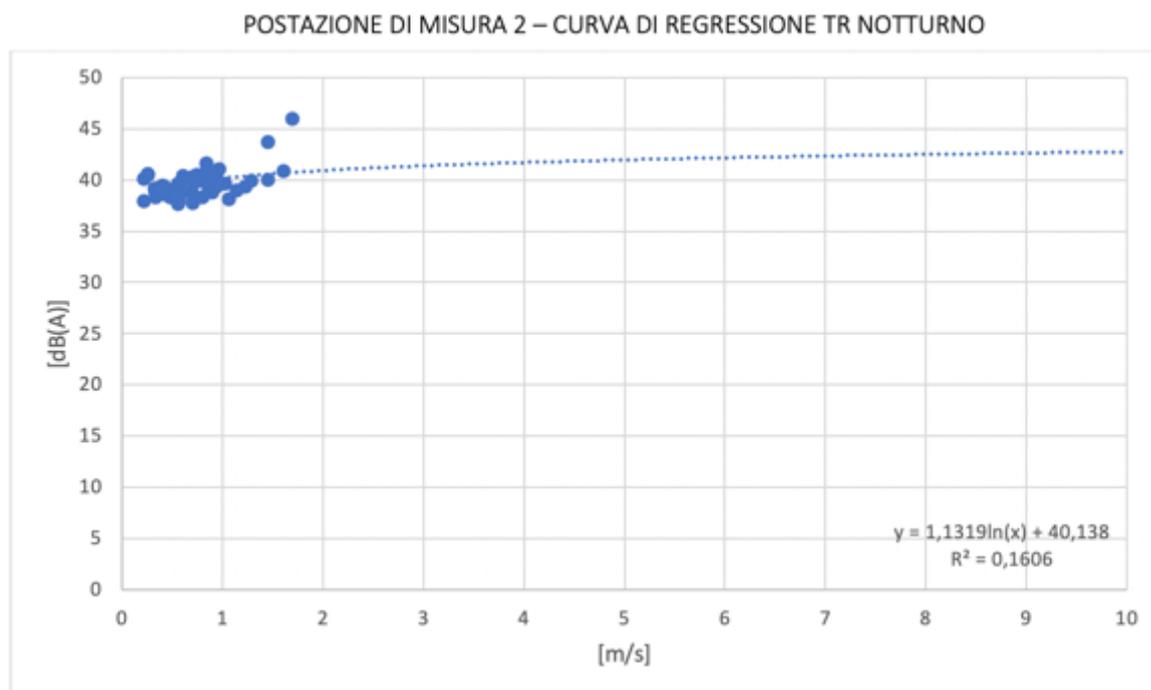
Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

*Valori curva postazione 2 diurno*

<b>VELOCITÀ VENTO POSTAZIONE MISURA [M/S]</b>	<b>LIVELLO DI RUMORE RESIDUO (L<sub>R</sub>) [DB(A)]</b>
1	47,4
2	50,5
3	52,3
4	53,6
<b>4,9</b>	<b>54,5</b>
5	54,6
6	55,4
7	56,1
8	56,7
9	57,2
10	57,7

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu



Valori curva postazione 2 notturno

VELOCITÀ VENTO POSTAZIONE MISURA [M/S]	LIVELLO DI RUMORE RESIDUO (L <sub>R</sub> ) [DB(A)]
1	40,1
2	40,9
3	41,4
4	41,7
<b>4,9</b>	<b>41,9</b>
5	42,0
6	42,2
7	42,3
8	42,5
9	42,6
10	42,7

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

Dall'analisi dei dati ottenuti si ricava che per il sito in esame il rumore residuo, con velocità del vento pari a 4,9 m/s alla quota di 2 metri, è stato determinato in 57,3 dB(A) nel TR diurno e 47,4 dB(A) nel TR notturno per la postazione di misura 1, considerata rappresentativa, approssimativamente, della parte Destra del parco in progetto, mentre, per la postazione di misura 2, considerata rappresentativa, approssimativamente, della parte Ovest del parco in progetto, il rumore residuo è stato determinato in 54,5 dB(A) nel TR diurno e 41,9 dB(A) nel TR notturno.

Tale valore è comprensivo anche degli eventuali contributi delle altre sorgenti presenti nell'area di studio, in particolare degli aerogeneratori esistenti e del traffico veicolare sulle principali arterie stradali.

Si riportano di seguito le tabelle con i valori del rumore residuo calcolato sui ricettori presi in considerazione, ottenuti combinando il contributo del vento determinato dalle curve di regressione calcolate e dalla modellizzazione delle principali sorgenti di rumore esistenti nell'area:

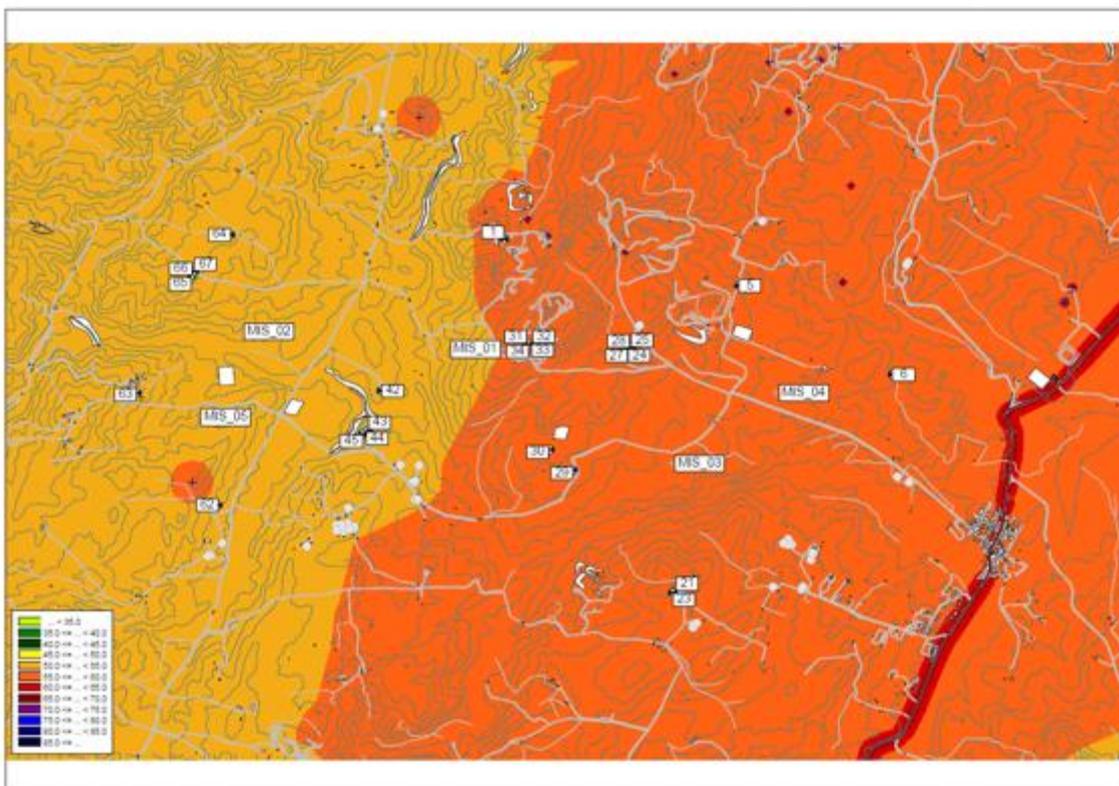
*Valori rumore residuo sui recettori*

ID RICETTORE	Livello di rumore residuo diurno [dB(A)]	Livello di rumore residuo notturno [dB(A)]
1	57,4	48,7
5	57,3	47,6
6	57,4	48,2
21	57,3	47,6
23	57,3	47,6
24	57,3	47,5
25	57,3	47,5
27	57,3	47,5
28	57,3	47,5
29	57,3	47,4
30	57,3	47,4
31	57,3	47,4
32	57,3	47,4
33	57,3	47,4
34	57,3	47,4
42	54,5	42,1
43	54,5	42,1
44	54,5	42,1
45	54,5	42,0
62	54,7	44,5
63	54,5	42,0
64	54,5	42,0
65	54,5	42,0
66	54,5	42,0
67	54,5	42,0

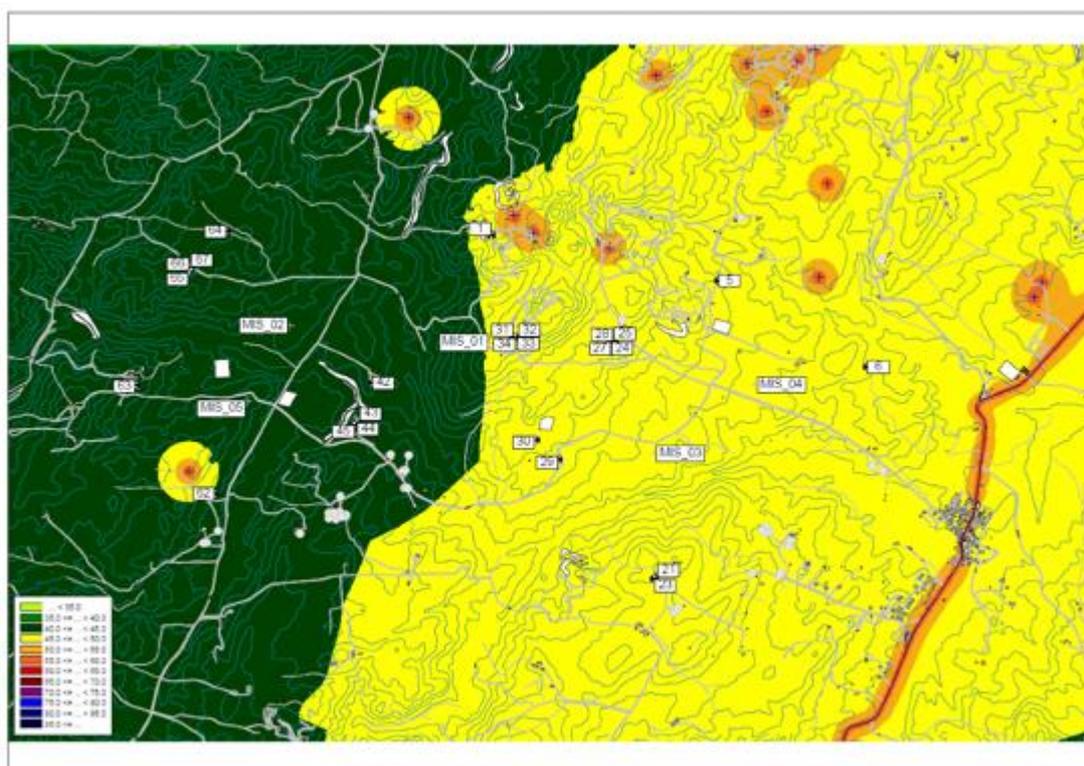
01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

*Simulazione livelli di rumore residuo tempo di riferimento diurno*



*Simulazione livelli di rumore residuo tempo di riferimento notturno*



## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

In merito ai valori di rumore residuo riportati in tabella, si nota che i ricettori vicini alle sorgenti già presenti risentono maggiormente di tale contributo per cui su di essi il rumore residuo può risultare più elevato rispetto ai ricettori più lontani. Sugli altri ricettori il rumore residuo è da attribuirsi quasi esclusivamente al rumore associato alla ventosità cui corrisponde la massima produzione degli aerogeneratori.

**Valori di emissione**

I valori di emissione si ottengono considerando il solo contributo sonoro degli aerogeneratori in progetto, e dalla simulazione si ricava il loro impatto sui ricettori considerati e i risultati sono i seguenti:

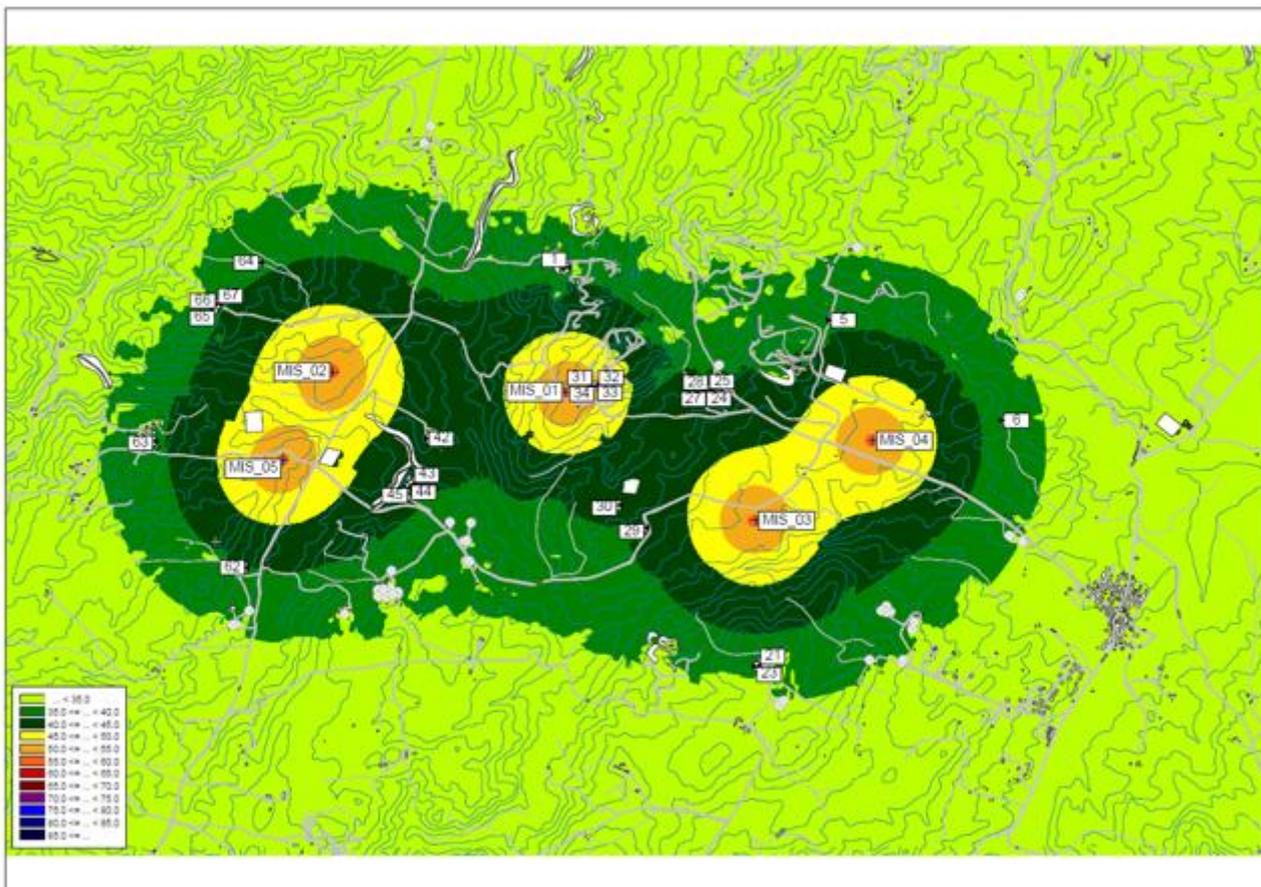
*Valori di emissione*

ID RIC.	COMUNE	CLASSE ACUSTICA	LIVELLO EMISSIONE DIURNO [dB(A)]	LIVELLO EMISSIONE NOTTURNO [dB(A)]	LIMITI DIURNO	LIMITI NOTTURNO
1	TEMPIO PAUSANIA	III	38.6	38.6	55	45
5	TEMPIO PAUSANIA	III	33.4	33.4	55	45
6	TEMPIO PAUSANIA	III	37.9	37.9	55	45
21	LUOGOSANTO	III	37.6	37.6	55	45
23	LUOGOSANTO	III	36.7	36.7	55	45
24	TEMPIO PAUSANIA	III	36.8	36.8	55	45
25	TEMPIO PAUSANIA	III	36.5	36.5	55	45
27	TEMPIO PAUSANIA	III	36.7	36.7	55	45
28	LUOGOSANTO	III	36.6	36.6	55	45
29	LUOGOSANTO	III	39.9	39.9	55	45
30	LUOGOSANTO	III	41.0	41.0	55	45

ID RIC.	COMUNE	CLASSE ACUSTICA	LIVELLO EMISSIONE DIURNO [dB(A)]	LIVELLO EMISSIONE NOTTURNO [dB(A)]	LIMITI DIURNO	LIMITI NOTTURNO
31	LUOGOSANTO	III	51.5	51.5	55	45
32	LUOGOSANTO	III	50.3	50.3	55	45
33	LUOGOSANTO	III	50.6	50.6	55	45
34	LUOGOSANTO	III	51.1	51.1	55	45
42	LUOGOSANTO	III	39.0	39.0	55	45
43	LUOGOSANTO	III	41.2	41.2	55	45
44	LUOGOSANTO	III	41.2	41.2	55	45
45	LUOGOSANTO	III	40.4	40.4	55	45
62	LUOGOSANTO	III	39.8	39.8	55	45
63	LUOGOSANTO	III	39.0	39.0	55	45
64	LUOGOSANTO	III	38.9	38.9	55	45
65	LUOGOSANTO	III	39.2	39.2	55	45
66	LUOGOSANTO	III	39.1	39.1	55	45
67	LUOGOSANTO	III	39.4	39.4	55	45

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

*Simulazione livelli di emissione tempo di riferimento diurno e notturno*

Essendo il territorio in esame assegnato alla classe acustica III, in cui il limite di emissione è pari a 55 dB(A) nel periodo di riferimento diurno e 45 dB(A) nel periodo di riferimento notturno, i valori di emissione ottenuti sono inferiori ai limiti e quindi conformi ai valori di legge **tranne che per i ricettori 31, 32, 33 e 34 che risultano essere ad una distanza compresa tra 130 e 160 metri dall'aerogeneratore MIS\_01 per i quali si ha un superamento del limite di emissione nel TR notturno.**

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

**Valori assoluti di immissione**

I valori di immissione si ottengono combinando il contributo degli aerogeneratori, quindi i valori di emissione, con i valori di rumore residuo ottenuti per l'area in studio. I risultati sui ricettori sono riportati nella tabella seguente. A seguire le mappe acustiche nel TR diurno e notturno

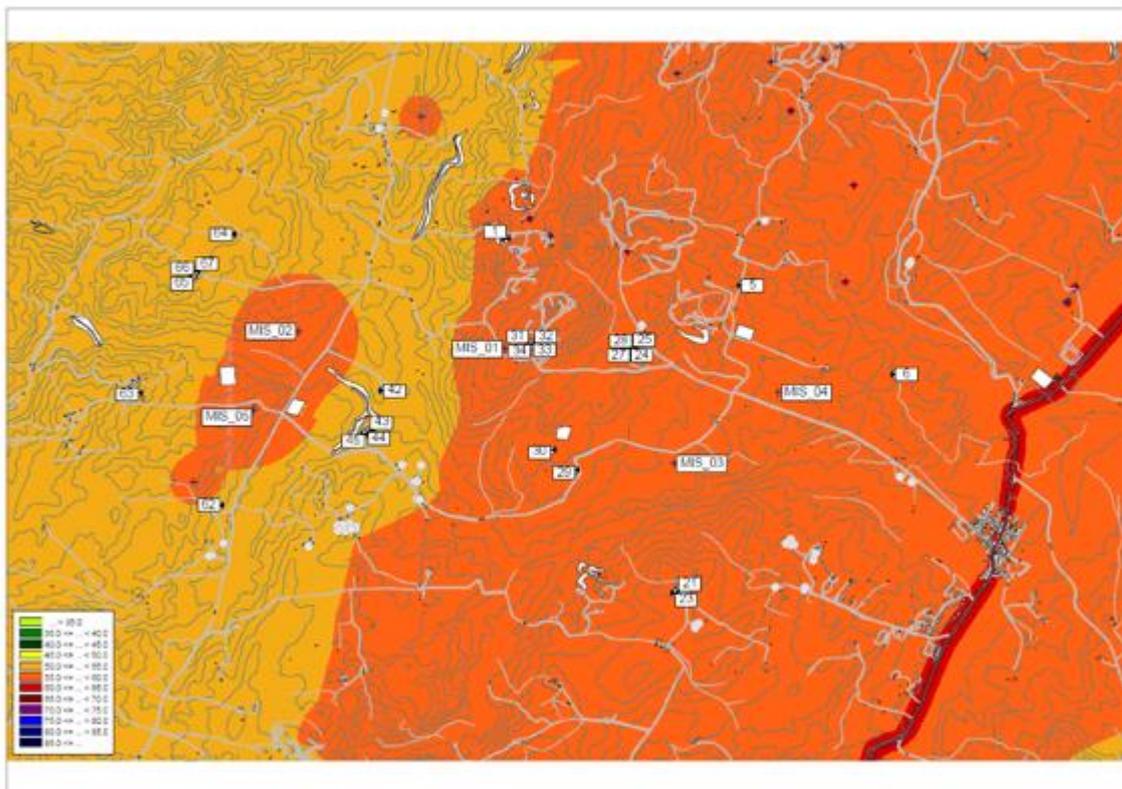
*Valori di immissione*

ID RIC.	COMUNE	CLASSE ACUSTICA	LIVELLO IMMISSIONE DIURNO [dB(A)]	LIVELLO IMMISSIONE NOTTURNO [dB(A)]	LIMITI DIURNO	LIMITI NOTTURNO
1	TEMPIO PAUSANIA	III	57,5	49,1	60	50
5	TEMPIO PAUSANIA	III	57,3	47,8	60	50
6	TEMPIO PAUSANIA	III	57,4	48,6	60	50
21	LUOGOSANTO	III	57,3	48,0	60	50
23	LUOGOSANTO	III	57,3	47,9	60	50
24	TEMPIO PAUSANIA	III	57,3	47,9	55	45
25	TEMPIO PAUSANIA	III	57,3	47,8	60	50
27	TEMPIO PAUSANIA	III	57,3	47,8	60	50
28	LUOGOSANTO	III	57,3	47,8	60	50
29	LUOGOSANTO	III	57,4	48,1	60	50
30	LUOGOSANTO	III	57,4	48,3	60	50
31	LUOGOSANTO	III	58,3	52,9	60	50
32	LUOGOSANTO	III	58,1	52,1	60	50
33	LUOGOSANTO	III	58,1	52,3	60	50
34	LUOGOSANTO	III	58,2	52,6	60	50
42	LUOGOSANTO	III	54,6	43,8	60	50
43	LUOGOSANTO	III	54,7	44,7	60	50
44	LUOGOSANTO	III	54,7	44,7	60	50
45	LUOGOSANTO	III	54,7	44,3	60	50
62	LUOGOSANTO	III	54,8	45,8	60	50
63	LUOGOSANTO	III	54,6	43,8	60	50
64	LUOGOSANTO	III	54,6	43,7	60	50
65	LUOGOSANTO	III	54,6	43,8	60	50
66	LUOGOSANTO	III	54,6	43,8	60	50
67	LUOGOSANTO	III	54,6	43,9	60	50

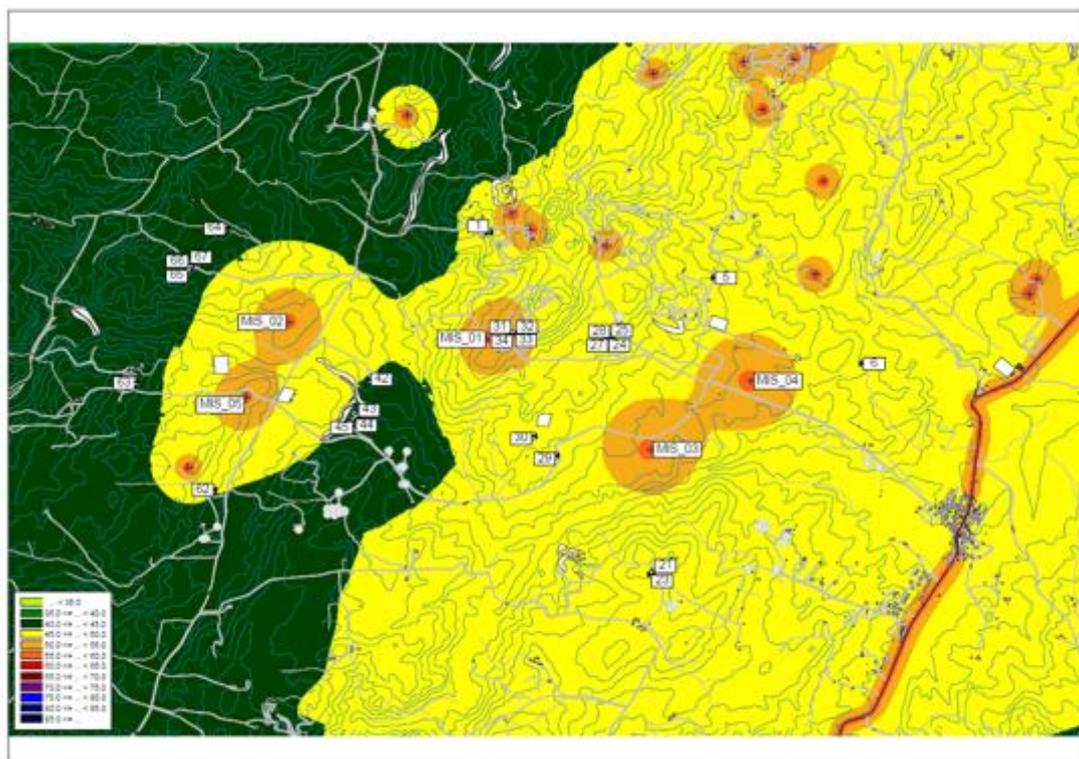
01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

*Simulazione livelli di immissione – Tempo di riferimento diurno*



*Simulazione livelli di immissione tempo di riferimento notturno*



Essendo il territorio in esame assegnato alla classe acustica III, in cui il limite di immissione è pari a 60 dB(A) nel periodo di riferimento diurno e 50 dB(A) nel periodo di riferimento notturno, si evince che i valori di immissione ottenuti risultano inferiori ai limiti tanto nel tempo di riferimento diurno, quanto in quello notturno **tranne che per i ricettori 31, 32, 33 e 34 che risultano essere ad una distanza compresa tra 130 e 160 metri dall'aerogeneratore MIS\_01 per i quali si ha un superamento del limite di immissione nel TR notturno.**

### **Stima del limite differenziale d'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 nella Classe acustica VI.

I limiti differenziali non si applicano nei seguenti casi, poiché ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile:

- 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;
- 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.

Il Livello differenziale di rumore (LD) è dato dalla differenza tra il livello di rumore ambientale (LA) e quello di rumore residuo (LR),  $LD = (LA - LR)$ .

Nella sottostante tabella si riporta la verifica del rispetto del limite differenziale per tutti i ricettori. Nel TR diurno dev'essere  $LD < 5$  dB e nel TR notturno dev'essere  $LD < 3$  dB

Da quanto riportato in tabella si evince il rispetto del limite differenziale di rumore sia nel TR diurno che nel TR notturno **tranne che per i ricettori 31, 32, 33 e 34 che risultano essere ad una distanza compresa tra 130 e 160 metri dall'aerogeneratore MIS\_01 per i quali si ha un superamento del differenziale nel TR notturno.**

---

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

*Valori differenziali diurni e notturni*

ID RIC.	Immissione diurno [dB(A)]	Residuo diurno [dB(A)]	Differenziale diurno [dB(A)]	Immissione notturno [dB(A)]	Residuo notturno [dB(A)]	Differenziale notturno [dB(A)]
1	57,5	57,4	0,1	49,1	48,7	0,4
5	57,3	57,3	0,0	47,8	47,6	0,2
6	57,4	57,4	0,0	48,6	48,2	0,4
21	57,3	57,3	0,0	48,0	47,6	0,4
23	57,3	57,3	0,0	47,9	47,6	0,3
24	57,3	57,3	0,0	47,9	47,5	0,4
25	57,3	57,3	0,0	47,8	47,5	0,3
27	57,3	57,3	0,0	47,8	47,5	0,3
28	57,3	57,3	0,0	47,8	47,5	0,3
29	57,4	57,3	0,1	48,1	47,4	0,7
30	57,4	57,3	0,1	48,3	47,4	0,9
31	58,3	57,3	1,0	52,9	47,4	5,5
32	58,1	57,3	0,8	52,1	47,4	4,7
33	58,1	57,3	0,8	52,3	47,4	4,9
34	58,2	57,3	0,9	52,6	47,4	5,2
42	54,6	54,5	0,1	43,8	42,1	1,7
43	54,7	54,5	0,2	44,7	42,1	2,6
44	54,7	54,5	0,2	44,7	42,1	2,6
45	54,7	54,5	0,2	44,3	42,0	2,3
62	54,8	54,7	0,1	45,8	44,5	1,3
63	54,6	54,5	0,1	43,8	42,0	1,8
64	54,6	54,5	0,1	43,7	42,0	1,7
65	54,6	54,5	0,1	43,8	42,0	1,8
66	54,6	54,5	0,1	43,8	42,0	1,8
67	54,6	54,5	0,1	43,9	42,0	1,9

**Valutazione dell'effetto cumulo con altri impianti**

Per quanto riguarda la valutazione dell'impatto acustico cumulativo del parco eolico in progetto per effetto di potenziali interferenze con altri parchi esistenti nell'area, o con parchi autorizzati o in fase di autorizzazione, occorre premettere che l'area potenzialmente interessata dall'effetto "cumulo" deve corrispondere all'area su cui l'esercizio dell'impianto oggetto di valutazione è in grado di comportare un'alterazione del campo sonoro. Secondo alcune linee di indirizzo "per la valutazione degli impatti cumulativi di impianti di produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza superiore a 20 kW", si considera congrua un'area di indagine data dall'intero territorio comunale e, con riferimento alle aree esterne al comune ove è localizzato l'impianto, dall'inviluppo dei cerchi di raggio pari a 5000 metri e di centro coincidente con ciascuno degli aerogeneratori appartenenti al parco eolico oggetto di valutazione. Gli aerogeneratori ricompresi nell'inviluppo complessivo concorreranno, cumulativamente, alla definizione degli impatti acustici e quindi alla pressione acustica di progetto simulata.

Nel caso in studio all'interno dell'area congrua come sopra definita ricadono 27 aerogeneratori mini eolici.

Il contributo sonoro di tali impianti è stato valutato in sede di valutazione di rumore residuo il cui effetto cumulo è compreso nella valutazione dei livelli di immissione.

Dai calcoli e dalle simulazioni effettuate nei paragrafi precedenti si evince che la presenza degli aerogeneratori esistenti non è in grado di influenzare quello che è il valore di rumore generato dalla sola componente del vento e quindi l'effetto cumulativo degli impianti esistenti e del nuovo impianto risulta essere nullo.

**Calcolo dell'incremento del traffico – Punto I Parte IV, cap. 3 direttive regionali**

Gli impianti eolici durante il normale funzionamento non necessitano di frequenti accessi ai siti ad essi dedicati se non per l'ordinaria manutenzione. Non si prevede pertanto un incremento di traffico stradale indotto dalla presenza degli impianti che possa influire sul clima acustico dell'area.

---

### **Impatto acustico in fase di realizzazione dell'opera – Punto M Parte IV, cap. 3 direttive regionali**

#### Descrizione dell'attività e delle sorgenti sonore

Il progetto proposto prevede la realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica, composto da 5 aerogeneratori di potenza unitaria pari a 7,0 MW, per una potenza complessiva di 35,0 MW.

Le turbine sono montate su piloni di acciaio a tubo tronco-conico rastremate verso l'alto e poggiate su un plinto di fondazione in cemento armato. Durante la fase di costruzione delle turbine vengono assemblati i segmenti che formeranno le future torri e grazie ad una gru le torri assumeranno la posizione verticale definitiva, ancorandosi al plinto di fondazione in c.a. Successivamente verranno effettuati gli scavi per il passaggio dei cavi di conduzione della corrente elettrica prodotta con successivo rinterro. Come ultima fase verranno realizzate le infrastrutture elettriche per il collegamento dell'impianto alla rete di distribuzione elettrica.

Prendendo spunto da esperienze di cantieri simili, si sono identificate le fasi potenzialmente più gravose dal punto di vista acustico per le attività di realizzazione del Parco.

Le sorgenti di rumore associate all'attività in esame sono rappresentate principalmente dai mezzi che verranno utilizzati durante le varie fasi di lavorazione e i mezzi considerati sono: escavatori, autocarri, camion gru e bob cat.

In particolare, per la presente valutazione, si sono individuati 2 scenari associati alle fasi di cantiere potenzialmente più rumorose e, oltre ad essi, si è valutata anche la fase futura di dismissione dell'impianto al termine della sua vita utile.

Nella seguente tabella si riporta la suddivisione dei mezzi utilizzati per le differenti attività svolte, presi in analogia con altri cantieri per le medesime lavorazioni:

*Mezzi cantiere e potenze sonore*

ATTIVITA' LAVORATIVA	MEZZI IMPIEGATI	LIVELLO POTENZA SONORA LW
<b>Scenario 1</b> Esecuzione plinti di fondazione e loro rinterro, scavi e rinterrati cavidotti, sistemazioni stradali, lavori edili sottostazione	N.1 escavatore	102,5 dB
	N.2 autocarro	108,5 dB
	N.1 camion gru	99,6 dB
	N.1 bobcat	112,9 dB
<b>Scenario 2</b> Montaggio apparecchiature elettromeccaniche, stesa delle linee MT entro scavo.	N.1 escavatore	102,5 dB
	N.1 camion gru	99,6 dB
<b>Dismissione impianto</b> Smontaggio aerogeneratori, apparecchiature elettromeccaniche, carico e trasporto su automezzi per trasporti speciali	N.2 camion gru	99,6 dB
	N.1 autocarro	108,5 dB

### Orari di attività

Le attività del cantiere verranno svolte durante il periodo di riferimento diurno (06:00 - 22:00) per tutta la durata delle attività, per una durata stimata di 8 ore/giorno.

### Verifica del limite assoluto di immissione

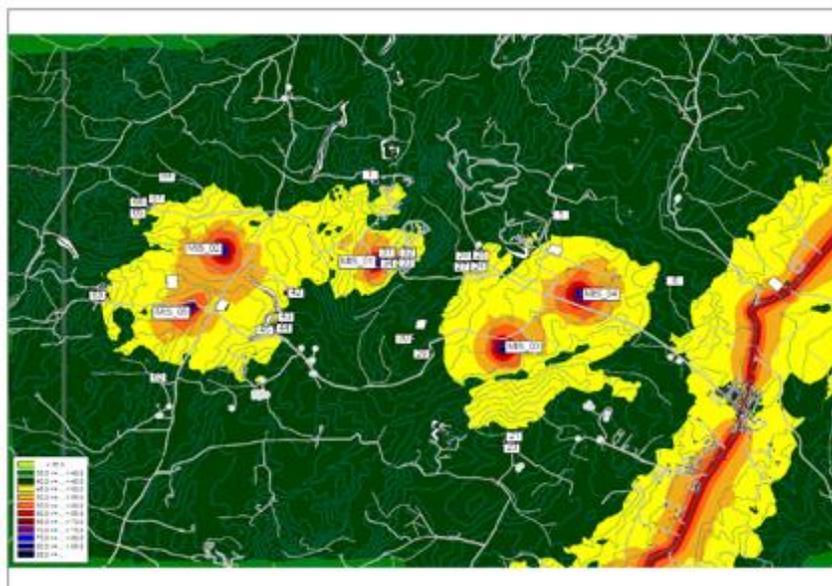
La verifica è stata effettuata per ognuna delle attività lavorative indicate in tabella 4.13. Per il calcolo si è scelto cautelativamente di valutare l'immissione sui ricettori considerando, per ognuna delle attività lavorative, la contemporaneità delle lavorazioni su tutti gli aerogeneratori.

Mediante l'utilizzo del software **CadnA Versione 4.4.145**, © **DataKustik GmbH** si è verificato il rispetto del limite assoluto di immissione delle fasi di cantiere.

La verifica fa riferimento alle condizioni di massima criticità delle emissioni sonore associate all'attività. In questo caso, le condizioni più gravose dal punto di vista acustico si hanno considerando tutte le sorgenti del cantiere in funzione.

Le lavorazioni per la posa delle linee elettriche vengono considerate come un cantiere mobile di breve durata il cui contributo acustico per la presente valutazione è ritenuto trascurabile. Per la valutazione dell'immissione si è considerato un rumore residuo diurno in assenza di vento di 40 dB(A) .

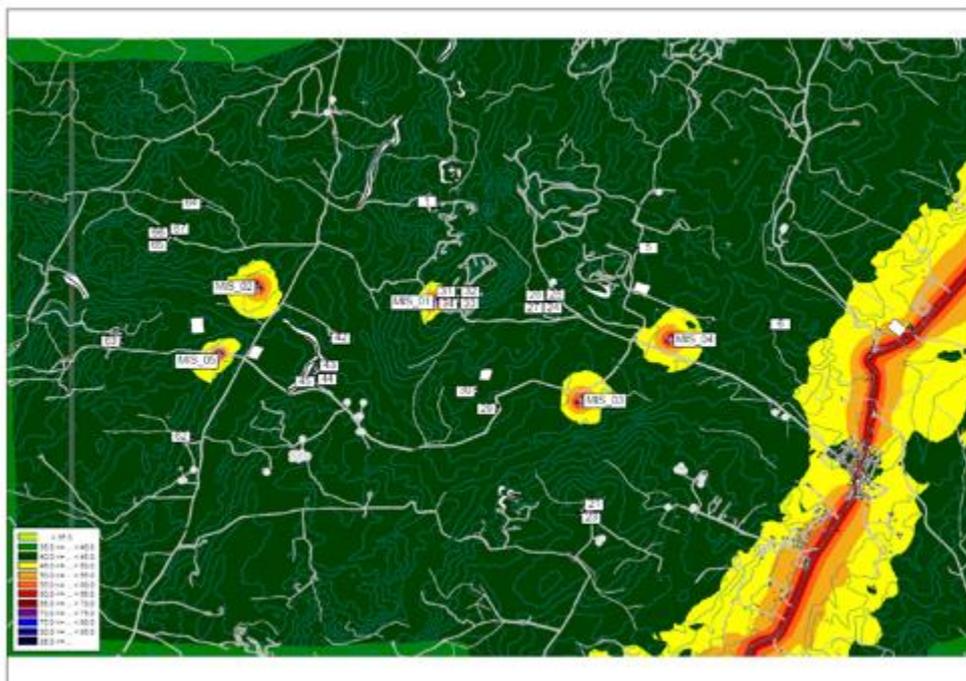
*Simulazione cantiere scenario 1*



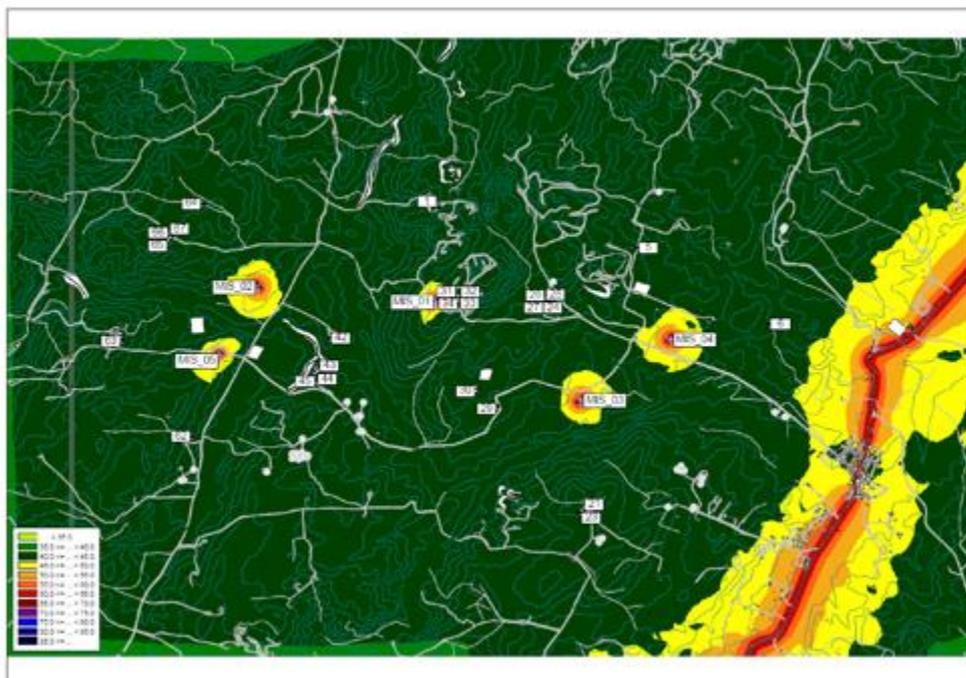
01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

*Simulazione cantiere scenario 2*



*Simulazione fasi di dismissione dell'impianto*



## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

*Valori di immissione per le attività di cantiere e di dismissione*

ID RICETTORE	Immissione Scenario 1 [dB(A)]	Immissione Scenario 2 [dB(A)]	Immissione Dismissione [dB(A)]	Classe acustica	Limite immissione diurno [dB(A)]
1	42,5	40,2	40,6	III	60
5	41,5	40,1	40,2	III	60
6	44,1	42,7	42,9	III	60
21	42,8	41,0	41,3	III	60
23	42,7	40,9	41,2	III	60
24	42,6	40,2	40,6	III	55
25	42,6	40,2	40,7	III	60
27	42,7	40,2	40,6	III	60
28	42,4	40,2	40,6	III	60
29	43,7	40,3	40,9	III	60
30	43,5	40,3	40,8	III	60
31	51,5	42,4	44,1	III	60
32	49,4	41,6	42,9	III	60
33	49,9	41,8	43,2	III	60
34	50,7	42,1	43,6	III	60
42	46,6	40,9	42,6	III	60
43	46,4	40,9	42,2	III	60
44	46,0	40,8	42,0	III	60
45	45,8	40,7	42,0	III	60
62	43,5	40,3	40,9	III	60
63	45,5	40,7	41,9	III	60
64	41,8	40,1	40,5	III	60
65	44,9	40,6	41,8	III	60
66	44,9	40,6	41,8	III	60
67	45,1	40,7	41,8	III	60

Tali valori rispettano i limiti di immissione assoluta per il periodo di riferimento diurno previsti per la classe acustica III.

### **Conclusioni**

**L'analisi dei risultati delle misure e dei calcoli previsionali effettuati, nelle condizioni considerate nella presente valutazione, e con riferimento ai ricettori presi in considerazione, escludendo dall'analisi i ricettori 31, 32, 33 e 34 che risultano essere ad una distanza compresa tra 130 e 160 metri dall'aerogeneratore MIS\_01, indicano che l'opera in progetto, è compatibile con la classe acustica dell'area di studio.**

### **2.2.6.2 Vibrazioni**

#### **Modello previsionale**

Tutte le fonti bibliografiche ai fini delle elaborazioni dei modelli previsionali indicano l'utilizzo di modelli semplificati globali in luogo alle stime afferenti all'utilizzo degli elementi finiti. Pertanto, anche in tale elaborato la valutazione previsionale viene elaborata attraverso l'utilizzo di un modello di propagazione classico la cui procedura per la stima delle vibrazioni indotte viene riportata a seguire:

- 1) si determinano le apparecchiature impiegate e i relativi livelli di vibrazione forniti, generalmente, a una distanza di riferimento; nel caso in oggetto è stato considerato il valore relativo all'utilizzo della ruspa cingolata [rif. A. Farina "Valutazione dei livelli di vibrazioni in edifici residenziali, Normativa, tecniche di misura e di calcolo", neo- Eubios n. 16 (2006)] misurato a distanza di 5 m dal centro della sorgente.
- 2) si applica il modello di propagazione classico per la stima del livello di accelerazione prevista descritto dalla seguente equazione (Dong-Soo, Jin-Sun Lee):

$$w_2 = w_1 \left( \frac{r_1}{r_2} \right)^n e^{-\alpha(r_2-r_1)}$$

dove,  $w_1$  e  $w_2$  rappresentano le ampiezze delle vibrazioni rispettivamente alla distanza  $r_1$  e  $r_2$  dalla sorgente;  $n$  è il coefficiente di smorzamento geometrico;  $\alpha$  è il coefficiente di smorzamento del materiale.

Il coefficiente di smorzamento geometrico rappresenta l'attenuazione che si verifica a causa della diminuzione della densità di energia all'aumentare della distanza dalla sorgente e può essere determinato conoscendo il tipo onda che si propaga, il tipo di sorgente e il luogo di emissione della vibrazione, che generalmente varia tra 0,5 e 2,0. Il coefficiente di smorzamento del materiale tiene conto della riduzione di energia delle vibrazioni a causa dell'attrito e della coesione tra le particelle di terreno, essendo quest'ultimo non perfettamente elastico. Questa attenuazione, dovuta allo smorzamento del materiale, è influenzata dal tipo di terreno e dalla frequenza delle vibrazioni:  $\alpha$  può essere calcolato come:

$$\alpha = \frac{\pi \eta f}{c}$$

dove:

$\eta$  rappresenta il fattore di perdita del terreno,

$c$  rappresenta la velocità di propagazione dell'onda [m/s].

Ne consegue pertanto che per substrati meno duri (più soffici, con minore presenza di componente rocciosa), il valore di attenuazione del mezzo di propagazione risulta più elevato del corrispondente valore per i substrati duri (rocciosi). Tanto più sarà compatta la roccia del substrato, tanto meno sarà attenuato il fenomeno di propagazione. Inoltre, l'attenuazione della propagazione risulta essere maggiore per le vibrazioni ad alte frequenze rispetto alle vibrazioni a basse frequenze. Risulta quindi che la maggiore propagazione delle vibrazioni si ottiene in presenza di substrati rigidi con trasmissioni a basse frequenze.

- 3) Il valore dell'accelerazione determinato al punto 2 permette di calcolare il livello ponderato di accelerazione da confrontare con i criteri di valutazione del disturbo o del danno degli edifici in base alla loro destinazione d'uso.

### **Rischio del danno a strutture ed edifici**

Esplosioni, utilizzo ed operazioni effettuate da macchine battipalo, demolizioni, perforazioni, scavi in prossimità di strutture particolarmente sensibili rappresentano le principali attività che solitamente si valutano quando si parla di rischio per strutture derivanti da vibrazioni. I livelli di impulso e di vibrazione di grande ampiezza devono essere valutati con riferimento ai loro potenziali effetti sui fabbricati e sulle strutture. La definizione di un limite di sicurezza per la velocità di vibrazione non è univoca: una rassegna completa dei valori di riferimento per la valutazione degli effetti delle vibrazioni, proprio in termini di velocità di picco puntuale (PPV) è riportata nella normativa di riferimento UNI 9916. Il criterio adottato in questa sede pone i seguenti limiti:

- 5 mm/s per edifici residenziali (vibrazioni durature);
- 2.5 mm/s per edifici storici estremamente fragili (vibrazioni durature).

Tali valori rappresentano i limiti più cautelativi noti in letteratura.

Essi sono generalmente più elevati di quelli derivanti dal non disturbo alle persone. Solo in presenza di un fattore di cresta molto elevato, maggiore di 18 dB, potrebbe infatti verificarsi il

---

caso di superamento del limite di danno strutturale senza che si verifichi il superamento del limite di disturbo alle persone.

Si definisce pertanto "fattore di cresta" la differenza fra il valore massimo di picco di una forma d'onda e il suo valore efficace.

Per una forma d'onda sinusoidale, il fattore di cresta risulta essere pari a 3 dB, per un segnale con più componenti e con forma d'onda molto "aspra", il fattore di cresta può facilmente essere superiore ai 10 dB, ed in alcuni casi (eventi impulsivi quali martellate, esplosioni, etc.) può anche superare i 20 dB.

La circostanza in oggetto risulta però altamente improbabile tanto che è possibile assumere che il rispetto dei limiti di non-disturbo alle persone, fornisce sufficienti garanzie (e quindi necessariamente implica) di non avere effetti dannosi per le strutture edilizie.

### **Rischio esposizione umana – Rischio disturbo**

Nelle strutture classificate come recettori, ed in generale in tutti i corpi di fabbrica o edifici il disturbo può

essere percepito sia come vibrazione meccanica degli elementi edilizi (groundborne vibration), sia come rumore irraggiato nei locali dagli orizzontamenti, dalle pareti e dagli infissi (groundborne noise). Tali disturbi, in virtù dei differenti meccanismi dissipativi citati, diminuiscono con la distanza dalla sorgente in modo rapido. Come anticipato, l'entità dell'effetto disturbante legato alla vibrazione dipende da molti altri fattori oltre la distanza dalla sorgente. Tali fattori sono legati alle attenuazioni o amplificazioni nella struttura degli edifici, dovuti principalmente alla tipologia dei sistemi di fondazione.

La UNI 9614, norma di riferimento relativamente alla soglia di percezione delle vibrazioni individua il valore di riferimento pari a:  $a_{soglia,z} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}^2$  corrispondenti a 74 dB (per  $a_0 = 10^{-6} \text{ m/sec}^2$ ) per l'asse z e  $a_{soglia, x/y} = 3.6 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}^2$  corrispondenti a 71 dB (per  $a_0 = 10^{-6} \text{ m/sec}^2$ ) per gli assi x e y.

Nella tabella a seguire viene sintetizzata ed evidenziata la soglia dei valori limite utili ad evitare il disturbo in relazione alle destinazioni d'uso delle aree/strutture oggetto di analisi.

Devono essere infine assegnata una classificazione di sensibilità dei recettori adiacenti alle sorgenti. Le classi di sensibilità devono essere definite sulla base della destinazione d'uso

---

dell'immobile, in conformità con la Norma UNI 9614, prescindendo da considerazioni delle caratteristiche dei singoli fabbricati quali, ad esempio, lo stato di conservazione e la tipologia costruttiva dell'immobile.

Le aree critiche corrispondono alle aree archeologiche di importanza storico-monumentale, infrastrutture sanitarie, fabbricati scolastici di qualsiasi genere. Rientrano in tali classi aree anche le attività industriali che impiegano macchinari di precisione.

Per Fabbriche e affini devono essere inoltre applicati i valori limite sanciti nel D.Lgs 81/2008 per l'esposizione dei lavoratori a vibrazioni meccaniche.

### **Vibrazione ed aree di cantiere per la realizzazione di impianti eolici**

Premesso che le aree di cantiere per l'installazione di un impianto eolico sono solitamente dislocate in zone adibite a carattere agricolo e rurale e che pertanto l'area è già interessata dal transito periodico dei mezzi pesanti ed agricoli per il raggiungimento e la lavorazione dei suoli coltivati in aree limitrofe, al fine di minimizzare le potenziali fonti di rumore e vibrazione, con conseguente potenziale temporanea sensazione di fastidio o disturbo indotto, potranno essere previsti alcuni accorgimenti operativi a carattere preventivo come ad esempio:

- l'impiego di mezzi gommati al fine di contenere il rumore di fondo nell'area durante il passaggio su strada (solitamente di tipo imbrecciato o sterrato);
- utilizzo di macchine operatrici a norma;
- prevedere un piano di monitoraggio.

Per quanto concerne il piano di monitoraggio in fase di realizzazione dell'impianto, è possibile ipotizzare delle campagne fonometriche in virtù delle differenti fasi di cantiere ed in considerazione dello spostamento lungo linee orizzontali dei macchinari impiegati durante le differenti e successive fasi lavorative.

In tale ottica si potrebbe pertanto prevedere una campagna fonometrica di monitoraggio in concomitanza, ad esempio, all'impiego di nuovi differenti macchinari oppure quando è previsto uno spostamento significativo del fronte di lavorazione.

Per tali circostanze le indagini fonometriche programmate potranno essere indirizzate presso gli stessi recettori individuati in fase di studio previsionale per la valutazione del clima acustico ante operam e stima dell'impatto acustico post operam in condizioni di normale esercizio e durante i

---

periodi maggiormente critici (come, ad esempio, in particolari sfavorevoli condizioni di bassa ventosità e direzione del vento prevalente lungo la direttrice verso la struttura in esame).

### **Vibrazioni impianti eolici in fase di esercizio**

Le fonti di rumore e vibrazione emesse da una turbina eolica sono essenzialmente di natura aerodinamica, (causate dall'interazione tra il vento e le pale), meccanica (generate dagli attriti meccanici dei componenti del rotore e del sistema di trasmissione del generatore) e cinetica (generate dalle oscillazioni e dal passaggio e cambiamento di stato da stazionario a combinato. Le oscillazioni sono causate dal vento che insiste sul piano del rotore degli aerogeneratori generando momenti forzanti opportunamente controllati dalle strutture di fondazione, nonché dall'interazione aerodinamica e meccanica delle pale con la torre.

Diversi studi della BWEA (British Wind Energy Association) hanno mostrato che a distanza di poche decine di metri il rumore risultante dalle esigue vibrazioni prodotte dalle turbine eoliche risulta sostanzialmente poco distinguibile rispetto al rumore residuo.

In particolare, per i fenomeni vibratorii è possibile analizzare come questi si trasmettono nel terreno circostante le fondazioni di sostegno delle torri degli aerogeneratori.

Le vibrazioni perdono energia durante la propagazione nel terreno e la loro ampiezza diminuisce con l'aumentare della distanza dalla sorgente.

Le vibrazioni vengono trasmesse attraverso la struttura metallica della torre, le fondazioni, il terreno e alle caratteristiche strutturali del recettore.

### **Stima previsionale delle vibrazioni in fase di esercizio**

Al fine di valutare in termini quantitativi la distanza alla quale l'entità delle vibrazioni generate dal funzionamento a regime del parco eolico possa ritenersi tale da non arrecare disturbo alle attività circostanti, alla popolazione umana ed ai recettori in generale, applichiamo il modello di calcolo appena esposto, utilizzando come dato di input i valori di vibrazione riferiti ad impianti simili ed associando gli stessi alla condizione in oggetto, non essendo gli stessi attualmente ancora disponibili per il modello di aerogeneratore di futura installazione. Nell'applicazione del modello previsionale al fine di valutare il potenziale possibile disturbo in termini quantitativi, sono stati ipotizzati i seguenti parametri come di seguito esplicitati:

---

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

In funzione della tipologia di substrato litologico si assumono i seguenti valori:

- $\eta = 0.1$  (fattore di perdita del substrato nell'ipotesi peggiore possibile nell'ottica della valutazione a maggior carattere cautelativo nei confronti dei recettori);
- $c$  (velocità di propagazione dell'onda di Rayleigh VR) = 600 m/s (valore coerente con i dati geotecnici riportati nell'elaborato specialistico)

Livelli di riferimento per la sorgente in esercizio: sono stati considerati valori di accelerazione misurati presso strutture analoghe.

Potenziati fenomeni di attenuazione o amplificazione relativi alla tipologia di fondazioni cui sono dotati i recettori non sono stati tenuti in conto.

In particolare, i valori r.m.s di accelerazione (non ponderati in frequenza) in corrispondenza della torre di sostegno lungo i tre assi (x, y, z), presi come riferimento per il calcolo in base a valori reali misurati su strutture analoghe sono:

$$w_1(x) = 0,0224 \frac{m}{s^2} \quad w_1(y) = 0,01333 \frac{m}{s^2} \quad w_1(z) = 0,0272 \frac{m}{s^2}$$

I valori dei coefficienti presenti nell'espressione sopra proposta sono stati ricavati da dati misurati disponibili per strutture analoghe facendo riferimento alle condizioni di funzionamento più gravose compatibili con le caratteristiche delle sorgenti ed al fine di avere una valutazione cautelativa dell'entità delle vibrazioni trasmesse.

Nel dettaglio, al fine di eseguire il calcolo del potenziale possibile disturbo, sono stati assunti i parametri di input come esplicitati nella tabella seguente.

*Valori di input per il calcolo quantitativo delle vibrazioni indotte da un aerogeneratore in esercizio*

	Valore asse x	Valore asse y	Valore asse z
Vibrazione alla sorgente [dB]	87	85,5	88,7
Accelerazione alla sorgente [mm/s <sup>2</sup> ]	22,38	13,33	27,22
Distanza dalla sorgente [m]	1	1	1
Coefficiente di attenuazione geometrica	0,5	0,5	0,5
Tipologia di terreno	Litologia a prevalente componente arenitica		
Coefficiente di assorbimento del terreno	0,1	0,1	0,1
Velocità di propagazione nel terreno [m/s]	600	600	600
Densità del terreno [kg/mc]	1600	1600	1600
Valore rotazione di riferimento [rpm]	12	12	12
Frequenza onda di vibrazione di rif. per il calcolo [Hz]	0,600	0,600	0,600
Pulsazione d'onda $\omega$ [rad/s]	3,768	3,768	3,768

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

Di seguito i risultati ottenuti in termini di distanza minima di rispetto dei valori soglia della norma UNI 9614. Poiché il fenomeno riguarda l'esercizio di macchine la cui vita utile è ultraventennale con funzionamento anche notturno, si riporta anche la distanza minima del valore raccomandato per le aree critiche, che può essere preso a riferimento per aree particolarmente delicate sotto l'aspetto della stabilità territoriale.

*Risultati in termini di distanza di rispetto dei limiti UNI 9614*

	Valore rif. asse x 77 dB	Valore rif. asse y 77 dB	Valore rif. asse z 77 dB
<b>Distanza di rispetto del valore raccomandato UNI 9614 (Abitazioni giorno) [m]</b>	9,9	3,5	7,4

	Valore rif. asse x 77 dB	Valore rif. asse y 77 dB	Valore rif. asse z 77 dB
<b>Distanza di rispetto del valore raccomandato UNI 9614 (Abitazioni notte) [m]</b>	19,5	7,0	14,6

	Valore rif. asse x 77 dB	Valore rif. asse y 77 dB	Valore rif. asse z 77 dB
<b>Distanza di rispetto del valore raccomandato UNI 9614 (Aree critiche) [m]</b>	38,0	13,9	28,5

Poiché gli aerogeneratori di progetto sono distanti tra loro oltre 400 m, ed il primo recettore sensibile risulta dislocato a distanze molto superiori rispetto a quelle indicate nella precedente tabella, si può senz'altro affermare che l'impatto causato dalle vibrazioni prodotto dal parco eolico in oggetto sia assolutamente trascurabile e che nessun recettore riceve un fenomeno vibrazionale tale da ingenerare disturbo.

I valori soglia raccomandati per le abitazioni di notte sono rispettati ad una distanza inferiore ai 20 m. Ad una distanza di circa 40 m dagli aerogeneratori risultano rispettati anche i valori raccomandati per le aree critiche.

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

**Stima previsionale delle vibrazioni in fase di cantiere**

Per quanto concerne le fasi di cantiere per la costruzione di impianti eolici, non è in generale previsto l'impiego di esplosivi durante i lavori di scavo, e pertanto risulta assolutamente improbabile, o non plausibile, che vi possano essere danni alle strutture ed edifici nel corso delle escavazioni, anche per quei recettori posti a distanze relativamente più vicine. Si rammenta infatti che, anche nell'ottica delle verifiche dei limiti acustici, gli aerogeneratori di progetto sono posizionati a distanze generalmente non inferiori a 200 m in linea d'aria da strutture classificabili come recettori sensibili. In questo, anche considerando le linee mobili di cantiere per il raggiungimento dei punti di installazione delle turbine, si è sufficientemente sicuri che non possano configurarsi le condizioni e le circostanze tali da poter arrecare danni alle strutture.

Nell'applicazione del modello previsionale al fine di valutare il potenziale possibile disturbo in termini quantitativi, sono stati ipotizzati i seguenti parametri come di seguito esplicitati:

1. Livelli di riferimento per il mezzo meccanico impiegato in cantiere: si è scelto di effettuare un calcolo di propagazione delle vibrazioni per il mezzo più impattante tra quelli proposti nelle diverse fasi di lavorazione, che è risultato essere l'autobetoniera caratterizzato da fenomeni vibrazionali legati sia alla rotazione del bicchiere che del motore e degli organi meccanici dell'automezzo.

INAIL		COMITATO PIAUFTICO TERRITORIALE PER LA PREVENZIONE INFORTUNI LAVORO E L'AMBIENTE DI LAVORO DI TORINO E PROVINCIA		CPT TORINO	
<b>AUTOBETONIERA</b>				REF: 51-TO-2248-2-YCI-01	
Marca:	IVECO				
Modello:	330-30				
Potenza:	224,00 W				
Anno produzione:					
Dist. fabbricante:					
Accessoria:					
Attività:	trasporto				
Materiale:	ci				
Stile guida:	Prudente				
Tipo terreno:	Asfalto				
Condizioni:	Buone				
Annotazioni:					
Data rilevaz:	23.10.2014				
A <sub>eqv</sub> (m/s <sup>2</sup> ):	0,67				
<b>VIBRAZIONI CORPO INTERO</b>					
Posizione misuraz: Sedile					
N.	a <sub>eqv</sub> (m/s <sup>2</sup> )	a <sub>eqv</sub> (m/s <sup>2</sup> )	a <sub>eqv</sub> (m/s <sup>2</sup> )		
1	0,18	0,37	0,67		
2	0,18	0,39	0,66		
3	0,18	0,42	0,64		
Media	0,26	0,55	0,66		
Incert.	0,26	0,58	0,67		
<b>STRUMENTAZIONE</b>					
Strumento / Marca	Modello	Matricola	Data Taratura		
Analizzatore Scantek	SVAN 948	9825	14/07/2014		
Acc. Monocassale (C) Dytran	8V3186D	2508	28/07/2014		
Acc. Trascassale (C) Dytran	3143M11	1318	14/07/2014		
Calibratore (VB) PCB	394C06	4114	15/07/2014		

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

2. Livelli di riferimento – valore soglia limite di disturbo: Il valore soglia di livello ponderato di accelerazione è stato considerato essere pari a 77 VdB. Ciò in virtù del fatto che le attività di cantiere (e quindi anche di escavazione) sono concentrate esclusivamente nel periodo di riferimento diurno e che pertanto il potenziale disturbo non può essere associato al periodo di riferimento notturno e quindi non può incidere nelle ore dedicate al riposo e al sonno. Inoltre, l'attività ha caratteristiche temporanee non compatibili con problematiche legate a prolungate azioni vibratorie eventualmente problematiche per le aree critiche.
3. Attenuazioni o Amplificazioni nella struttura degli edifici: Potenziali fenomeni di attenuazione o amplificazione relativi alle tipologie di fondazioni cui sono dotati i recettori non sono stati tenuti in conto.

Nel dettaglio, al fine di eseguire il calcolo del potenziale possibile disturbo, sono stati assunti i parametri di input come di seguito esplicitati:

*Valori di input per il calcolo quantitativo delle vibrazioni indotte dal mezzo di cantiere*

	Valore asse x	Valore asse y	Valore asse z
Vibrazione alla sorgente [dB]	88,4	95,3	96,5
Accelerazione alla sorgente [mm/s <sup>2</sup> ]	0,0263	0,0582	0,0668
Distanza dalla sorgente [m]	1	1	1
Coefficiente di attenuazione geometrica	0,5	0,5	0,5
Tipologia di terreno	Litologia a prevalente componente arenitica		
Coefficiente di assorbimento del terreno	0,1	0,1	0,1
Velocità di propagazione nel terreno [m/s]	600	600	600
Densità del terreno [kg/mc]	1600	1600	1600
Valore rotazione di riferimento [rpm]	15	15	15
Frequenza onda di vibrazione di rif. per il calcolo [Hz]	0,250	0,250	0,250
Pulsazione d'onda $\omega$ [rad/s]	1,571	1,571	1,571

*Risultati in termine di distanza di rispetto dei limiti UNI 9614*

	Valore rif. asse x 77 dB	Valore rif. asse y 77 dB	Valore rif. asse z 77 dB
Distanza di rispetto del valore raccomandato UNI 9614 (Abitazioni giorno) [m]	88,4	95,3	96,5

Anche in tal caso si può senz'altro affermare che l'impatto causato dalle vibrazioni prodotto in fase di cantiere durante la realizzazione del parco eolico in oggetto sia assolutamente trascurabile e che nessun recettore riceve un fenomeno vibrazionale tale da ingenerare disturbo. Ciò anche considerando l'effetto cumulato di diversi mezzi.

**Conclusioni**

Per un impianto eolico in fase di esercizio si può concludere che, per quanto attiene al rumore o vibrazioni di natura aerodinamica, meccanica o cinetica generati dalle macchine, l'apporto in termini di effetti o sensazioni di vibrazione nei confronti di specifici recettori e/o strutture e fabbricati di qualsiasi tipologia, durante l'attività produttiva si attesta su livelli inferiori la soglia di percezione umana e pertanto il loro contributo può essere considerato trascurabile e/o nullo. La componente "vibrazioni" è stata valutata in termini quantitativi con la metodologia di stima descritta attraverso la verifica del "criterio del danno strutturale" e del "criterio del disturbo".

Il dato previsionale ottenuto in base alle assunzioni sopracitate evidenzia che ad una distanza di circa 20 m delle sorgenti in fase di esercizio, le vibrazioni trasmesse sono già al di sotto dei valori da rispettare per le abitazioni nel periodo notturno e diurno (UNI 9614).

Allo stesso modo il dato previsionale ottenuto per la fase di cantiere conferma che l'impatto causato dalle vibrazioni durante la realizzazione del parco eolico in oggetto sia assolutamente trascurabile e che nessun recettore riceve un fenomeno vibrazionale tale da ingenerare disturbo.

---

### 2.2.6.3 Onde elettromagnetiche

L'opera proposta non costituisce una sorgente di radiazioni ionizzanti. Per quanto riguarda le radiazioni non ionizzanti queste sono associate all'elettrodotto interrato in media tensione.

La soluzione prescelta per il collegamento alla rete elettrica nazionale è costituita da un elettrodotto interrato a 36 kV della lunghezza di circa 6.36 km. Si precisa che gli aerogeneratori saranno raggruppati in DUE sottocampi, i cavidotti interni al parco collegheranno gli aerogeneratori di ciascun sottocampo in configurazione "entra-esce" e ciascuno dei sottocampi sarà direttamente collegato ad una cabina di raccolta da cui partono due cavi da 400 mmq.

I conduttori avranno una lunghezza totale (somma del tratto interno al parco eolico e del tratto di connessione alla SSE) di 6,36 km per il cavidotto esterno all'impianto, 3,4 km per il sottocampo 1, 1,45 km per il sottocampo 2. La sezione dei conduttori è dimensionata per garantire la portanza di corrente di progetto e per mantenere la caduta di tensione al di sotto del 4%. Considerando di utilizzare cavi di tipo unipolare con conduttori in alluminio, isolati in XLPE, con guaina in polietilene (tipo ARE4H5E), tale obiettivo si ottiene con cavi di sezione come illustrato nella tabella seguente.

Il parco Mistral è dunque diviso in due sottogruppi. In tabella si riportano i dettagli:

	TRATTO		LUNGHEZZA [m]	SEZIONE cavo [mmq]	POTENZA trasportata [MW]	In[A]
<b>SOTTOGRUPPO 1</b>	<b>MIS_03</b>	<b>MIS_04</b>	788	185	7	126
	<b>MIS_04</b>	<b>MIS_01</b>	1598	240	14	301
	<b>MIS_01</b>	<b>C.R</b>	1012	240	21	301
<b>SOTTOGRUPPO 2</b>	<b>MIS_05</b>	<b>MIS_02</b>	795	185	7	126
	<b>MIS_02</b>	<b>C.R</b>	668	240	14	301
<b>ESTERNO</b>	<b>C.R.</b>	<b>CONSEGNA</b>	6357	400	17,5	377

I cavi in MT saranno direttamente interrati in trincee di sezione variabile compresa tra i 50 cm e 90 cm, rispettivamente per la posa da una a due terne di conduttori in parallelo, ad una profondità di scavo minima di 1,20 m, protetti inferiormente e superiormente con un letto di

sabbia vagliata e compatta; la protezione superiore sarà costituita da piastre o da un elemento protettivo in resina. Tale protezione sarà opportunamente segnalata con cartelli o blocchi monitori, secondo i tipici illustrati nell'elaborato "01.W.D37 – Sezioni stradali e cavidotti – Sezioni Tipo" (Tipici di posa del cavidotto).

- Induzione magnetica dei conduttori in MT interrati

Il cavidotto in media tensione sarà costituito da una o due terne di conduttori direttamente interrati in trincea con una profondità di scavo di 1,20 m. I conduttori saranno quindi posati a 1,10 m al di sotto del piano campagna.

La soluzione con cavi interrati permette di ridurre drasticamente i campi elettromagnetici emessi, annullando sostanzialmente il campo a pochi metri dal suolo grazie al potere schermante del terreno; per quanto riguarda l'induzione magnetica, l'effetto schermante risulta minore ma l'attenuazione aumenta molto rapidamente con la distanza.

Elettrodotto interrato in MT, singola terna:

In Tabella è riportato l'andamento dell'intensità del campo magnetico indotto da tre conduttori unipolari, in singola terna, di alluminio a 36 kV posati a trifoglio e di sezione 400 mmq, in funzione della distanza dai conduttori. Ai sensi della norma CEI 106-11, infatti, il campo magnetico indotto, per i conduttori in singola terna può essere stimato sulla base della formula semplificata:

$$B = 0,1 * \sqrt{6} * (S*I) / D^2$$

Dove:

I è la corrente circolante nel conduttore espressa in ampere [A]

S è la distanza tra le fasi che, in analogia a quanto previsto dal DM 29/05/2008, può essere considerata pari al diametro esterno dei cavi (conduttore + isolante)

D è la distanza del punto nel quale si desidera valutare il valore di campo magnetico indotto.

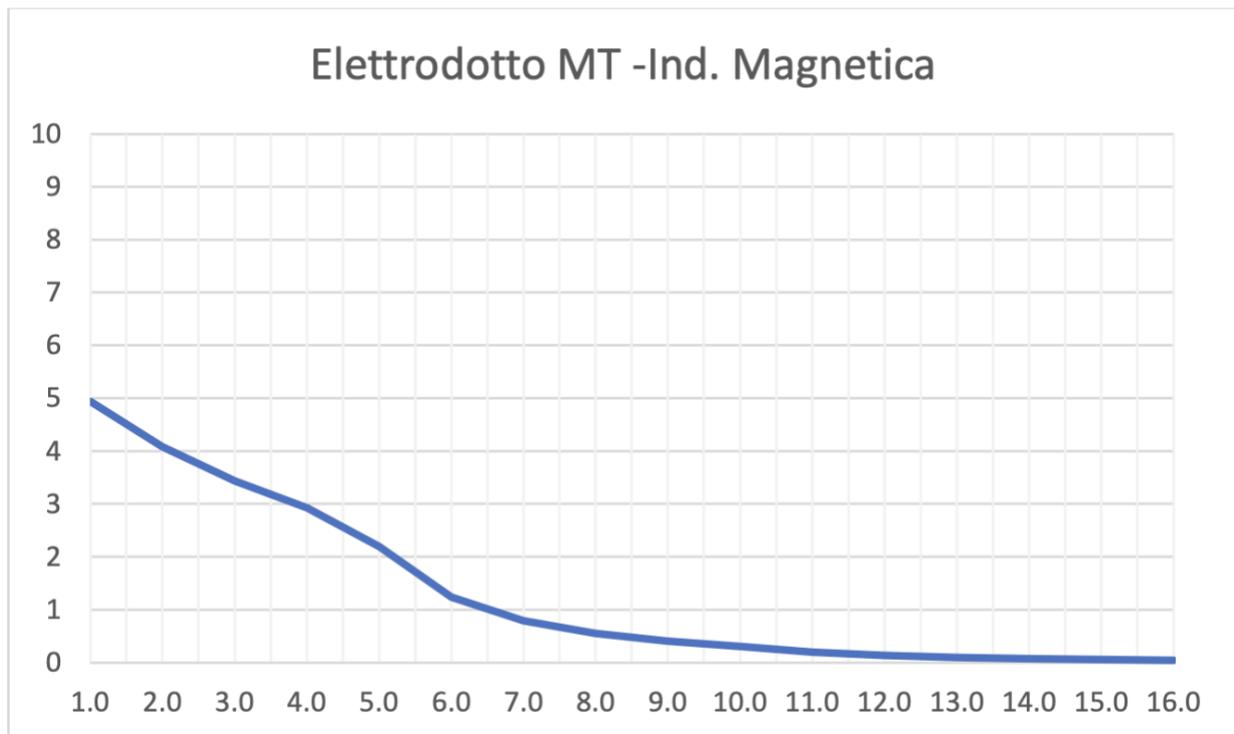
La massima corrente circolante nel conduttore considerata è pari a 377 A, corrispondente ad una potenza di 17,5 MW e una tensione di 36 kV. La distanza tra le fasi è ipotizzata pari al diametro esterno dei conduttori, ovvero 53,5 mm.

---

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

Come illustrato nel grafico seguente, il valore corrispondente agli obiettivi di qualità per l'induzione magnetica (pari a  $3 \mu\text{T}$ ), viene raggiunto ad una distanza di circa 1,26 m dai conduttori interrati; valore superiore alla profondità di posa dei conduttori di 1,1 m.



DISTANZA (m)	CAMPO MAGNETICO (microT)
0.5	19.76199542
1	4.940498337
1.1	4.083056905
1.2	3.430901983
1.3	2.923372104
1.5	2.195777269
2	1.235124714
2.5	0.790479817
3	0.548944317
3.5	0.403306029
4	0.308781178
5	0.197619954
6	0.137236079
7	0.100826507
8	0.077195295
9	0.060993813
10	0.049404989

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

---

Tale valore può essere convertito in distanza orizzontale dal centro dell'elettrodotto valutata al suolo ( $h=0$ ) mediante la formula semplificata:

$$Dx = \sqrt{0,082 \cdot S \cdot I - d^2}$$

dove:

I è la corrente circolante nel conduttore espressa in ampere [A]

S è la distanza tra le fasi che, in analogia a quanto previsto dal DM 29/05/2008, può essere considerata pari al diametro esterno dei cavi (conduttore + isolante)

d è la distanza verticale tra l'asse dell'elettrodotto interrato e il piano campagna.

Ne risulta che al suolo a una distanza orizzontale maggiore o uguale a 0,62 m dall'asse dell'elettrodotto la condizione di  $B < 3 \mu T$  è soddisfatta. La DPA in questo caso assume il valore dell'intero immediatamente superiore, come indicato nel paragrafo 5.1.2 della guida allegata al DM del 29/05/2008, ed è dunque pari 1 m.

Elettrodotto interrato in MT, doppia:

L'equazione semplificata utilizzata per il calcolo del campo magnetico generato da conduttori in singola terna non è valida per il caso in cui si abbiano due o più terne di conduttori parallele. In tali casi, per il calcolo dell'andamento del campo magnetico in funzione della distanza, si è utilizzato il software "MAGIC BESHielding" per una linea composta da due terne di cavi unipolari interrati posati a trifoglio, quali quelli riportati nella Tabella relativa alla suddivisione dei campi dell'Impianto eolico descritta in precedenza. La distanza orizzontale per la quale il campo magnetico al suolo ( $h=0$  m) raggiunge gli obiettivi di qualità ( $3 \mu T$ ) è circa di 1,2 m, per la doppia terna. La DPA in questo caso assume il valore dell'intero immediatamente superiore, come indicato nel paragrafo 5.1.2 della guida allegata al DM del 29/05/2008, ed è dunque pari 2 m. I conduttori sono di sezione 400 mmq posati a trifoglio in 2 terne parallele, distanziate tra loro 0,20 m. Anche in questo caso la massima corrente circolante nel conduttore considerata è pari a 377 A, corrispondente ad una potenza di 17,5 MW (sottocampo di taglia massima) e una tensione di 36 kV. Il diametro esterno dei conduttori è 53,5 mm.

---

### **Induzione magnetica degli aerogeneratori**

Per quanto concerne gli aerogeneratori, la generazione di campi magnetici è legata al generatore elettrico BT e al trasformatore MT/BT ubicati all'interno della navicella. Il campo magnetico prodotto da questi due componenti risulta quindi totalmente trascurabile, in virtù dell'altezza alla quale la navicella è collocata, ovvero superiore a 100 m dal suolo. Per le altre componenti elettriche interne agli aerogeneratori, caratterizzate da soli quadri elettrici e non da trasformatori, si può far riferimento a quanto stimato in precedenza per il cavidotto MT, ottenendo perciò valori al di sotto dell'obiettivo di qualità imposto dalla normativa a distanze dell'ordine del metro, e dunque interne al perimetro della torre dell'aerogeneratore.

### **Campi elettrici**

Il cavidotto in media tensione interrato, sarà dotato di schermatura o di massa metallica direttamente collegata all'impianto di terra. Si può quindi affermare che i componenti dell'impianto saranno a potenziale nullo (potenziale di terra pari a zero), e di conseguenza in grado di schermare totalmente i campi elettrici.

### **Conclusioni**

**Dall'analisi condotta si può concludere che i valori di induzione magnetica e dei campi elettrici generati dal parco eolico e dalle opere di connessione alla rete sono compatibili con i requisiti della normativa di riferimento. Si riassumono nella seguente tabella le DPA risultanti dalle analisi svolte:**

	<b>DPA</b>
Elettrodotto interrato in MT singola terna	1 m
Elettrodotto interrato in MT doppia terna	2 m

**Le distanze di prima approssimazione individuate non interferiscono in alcun punto con potenziali recettori. In particolare, all'interno delle DPA non si riscontrano luoghi adibiti alla presenza di persone per più di 4 ore, abitazioni, ambienti scolastici o aree di gioco per l'infanzia.**

---

#### **2.2.6.4 Ombreggiamento e Shadow Flickering**

Gli impianti per la produzione di energia elettrica da fonte eolica prevedono l'installazione di aerogeneratori che per le loro caratteristiche tecniche e di funzionamento possono determinare la presenza di ombre intermittenti nell'area di installazione. La rotazione delle pale degli aerogeneratori e la presenza di torri di sostegno alte oltre 100 m determinano ombre intermittenti nel corso della giornata, in particolare nelle ore mattutine e serali per via della bassa posizione del sole sull'orizzonte.

Pertanto, è necessario verificare l'eventuale effetto di Shadow-Flickering (ombra intermittente) generato dagli aerogeneratori dell'impianto sulle abitazioni dell'area.

Il presente documento descrive il fenomeno della intermittenza dell'ombra giornaliera dovuta alla rotazione delle pale degli aerogeneratori, con riferimento all'impianto eolico in progetto, e della possibile interferenza delle ombre giornaliere con le abitazioni presenti nella zona del progetto.

Gli elementi dell'impianto eolico che possono causare ombra sono:

- torre di sostegno
- pale in rotazione

Tuttavia, per la loro caratteristica rotante le pale dell'aerogeneratore possono in alcuni casi determinare un particolare fenomeno di intermittenza dell'ombra che può essere disturbante. Il fenomeno viene definito in termini tecnici "flickering" delle pale, e viene avvertito soprattutto alle elevate latitudini nord-europee, dove la permanenza del sole ad altezze limitate sopra l'orizzonte è molto maggiore.

Data la particolarità del fenomeno, e data la staticità delle torri di sostegno, lo studio viene concentrato su tale impatto dovuto a "intermittenza dell'ombra".

#### **Studio di intermittenza dell'ombra**

Lo studio viene effettuato mediante utilizzazione del software WindFarm della Resoft Ltd., che permette di calcolare il fenomeno della intermittenza delle ombre delle pale degli aerogeneratori, fissate posizione e dimensioni di aerogeneratori e recettori su DTM. Il software, infatti, effettua il calcolo delle ombre giornaliere elaborando le seguenti informazioni:

- Modello digitale tridimensionale del terreno che riproduce l'orografia dell'area dell'impianto
-

- Ubicazione degli aerogeneratori in coordinate locali
- Raggio di curvatura della terra
- Dimensione degli aerogeneratori

In sostanza il software elabora i dati in input per determinare le caratteristiche delle ombre causate dagli aerogeneratori e la loro evoluzione nelle ore della giornata, nei vari periodi dell'anno.

### **Descrizione dei potenziali recettori di fenomeni di intermittenza di ombra**

Lo studio è stato effettuato identificando i potenziali recettori dell'ombra giornaliera delle pale all'interno e nell'intorno dell'area del sito. L'analisi esposta è il risultato della situazione reale del confronto dell'ispezione in sito e su cartografie aggiornate.

I recettori considerati sono le principali abitazioni e stazzi residenziali nella zona di progetto. I recettori individuati sono elencati nella seguente tabella, in cui oltre alla descrizione ed alle coordinate del ricettore, è riportata la distanza del medesimo, dall'aerogeneratore più prossimo.

I recettori sono stati scelti a valle di attenta ricognizione sul territorio degli edifici situati nell'area del progetto. Sono stati scelti come potenziali recettori di ombra edifici residenziali nel raggio di circa 3.5 km dall'area dell'impianto.

In Figura 3 sono riportate le posizioni dei 67 recettori sull'estratto della cartografia CTR della Regione Sardegna, come elaborate dal software di calcolo, oltre alle posizioni dei 5 aerogeneratori (in blu).

Come si può osservare in tabella e nella figura seguente alcuni di essi ricadono a poche centinaia di metri dall'impianto, mentre altri sono a distanza considerevolmente maggiore, e quindi suscettibili di ricevere un impatto minore. Si osserva anche, dalla Tabella 2, che tutti i recettori, classificati come civile abitazione, sono ad una distanza superiore ai 500 m dalla turbina più vicina. L'unica eccezione è rappresentata dal recettore numero 31, 32, 33, 34 che è lo Stazzo Saccheddu di cui si riporta una fotografia scattata in sito con drone. Dalla Figura 2 si vede chiaramente che si tratta di uno stazzo non in ottime condizioni, utilizzato per le feste di famiglia come asseriscono i proprietari.

---

01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

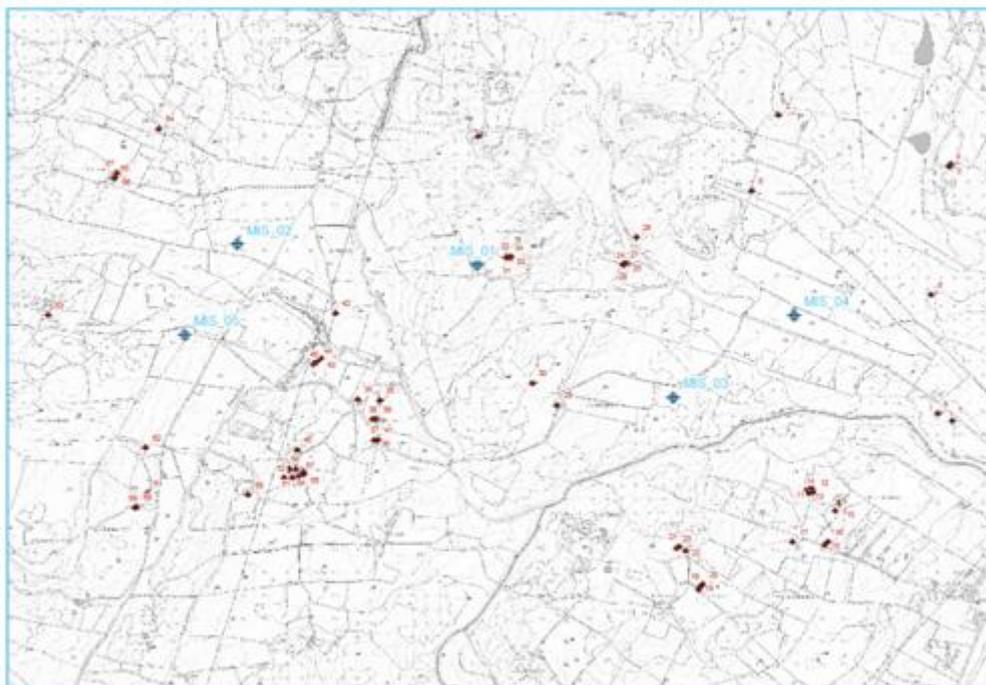
Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

---

*Recettore numero 31,32,33,34 in prossimità della turbina MIS\_01*



*Mapa dei recettori nella zona dell'impianto, posizione aerogeneratori*



## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

*Elenco recettori di ombra giornaliera*

id	x	y	WTG più vicina	distanza [m]	id	x	y	WTG più vicina	distanza [m]
45	518600	4551483.5	MIS_05	602	46	518523.7	4551088	MIS_05	735
66	517693.9	4552341.5	MIS_02	636	55	518555.4	4550987	MIS_05	831
67	517702.3	4552362	MIS_02	639	56	518487.6	4550999	MIS_05	779
29	519710.3	4551293.5	MIS_03	534	60	517791.7	4550825	MIS_05	821
28	520020.4	4551948	MIS_03	659	61	517840.6	4550888	MIS_05	748
35	518800.3	4551319.5	MIS_01	826	57	518531.7	4550968.5	MIS_05	830
31	519478.8	4551973	MIS_01	136	9	520982.9	4550809	MIS_03	903
30	519596.8	4551396	MIS_01	598	10	521002.7	4550846	MIS_04	885
36	518875.9	4551133.5	MIS_01	933	11	520874.6	4550915.5	MIS_03	754
37	518881.3	4551133.5	MIS_01	930	21	520269.3	4550642.5	MIS_03	685
43	518632	4551508.5	MIS_05	629	13	520861.5	4550890	MIS_03	757
38	518867.8	4551228.5	MIS_01	857	14	520848.4	4550899	MIS_03	742
39	518884.3	4551228	MIS_01	848	22	520296.8	4550622.5	MIS_03	707
42	518699.7	4551716.5	MIS_02	550	17	520788.6	4550663.5	MIS_03	859
64	517892.1	4552565	MIS_02	641	23	520254.8	4550634	MIS_03	694
41	518893	4551133.5	MIS_01	925	15	520933.9	4550651	MIS_03	967
63	517388.1	4551707.5	MIS_05	631	16	520949.6	4550665	MIS_03	969
32	519501.8	4551978	MIS_01	160	12	520881.7	4550892	MIS_03	773
33	519494.8	4551975.5	MIS_01	152	18	520366.6	4550461	MIS_03	875
35	518900.5	4551316.5	MIS_01	766	19	520355.9	4550445.5	MIS_03	889
34	519487.3	4551974	MIS_01	145	20	520376.2	4550470	MIS_03	868
65	517686.8	4552339	MIS_02	641	1	521508.5	4552405	MIS_01	591
44	518617.2	4551497.5	MIS_05	616	3	521502	4552393	MIS_04	998
47	518467.5	4550998.5	MIS_05	767	4	520014.9	4551939	MIS_04	985
48	518478.1	4550997.5	MIS_05	774	24	520602.2	4552280	MIS_03	653
49	518482.9	4550998.5	MIS_05	776	5	521516.1	4551223	MIS_04	605
50	518501.1	4550961	MIS_05	817	7	521420.2	4551801.5	MIS_04	867
51	518461.3	4550993	MIS_05	767	6	520724.9	4552627	MIS_04	631
58	518300.6	4550881.5	MIS_05	789	2	521448.7	4551254.5	MIS_04	923
62	517832.3	4551098	MIS_05	548	8	520026.3	4551946.5	MIS_04	794
52	518465.3	4550960	MIS_05	797	25	520071.8	4552067	MIS_03	656
59	517782.4	4550820.5	MIS_05	828	26	520014.2	4551944	MIS_01	736
53	518555.1	4550977	MIS_05	838	27	519352.9	4552530.5	MIS_03	658
54	518516.5	4550996	MIS_05	799					

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

**Risultati**

Nelle seguenti tabelle sono riportati i risultati dell'analisi effettuata con il software WindFarm, indicando per ogni finestra di ogni abitazione e per ogni ricettore posto sulle strade:

- il numero di giorni annuo in cui si verifica il fenomeno della ombra intermittente
- il numero di ore massime per giorno in cui il fenomeno si verifica
- il numero di ore medie per giorno in cui il fenomeno si verifica

Nella seguente tabella sono riportati i risultati dello studio dell'evoluzione dell'ombra giornaliera con il layout di impianto che prevede 5 aerogeneratori SIEMENS GAMESA SG 170 da 7 MW, con altezza hub di 115 m e diametro rotore di 170 m.

*Risultati analisi delle ombre giornaliere. In rosso il complesso dei ruderi di Stazzo Saccheddu per cui il fenomeno di flickering è più importante e in blu recettori in cui il fenomeno è totalmente assente.*

ID Recettore	Nr. Giorni anno	Ore per anno	Max Minuti giorno	Media Minuti per giorno	WTG interferente
45	24	7	20	18	MIS_03
	133	124	70	56	MIS_05
66	30	7	20	14,3	MIS_01
	126	69	60	32,9	MIS_02
67	26	7	20	16,1	MIS_01
	120	74	60	37,2	MIS_02
29	55	17	20	18,7	MIS_02
	108	97	80	54	MIS_03
	67	26	30	23,4	MIS_04
	28	9	30	19,6	MIS_05
28	85	61	60	45,2	MIS_01
	62	27	40	26,6	MIS_04
35	33	10	30	19	MIS_03
	96	74	60	46,6	MIS_05
31	264	839	240	190,7	MIS_01
	30	7	20	14,3	MIS_02
	24	6	20	16,25	MIS_03
	14	2	10	10	MIS_04
	25	5	20	13,6	MIS_05
30	77	25	30	19,5	MIS_02
	78	54	60	41,5	MIS_03
	42	13	30	18,6	MIS_04
	32	9	30	17,5	MIS_05
36	36	11	30	19,7	MIS_03
	42	18	30	25,7	MIS_05
37	36	11	30	19,4	MIS_03
	23	4	20	11,7	MIS_04
	44	18	30	25,4	MIS_05

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

43	29 145	7 105	20 60	15,9 43,6	MIS_03 MIS_05
38	34 19 79	10 3 52	30 20 50	18,2 10,5 40	MIS_03 MIS_04 MIS_05
39	36 21 81	10 3 54	30 20 50	18 10,5 40,12	MIS_03 MIS_04 MIS_05
42	94 27 74	85 6 56	70 20 60	54,5 14,1 45,6	MIS_01 MIS_03 MIS_05
64	38	10	20	16	MIS_01
41	38 24 46	12 4 20	30 20 30	19,5 11,6 26,3	MIS_03 MIS_04 MIS_05
63	25 111 81	5 52 60	20 40 70	13,6 28,4 44,4	MIS_01 MIS_02 MIS_05
32	263 28 12 24	735 6 2 5	210 20 10 20	167,7 13,6 10 13,3	MIS_01 MIS_02 MIS_04 MIS_05
33	263 29 13 14 24	765 6 2 2 5	220 20 20 10 20	174,7 13,4 13,1 10 13,3	MIS_01 MIS_02 MIS_03 MIS_04 MIS_05
35	35 27 108	11 5 65	30 20 40	19,7 11,9 36,2	MIS_03 MIS_04 MIS_05
34	263 29 20 10 24	802 6 5 2 5	230 20 20 10 20	183,2 14,2 15,5 10 13,7	MIS_01 MIS_02 MIS_03 MIS_04 MIS_05
65	30 123	7 67	20 60	14 33	MIS_01 MIS_02
44	28 140	7 123	20 70	16,4 53	MIS_03 MIS_05
47	22	4	20	10,9	MIS_03
48	22	4	20	10,9	MIS_03
49	22	4	20	10,9	MIS_03
50	26	5	20	11,5	- MIS_03
51	22	4	20	10,9	--MIS_03
58	12	2	10	10	--MIS_03
62	39	10	20	15,6	--MIS_01
52	26	4	20	11,2	MIS_03
59	0	0	0	0	
53	29	5	20	12,1	MIS_03
54	24	4	20	11,3	-MIS_03
46	24	5	20	13,8	MIS_03-
55	28	5	20	12,1	MIS_03-
56	23	4	20	10,9	MIS_03-
60	0	0	0	0	
61	0	0	0	0	
57	28	5	20	11,8	MIS_03-
9	0	0	0	0	
10	0	0	0	0	
11	0	0	0	0	
21	0	0	0	0	
13	0	0	0	0	

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

14	0	0	0	0	
22	0	0	0	0	
17	0	0	0	0	
23	0	0	0	0	
15	0	0	0	0	
16	0	0	0	0	
12	0	0	0	0	
18	0	0	0	0	
19	0	0	0	0	
20	0	0	0	0	
1	18 33	3 12	20 30	12,8 22,7	MIS_03 MIS_04
3	21 37	5 16	20 40	14,3 26,5	MIS_03 MIS_04
4	81 62	62 25	60 40	45,9 24,8	MIS_01 MIS_04
24	41	13	30	19,3	MIS_01
5	44	19	40	25,9	MIS_03
7	47 81	18 65	30 70	23,6 48,6	MIS_03 MIS_04
6	41	10	20	14,9	MIS_01
2	46	20	40	26,7	MIS_03
8	81 62	60 28	60 40	44,6 27,1	MIS_01 MIS_04
25	70 71	44 30	50 40	38,4 25,9	MIS_01 MIS_04
26	81 63	62 26	60 40	46,2 24,8	MIS_01 MIS_04
27	46 62	13 16	30 20	17,8 16,3	MIS_02 MIS_05

Dall'esame della tabella e del layout di impianto e relativa posizione dei ricettori, si possono trarre le seguenti considerazioni:

- Si osserva che per alcuni dei ricettori considerati il fenomeno del "flickering" non si verifica mai. Questo avviene in particolare per le abitazioni 59, 60, 61, 9, 10, 11, 21, 13, 14, 22, 17, 23, 15, 16, 12, 18, 19, 20 (scritte in blu in tabella). Questa assenza di interferenza è dovuta principalmente ad una elevata distanza dall'impianto per tutti quanti i suddetti ricettori.
- Si osserva inoltre che per molti ricettori, nonostante l'elevata distanza dall'area di impianto, è presente comunque un minimo fenomeno di "flickering". Ciò deriva dal fatto che il fenomeno del "flickering" è maggiormente evidente nelle ore mattutine e serali della giornata, quando il sole è molto basso sull'orizzonte e quindi le ombre si allungano, in particolare quindi nella direzione verso nord-ovest al mattino (sole a sud-est) e nella direzione sud-est alla sera (sole a nord-ovest). Quindi le abitazioni o masserie principalmente soggette ad effetto di presenza di ombra intermittente sono quelle più vicine all'impianto e localizzate su un allineamento ovest – est rispetto all'impianto stesso.

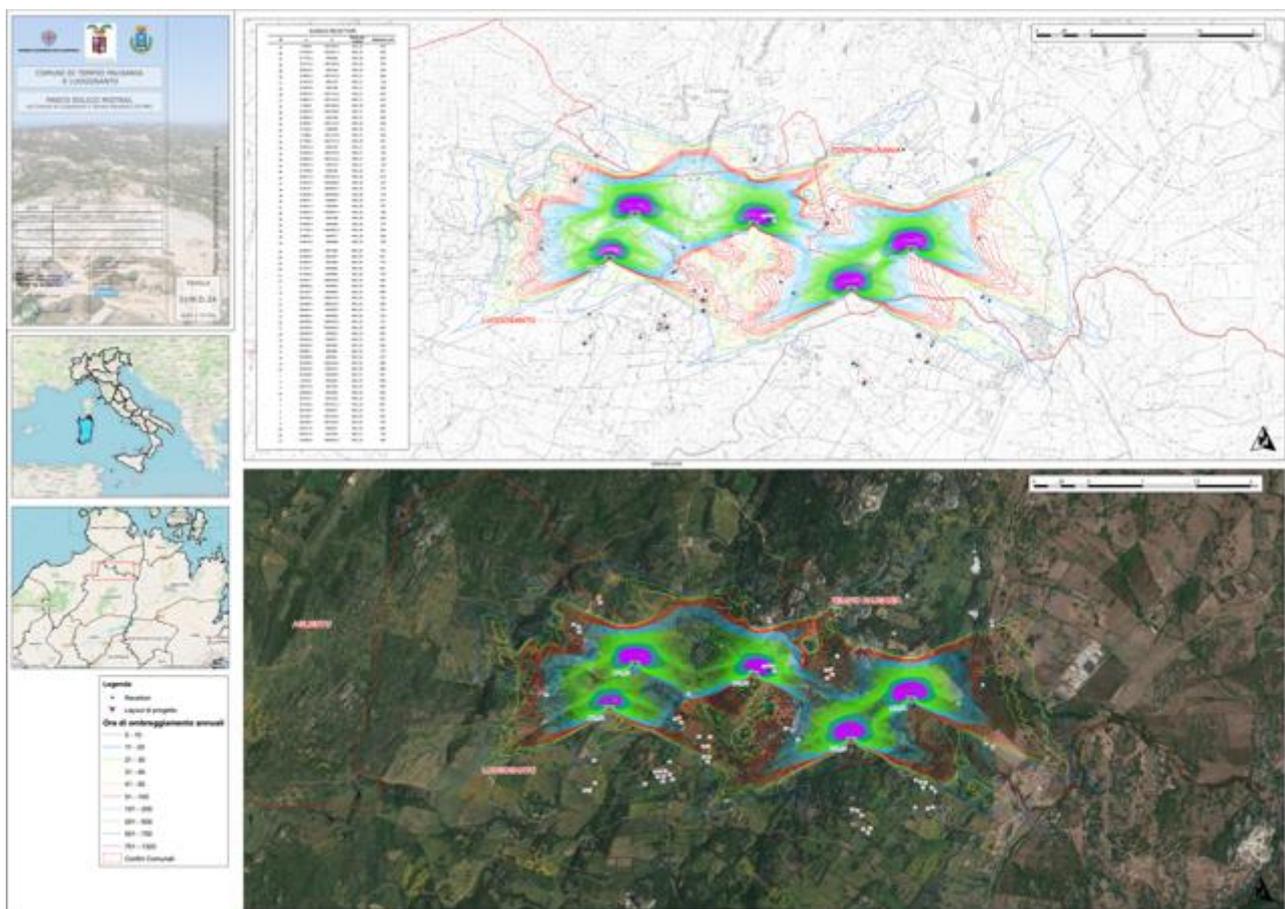
## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

- In generale il fenomeno di “flickering” per tutti i recettori considerati è contenuto, riferendosi alle abitazioni. Unico caso è il complesso di ruderi di Stazzo Saccheddu, con cui si è interloquito con alcuni proprietari che non hanno manifestato particolari problemi, trattandosi di uno stabile che già è circondato da cave di granito.

La Tavola 01W.D.24 Mappa dell’interferenza delle ombre rappresenta graficamente i risultati dello studio sopra descritto.

*Estratto della Tavola 01W.D.24 – Mappa delle interferenze delle ombre*



## **Conclusioni**

Lo studio dell’ombra giornaliera del progetto “Parco Eolico Mistral”, costituito da 5 aerogeneratori, ha dimostrato una contenuta interferenza di ombra giornaliera intermittente sui principali recettori della zona. Per alcuni dei recettori potenziali il fenomeno è addirittura assente.

Sulla base delle risultanze dello studio è lecito ritenere che, nel caso del progetto oggetto di studio, il fenomeno dell’intermittenza dell’ombra giornaliera riguarda la maggior parte dei potenziali recettori di ombra, ma comunque con una modesta rilevanza quantitativa.

### **2.2.6.5 Gittata massima in caso di rottura degli organi rotanti**

La metodologia di calcolo della gittata ha tenuto conto della direzione e velocità del vento, in relazione alle caratteristiche meccaniche degli aerogeneratori scelti (Siemens Gamesa SG170 HH 115m). Per un dettaglio sulla metodologia di calcolo si rimanda alla relazione specialistica 01W.R.20 Analisi degli effetti della rottura degli organi rotanti, redatto dall'Ing. Samuele Viara.

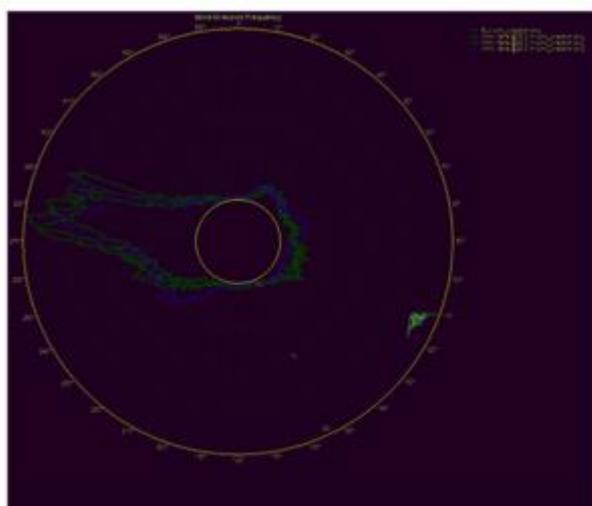
Il calcolo della gittata è stato perfezionato considerando non solo il numero di giri al minuto massimo (rpm), ma il fatto che questi variano al variare della velocità del vento. Pertanto si è utilizzata una curva fornita dal produttore, che mette in relazione RPM con il modulo della velocità.

In seconda battuta si sono estrapolati, dai dati del vento a disposizione, i valori massimi su 36 settori di direzione. Inoltre, si sono estrapolati, basandosi sui dati reali misurati in sito e su una serie LES acquistata da VORTEX, i valori di velocità a 115 metri di altezza, che corrisponde all'altezza del mozzo degli aerogeneratori in progetto. A questi valori si sono associati poi, i giri al minuto del rotore.

Detto ciò, bisogna tenere conto della frequenza con cui si presenta il vento nei trentasei settori. Ciò ha così consentito di definire delle classi di probabilità nel caso in cui si verifici la rottura di una blade.

Nel seguito sono rappresentate in forma tabulare i risultati dei vari passaggi in modo sintetico. Prima però si vuole ancora evidenziare quanto di seguito.

### **ROSA DEI VENTI CHE INDICA LA FREQUENZA DELLE VELOCITA' a 115 metri di altezza**



## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

---

Questa immagine ci fa capire che perlopiù l'aerogeneratore sarà orientato verso Ovest e, poiché il senso di rotazione del rotore è ORARIO, nel caso in cui si verificasse la rottura, la pala verrebbe LANCIATA in direzione SUD.

Ora vediamo quanto esposto, in numeri.

SI SONO INDICATE NELLA TABELLA SEGUENTE DELLE CLASSI DI PROBABILITA' PER LA DIREZIONE DI LANCIO NEL CASO IN CUI L'IMPROBABILE FENOMENO DI ROTTURA SI DOVESSE VERIFICARE.

<b>V<sub>0</sub></b>	<b>V<sub>1</sub></b>	<b>CLASSIFICAZIONE PROBABILITA'</b>	
0	2	<b>1</b>	<b>molto basso</b>
2	4	<b>2</b>	<b>basso</b>
4	6	<b>3</b>	<b>medio basso</b>
6	8	<b>4</b>	<b>medio</b>
8	10	<b>5</b>	<b>medio alto</b>
10	12	<b>6</b>	<b>alto</b>
12	14	<b>7</b>	<b>molto alto</b>

DI SEGUITO UNA TABELLA IN CUI SONO RIPORTATE LE SEGUENTI COLONNE:

- SETTORE DI DIREZIONE DI PROVENIENZA DEL VENTO
- DIREZIONE DI LANCIO, OVVERO LA DIREZIONE DI CUI AL PUNTO PRECEDENTE

RUOTATA DI 90° IN SENSO ANTIORARIO

- MODULO DELLA GITTATA MASSIMA in METRI, CALCOLATO CON LE ASSUNZIONI

DESCRITTE NEI PARAGRAFI PRECEDENTI

- FREQUENZA IN CUI SI PRESENTA IL VENTO IN UNA CERTA DIREZIONE. I VALORI

SONO PERCENTUALI

- CLASSE DI PROBABILITA' (IN BASE ALLA NUMERAZIONE ASSUNTA NELLA TABELLA

PRECEDENTE) DI UNA CERTA DIREZIONE, QUALORA SI VERIFICHINO L'IMPROBABILE EVENTO

---

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

DIREZIONE VENTO	DIREZIONE DI LANCIO	GITTATA MASSIMA [m]	Frequency (%) vs. 'dir:'	CLASSIFICAZIONE PROBABILITA'
0°	270	266.3	0.5	1
10°	280	266.0	0.9	1
20°	290	228.1	1.5	1
30°	300	198.2	1.5	1
40°	310	191.7	1.7	1
50°	320	266.0	1.3	1
60°	330	259.8	1.7	1
70°	340	266.3	1.8	1
80°	350	266.0	1.9	1
90°	0	266.0	1.9	1
100°	10	244.0	3.0	2
110°	20	266.3	4.9	3
120°	30	266.0	5.4	3
130°	40	266.3	4.5	3
140°	50	266.3	2.5	2
150°	60	266.3	1.3	1
160°	70	205.1	0.5	1
170°	80	266.0	0.4	1
180°	90	266.0	0.3	1
190°	100	266.3	0.4	1
200°	110	266.3	0.5	1
210°	120	259.8	0.7	1
220°	130	208.6	1.0	1
230°	140	208.6	1.5	1
240°	150	208.6	2.0	1
250°	160	190.6	3.2	2
260°	170	191.7	6.1	4
270°	180	191.7	15.5	7
280°	190	191.7	17.0	7
290°	200	191.7	8.5	5
300°	210	253.1	2.7	2
310°	220	266.0	1.4	1
320°	230	266.3	0.9	1
330°	240	266.3	0.5	1
340°	250	266.0	0.4	1
350°	260	266.0	0.4	1

Nel caso dovesse verificarsi l'evento della rottura di una pala nelle condizioni di MASSIMA VELOCITA' DEL ROTORE la massima distanza a cui questa verrebbe lanciata nel caso il distacco avvenga nella condizione peggiore in cui l'angolo di lancio  $\theta = 27 / 28^\circ$ , sarebbe di 266 metri. Il settore con maggiore probabilità, ovvero quello che corrisponde alla direzione del vento

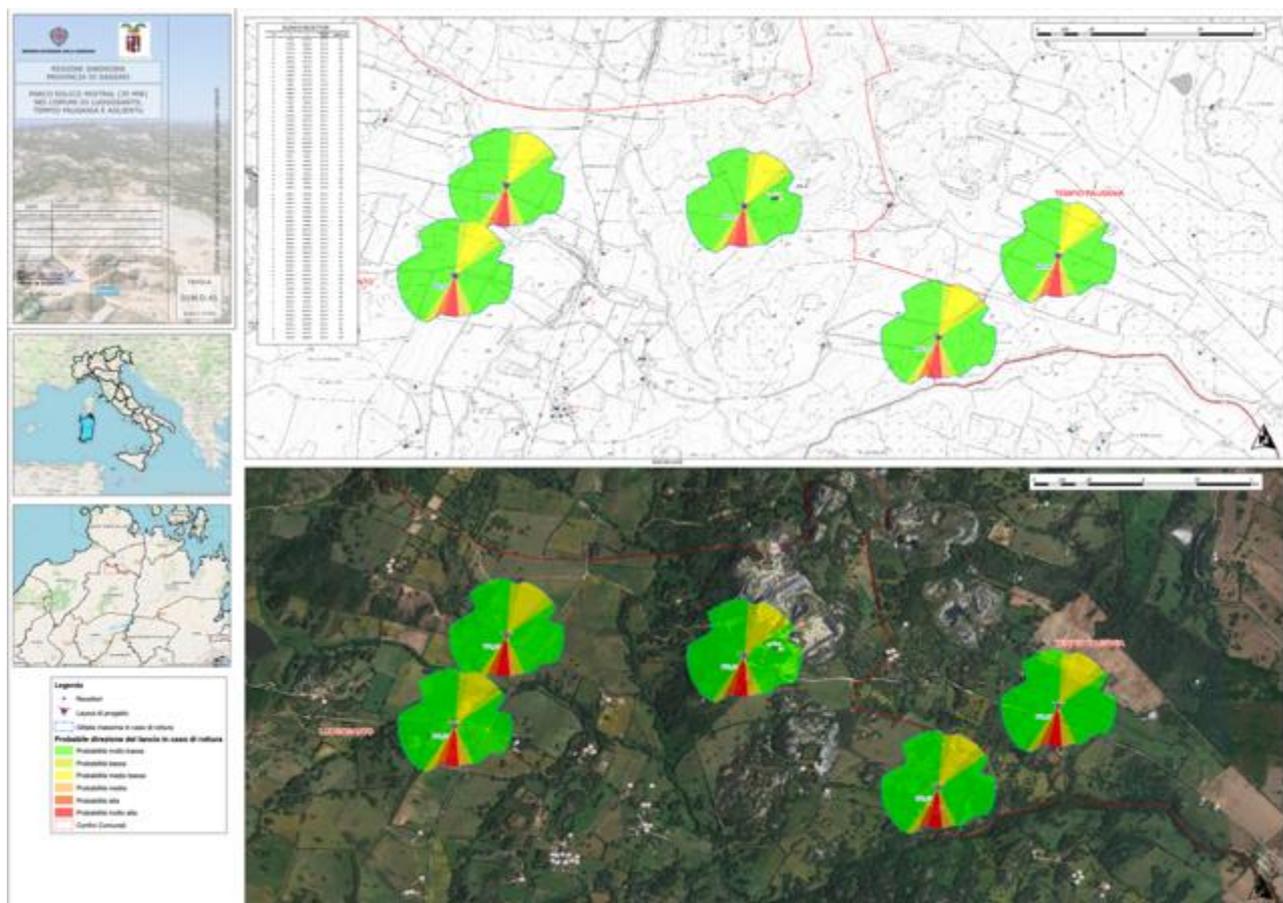
## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

prevalente, è 270° che corrisponde ad un lancio in direzione 180° rispetto al NORD centrato sulla posizione dell'aerogeneratore.

Quanto qui calcolato ed esplicitato, è rappresentato graficamente negli elaborati 01W.D.41 Gittata massima in caso di rottura degli organi rotanti e 01W.D.42 Distanza di rispetto dai fabbricati residenziali.

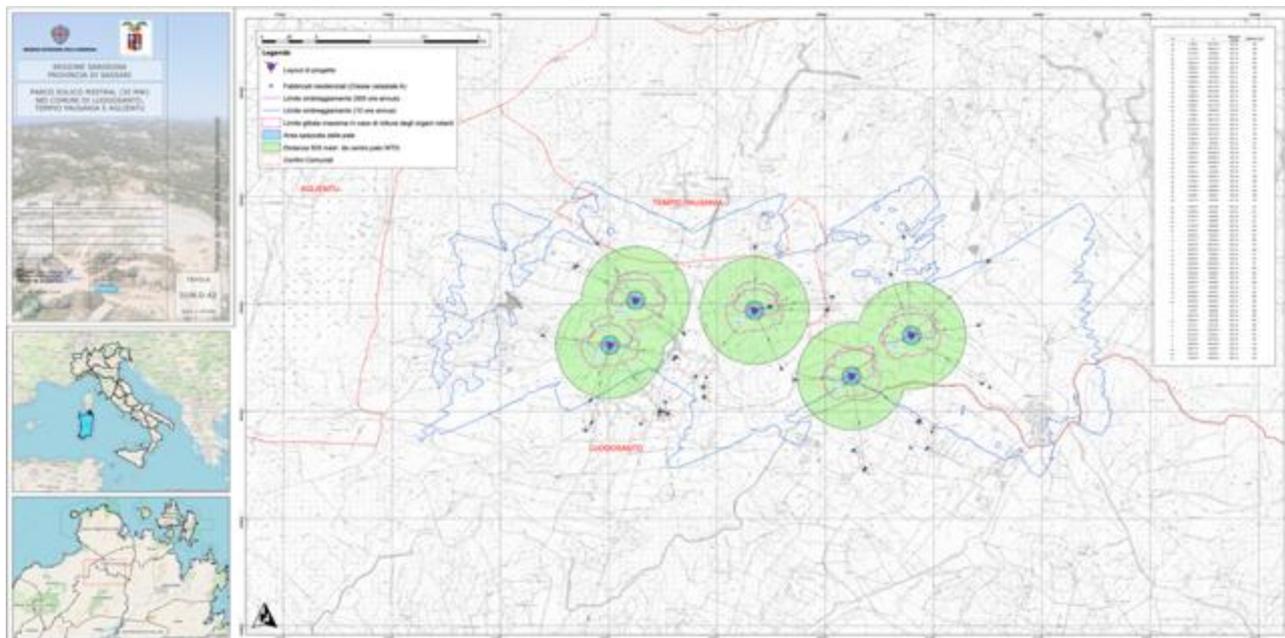
*Estratto della Tavola 01W.D.41 – Gittata massima in caso di rottura degli organi rotanti*



## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

Estratto della Tavola 01W.D.42 – Distanza di rispetto dai fabbricati residenziali

**Conclusioni**

Come si vede dai risultati riportati in Tabella, la gittata massima complessiva è in tutti i casi inferiore a 500 [m]. Nell'unico caso in cui tale distanza è inferiore a 500 metri, tra MIS\_01 e Stazzu Saccheddu, di cui si è ampiamente descritta la situazione negli elaborati progettuali, non si ha alcun pericolo poiché tale fabbricato è a Nord Est rispetto all'impianto e l'aerogeneratore dovrebbe essere orientato verso sud – sud est, ovvero una condizione di vento che praticamente non si verifica mai (percentuale di frequenza di questa direzione 0,5%  $\diamond$  **PROBABILITA' MOLTO BASSA**).

### **2.2.7 Sviluppo socio-economico**

Oltre alle ricadute occupazionali, è opportuno valutare anche il beneficio socioeconomico del progetto sulle realtà locali in cui si inserisce.

Fermo restando che, ai sensi del punto 1.1 e del punto 13.4 delle linee guida di cui al DM 10.09.10, per l'attività di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili non è dovuto alcun corrispettivo monetario in favore dei Comuni, l'autorizzazione unica può prevedere l'individuazione di misure compensative, a carattere non meramente patrimoniale, a favore degli stessi Comuni e da orientare su interventi di miglioramento ambientale correlati alla mitigazione degli impatti riconducibili al progetto, ad interventi di efficienza energetica, di diffusione di installazioni di impianti a fonti rinnovabili e di sensibilizzazione della cittadinanza sui predetti temi. Le eventuali misure compensative verranno definite in sede di Autorizzazione Unica nel rispetto dell'Allegato 2 "Criteri per l'eventuale fissazione di misure compensative" del D.M. 10.09.2010.

Il Proponente promuoverà un dialogo con le Amministrazioni, gli enti e le associazioni locali interessate dalle opere di progetto, con lo scopo primario di identificare misure per favorire l'inserimento del progetto nel territorio, creando le basi per importanti sinergie con le comunità locali. La società proponente, nello sviluppo di iniziative di questo tipo, ha come obiettivo quello di favorire investimenti sostenibili a sostegno del settore locale, per instaurare una sinergia virtuosa tra il progetto, il territorio e la comunità locale.

ENGIE, essendo un'Utility, è inoltre in grado di mettere a disposizione della comunità locale le competenze utili ad individuare gli interventi più adeguati che potranno riguardare edifici pubblici, privati, complessi aziendali e attività. A disposizione della comunità locale è la consolidata esperienza nell'ambito dell'efficientamento energetico, quindi nel contenimento dei consumi attraverso l'ottimizzazione del rapporto tra fabbisogno energetico (di luce e gas) e livello di emissioni, sfruttando le fonti energetiche in modo ottimale. ENGIE, inoltre, potrà mettere a disposizione l'esperienza maturata nell'ambito della realizzazione e gestione delle comunità energetiche rinnovabili (CER).

---

### **2.2.8 Paesaggio**

I principali impatti sulle componenti paesaggistiche imputabili alla realizzazione del parco eolico sono dovuti alla visibilità delle WTG (che raggiungono altezze ragguardevoli).

Lo studio della visibilità potenziale e delle aree soggette ad ombreggiamento è stato condotto utilizzando software di modellizzazione specifici.

I paragrafi seguenti illustrano i risultati ottenuti.

#### **2.2.8.1 Intervisibilità**

Lo studio prevede l'analisi della visibilità dell'impianto eolico attraverso la stesura di mappe di intervisibilità teorica dell'area dell'impianto (**MIT**), e la valutazione della visibilità dell'impianto da punti di vista sensibili, quali luoghi e assi viari panoramici, immobili e aree di valenza architettonica o archeologica, elementi di naturalità ecc.

Posto che la mappa di intervisibilità fornisce un primo elemento di misura della visibilità del parco, al proposito, è opportuno evidenziare che la carta generata non tiene conto della copertura del suolo (sia vegetazione che manufatti antropici). L'analisi condotta risulta, pertanto, essere assai conservativa, limitandosi soltanto a rilevare la presenza o assenza di ostacoli orografici verticali che si frappongono tra i vari aerogeneratori ed il potenziale osservatore.

Le mappe di intervisibilità sono state realizzate mediante l'ausilio di algoritmi di calcolo dedicati, implementati su piattaforme GIS, in grado di:

- ricostruire l'andamento orografico del territorio, attraverso l'elaborazione delle informazioni contenute nei file numerici DTM (Digital Terrain Model) di input, disponibili sul portale cartografico della Regione Sardegna, risoluzione 10m;
- ricostruire l'uso del suolo del territorio e la "geometria" degli elementi naturali in grado di costituire un ostacolo alla visibilità dell'impianto, ossia in grado di rappresentare una barriera visiva tra un potenziale osservatore e gli impianti, esercitando così una vera e propria azione schermante.

Per la valutazione dell'impatto visivo è necessario valutare il numero di elementi visibili dal punto di osservazione considerato, determinando, in estrema sintesi, "quanti" aerogeneratori si vedono, "da dove" e "quanto" si vedono.

---

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

---

Le mappe forniscono la distribuzione della visibilità degli aerogeneratori all'interno dell'area vasta d'indagine, considerando le seguenti condizioni di calcolo:

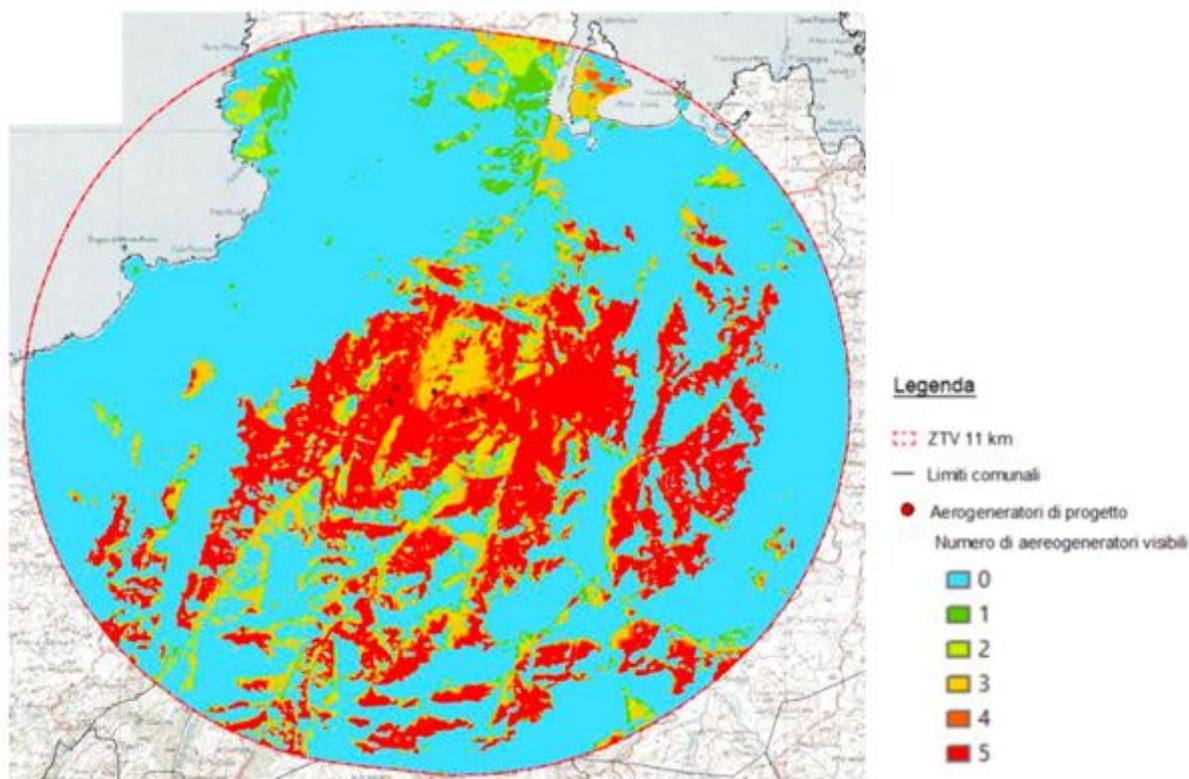
- altezza aerogeneratori di progetto: 220 m s.l.t
- altezza dell'osservatore: 1,8 m s.l.t.;
- limite (imposto) areale di calcolo: 11 km.

In via cautelativa sono stati ipotizzati per tutti i parchi eolici degli aerogeneratori di dimensioni analoghe a quelli previsti nel parco di progetto, considerando anche in tale ambito il worst case scenario.

Sono state prodotte 4 diverse Mappe di intervisibilità:

- M.I.T. Relativa al solo parco eolico di progetto
- M.I.T. Relativa allo stato di fatto elaborata considerando i parchi già realizzati
- M.I.T. Relativa alla realizzazione del parco di progetto-Analisi cumulata

*M.I.T. relativa al solo parco eolico in progetto*

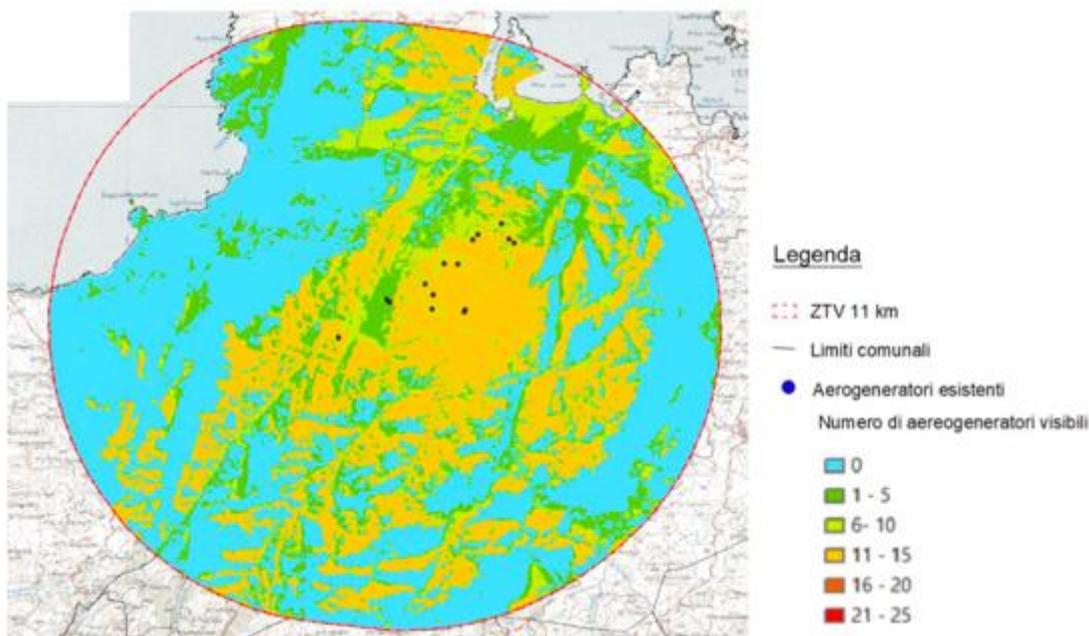


01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

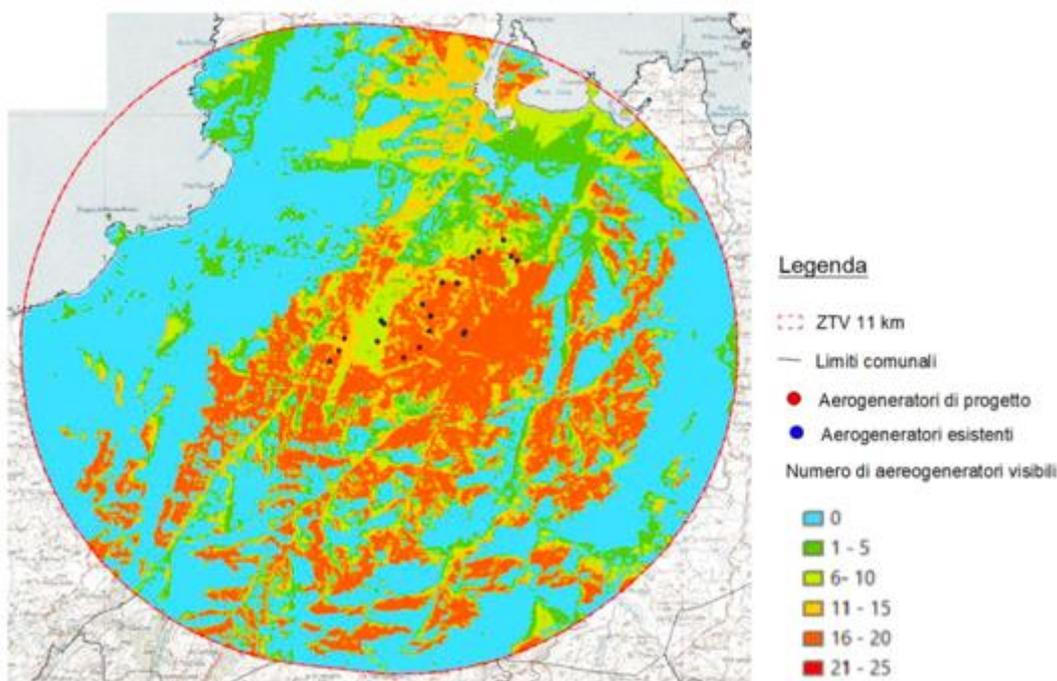
Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

Come si evince dalla mappa di intervisibilità teorica sopra riportata, in accordo con le indicazioni e previsioni teoriche delle L.G. FER, il numero di aerogeneratori visibili da una distanza di circa 11 km è praticamente trascurabile in tutte le direzioni, nonostante l'altezza caratterizzante le macchine in progetto ( $H_{tot}=H_{Hub}+R_{Rotore}=135\text{ m}+85\text{ m}=220\text{ m}$ ).

*M.I.T. relativa ai soli parchi eolici esistenti*



*M.I.T. cumulata*



Dagli stralci sopra riportati, si osserva che la realizzazione del parco in progetto non incide in maniera significativa sul numero di aerogeneratori visibili dalle diverse aree del territorio circostante.

E' da evidenziare che, viste le ipotesi/condizioni di calcolo imposte (sviluppo delle linee di visibilità a 360 gradi per ogni aerogeneratore, base di calcolo unicamente orografica senza considerare l'uso del suolo e gli ostacoli schermanti quali alberature stradali, alberature poderali, filari isolati di alberi), quanto restituito dalla mappa di intervisibilità fornisce una rappresentazione fortemente cautelativa e, può affermarsi, decisamente in eccesso rispetto alla reale visibilità della totalità degli impianti all'interno della ZTV.

### **Individuazione dei punti sensibili**

Note le aree di maggiore o minore visibilità dell'impianto, si è provveduto all'individuazione dei possibili punti di osservazione sensibili, per ciascuno dei quali è stata effettuata una specifica valutazione. I punti di vista significativi che si è scelto di considerare nell'analisi, consistono in elementi significativi del sistema storico - culturale, strade panoramiche e paesaggistiche, comuni nell'intorno del parco, nell'intorno di 11 km, coincidente con la zona di visibilità teorica (ZTV).

Il territorio compreso nell'area di indagine ha subito negli ultimi decenni lievi trasformazioni con la realizzazione di parchi eolici che sicuramente hanno determinato un cambiamento dello stato dei luoghi. L'area su cui dovrà sorgere l'impianto è caratterizzata da quote variabili mediamente tra i 70 - 240 metri. All'interno dell'area vasta dei 11 Km di indagine è presente una rete stradale composta da alcune statali e strade provinciali, da strade asfaltate o in sterrato in mediocri condizioni, ma comunque percorribili. Con riferimento all'impatto visivo, all'interno ed ai margini dell'area di indagine si è valutata l'esistenza di eventuali punti di osservazione sensibili: punti di vista significativi, ossia localizzazioni geografiche che, in relazione alla loro fruizione da parte dell'uomo (intesa come possibile presenza dell'uomo), sono da considerarsi sensibili all'impatto visivo indotto dall'inserimento degli impianti eolici nel paesaggio (borghi abitati, singolarità di interesse turistico, storico archeologico, ecc). Dei punti sensibili individuati nel territorio di seguito riportati sono stati presi in considerazione solo quelli ricadenti all'interno dell'area vasta d'indagine (Buffer di 11km).

---

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

*Individuazione dei punti sensibili*

ID	PUNTO SENSIBILE	TIPOLOGIA	COMUNE	WGS UTM 32N	
				X	Y
01	Nuraghe Vignamarina	Sito storico archeologico	Santa Teresa di Gallura	516226	4563906
02	La balcaccia	Riserva Naturale	Santa Teresa di Gallura	522192	4564763
03	Punta de la Balcaccia	Punto Panoramico	Santa Teresa di Gallura	522592	4565343
04	SS 133 di Palau	Strada Statale 133 di Palau		512195	4538525
05	Chiesa Campestra San Pancrazio -Aglientu	Chiesa	Aglientu	508249	4544646
06	Nuragiche la Prisgiona	Sito archeologico	Arzachena	530454	4544101
07	Tomba dei giganti di Coddu Vecclu	Sito archeologico	Arzachena	529902	4544388
08	Nuragiche Albucciu	Sito archeologico	Arzachena	534420	4546396
09	Tomba dei giganti di Moru	Sito archeologico	Arzachena	534624	4546509
10	Complesso nuragico di Malchittu	Sito archeologico	Arzachena	534483	4547610
11	Punto Panoramico SP121	Punto panoramico SP121	Palau	533906	4557947
12	Panorama dell'arcipelago di la Maddalena_ SS133	Punto panoramico SS133	Palau	531415	4558669
13	Tomba dei giganti di Monte S'Ajacciu	Punto di riferimento storico	Palau	526929	4556414
14	Chiesa Campestre San Giorgio	Chiesa	Palau	527111	4556519
15	Chiesa Campestre di San Michele Arcangelo	Chiesa	Tempio Pausania	526421	4556282
16	Comune di Aglientu	Centro abitato	Aglientu	509542	4547754
17	Palazzo di Baldu	Castello	Luogosanto	518954	4546565
18	Tomba dei giganti di Li Lolghi	Sito archeologico	Arzachena	528024	4546216
19	Comune di Arzachena	Centro abitato (SS 427)	Arzachena	532367	4547226
20	Punto panoramico, belvedere dei graniti	Punto panoramico	Luogosanto	517253	4544807
21	Punto panoramico_ La Pétra Niéda	Punto panoramico	Luogosanto	517178	4545104
22	Castello di Balaiana	Castello	Luogosanto	520847	4544192
23	Tomba dei giganti di Li Mizzani	Sito archeologico	Palau	527931	4554512
24	Muraglia Megalitica e Nuraghe di Sarra di d'Aglientu	Sito archeologico	Sant'Antonio di Gallura	523752	4538546
25	Lago del Liscia	Territori contermini ai laghi		522685	4539758
26	Sito archeologico e Belvedere "Lu Naracu"	Sito archeologico	Sant'Antonio di Gallura	525353	4538154
27	Necropoli di Li Muri	Sito archeologico	Arzachena	527015	4546591
28	Chiesa Santa Maria della Neve	Chiesa	Luogosanto	514617	4543254
29	Belvedere Arzachena	Punto Panoramico	Arzachena	532849	4547967
30	Rocchia Lu Puntareddu	Punto Panoramico	Santa Teresa di gallura	518953	4556887
31	Fortezza Monte Altura	Fortezza	Palau	530418	4559426
32	Monte Russu	Zona SIC		510451	4555645
33	Torre Napoleonica	Punto di riferimento storico	Isola di Santo Stefano	533764	4560071
34	Forte San Giorgio	Punto di riferimento storico	Isola di Santo Stefano	533700	4560336

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

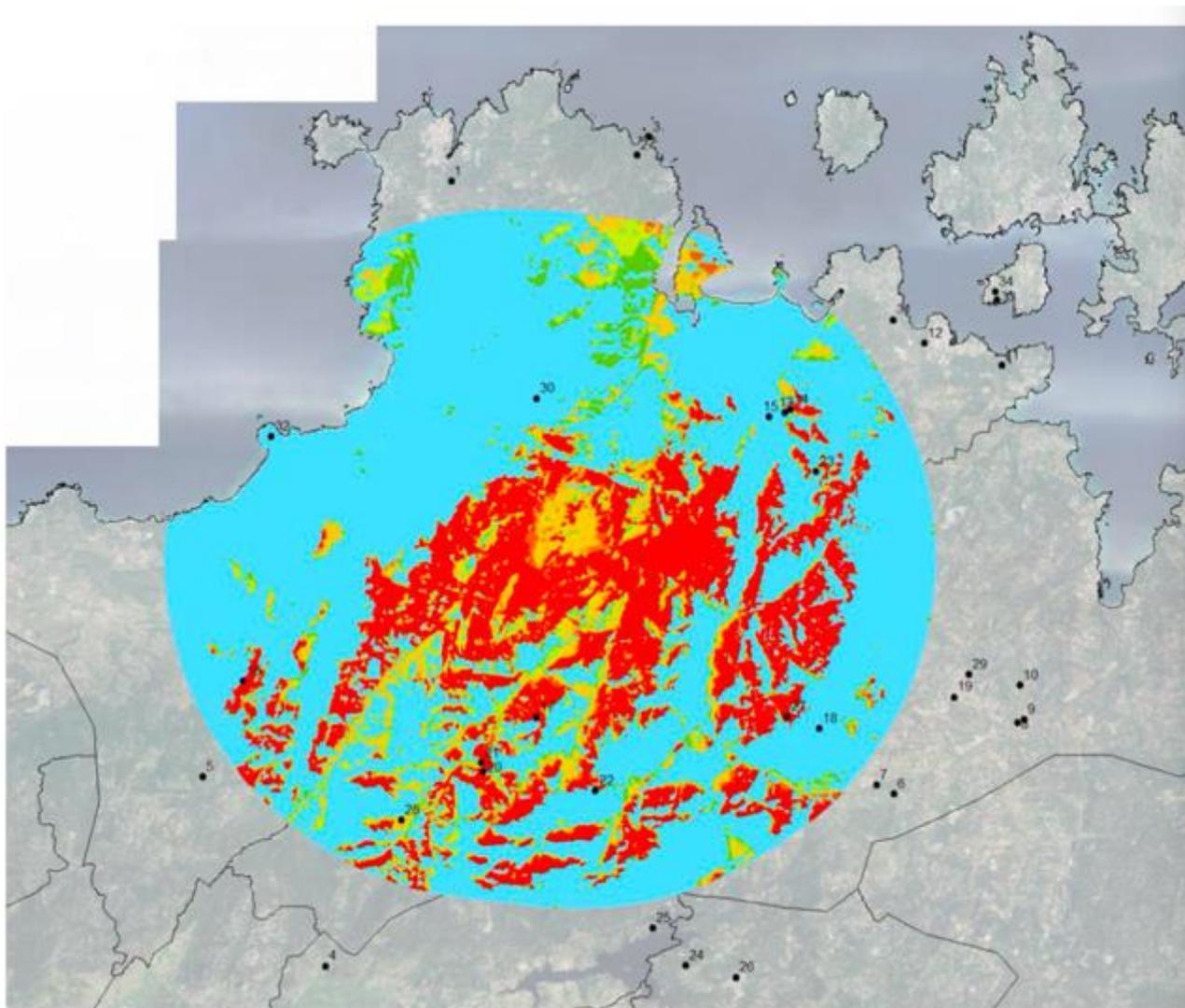
*Individuazione dei punti sensibili nel territorio indicato*

Dei 34 punti individuati sono stati esclusi quelli ricadenti al di fuori della zona di visibilità teorica (ZTV). Per ogni punto sensibile ricadente all'interno della ZTV inoltre è stata fatta una verifica per individuare da quali punti e/o zone gli aerogeneratori non sono in realtà visibili o la loro visibilità risulta trascurabile. Tale verifica tiene conto della mappa di intervisibilità e di sopralluoghi in loco, effettuati allo scopo di individuare possibili visuali libere in direzione dell'impianto e l'attuale stato dei luoghi.

01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

*M.I.T relativa al parco eolico in progetto con indicati i punti sensibili*



*Legenda discretizzazione visibilità teorica*

IMPIANTI VISIBILI	VISIBILITA'
0	Assente
1	Bassa
2	Bassa
3	Media
4	Media
5	Alta

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

*Punti sensibili ricadenti nel buffer con visibilità teorica*

ID	PUNTO SENSIBILE	TIPOLOGIA	WGS UTM 32N		VISIBILITA' TEORICA	DISTANZA (km)
			X	Y		
13	Tomba dei giganti di Monte S'Ajacciu	Punto di riferimento storico	526929	4556414	Assente	7.9
14	Chiesa Campestre San Giorgio	Chiesa	527111	4556519	Media	7.7
15	Chiesa Campestre di San Michele Arcangelo	Chiesa	526421	4556282	Assente	7.2
16	Comune di Aglientu	Centro abitato	509542	4547754	Alta	9.3
17	Palazzo di Baldu	Castello	518954	4546565	Alta	5.1
18	Tomba dei giganti di Li Lolghi	Sito archeologico	528024	4546216	Assente	9.3
20	Punto panoramico, belvedere dei graniti	Punto panoramico	517253	4544807	Alta	7.2
21	Punto panoramico_La Pétra Niéda	Punto panoramico	517178	4545104	Alta	7.0
22	Castello di Balaiana	Castello	520847	4544192	Alta	7.2
23	Tomba dei giganti di Li Mizzani	Sito archeologico	527931	4554512	Assente	7.7
27	Necropoli di Li Muri	Sito archeologico	527015	4546591	Alta	8.5
28	Chiesa Santa Maria della Neve	Chiesa	514617	4543254	Media	9.0
30	Roccia Lu Puntareddu	Punto Panoramico	518953	4556887	Assente	4.9
32	Monte Russu	Zona SIC	510451	4555645	Bassa	8.5

Segue che i punti di vista oggetto di interesse sono:

- ID\_14: Chiesa Campestre San Giorgio
- ID\_16: Comune di Aglientu
- ID\_17: Palazzo di Baldu
- ID\_20: Punto panoramico, belvedere dei graniti
- ID\_21: Punto panoramico\_La Pétra Niéda
- ID\_22: Castello di Balaiana
- ID\_27: Necropoli di Li Muri
- ID\_28: Chiesa Santa Maria della Neve
- ID\_32: Monte Russu

È possibile notare che la visibilità risulta alta da soli 9 punti sensibili, dei quali:

- 2 aventi distanza dal parco eolico  $> 9$  km, distanza che a causa del potere risolutivo dell'occhio umano renderebbe l'aerogeneratore scarsamente visibile ad occhio nudo con conseguentemente impatto visivo prodotto sensibilmente ridotto.
- 6 aventi distanza dal parco eolico maggiore di 7 km.
- 1 distante dal parco eolico 5.1 km

## **Conclusioni**

L'impatto visivo risulta essere elevato solo per il sito ID17 Palazzo Baldu distante dal parco eolico meno di 6 Km. Tuttavia, come già precedentemente detto, l'analisi condotta non tiene conto della copertura del suolo (sia vegetazione che manufatti antropici e per tale motivo risulta essere assai conservativa, limitandosi soltanto a rilevare la presenza o assenza di ostacoli orografici verticali che si frappongono tra i vari aerogeneratori ed il potenziale osservatore.

*Palazzo di Baldu (ID\_17)*

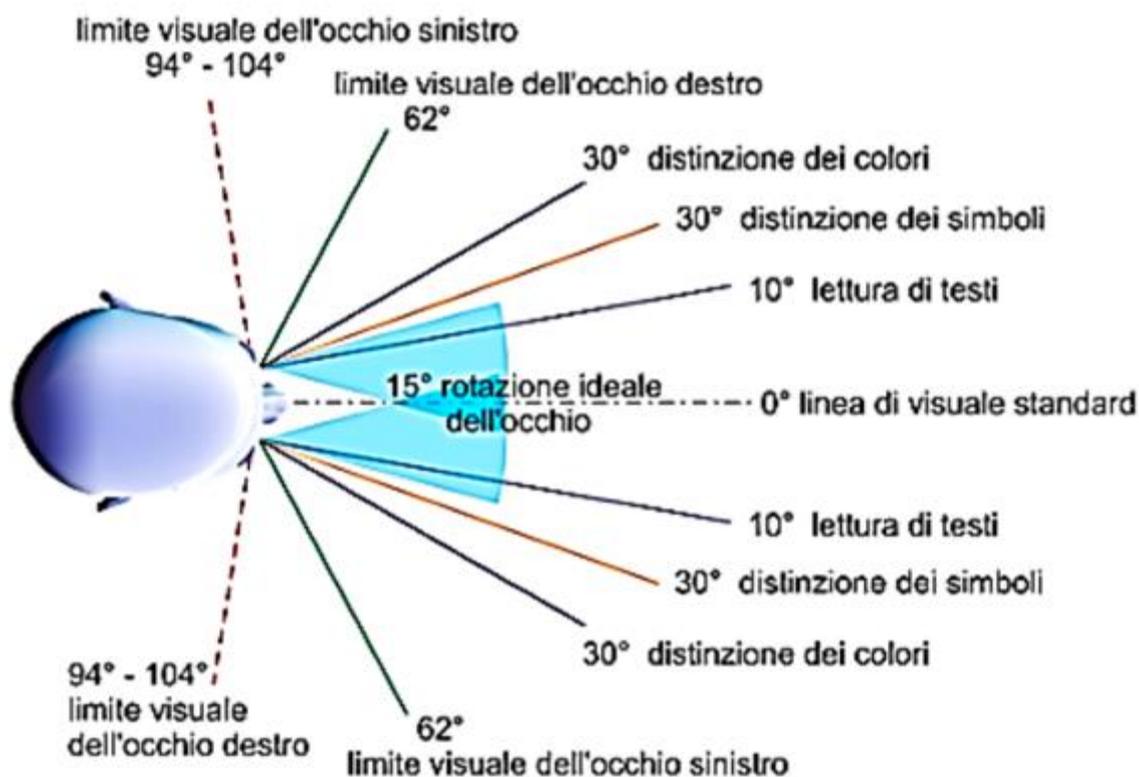


### 2.2.8.2 Fotoinserimenti e coni visuali

Nella realizzazione di un fotoinserimento finalizzato alla rappresentazione dello stato dei luoghi post operam ed alla quantificazione dell'impatto visivo e paesaggistico che la realizzazione di strutture e/o impianti tecnologici possono indurre sul contesto territoriale in cui si inseriscono, risulta fondamentale acquisire rilevamenti fotografici comparabili con ciò che l'occhio umano è in grado di visualizzare. Il campo di fuoco dell'occhio umano, ossia l'ampiezza degli angoli di vista in cui si verifica la visualizzazione di ciò che sta intorno, così come riportato nei manuali di oculistica, è pari a circa  $160^\circ$  in orizzontale e di  $120^\circ$  in verticale (limitazione anatomica questa, causata dalle arcate zigomatica e sopracciliare), considerando la visione d'insieme dei due occhi.

In altre parole, è necessario girare la testa o girare su se stessi per poter vedere la restante porzione dell'angolo giro. In questo modo gli aerogeneratori sparsi nelle diverse visuali intorno ad un punto di osservazione sono più facilmente percepiti come separati attenuando l'impatto visivo complessivo.

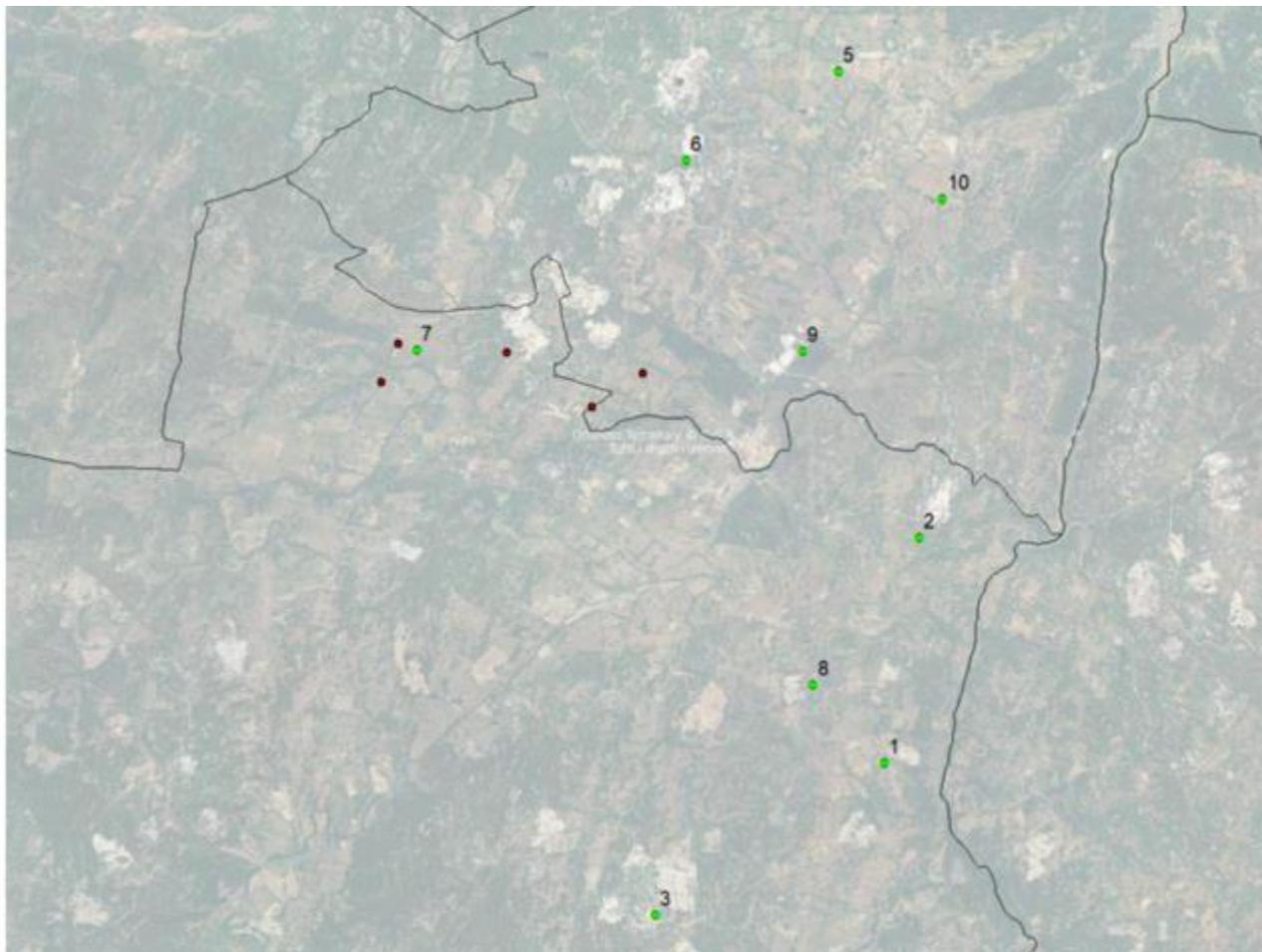
*Angolo di vista orizzontale*



## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

*Punti fotoinserimenti (In rosso è indicato l'impianto in progetto)*



La mappa precedente indica i luoghi di posa dei fotogrammi utilizzati per la realizzazione dei fotoinserimenti.

Le immagini di seguito fornite rappresentano, per ciascuno dei luoghi di posa, la foto della paesaggio attuale e la stessa immagine completa di fotoinserimento delle turbine del Parco eolico Mistral.

01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

---

*Foto 1*



*Fotoinserimento 1*



01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

---

*Foto 2*



*Fotoinserimento 2*



01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

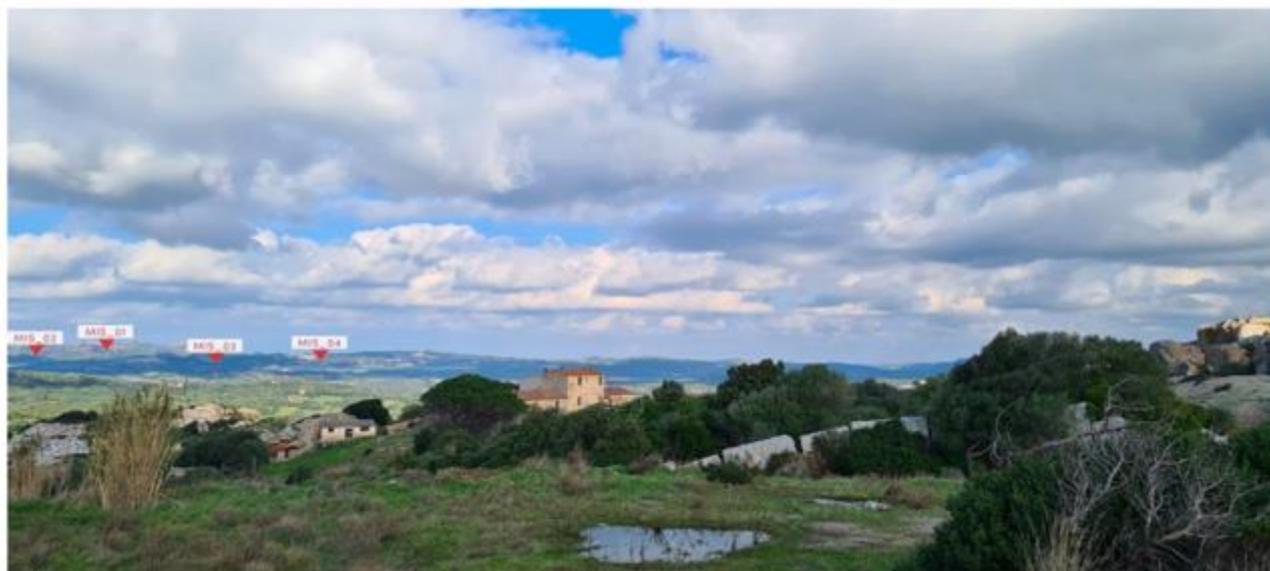
Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

---

*Foto 3*



*Fotoinserimento 3*



01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

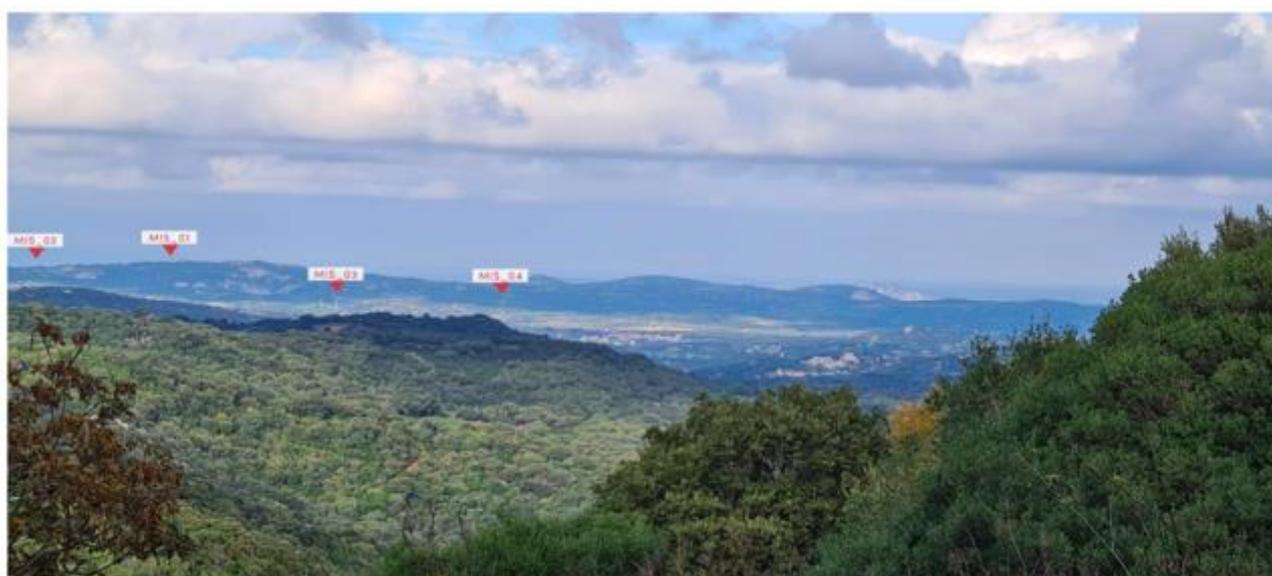
Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

---

*Foto 4*



*Fotoinserimento 4*



01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

---

*Foto 5*



*Fotoinserimento 5*



01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

---

*Foto 7*



*Fotoinserimento 7*



01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

---

*Foto 10*



*Fotoinserimento 10*



### **Fotopanorama sferici**

Al fine di agevolare la valutazione dell’impatto sul paesaggio del progetto sono stati realizzati con appositi software alcuni fotoinserti su fotopanorama sferici realizzati ad hoc con il drone.

Navigando a 360° si ha la possibilità di vivere un’esperienza realistica ed immersiva che dimostra in modo diretto ed efficace l’inserimento del parco eolico del progetto nel paesaggio.

Si propongono di seguito i foto-panorama realizzati. **Per utilizzarli occorre cliccare sull’immagine per aprire il link di collegamento alla foto sferica. Per iniziare la navigazione a 360° occorre nuovamente cliccare sulla foto.** Si “entrerà” così all’interno del parco eolico Mistral osservandolo come se si fosse a bordo del drone che ha scattato la foto.

Fotopanorama 1



Fotopanorama 2



## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

**Fotosimulazioni 3D**

Con specifici software si è creato un modello 3D del parco reso su formato georiferito KMZ

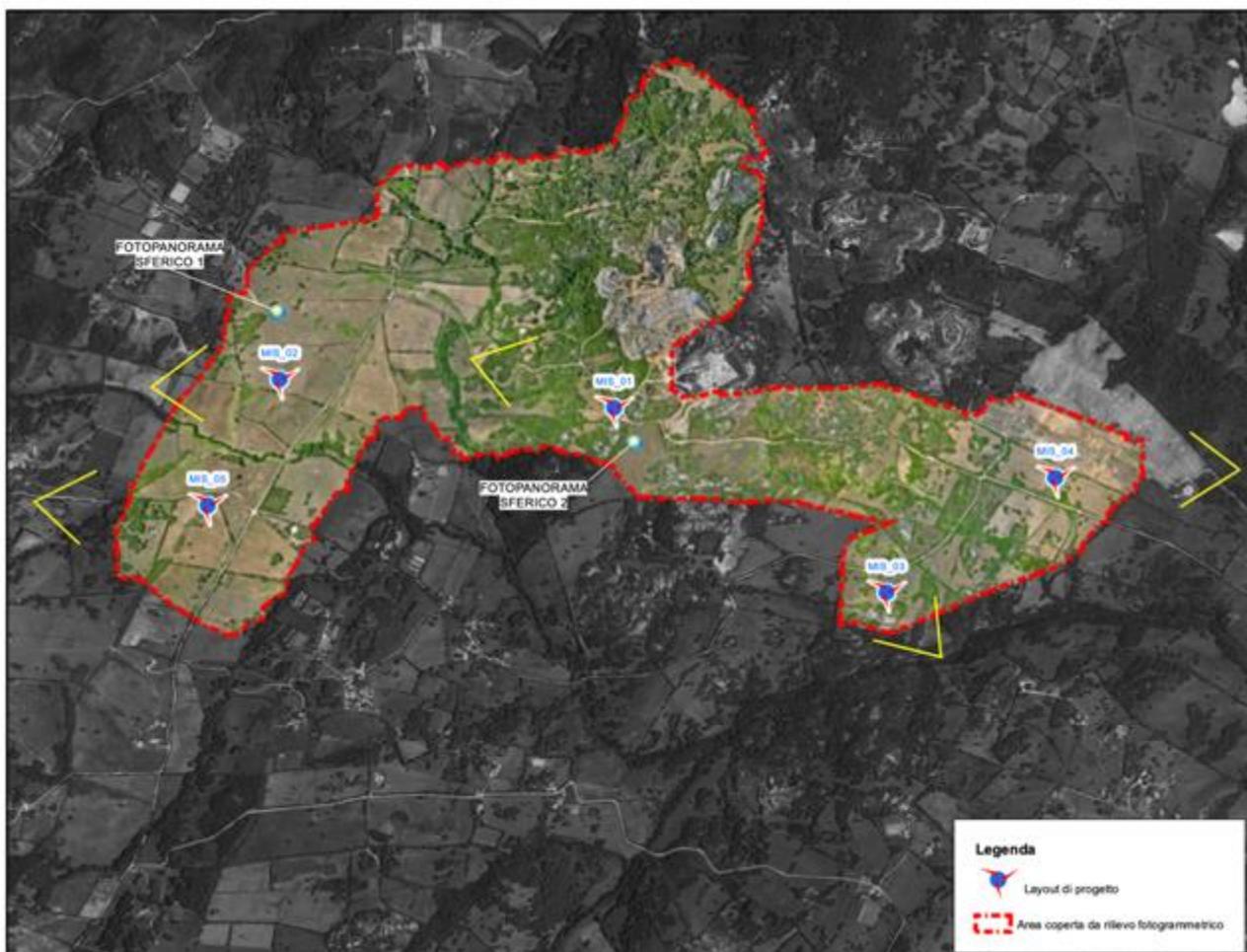
A questo link:

<https://drive.google.com/file/d/1KMQjPG70m8-scbJvG2ZmdZevDBqMPxIG/view?usp=sharing>

è possibile scaricare il file ed utilizzarlo tramite il software Google Earth.

Utilizzando lo stesso Google Earth e sovrapponendo all'area di intervento l'ortofotogramma realizzato con un volo aerofotogrammetrico da drone il 06/06/2023 si sono realizzate le seguenti foto simulazioni 3D:

*Mapa dei Fotoinserimenti 3D con coni visuale*



01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

---

FOTOINSERIMENTO CENTRATO SU WTG MIS\_1

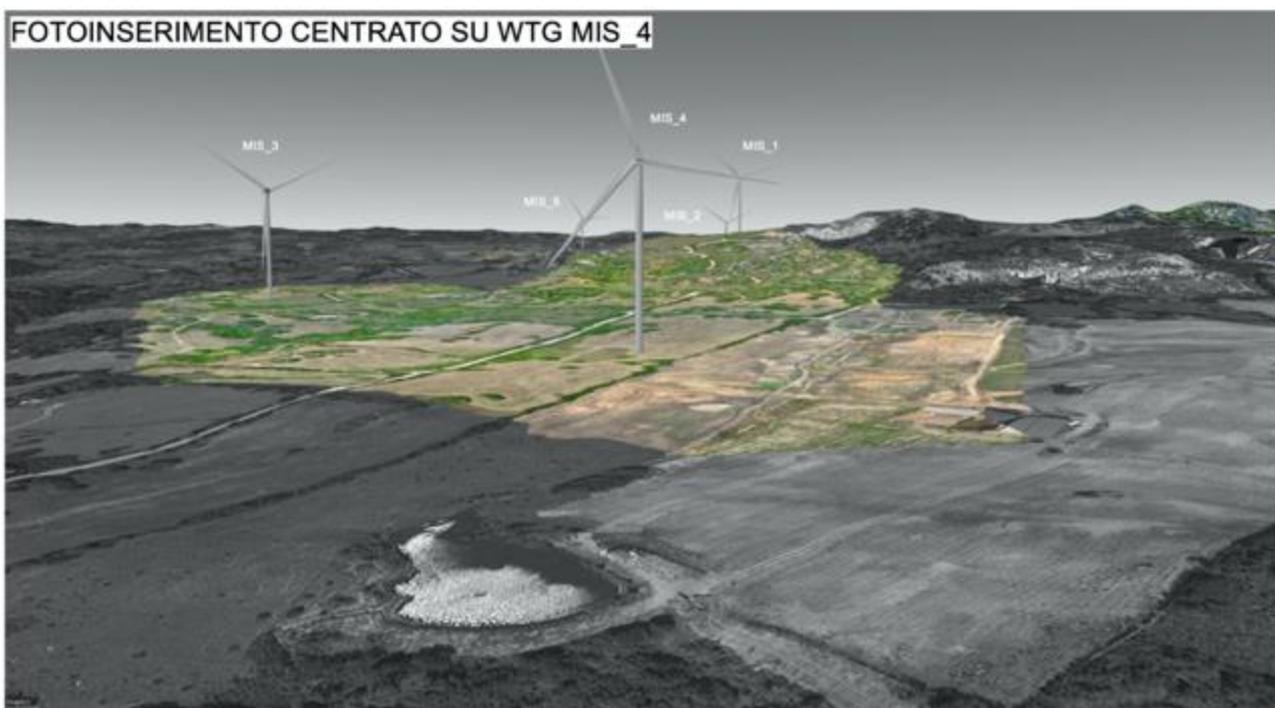
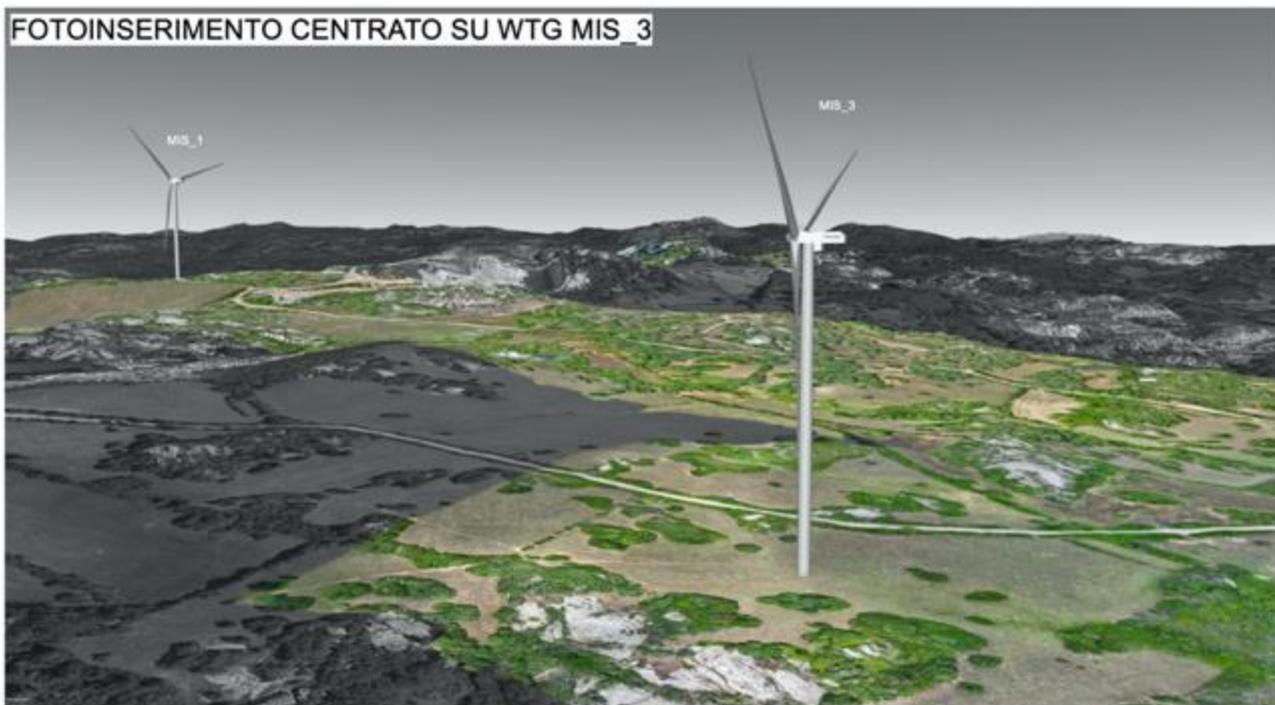


FOTOINSERIMENTO CENTRATO SU WTG MIS\_2



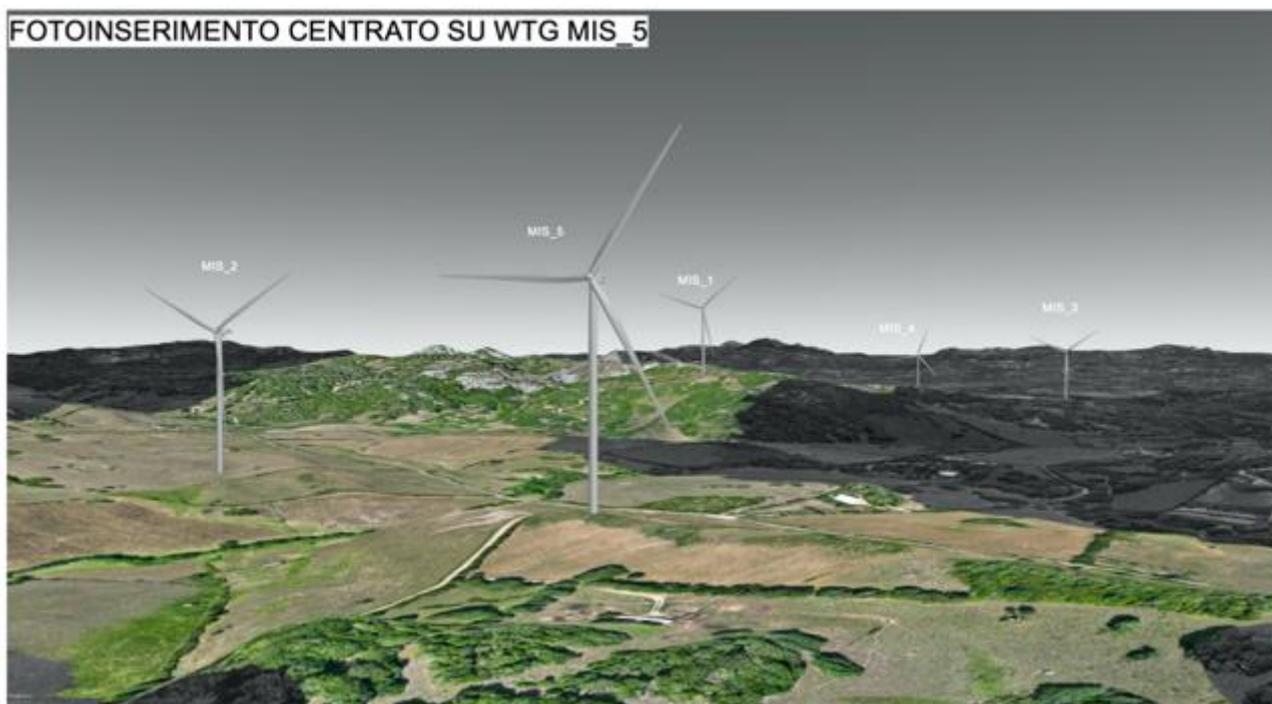
01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu



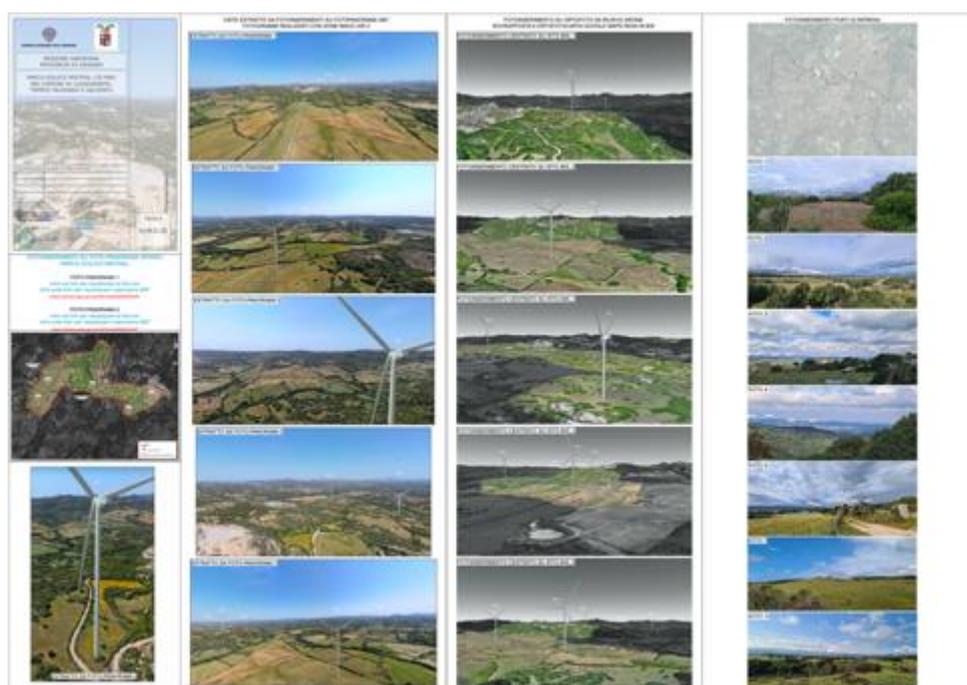
01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu



La tavola 01W.D.25 Fotoinserimenti, rappresenta, in un unico elaborato tutte le rappresentazioni del Parco eolico Mistral precedentemente descritte.

*Estratto tavola 01W.D.25 Fotoinserimenti*



### **2.2.8.3 Indice di impatto visivo**

Per definire in dettaglio e misurare il grado d'interferenza che gli impianti eolici possono provocare alla componente paesaggistica, è opportuno definire in modo oggettivo l'insieme degli elementi che costituiscono il paesaggio, e le interazioni che si possono sviluppare tra le componenti e le opere progettuali che s'intendono realizzare. A tal fine, in letteratura vengono proposte varie metodologie. Per esempio, un comune approccio metodologico proposto dall'università di Cagliari, quantifica l'impatto paesaggistico (IP) attraverso il calcolo di due indici:

- un indice VP, rappresentativo del valore del paesaggio
- un indice VI, rappresentativo della visibilità dell'impianto

L'impatto paesaggistico IP, in base al quale si possono prendere decisioni in merito ad interventi di mitigazione o a modifiche impiantistiche che migliorino la percezione visiva, viene determinato dal prodotto dei due indici sopracitati:

$$IP = VP * VI$$

L'indice relativo al valore del paesaggio VP relativo ad un certo ambito territoriale scaturisce dalla quantificazione di elementi quali la naturalità del paesaggio (N), la qualità attuale dell'ambiente percettibile (Q) e la presenza di zone soggette a vincolo (V). Una volta quantificati tali aspetti, l'indice VP risulta dalla somma di tali elementi:

$$VP = N + Q + V$$

La naturalità di un paesaggio (N) esprime la misura di quanto una data zona permanga nel suo stato naturale, senza cioè interferenze da parte delle attività umane. L'indice di naturalità deriva pertanto da una classificazione del territorio, come per esempio quella mostrata in tabella 4.1, nella quale tale indice varia su una scala da 1 a 10.

(I valori dell'indice N sono stati ricavati utilizzando il livello "componenti paesaggio ambientale" su Sardegna mappe)

---

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

*Classificazione dell'indice N*

<i>Aree</i>	<b>Indice N</b>
<b><i>Territori modellati artificialmente</i></b>	
Aree industriali o commerciali	1
Aree estrattive, discariche	1
Tessuto urbano e/o turistico	2
Aree sportive e ricettive	2
<b><i>Territori agricoli</i></b>	
Seminativi e incolti	3
Culture protette, serre di vario tipo	2
vigneti, oliveti, frutteti	4
<b><i>Boschi e ambienti semi - naturali</i></b>	
Aree a cisteti	5
aree a pascolo naturale	5
boschi di conifere e misti	8
rocce nude, falesie, rupi	8
macchia mediterranea alta, media e bassa	8
boschi di latifoglie	10

La qualità attuale dell'ambiente percettibile (Q) esprime il valore da attribuire agli elementi territoriali che hanno subito una variazione del loro stato originario a causa dell'intervento dell'uomo, il quale ne ha modificato l'aspetto in funzione dei propri usi. Il valore dell'indice Q è compreso fra 1 e 6, e cresce con la qualità, ossia nel caso di minore presenza dell'uomo e delle sue attività.

*Classificazione dell'indice Q*

<b>AREE</b>	<b>Indice Q</b>
aree servizi, industriali, cave ecc.	1
tessuto urbano	2
aree agricole	3
aree seminaturali (garighe, rimboschimenti)	4
aree con vegetazione boschiva e arbustiva in	5
aree boscate	6

Il terzo indice definisce le zone che, essendo riconosciute meritevoli di una determinata tutela da parte dell'uomo, sono state sottoposte a una legislazione specifica.

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

*Classificazione dell'indice V*

AREE	Indice V
Zone con vincoli storico – archeologici	1
Zone con vincoli idrogeologici	0,5
Zone con vincoli forestali	0,5
Zone con tutela delle caratteristiche naturali (PTP)	0,5
Zone “H” comunali	0,5
Areali di rispetto (circa 800 m ) attorno ai tessuti urbani	0,5
Zone non vincolate	0

*Valore paesaggistico per i punti sensibili*

Id	Punto di vista	Tipologia	N	Q	V	VP=N+Q+V
14	Chiesa Campestre San Giorgio	Chiesa	8	3	1	12
16	Comune di Aglientu	Centro abitato	2	2	0,5	4,5
17	Palazzo di Baldu	Castello	5	4	1	10
20	Punto panoramico, belvedere dei graniti	Punto panoramico	2	2	0	4
21	Punto panoramico_ La Pétra Niéda	Punto panoramico	2	2	0,5	4,5
22	Castello di Balaiana	Castello	8	4	1	13
27	Necropoli di Li Muri	Sito archeologico	5	4	1	10
28	Chiesa Santa Maria della Neve	Chiesa	8	4	1	13
32	Monte Russu	Zona SIC	8	4	1	13

L'interpretazione della visibilità è legata alla tipologia dell'opera ed allo stato del paesaggio in cui la stessa viene introdotta. Gli elementi costituenti un parco eolico (gli aerogeneratori) si possono considerare come un unico insieme e quindi un elemento puntuale rispetto alla scala vasta, presa in considerazione, mentre per l'area ristretta, gli stessi elementi risultano diffusi se pur circoscritti, nel territorio considerato. Da ciò appare evidente che sia in un caso che nell'altro tali elementi costruttivi ricadono spesso all'interno di una singola unità paesaggistica e rispetto a tale unità devono essere rapportati. In tal senso, la suddivisione dell'area in studio in unità di paesaggio permette di inquadrare al meglio l'area stessa e di rapportare l'impatto che subisce tale area agli altri ambiti, comunque influenzati dalla presenza dell'opera.

Per definire la visibilità (VI) di un parco eolico si analizzano i seguenti indici:

- la percettibilità dell'impianto, P
- l'indice di bersaglio, B
- la fruizione del paesaggio, F

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

sulla base dei quali l'indice VI risulta pari a:

$$VI = P * (B + F)$$

Per quanto riguarda la percettibilità P dell'impianto, la valutazione si basa sulla simulazione degli effetti causati dall'inserimento di nuovi componenti nel territorio considerato. A tal fine i principali ambiti territoriali sono essenzialmente divisi in tre categorie principali: i crinali, i versanti e le colline, le pianure e le fosse fluviali. Ad ogni categoria vengono associati i rispettivi valori di panoramicità, riferiti all'aspetto della visibilità dell'impianto.

*Classificazione dell'indice P*

<b>ZONE</b>	<b>Indice P</b>
Zone con panoramicità bassa (zone pianeggianti)	1
Zone con panoramicità media (zone collinari e di versante)	1,2
Zone con panoramicità alta (vette e crinali montani e altopiani)	1,4

Con il termine "bersaglio", si indicano quelle zone che per caratteristiche legate alla presenza di possibili osservatori, percepiscono le maggiori mutazioni del campo visivo a causa della presenza di un'opera. Sostanzialmente, quindi, i bersagli sono zone in cui vi sono (o vi possono essere) degli osservatori, sia stabili (città, paesi e centri abitati in genere), sia in movimento (strade e ferrovie). Dalle zone bersaglio si effettua l'analisi visiva, che si imposta su fasce di osservazione, che comprendono quindi un continuo di punti, ove la visibilità si ritiene variata per la presenza degli elementi in progetto. Nel caso dei centri abitati, tali zone sono definite da una linea di confine del centro abitato, tracciata sul lato rivolto verso l'ubicazione dell'opera; per le strade, invece, si considera il tratto di strada per il quale la visibilità dell'impianto è considerata la massima possibile.

Gli aerogeneratori sono strutture che si sviluppano necessariamente in altezza e di conseguenza la loro percezione dal punto di vista visivo, risulta comunque elevata anche a grandi distanze.

Il metodo usato per valutare l'andamento della sensibilità visiva considera una distanza di riferimento D fra l'osservatore e l'oggetto in esame (aerogeneratore), in funzione della quale vengono valutate le altezze dell'oggetto percepite da osservatori posti via via a distanze

01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

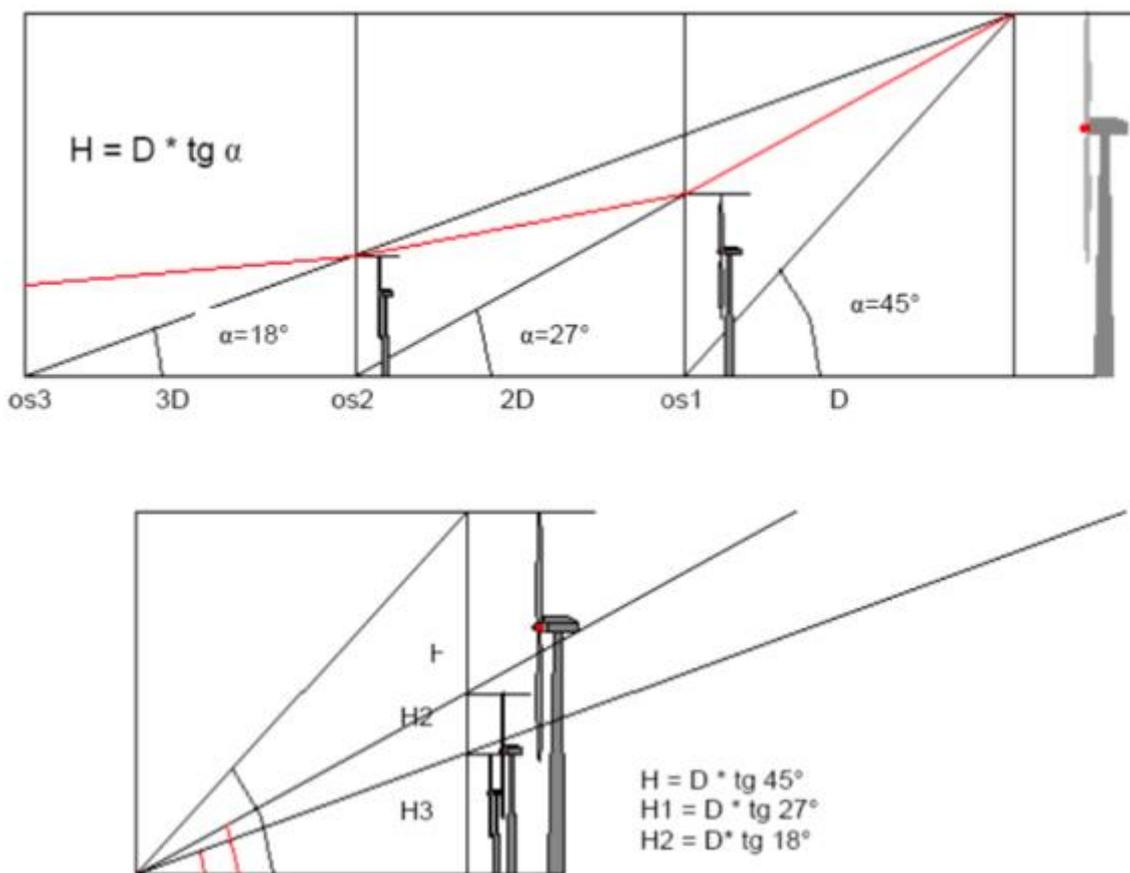
crescenti. La distanza di riferimento D coincide di solito con l'altezza HT dell'oggetto in esame, in quanto in relazione all'angolo di percezione  $\alpha$  (pari a  $45^\circ$ ), l'oggetto stesso viene percepito in tutta la sua altezza. Ad un raddoppio della distanza di osservazione corrisponde un dimezzamento della altezza percepita H. Raddoppiando ancora la distanza, l'angolo  $\alpha$  si riduce a  $18^\circ$  e l'altezza percepita si riduce al 30% dell'altezza iniziale.

Tale altezza H risulta funzione dell'angolo  $\alpha$  secondo la relazione:

$$H = D * tg(\alpha)$$

Sulla base di queste osservazioni, si evidenzia come l'elemento osservato per distanze elevate tende a sfumare e si confonde con lo sfondo. Per esempio, una turbina eolica alta 70 metri, già a partire da distanze di circa 3 km determina una bassa percezione visiva, confondendosi sostanzialmente con lo sfondo.

Schema di valutazione della percezione visiva



## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

Le considerazioni sopra riportate si riferiscono alla percezione visiva di un'unica turbina, mentre per valutare la complessiva sensazione panoramica di un parco eolico composto da più turbine è necessario considerare l'effetto di insieme. A tal fine occorre considerare alcuni punti di vista significativi, ossia dei riferimenti geografici che, in relazione alla loro fruizione da parte dell'uomo (intesa come possibile presenza dell'uomo), sono generalmente da considerare sensibili alla presenza dell'impianto.

L'effetto di insieme dipende notevolmente oltre che dall'altezza e dalla distanza delle turbine, anche dal numero degli elementi visibili dal singolo punto di osservazione rispetto al totale degli elementi inseriti nel progetto. In base alla posizione dei punti di osservazione e all'orografia della zona in esame si può definire un indice di affollamento del campo visivo. Più in particolare, l'indice di affollamento IAF è definito come percentuale di turbine eoliche che si apprezzano dal punto di osservazione considerato, assumendo una altezza media di osservazione - 1,7 m per i centri abitati ed i punti di osservazione fissi, 1,5 m per le strade). Sulla base di queste considerazioni, l'indice di bersaglio per ciascun punto di osservazione viene espresso attraverso il prodotto fra l'altezza percepita del primo aerogeneratore visibile e l'indice di affollamento:

$$B = H * IAF$$

Altezza percepita in funzione della distanza di osservazione

Distanza (D/H <sub>T</sub> )	Angolo α	Altezza percepita (H/H <sub>T</sub> )	Giudizio sulla altezza percepita
1	45°	1	<i>Alta</i> , si percepisce tutta l'altezza
2	26,6°	0,500	<i>Alta</i> , si percepisce dalla metà a un quarto dell'altezza della struttura
4	14,0°	0,25	
6	9,5°	0,167	<i>Medio alta</i> , si percepisce da un quarto a un ottavo dell'altezza della struttura
8	7,1°	0,125	
10	5,7°	0,100	<i>Media</i> , si percepisce da un ottavo a un ventesimo dell'altezza della struttura
20	2,9°	0,05	
25	2,3°	0,04	
30	1,9°	0,0333	fino ad 1/40 della struttura
40	1,43°	0,025	
50	1,1°	0,02	<i>Bassa</i> , si percepisce da 1/40 fino ad 1/80 della struttura
80	0,7°	0,0125	
100	0,6°	0,010	<i>Molto bassa</i> , si percepisce da 1/80 fino ad una altezza praticamente nulla
200	0,3°	0,005	

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

La distanza scelta come parametro da considerare è quella che sta tra l'osservatore e il primo aerogeneratore che può ricadere nel campo visivo dell'osservatore stesso.

L'indice di bersaglio B può variare fra un valore minimo e un valore massimo; il minimo valore di B, pari a 0, si ha quando sono nulli H (distanza molto elevata) oppure IAF (aerogeneratori fuori vista), mentre il massimo valore di B si ha quando H e IAF assumono il loro massimo valore, ovvero pari ad HT e 1, cosicché BMAX è pari ad HT, ossia 220m.

Infine, l'indice di fruibilità F stima la quantità di persone che possono raggiungere, più o meno facilmente, le zone più sensibili alla presenza del campo eolico, e quindi trovare in tale zona la visuale panoramica alterata dalla presenza dell'opera. I principali fruitori sono le popolazioni locali e i viaggiatori che percorrono le strade e le ferrovie. L'indice di fruizione viene quindi valutato sulla base della densità degli abitanti residenti nei singoli centri abitati e dal volume di traffico per strade e ferrovie. Anche l'assetto delle vie di comunicazione e di accesso all'impianto influenza la determinazione dell'indice di fruizione.

L'indice di fruizione varia generalmente su una scala da 0 ad 1 e aumenta con la densità di popolazione (valori tipici sono compresi fra 0,30 e 0,50) e con il volume di traffico (valori tipici 0,20-0,30).

Considerando l'importanza dell'impatto visivo di una pala eolica, la valutazione relativa alla sensibilità del paesaggio, in tutte le sue componenti, deve tenere conto dello studio dell'intervisibilità, che viene condotto per primo. Tale studio permette infatti di accertare le Aree di Impatto Effettive, cioè le zone effettivamente influenzate dall'effetto visivo dell'impianto, visto che la morfologia del territorio può consentire la vista dell'impianto da alcuni punti e non da altri, indipendentemente dalla distanza.

*Visibilità dell'impianto per i punti sensibili*

Id	Punto di vista	P	D (km)	Angolo $\alpha$	H	Turbine visibili	IAF	$B=(H*IAF)$	F	$VI=P*(B+F)$
14	Chiesa Campestre San Giorgio	1	7.7	1.6	6.3	3	0.6	3.8	0.3	4.1
16	Comune di Aglientu	1	9.3	1.4	5.2	5	1.0	5.2	0.3	5.5
17	Palazzo di Baldu	1	5.1	2.5	9.5	5	1.0	9.5	0.3	9.8
20	Punto panoramico, belvedere dei graniti	1.2	7.2	1.8	6.7	5	1.0	6.7	0.3	8.4
21	Punto panoramico _La Pétra Niéda	1.2	7	1.8	6.9	5	1.0	6.9	0.3	8.7
22	Castello di Balaiana	1.2	7.2	1.8	6.7	5	1.0	6.7	0.3	8.4
27	Necropoli di Li Muri	1	8.5	1.5	5.7	5	1.0	5.7	0.3	6.0
28	Chiesa Santa Maria della Neve	1	9	1.4	5.4	3	0.6	3.2	0.3	3.5
32	Monte Russu	1.2	8.5	1.5	5.7	1	1.0	5.7	1.3	8.4

Alla luce di tali considerazioni l'impatto paesaggistico IP può variare nell'intervallo [0; 5259.8].

[Dal punto di vista teorico è possibile che il punto sensibile abbia un valore del paesaggio  $VP = (N+Q+V) = (10+6+1)=17$  e una visibilità dell'impianto pari a  $VI=P*(B+F)=1.4*(220+1)=309.4$

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

in caso di aerogeneratore avente altezza di 220 m e distante 220 m dal punto considerato ( $\alpha=45^\circ$ ).

Ne segue che:  $IP_{max} = VP * VI = 17 * 309.4 = 5259.8$  ] In definitiva:

- IP=0 In presenza di aree fortemente degradate per le quali l'impatto visivo risulta di importanza irrilevante.
- IP=5259.8 in presenza di aree aventi notevole importanza paesaggistica con impianti visibili al 100% con aerogeneratori aventi distanza dal punto di vista pari all'altezza stessa della pala.

*Impatto paesaggistico per i punti sensibili*

Id	Punto di vista	Tipologia	VP	VI	IP
14	Chiesa Campestre San Giorgio	Chiesa	12	4.07	48.86
16	Comune di Aglientu	Centro abitato	4.5	5.50	24.77
17	Palazzo di Baldu	Castello	10	9.79	97.90
20	Punto panoramico, belvedere dei graniti	Punto panoramico	4	8.43	33.71
21	Punto panoramico_ La Pétra Niéda	Punto panoramico	4.5	8.66	38.96
22	Castello di Balaiana	Castello	13	8.43	109.55
27	Necropoli di Li Muri	Sito archeologico	10	5.99	59.94
28	Chiesa Santa Maria della Neve	Chiesa	13	3.53	45.85
32	Monte Russu	Zona SIC	13	8.39	109.11

Si osserva che gli impatti paesaggistici, si mantengono sensibilmente al di sotto dei valori massimi. I punti maggiormente impattati risultano essere:

- Castello di Balaiana
- Monte Russu

L'indice di impatto visivo IP è stato normalizzato affiancando il valore numerico a un valore qualitativo (da molto alto a trascurabile) per rendere più immediata la descrizione dell'impatto, normalizzandolo rispetto al valore IP max calcolato= 109.55.

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

*Normalizzazione dell'indice IP*

Impatto paesaggistico IP	Valore qualitativo	Valore numerico
1	trascurabile	0 - 13.69
2	molto basso	13.70 - 27.38
3	basso	27.39 - 41.08
4	medio-basso	41.09 - 54.77
5	medio	54.78 - 68.47
6	medio-alto	68.48 - 82.16
7	alto	82.17 - 95.86
8	molto-alto	95.87 - 109.55

*Valore qualitativo IP dei punti sensibili*

Id	Punto di vista	Tipologia	IP	IP Normalizzato	Valore qualitativo
14	Chiesa Campestre San Giorgio	Chiesa	48.86	4	Medio-basso
16	Comune di Aglientu	Centro abitato	24.77	2	molto basso
17	Palazzo di Baldu	Castello	97.90	8	molto alto
20	Punto panoramico, belvedere dei graniti	Punto panoramico	33.71	3	basso
21	Punto panoramico La Pétra Niéda	Punto panoramico	38.96	3	basso
22	Castello di Balaiana	Castello	109.55	8	molto alto
27	Necropoli di Li Muri	Sito archeologico	59.94	5	medio
28	Chiesa Santa Maria della Neve	Chiesa	45.85	4	Medio-basso
32	Monte Russu	Zona SIC	109.11	8	molto alto

Se a prima vista può sembrare che i punti sensibili ID\_17, ID\_22 e ID\_32 abbiano un impatto paesaggistico elevato, è bene precisare che la discretizzazione è avvenuta prendendo come valore limite di riferimento IP=109.11. Se si considera che il massimo valore IP posseduto, in presenza di impianti eolici alti 220m, è di 5259.8, è facile capire come anche il Castello di Balaiana abbia IP irrisorio, pari al 2.1 % del massimo possibile.

**Per tale motivo si può concludere che l'impianto eolico di progetto può essere inserito all'interno del territorio senza impattare negativamente le visuali ambientali. Nel seguito sono riportati i fotoinserimenti del parco di progetto ripresi dai punti sensibili.**

## **Conclusioni**

La necessità sempre più concreta di produrre energia utilizzando fonti rinnovabili è un assunto che si presta a poche critiche. L'energia eolica rappresenta sicuramente, nei luoghi vocati, il miglior metodo di produzione FER in termini di consumo di suolo. Per minimizzare l'impatto visivo degli aerogeneratori dalle medie e lunghe distanze della scena gli interventi più comuni sono di minimizzazione delle turbine e delle opere accessorie, quali le cabine, con materiali e colori tipici della zona. Colori come il grigio perla o bianco sporco, non riflettenti, possono migliorare l'inserimento di questi elementi antropici invasivi.

**La scelta del layout del parco eolico Mistral deriva da un'attenta analisi del contesto paesaggistico in cui si inserisce l'opera. Esso risulta, a parere degli scriventi, il miglior compromesso possibile, in grado di garantire un'elevata produzione energetica, senza snaturare il contesto. Come si può ben osservare dalle simulazioni proposte, il parco in progetto si inserisce nel paesaggio con il giusto equilibrio. La distanza fra le WTG e la geometria stessa del layout garantiscono un'adeguata attenuazione dell'inevitabile impatto sul paesaggio, senza suscitare quell'"effetto selva" dato da layout "disordinati" e pensati senza la dovuta attenzione all'inserimento paesaggistico dell'opera.**

È possibile, inoltre, eseguire i seguenti interventi di mitigazione:

- ripristino minuzioso delle vie di accesso e dei tracciati interni, una volta terminati i lavori di costruzione, mantenendo solo i tracciati già esistenti prima della costruzione del parco;
  - ripristino dello stato originale dei luoghi al termine della vita utile dell'impianto;
  - realizzare una adeguata campagna informativa e divulgativa, facendo sì che le comunità e i visitatori conoscano la funzionalità del parco e i suoi vantaggi rispetto alle altre forme di produzione di energia;
  - copertura delle fondazioni delle torri mediante vegetazione autoctona, così da rendere il minore possibile l'impatto sul territorio.
-

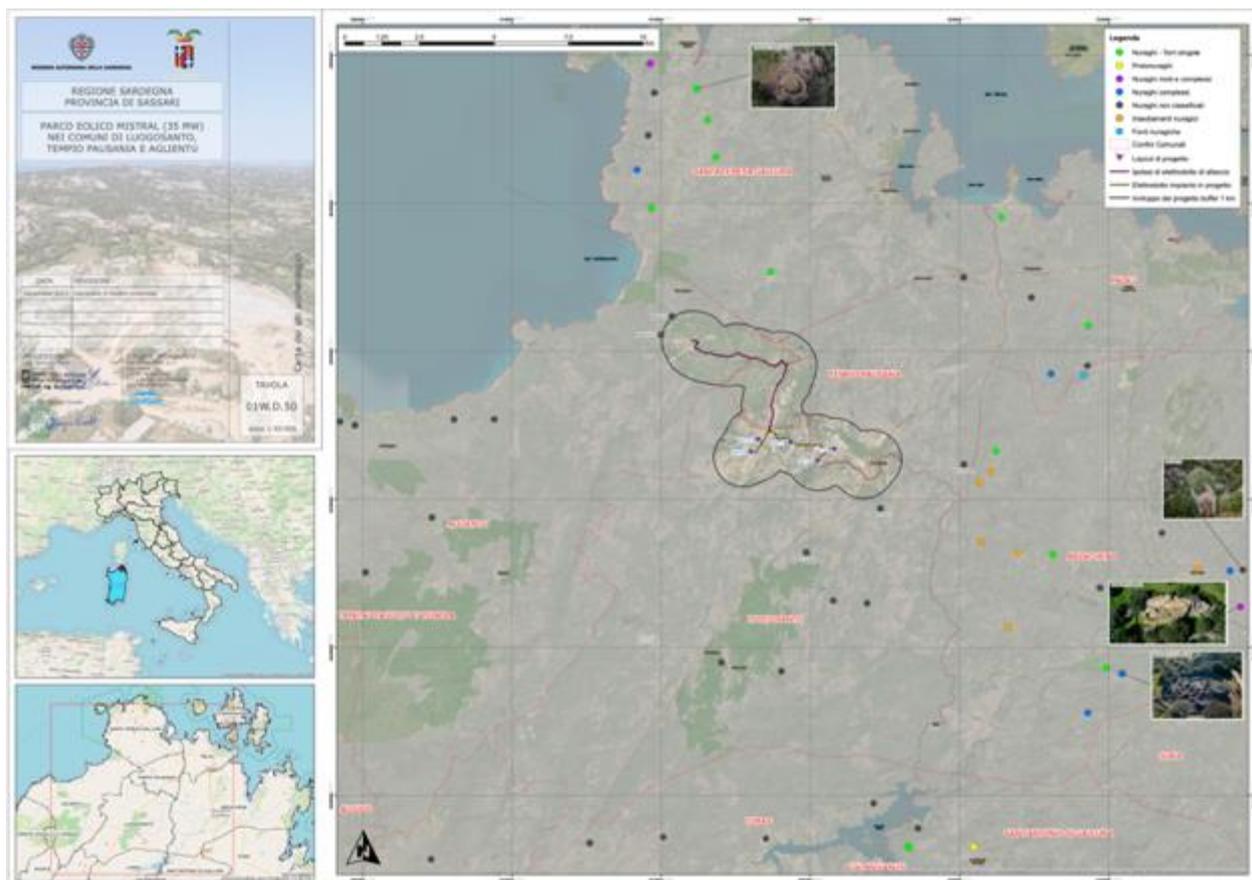
## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

**2.2.9 Patrimonio culturale**

La tavola 01W.D.50 Carta dei siti archeologici rappresenta la posizione dei nuraghi censiti nei confronti delle opere in progetto. Se ne fornisce di seguito un estratto

Estratto della Tavola 01W.D.50 Siti archeologici



I siti archeologici più prossimi all'area di intervento sono i seguenti:

**Nuraghe Mannucciu:** Situato a 1 km a ovest della zona dove è stata ipotizzata la posizione della futura cabina di consegna sul territorio del Comune di Aglientu

**Nuraghe Nuracacciu:** Situato a 1 km a ovest della zona dove è stata ipotizzata la posizione della futura cabina di consegna sul territorio del Comune di Aglientu

**Nuraghe Macchietu:** Situato a 1 km a sud-est della zona delle WTG MIS\_3 e MIS\_4 sul territorio del Comune di Luogosanto

**Monte Pizzari:** Situato a 3 km a sud della zona delle WTG MIS\_3 e MIS\_4 sul territorio del Comune di Luogosanto

*Nuraghe Monte Pizzari*



**San Giovanni:** Situato a 3 km a est della zona di intervento sul territorio del Comune di Tempio Pausania

**Saltara:** Nuraghe monotorre situato 4 Km a Nord dell'area di intervento sul territorio del Comune di Santa Teresa di Gallura

### **Rilievo fotogrammetrico dell'area di intervento**

Durante il mese di luglio 2023 è stata effettuata una campagna di rilievo fotogrammetrico mediante drone RTK (modello Dji Mavic 3 Enterprise) con precisione centimetrica.

Il rilievo ha permesso di ottenere con estrema precisione un modello tridimensionale dell'area di intervento che ha permesso di ottenere un DTM di elevata precisione ed una relativa ortofotocarta con risoluzione a terra centimetrica.

L'ortofoto ottenuta ha permesso di sovrapporre con estrema precisione le aree adibite alle piazzole di montaggio delle WTG (soggette a movimento terra e quindi a potenziale rischio).

---

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

---

A questo link:

[https://drive.google.com/file/d/1KQpmKnS4SxhOka\\_Stq-Jihns6ApYYLay/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1KQpmKnS4SxhOka_Stq-Jihns6ApYYLay/view?usp=sharing)

è possibile scaricare il KMZ dell'ortofoto ottenuta (si precisa che la risoluzione di questa foto è leggermente inferiore a quella ottenuta per motivi di dimensione del file).

Di seguito vengono fornite le immagini con la sovrapposizione delle aree delle piazzole di montaggio con l'ortofoto del drone.

*Piazzola MIS\_1*



01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

---

*Piazzola MIS\_2*



*Piazzola MIS\_3*



01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

---

*Piazzola MIS\_4*



*Piazzola MIS\_5*



01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

---

Le seguenti immagini si riferiscono invece alle aree scelte per il deposito temporaneo del materiale proveniente dagli scavi

*Area 01 – Presso Piazzola WTG MIS\_4*



*Area 02 – Presso Piazzola WTG MIS\_3*



*Area 02 – Presso ex deposito cava Pulpuccia***Conclusioni**

La ricerca bibliografica e sitografica effettuata ed il rilievo fotogrammetrico non hanno evidenziato particolari criticità legate alla realizzazione del parco eolico Mistral. **Sulla base di queste considerazioni si può ragionevolmente ritenere l'area oggetto di intervento priva di interesse archeologico.**

**Al fine di scongiurare in modo assoluto eventuali criticità, si prevede una campagna di rilievo in situ effettuata da un archeologo professionista nel corso dei mesi invernali 2023-2024.**

---

### **2.3 Matrice numerica di quantificazione degli impatti riscontrati**

Nel campo della Valutazione di Impatto Ambientale (VIA), è possibile impiegare varie metodiche per l'identificazione, l'analisi e la valutazione degli impatti relativi ad una specifica opera. In realtà, questo approccio multi-analitico è fortemente consigliato poiché l'estensione, la durata temporale nonché la magnitudo degli impatti considerati sul contesto ambientale e socioeconomico può risultare molto diverso a seconda dell'elemento analizzato. Da qui nasce l'esigenza di munirsi di metodi diversi capaci di valutare i differenti contesti in modo tale da avere una situazione globale degli effetti di un'opera. Infatti, nella VIA si utilizzano metodologie e strumenti in grado di fornire giudizi qualitativi e quantitativi, il più possibile oggettivi su un progetto, attraverso lo studio di appositi indicatori ambientali.

Dall'identificazione delle opere di progetto fonte di impatto, degli elementi ambientali che possono subire impatto e dalle considerazioni sopra riportate si possono valutare gli impatti attraverso una quantificazione degli stessi attribuendo a concetti qualitativi un determinato valore e inserendo tutto in una matrice per una veloce e facile comprensione degli stessi.

La matrice di cui ci siamo avvalsi è costituita da tabelle a doppia entrata nelle quali sulle colonne vengono riportate le componenti e i fattori ambientali implicati, suddivisi e raggruppati in categorie, mentre sulle righe sono riportate le azioni elementari in cui è stata scomposta l'attività di progetto. Ogni incrocio della matrice rappresenta una potenziale relazione di impatto tra i fattori di progetto ed i fattori dell'ambiente. Anche le matrici possono essere di tipo qualitativo, quando si limitano ad evidenziare se esiste o no una qualche entità di interazione; in tal caso sono strumenti utili esclusivamente nella fase di identificazione degli impatti. Generalmente più utilizzate sono le matrici di tipo quantitativo, che hanno lo scopo di valutare, tramite un punteggio numerico, sia gli impatti singoli per componenti dell'opera, sia l'impatto globale dell'opera, e si costruiscono attribuendo ad ogni punto di incrocio un coefficiente numerico che esprime l'importanza di quell'interazione rispetto alle altre. In questo caso le matrici diventano strumenti operativi dell'intera fase di analisi e valutazione degli impatti. L'esempio più conosciuto di questa metodologia è costituito dalla matrice di Leopold, che incrocia 88 componenti ambientali con 100 azioni elementari per un totale di 8.800 caselle di impatto potenziale 56.

La metodologia utilizzata nel presente studio per l'assegnazione del valore numerico allo specifico impatto ci si è avvalsi di un importante documento del settore redatto dall'ARPA Piemonte dal titolo "Sostenibilità Ambientale dello Sviluppo – Tecniche e procedure di Valutazione di Impatto Ambientale".

---

### **2.3.1 Il rischio di impatto ambientale**

La necessità di ricondursi a metodi per la valutazione del Rischio Ambientale si è resa opportuna in quanto i tradizionali metodi di studio di impatto ambientale, utilizzando unicamente metodologie in grado di evidenziare, indipendentemente dalle loro interazioni, gli effetti qualitativi generati da un determinato progetto sull'ambiente e sull'uomo, non consentono il confronto quantitativo tra le diverse matrici ambientali e le loro trasformazioni nel tempo. Tale limite non permette in fase di valutazione di giungere ad una quantificazione degli impatti residui risultanti dall'applicazione di opportune misure di mitigazione.

Le operazioni di individuazione, valutazione e previsione degli impatti costituiscono infatti gli elementi di base di una VIA e dunque la coerenza metodologica e l'accuratezza analitica devono costituire requisiti imprescindibili per la garanzia della soddisfacente affidabilità di uno studio. La classificazione degli impatti in categorie descrittive e scale ordinali tra loro omogenee o l'utilizzo di funzioni di utilità forniscono ai decisori ed ai soggetti interessati gli elementi necessari per poter valutare le diverse alternative progettuali e la loro eventuale rispondenza con le esigenze di sviluppo economico sostenibile.

Per consentire quindi la valutazione quantitativa disaggregata degli impatti si deve operare una riorganizzazione delle informazioni presenti negli Studi di Impatto Ambientale, effettuata nel metodo proposto per mezzo dell'analisi dei valori di Rischio d'Impatto Ambientale. Tali valori sono rappresentati da indici sintetici che indicano la possibilità che si verifichi sul sistema ambientale l'impatto potenziale con le sue caratteristiche variabili, perciò incerte. Il metodo si riconduce alla definizione di Rischio presente nella letteratura dell'analisi di Rischio, e si basa su una serie di ipotesi ed analogie.

Gli elementi necessari alla realizzazione di una valutazione sintetica sono:

- la definizione di una scala omogenea di importanza degli impatti
- la definizione del valore relativo dello stato delle risorse.

La combinazione di questi due presupposti definisce l'importanza degli impatti ambientali o il rischio che l'accadimento di un determinato impatto generi un danno ambientale.

Dal punto di vista matematico il Rischio può essere definito come una funzione della frequenza di accadimento dell'evento indesiderato e del danno ad esso associato, sia in termini quantitativi che qualitativi. La relazione basilare comunemente accettata nei diversi settori di indagine è la seguente:

---

$$R=F*D$$

Dove:

- R = rischio
- F = Frequenza di accadimento
- D = Danno associato al singolo evento

Il rischio viene misurato in entità delle conseguenze/anno, (es. n. morti/anno), la frequenza in occorrenze/anno (es. n. incidenti/anno) ed il danno in entità del danno/occorrenza (es. n. di morti /incidente).

Analogamente alla definizione utilizzata nell'analisi di Rischio, nel presente metodo si definisce il Rischio di Impatto Ambientale come la possibilità che si verifichi sul sistema ambientale un determinato impatto potenziale mediante le sue caratteristiche variabili, accompagnate da un livello di incertezza. Esso è rappresentato dalla seguente relazione:

$$\mathbf{R.I.A. (Rischio di Impatto Ambientale) = P * D}$$

nella quale alla Frequenza di accadimento (F) viene associata la Probabilità di accadimento (P), ovvero la possibilità che l'evento avvenga, ed al Danno (D) un polinomio dipendente dalle caratteristiche d'impatto. Il risultato fornito dalla relazione è rappresentato da un numero adimensionale che indica qual è la possibilità con la quale l'impatto potenziale si manifesta. I passi necessari per l'applicazione del metodo ripercorrono le fasi costitutive delle procedure analitico- valutative descritte ad inizio capitolo.

In una prima fase viene effettuata l'analisi del progetto sottoposto alla procedura di VIA, al fine di individuare le azioni progettuali che inducono direttamente o indirettamente un impatto sul sistema ambientale; parallelamente si esamina l'ambiente interessato dalla realizzazione dell'opera in progetto e si individuano e analizzano le componenti e i fattori ambientali per i quali si potrebbe verificare un'interferenza da parte delle azioni progettuali, con presumibile alterazione della qualità di tali componenti.

La metodologia impiegata per l'identificazione degli impatti si è basata sull'utilizzo di un elenco selezionato (check-list) di possibili impatti elaborato mediante il contributo fornito da esperti di settore. Al fine di valutare la compatibilità dei vari interventi con le esigenze di salvaguardia dell'ambiente, gli impatti identificati come potenziali sono specificati in base a parametri che ne definiscono le principali caratteristiche. Ad ognuno di tali parametri viene associato un giudizio qualitativo espresso mediante parole chiave, che ne standardizza gli attributi. Le caratteristiche

---

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

descrittive utilizzate nell'analisi qualitativa sono riportate nella seguente tabella e di seguito descritte:

<b>CARATTERISTICHE</b>		<b>PAROLE CHIAVE</b>
<b>Fase di accadimento</b>	<b>Fa</b>	<b>Fase di cantiere / Fase di esercizio / Fase di dismissione</b>
<b>Distribuzione Temporale</b>	<b>Di</b>	<b>Concentrata / Discontinua/ Continua</b>
<b>Area di influenza</b>	<b>A</b>	<b>Globale / Diffusa / Locale</b>
<b>Rilevanza</b>	<b>Ri</b>	<b>Lieve / Poco Rilevante / Mediamente Rilevante / Rilevante</b>
<b>Reversibilità</b>	<b>R</b>	<b>Reversibile a breve termine / medio-lungo termine / Irreversibile</b>
<b>Probabilità di accadimento</b>	<b>P</b>	<b>Bassa / Media/ Alta</b>
<b>Mitigabilità</b>	<b>M</b>	<b>Parzialmente Mitigabile / Mitigabile / Non Mitigabile</b>

La Fase di accadimento (Fa) si identifica con la fase progettuale durante la quale l'impatto inizia a manifestare la propria influenza, e può coincidere con la fase di cantiere, di esercizio o dismissione, nonché con fasi multiple ed intermedie tra queste. Tale caratteristica non dà direttamente indicazioni sull'entità del danno prodotto dall'impatto, pertanto, sebbene utilizzata nella caratterizzazione qualitativa degli impatti, non viene inserita nella quantificazione del danno per mezzo del calcolo del Rischio di Impatto Ambientale.

La Distribuzione Temporale (Di) definisce con quale cadenza temporale avviene il potenziale impatto, all'interno della fase di accadimento individuata.

Si distingue in:

- Continua, se l'accadimento dell'impatto è distribuito uniformemente nel tempo;
- Discontinua, se l'accadimento dell'impatto è ripetuto periodicamente o casualmente nel tempo;
- Concentrata, se l'impatto si manifesta all'interno di un breve e singolo intervallo di tempo, relativamente alla durata della fase in cui l'impatto esercita la sua influenza.

La Rilevanza (Ri), riferita all'entità delle modifiche e/o alterazioni causate dal potenziale impatto su singole componenti dell'ambiente o del sistema ambientale complessivo.

Si distingue in:

- lieve, quando l'entità delle alterazioni è tale da poter essere considerata come trascurabile in quanto non supera la soglia di rilevanza strumentale;

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

---

- poco rilevante, quando l'entità delle alterazioni è tale da causare una variazione strumentalmente rilevabile o sensorialmente percepibile circoscritta alla componente direttamente interessata senza perturbare l'intero sistema di equilibri e di relazioni;
- mediamente rilevante, quando l'entità delle alterazioni è tale da causare una variazione rilevabile sia sulla componente direttamente interessata sia sul sistema di equilibri e di relazioni esistenti tra le diverse componenti;
- rilevante, quando si verificano modifiche sostanziali tali da comportare alterazioni importanti (che ne determinano la riduzione del valore ambientale delle risorse), non solo sulle singole componenti ambientali ma anche sul sistema di equilibri e relazioni che le legano.

L'Area di influenza (A), coincidente con l'area entro la quale il potenziale impatto esercita la sua influenza. Si definisce:

- locale, quando l'impatto ricade in un ambito territoriale di estensione variabile non definita a priori, di cui si ha la possibilità di descrivere gli elementi che lo compongono in maniera esaustiva e/o si può definirne il contorno in modo sufficientemente chiaro e preciso;
- diffusa, quando l'impatto ricade in un ambito territoriale di estensione variabile non definita a priori, di cui
- non si ha la possibilità di descrivere gli elementi che lo compongono, in ragione del loro numero e della loro complessità e/o il cui perimetro o contorno è sfumato e difficilmente identificabile;
- globale, quando l'impatto si propaga in modo tale da influenzare lo stato di qualità dell'ambiente anche su scala mondiale (ad esempio: i gas serra o inquinanti quali la CO<sub>2</sub> o i CFC rispetto al problema dell'effetto serra).

La Reversibilità (R), determinata dalla possibilità di ripristinare, a seguito di modificazioni dello stato di fatto, le proprietà originarie della risorsa sia come capacità autonoma, in virtù delle proprie caratteristiche di resilienza<sup>10</sup>, sia per mezzo di azioni antropiche di tipo mitigativo.

Si distingue in:

- Reversibilità a breve termine, se il sistema ambientale ripristina le condizioni originarie in un breve intervallo di tempo relativamente ai cicli generazionali (da mesi a 3-5 anni);
  - Reversibilità a medio - lungo termine, se il periodo necessario a ripristinare le condizioni originarie è confrontabile con i cicli generazionali (5-10 anni);
-

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

---

- Irreversibilità, se il sistema ambientale non ripristina le condizioni originarie, oppure queste vengono ripristinate in tempi ben superiori rispetto ai cicli generazionali.
- La Probabilità di accadimento (P) di un determinato evento si distingue in alta, media e bassa sulla base dell'esperienza degli esperti coinvolti nella valutazione e comunque in riferimento alla letteratura di settore considerando:
  - Alta, per le situazioni che in genere hanno mostrato un numero significativo di casi di accadimento (>30%) o che risultano inevitabili viste le condizioni realizzative o progettuali;
  - Media, per le situazioni che in genere hanno mostrato una bassa significatività di casi di accadimento (>5% e <30%) o che risultano avere accadimento possibile ma non certo, viste le condizioni realizzative o progettuali;
  - Bassa, per le situazioni che in genere non mostrano un numero significativo di accadimenti ma per le quali non si può escludere l'evenienza dell'accadimento occasionale.

La Mitigazione (M), definita come insieme di accorgimenti atti a ridurre o annullare i possibili effetti negativi o dannosi dovuti alla presenza di una o più unità di processo sul sistema ambientale in analisi.

L'elaborazione di un metodo per la valutazione quantitativa dell'entità di un impatto atteso al fine di definirne la criticità relativa si avvale, come precedentemente esposto, del concetto di danno probabilistico (danno al quale è associata la probabilità di accadimento dell'evento che lo ha prodotto), in riferimento alla definizione di Rischio: "il Rischio consiste nella possibilità che si verifichi un evento indesiderato di carattere incerto". L'incertezza riguarda innanzitutto il reale accadimento dell'evento indesiderato (al quale viene dunque associata la probabilità di accadimento) e in secondo luogo il danno ad esso collegato. Tale incertezza sul danno è poi accompagnata da un'indeterminatezza concernente il tipo di evoluzione incidentale che occorrerà all'accadimento dell'evento e l'eventuale carattere probabilistico del danno prodotto come conseguenza dell'evento.

I potenziali impatti indotti dalla realizzazione di un'opera, individuati e caratterizzati qualitativamente nella fase precedentemente descritta, vengono dunque valutati dal punto di vista quantitativo associando ad ognuno di essi una stima numerica della relativa entità. Alle parole chiave associate ad una determinata caratteristica d'impatto è stato attribuito un coefficiente ponderale (peso) che ne definisce l'importanza relativa. Il passo successivo è stato quello di attribuire un coefficiente ponderale a ciascuna delle caratteristiche d'impatto, mediante il metodo del confronto a coppie.

---

Tali operazioni di ponderazione dei parametri si rendono necessarie in quanto le risorse bersaglio degli impatti non presentano tutte la stessa importanza per la collettività e per i diversi gruppi sociali coinvolti, e le caratteristiche di ogni parametro influenzano diversamente la significatività dell'impatto atteso a seconda della modalità in cui esse si manifestano.

Dall'aggregazione dei valori "pesati" delle caratteristiche relative ad uno specifico impatto potenziale (ovverosia moltiplicando ognuno di tali valori per il rispettivo coefficiente ponderale), si ottiene dunque una stima della sua entità, la quale consente il confronto tra i diversi impatti potenziali. Il polinomio che lega tra di loro i diversi parametri d'impatto è una funzione lineare di primo grado del tipo:

$$\mathbf{Danno = F (Di, Ri, A, R) = x \cdot Di + y \cdot Ri + z \cdot A + w \cdot R}$$

nella quale i coefficienti moltiplicativi (x, y, z, w) rappresentano i pesi relativi alle caratteristiche, ricavati mediante la metodologia del confronto a coppie, la quale prevede che le caratteristiche del Danno siano confrontate a due a due con lo scopo di stabilire quale tra le due abbia maggiore influenza ai fini dell'analisi degli impatti potenziali e del danno ad essi associato. A seconda dell'importanza relativa di una delle due caratteristiche sull'altra esse sono state rappresentate mediante un coefficiente di scelta la cui assegnazione coincide con la distribuzione del valore totale 1 tra le due, in modo tale che avendo fissato il peso della prima caratteristica sulla seconda si ottenga univocamente anche il peso della seconda sulla prima.

Il metodo si riassume dunque nella formulazione di un'espressione lineare che permette di calcolare il Rischio d'Impatto Ambientale ipotizzando ragionatamente le caratteristiche del Danno e la Probabilità di accadimento dell'evento causa d'impatto.

Nel nostro caso, si è deciso di attribuire analogo peso a tutti gli elementi del rischio, e di procedere alla sua valutazione mediante una semplice sommatoria, da dividere per il grado di mitigabilità secondo la seguente formula:

$$\mathbf{R.I.A. (o V.I. - Valutazione di Impatto) = (Di + A + Ri + Re) \cdot P / M}$$

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

Agli elementi che vanno a costituire il rischio, si attribuiscono dei valori secondo la seguente scala:

Di	Distribuzione temporale	0 nullo/non applicabile
		-1 concentrata/limitata
		-2 discontinua
		-3 continua
A	Area di influenza	0 nullo/non applicabile
		-1 puntuale
		-2 locale
		-3 estesa
Re	Reversibilità	0 nullo/non applicabile
		-1 reversibile a breve termine
		-2 reversibile a medi-lungo termine
		-3 irreversibile
P	Probabilità di accadimento	0 nullo/non applicabile
		1 bassa probabilità
		2 media probabilità
		3 alta probabilità
Ri	Rilevanza	0 nullo/non applicabile
		-1 poco rilevante
		-2 mediamente rilevante
		-3 rilevante
M	Mitigabilità	3 mitigabile
		2 potenzialmente mitigabile
		1 non mitigabile

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

La definizione dell'indice di R.I.A. e l'ordinamento dei potenziali impatti secondo classi di rischio decrescente riportati in tabella permette di individuare quelle azioni potenzialmente impattanti sul sistema ambientale che si prefigurano come le più critiche (Red flags). Dalla relazione si desume infatti che a parità di Rischio d'Impatto Ambientale maggiore è la probabilità di accadimento minore è il danno ad esso associato, essendo P e D inversamente proporzionali; un impatto con modesti valori di danno ma dall'elevata probabilità di accadimento rappresenta un rischio per l'ambiente in virtù delle sue numerose occorrenze; il rischio sarà ancor più rilevante se un'azione d'impatto con bassa probabilità di accadimento ha elevato valore complessivo di danno, assumendo in tal caso caratteristiche di evento incidentale.

I valori vengono quindi distribuiti su una scala numerica negativa e con gradazioni di rosso per gli impatti negativi, e una scala numerica positiva e gradazioni di verde per gli impatti positivi (ottenuta assegnando tutti i valori della precedente tabella un valore positivo), come rappresentate nelle seguenti tabelle di impatto (con indicazione numerica-cromatica):

Colore cella	Valore di impatto totale negativo	Risultato del calcolo
	0/-5	Impatto non significativo o nullo
	-6/-13	Impatto compatibile
	-14/-20	Impatto moderato
	-21/-27	Impatto severo
	-28/-36	Impatto critico

Colore cella	Valore di impatto totale positivo	Risultato del calcolo
	0/5	Impatto non significativo o nullo
	6/13	Impatto basso
	14/20	Impatto moderato
	21/27	Impatto alto
	28/36	Impatto altissimo

Il valore del Rischio d'Impatto Ambientale può essere ridotto dall'introduzione di opportune misure di mitigazione agenti sulla causa d'impatto in forma preventiva, sull'impatto stesso per ridurre gli effetti o sul danno prodotto mediante interventi di ripristino. Questo discorso non vale per gli impatti positivi che, naturalmente, non hanno bisogno di alcuna mitigazione. Per tale

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

ragione viene dunque introdotta nella precedente relazione la caratteristica di Mitigabilità essendo essa correlata non univocamente al danno ma anche alla causa e alla modalità dell’impatto stesso. Le azioni volte alla mitigazione degli impatti hanno ovviamente dei costi di esecuzione, spesso onerosi per la comunità: al crescere della riduzione del rischio aumentano le spese necessarie a determinarne un ulteriore decremento, poiché si ipotizza che l’andamento del R.I.A. in funzione dei costi di mitigazione segua una legge di tipo iperbolico. Un impatto potenziale per il quale è stato stimato un elevato valore del Rischio d’Impatto Ambientale e che sia stato classificato come mitigabile può essere reso meno problematico (ovverosia può veder ridotto il proprio valore di rischio ambientale) mediante la spesa di costi sostenuti, mentre la mitigazione di un impatto con rischio medio o medio basso può diventare costosa più di quanto la società sia disposta ad accettare, conseguentemente si dovrà decidere se accettare il rischio residuo o rinunciare all’intervento che lo determina. Delle misure mitigative si parlerà in maniera approfondita nel prossimo capitolo e specificatamente per ognuno degli impatti previsti.

In definitiva, all’interno della matrice, ad ogni punto di incrocio tra gli elementi ambientali che subiscono impatto e gli elementi di progetto che lo provocano, si troverà una sub-matrice secondo il seguente schema:

Impatto negativo non significativo o nullo			Impatto compatibile			Impatto moderato			Impatto significativo			Impatto critico		
Di	A	Re	Di	A	Re	Di	A	Re	Di	A	Re	Di	A	Re
P	Ri	M	P	Ri	M	P	Ri	M	P	Ri	M	P	Ri	M
	<b>VI</b>			<b>VI</b>			<b>VI</b>			<b>VI</b>			<b>VI</b>	
Impatto positivo non significativo o nullo			Impatto basso			Impatto moderato			Impatto alto			Impatto altissimo		
Di	A	Re	Di	A	Re	Di	A	Re	Di	A	Re	Di	A	Re
P	Ri	M	P	Ri	M	P	Ri	M	P	Ri	M	P	Ri	M
	<b>VI</b>			<b>VI</b>			<b>VI</b>			<b>VI</b>			<b>VI</b>	

La matrice seguente schematizza i risultati dell’analisi effettuata secondo il metodo sopra illustrato

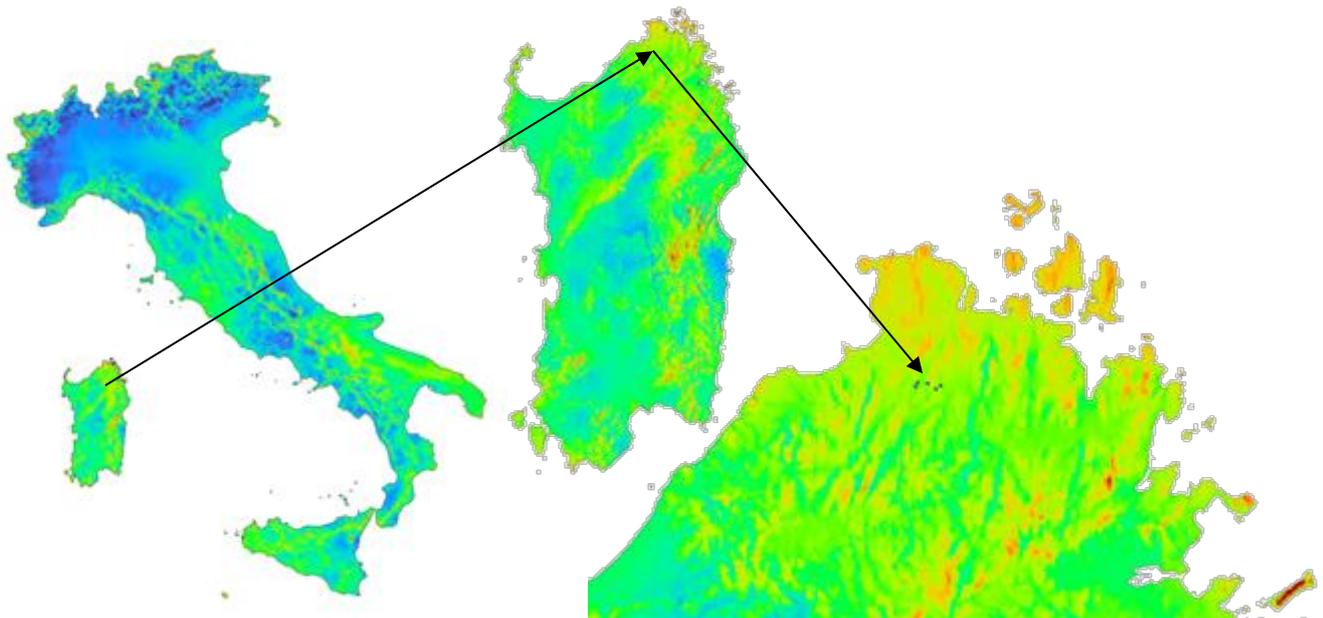


## 2.4 Impatto cumulato

### 2.4.1 Impatto sul paesaggio

Se semplicemente si osserva l'atlante eolico d'Italia, ed in particolare la mappa della velocità del vento a 100 m di quota, ci si rende immediatamente conto che l'area interessata dal progetto risulta particolarmente vocata alla produzione di energia da fonte eolica, collocandosi fra le zone più ventose del territorio nazionale. Questa prima e superficiale analisi è del tutto confermata e rafforzata dallo studio anemologico basato su rilevamenti effettuati direttamente in situ (cfr. Elaborato 01W.R.18 Studio anemologico e produzione energetica).

*Atlante eolico d'Italia – Velocità del vento a 100m – Focus sull'area di progetto*



Proprio per le caratteristiche di area vocata, la zona è stata oggetto alcuni anni fa di un'intensa speculazione che ha portato al proliferare di una moltitudine di impianti eolici di piccola taglia, cosiddetti "mini-eolici", con un potenza raramente superiore ai 60 KW.

Tali impianti, sfruttando la normativa e le tariffe di acquisto dell'energia incentivate dell'epoca, hanno potuto essere costruiti con procedure abilitative semplificate (PAS). In un periodo di tempo relativamente breve (pochi anni) l'area è stata letteralmente invasa da pale eoliche sì di piccola taglia, ma di modelli estremamente differenti le une dalle altre. A ciò si unisce l'utilizzo,

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

---

in gran parte dei casi, di macchine "riconvenzionate" la cui scarsa efficienza è oggi testimoniata dal loro non funzionamento anche in giornate particolarmente ventose, come è stato possibile constatare direttamente dagli scriventi durante le numerose giornate di sopralluogo in situ.

Nell'area di intervento (territorio di tempio Pausania fraz. Bassacutena e Luogosanto) si contano attualmente 27 impianti, di cui circa la metà probabilmente non più funzionanti.

La seguente immagine mostra l'impatto paesaggistico derivante dall'installazione di questi impianti.

*Impianti mini-eolici a Bassacutena*



A fronte di questo inserimento "disordinato" nel paesaggio, ammettendo anche di considerare tutte le macchine esistenti funzionanti e perfettamente efficienti, la loro produzione energetica complessiva sarebbe pari circa il 25% di quella ottenuta da uno solo degli aerogeneratori in progetto e pari al 5% di quella dell'intero parco eolico Mistral.

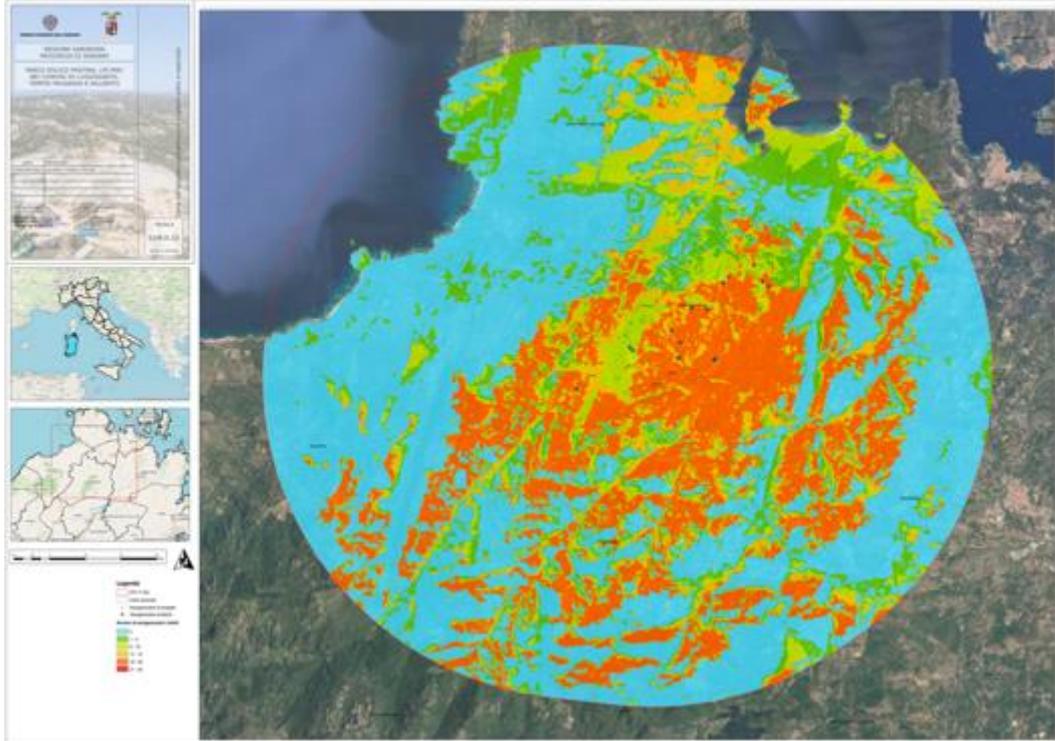
La tavola 01W.D.17 Impianti eolici in esercizio individua cartograficamente la collocazione degli impianti eolici installati attualmente.

---



## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

*Estratto tavola 01W.D.23 – Carta dell’impatto cumulativo con impianti eolici in esercizio*

Rispetto alle problematiche inerenti agli impatti cumulativi è importante verificare dai punti di osservazione il numero di aerogeneratori visibili e valutarne la capacità di ingombro e percezione di affollamento che contribuisce a produrre l'effetto selva. Dato che per angoli di vista  $> 60^\circ$  viene meno la distinzione dei simboli e quindi la percezione degli aerogeneratori nello studio che segue si farà riferimento ad angoli di visione pari a  $60^\circ$ .

A questo scopo sono stati calcolati, per ciascun punto di osservazione, due indici che tengono conto della distribuzione e della percentuale di ingombro degli elementi dell’impianto eolico, all’interno del campo visivo:

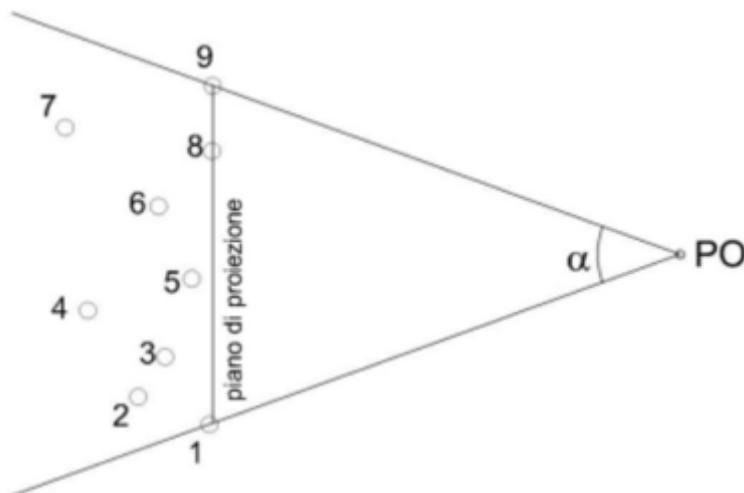
- **l'indice di visione azimutale**
- **l'indice di affollamento.**

### **Indice di visione azimutale**

L’indice di visione azimutale (**Iva**) esprime il livello di occupazione del campo visivo orizzontale da parte degli elementi degli impianti eolici. È dato dal rapporto tra l’angolo di visione e

l'ampiezza del campo della visione distinta, pari a  $50^\circ$ ; il suo valore può variare da 0 (visione libera) a 1.2 (campo visivo tutto occupato dall'impianto).

*Angolo di vista orizzontale*



Per come è definito l'indice, valori bassi corrispondono ad aerogeneratori vicini tra loro, mentre aerogeneratori più lontani tra loro danno un valore dell'indice più alto. Pertanto, un valore basso dell'indice corrisponde ad un alto affollamento dell'orizzonte visuale e viceversa.

L'analisi quantitativa dell'impatto cumulativo visivo, condotta avvalendosi degli indici numerici di Visione Azimutale ed Affollamento fornisce una base per la valutazione complessiva dell'impatto del progetto. I risultati, in alcuni casi anche elevati, sono ottenuti con un metodo teorico di quantificazione; devono essere ulteriormente valutati con la verifica in campo, di cui i fotoinserti costituiscono un importante riscontro; i Punti di Osservazione utilizzati per le riprese fotografiche sono stati scelti tra i punti sensibili per i quali è più alto il valore teorico dell'impatto dell'impianto in progetto, compatibilmente con la verifica dell'intervisibilità, indice ancora una volta teorico.

Di seguito sono stati individuati gli indici di visione azimutale in riferimento al

1. Solo parco eolico di progetto
2. Parchi eolici esistenti
3. Cumulativo – parchi esistenti + parco di progetto (Cumulativa Caso 1)

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

*Angolo di vista orizzontale*

Id	Punto di vista ZTV 11 km	Angolo di visione			Indice di visione azimutale			
		Parco eolico di progetto	Parchi eolici esistenti	Cumulativo - Caso 1	Parco eolico di progetto	Parchi eolici esistenti	Cumulativo -Caso 1	Incremento o Caso 1 (%)
14	Chiesa Campestre San Giorgio	11	26	26	0,2	0,5	0,5	0%
16	Comune di Aglientu	3	3	3	0,1	0,1	0,1	0%
17	Palazzo di Baldu	30	48	48	0,6	1,0	1,0	0%
20	Punto panoramico, belvedere dei graniti	20	31	31	0,4	0,6	0,6	0%
21	Punto panoramico_La Pétra Niéda	22	32	32	0,4	0,6	0,6	0%
22	Castello di Balaiana	20	42	42	0,4	0,8	0,8	0%
27	Necropoli di Li Muri	10	45	45	0,2	0,9	0,9	0%
28	Chiesa Santa Maria della Neve	15	15	16	0,3	0,3	0,3	6%
32	Monte Russu	7	18	18	0,1	0,4	0,4	0%

In base ai risultati ottenuti si osserva che l'indice di visione azimutale teorico (IVA) associato al solo parco in progetto è generalmente minore con l'indice riferito allo stato di fatto, a conferma di una progettazione compatibile con le visuali paesaggistiche esistenti.

L'unico punto di osservazione per il quale, alla realizzazione del parco in progetto, corrisponde un aumento di occupazione del campo visivo (Incremento Caso 1-caso 2), seppur molto modesto, è:

- ID\_28: Chiesa Santa Maria della Neve

Gli ulteriori 8 punti di vista registrano un incremento dell'indice azimutale pari allo 0% in entrambi i casi (caso 1 e caso 2)

L'indice di visione azimutale non tiene conto della copertura del suolo, ne contempla la presenza di ostacoli orografici verticali che si frappongono tra i vari aerogeneratori ed il potenziale osservatore.

In riferimento al sito ID\_28, si registra una distanza pari a 9 km dal parco eolico in progetto, distanza che a causa del potere risolutivo dell'occhio umano renderebbe l'aerogeneratore non perfettamente visibile ad occhio nudo con conseguentemente l'impatto visivo ridotto.

In sostanza è possibile concludere che la realizzazione del parco eolico non genera alcun tipo di impatto sui punti di vista scelti.

### **Indice di affollamento**

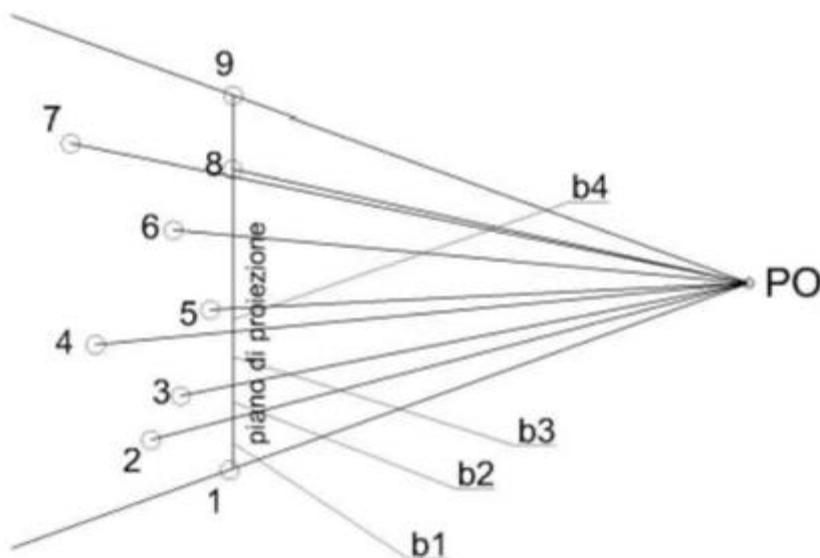
L'indice di affollamento  $IdA$  è funzione del numero di impianti visibili dal punto di osservazione e della loro distanza e rappresenta l'effetto prodotto dalla presenza di più impianti nel cono visuale dell'osservatore. Misurate le proiezioni  $b_1, b_2, \dots, b_n$ , individuate come in Figura sul piano di proiezione, l'indice è pari a:

$$IdA = b_l / R$$

dove:

- –  $b_l$  è la media tra le proiezioni sul piano di proiezione;
- –  $R$  è il raggio degli aerogeneratori.

*Indice di affollamento*



Per come è definito l'indice, valori bassi corrispondono ad aerogeneratori vicini tra loro, mentre aerogeneratori più lontani tra loro danno un valore dell'indice più alto. Pertanto, un valore basso dell'indice corrisponde ad un alto affollamento dell'orizzonte visuale e viceversa.

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

L'analisi quantitativa dell'impatto cumulativo visivo, condotta avvalendosi degli indici numerici di Visione Azimutale ed Affollamento fornisce una base per la valutazione complessiva dell'impatto del progetto. I risultati, in alcuni casi anche elevati, sono ottenuti con un metodo teorico di quantificazione; devono essere ulteriormente valutati con la verifica in campo, di cui i fotoinserti costituiscono un importante riscontro; i Punti di Osservazione utilizzati per le riprese fotografiche sono stati scelti tra i punti sensibili per i quali è più alto il valore teorico dell'impatto dell'impianto in progetto, compatibilmente con la verifica dell'intervisibilità, indice ancora una volta teorico.

Di seguito sono stati individuati gli indici di visione azimutale in riferimento al

1. Solo parco eolico di progetto
2. Parchi eolici esistenti
3. Cumulativo – parchi esistenti + parco di progetto (Cumulativa Caso 1)

*Indice di affollamento*

ID	Punto di vista ZTV 11 km	Media proiezioni (bl)			Indice di affollamento			Variazione Caso 1 (%)
		Parco eolico di progetto	Parchi eolici esistenti	Cumulativo - Caso 1	Parco eolico di progetto	Parchi eolici esistenti	Cumulativ o -Caso 1	
14	Chiesa Campestre San Giorgio	370	111	82	4,4	1,3	1,0	26%
16	Comune di Aglientu	255	250	102	3,0	2,9	1,2	59%
17	Palazzo di Baldu	670	283	209	7,9	3,3	2,5	26%
20	Punto panoramico, belvedere dei graniti	613	383	246	7,2	4,5	2,9	36%
21	Punto panoramico_ La Pétra Niéda	613	367	236	7,2	4,3	2,8	36%
22	Castello di Balaiana	613	423	303	7,2	5,0	3,6	28%
27	Necropoli di Li Muri	645	425	313	7,6	5,0	3,7	26%
28	Chiesa Santa Maria della Neve	573	733	281	6,7	8,6	3,3	62%
32	Monte Russu	268	910	341	3,1	10,7	4,0	63%

*Indice di affollamento - Legenda*

	Distanza < 6 km
	Distanza fra 6km - 8km
	Distanza ≥ 8 km

È inoltre doveroso fare delle considerazioni:

1. L'indice di affollamento non tiene conto della copertura del suolo, ne contempla la presenza di ostacoli orografici verticali che si frappongono tra i vari aerogeneratori ed il potenziale osservatore. Le mappe di intervisibilità, infatti, mostrano come gli aerogeneratori realmente visibili siano << di quelli calcolati per tutti i punti di vista sensibili, suggerendo dunque un indice di visibilità reale molto più alto di quello teorico.
2. I punti sensibili segnati in azzurro (per i quali si registra una variazione dell'indice di affollamento prossima al 60%) sono localizzati ad una distanza dall'impianto di progetto compresa fra i 8 e 11 km, dal parco eolico in progetto, distanza che a causa del potere risolutivo dell'occhio umano renderebbe l'aerogeneratore non perfettamente visibile ad occhio nudo, indice di affollamento reale dunque risulta essere >> di quello calcolato teoricamente, con una conseguente riduzione dell'affollamento
3. I punti sensibili in giallo sono localizzati ad una distanza dall'impianto di progetto compresa fra i 6 e gli 8 km. Seppure a tale distanza l'occhio umano riesce a percepire l'aerogeneratore, l'impatto visivo reale è comunque attenuato rispetto quello teorico.
4. I punti sensibili in rosso sono distanti dall'impianto meno di 6 km e quindi facilmente percepibili come impatto visivo dall'occhio umano. Il palazzo di Baldu (ID\_17) presenta una variazione dell'indice di affollamento trascurabile, presentando al contempo valore dell'indice di affollamento medio-alto, indice di aerogeneratori distanti fra di loro. Per tale motivo è possibile concludere che il punto in esame subisce un impatto trascurabile.

**In conclusione, l'unico sito che risente della realizzazione del parco eolico risulta dunque essere Il Palazzo di Baldu che tuttavia subisce una variazione dell'indice di affollamento rispettivamente del 26% e del 22%. Va ricordato ancora una volta che il progetto si inserisce in un paesaggio che assume già le connotazioni di parco eolico, risultando dunque già pesantemente alterato.**

---

### **2.4.2 Rumore**

Per quanto riguarda la valutazione dell'impatto acustico cumulativo del parco eolico in progetto per effetto di potenziali interferenze con altri parchi esistenti nell'area, o con parchi autorizzati o in fase di autorizzazione, occorre premettere che l'area potenzialmente interessata dall'effetto "cumulo" deve corrispondere all'area su cui l'esercizio dell'impianto oggetto di valutazione è in grado di comportare un'alterazione del campo sonoro. Secondo alcune linee di indirizzo "per la valutazione degli impatti cumulativi di impianti di produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza superiore a 20 kW", si considera congrua un'area di indagine data dall'intero territorio comunale e, con riferimento alle aree esterne al comune ove è localizzato l'impianto, dall'inviluppo dei cerchi di raggio pari a 5000 metri e di centro coincidente con ciascuno degli aerogeneratori appartenenti al parco eolico oggetto di valutazione. Gli aerogeneratori ricompresi nell'inviluppo complessivo concorreranno, cumulativamente, alla definizione degli impatti acustici e quindi alla pressione acustica di progetto simulata.

Nel caso in studio all'interno dell'area congrua come sopra definita ricadono 27 aerogeneratori mini eolici.

Il contributo sonoro di tali impianti è stato valutato in sede di valutazione di rumore residuo il cui effetto cumulo è compreso nella valutazione dei livelli di immissione.

Dai calcoli e dalle simulazioni effettuate nei paragrafi precedenti si evince che la presenza degli aerogeneratori esistenti non è in grado di influenzare quello che è il valore di rumore generato dalla sola componente del vento e quindi l'effetto cumulativo degli impianti esistenti e del nuovo impianto risulta essere nullo.

---

### **3 CONCLUSIONI**

L'analisi della matrice degli impatti indica un impatto ambientale negativo derivante dalla realizzazione dell'opera nel complesso moderato, mentre si evidenzia un impatto positivo relativamente alto.

In fase di realizzazione dell'opera gli impatti negativi sono imputabili in prevalenza alle operazioni di movimento terra necessari per la realizzazione delle aree destinate al montaggio delle WTG e alle operazioni necessarie all'adeguamento della viabilità esistente e all'apertura di nuova viabilità.

Gli impatti sono generalmente imputabili alla perdita di suolo (circostritta e modesta in considerazione all'area complessiva interessata dall'opera), alla compattazione dello stesso e all'emissione di polveri e rumore dovuti alle operazioni di cantiere e al transito dei mezzi d'opera.

Nei confronti degli ecosistemi naturali, della flora e della fauna (avifauna compresa) non si segnalano particolari criticità eventualmente imputabili a perdita di habitat rari o a perdita di copertura boscata. Il maggiore impatto sarà imputabile al temporaneo allontanamento dai siti di cantiere della fauna, disturbata dalle operazioni stesse.

In fase di realizzazione del parco eolico notevoli saranno i risvolti positivi in termini socioeconomici, dovuti in prevalenza all'incremento dell'occupazione derivante dall'incremento di forza lavoro in grado di soddisfare le esigenze di cantiere.

In fase di esercizio gli impatti prevalenti saranno costituiti dalla presenza di nuova viabilità (di rilevanza tuttavia marginale) e alla possibile interferenza delle WTG con l'avifauna (stanziale e migratoria).

Indubbiamente positivi gli impatti dell'opera in fase di esercizio, dovuti al mantenimento dell'occupazione locale per le operazioni di manutenzione dell'opera.

L'utilizzo di una fonte rinnovabile di energia quale la risorsa eolica rende il progetto qui presentato unico in termini di costi e benefici fra le tecnologie attualmente esistenti per la produzione di energia elettrica.

Il principale beneficio ambientale è costituito dal fatto di produrre energia elettrica senza alcuna emissione di sostanze inquinanti e nocive nell'atmosfera: la fonte eolica è una fonte rinnovabile ed inesauribile di energia, che non richiede alcun tipo di combustibile ma sfrutta l'energia cinetica del vento, trasformandola prima in energia meccanica e poi in energia elettrica.

---

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

---

Sulla base delle più avanzate tecnologie disponibili, il parco eolico Mistral avrà una potenza complessiva nominale di 35 MW al massimo, mediante l'utilizzo di 5 aerogeneratori, ognuno dei quali nella soluzione progettuale prescelta ha potenza di 7000 kW.

La presenza sul territorio di un impianto eolico per la produzione di energia elettrica rappresenta una garanzia per il rispetto delle risorse ambientali nel loro complesso. L'impiego di una tecnologia pulita di questo tipo, infatti, riduce l'inquinamento causato dall'utilizzo di combustibili fossili e valorizza le peculiari caratteristiche anemologiche del sito. Si deve anche osservare che l'impianto potrà dare possibilità di creare nuovi posti di lavoro sia in fase di realizzazione che in fase di esercizio dell'impianto e conferire al sito un interesse decisamente innovativo, caratterizzato dalla scelta di uno sviluppo sostenibile, rispetto all'ambiente.

La scelta del layout del parco eolico Mistral deriva da un'attenta analisi del contesto paesaggistico in cui si inserisce l'opera. Esso risulta, a parere degli scriventi, il miglior compromesso possibile, in grado di garantire un'elevata produzione energetica, senza snaturare il contesto. Come si può ben osservare dalle simulazioni proposte, il parco in progetto si inserisce nel paesaggio con il giusto equilibrio. La distanza fra le WTG e la geometria stessa del layout garantiscono un'adeguata attenuazione dell'inevitabile impatto sul paesaggio, senza suscitare quell'"effetto selva" dato da layout "disordinati" e pensati senza la dovuta attenzione all'inserimento paesaggistico dell'opera.

Le conclusioni che è possibile trarre dalla presente trattazione portano a dire che l'impatto ambientale generato dalla realizzazione e dall'esercizio del parco eolico per molti aspetti sono nulli, come ad esempio le emissioni aeriformi, le acque di scarico e i residui di qualsivoglia natura, le interferenze con i comparti acque superficiali, sotterranee o atmosferiche, mentre per altri aspetti, come la potenziale interferenza con l'avifauna, l'impatto relativo ai campi elettromagnetici e quello acustico, è ridotto o trascurabile.

---

## **4 ELENCO ALLEGATI CARTOGRAFICI DI INQUADRAMENTO**

- 01W.D.01 – Corografia di inquadramento dell'area in scala 1:50.000
  - 01W.D.02 – Corografia di inquadramento su IGM in scala 1:25.000
  - 01W.D.03 – Corografia generale su Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000
  - 01W.D.04 – Inquadramento su ortofotocarta 2021 in scala 1:10.000
  - 01W.D.05 – Inquadramento catastale – Quadro d'unione in scala 1:10.000
  - 01W.D.06 – Planimetria catastale – Comune di Tempio Pausania in scala 1:5.000
  - 01W.D.07 – Planimetria catastale – Comune di Luogosanto in scala 1:5.000
  - 01W.D.08 – Planimetria catastale – Comune di Aglientu in scala 1:5.000
  - 01W.D.09 – Stralcio strumento urbanistico Comune di Tempio Pausania in scala 1:5.000
  - 01W.D.10 – Stralcio strumento urbanistico Comune di Luogosanto in scala 1:5.000
  - 01W.D.11 – Stralcio strumento urbanistico Comune di Aglientu in scala 1:5.000
  - 01W.D.12 – Aree percorse dal fuoco in scala 1:10.000
  - 01W.D.13 – Vincolo paesaggistico D.Lgs 42/2004 in scala 1: 10.000
  - 01W.D.14 – Vincolo idrogeologico RDL 3267/23 - LR 42/1998 in scala 1:10.000
  - 01W.D.15 – Aree Protette e Rete Natura 2000 in scala 1:25.000
  - 01W.D.16 – Carta del rischio idrogeologico in scala 1:10.000
  - 01W.D.17 – Impianti eolici in esercizio in scala 1:10.000
  - 01W.D.18 – Aree non idonee FER - Delibera 50-90 del 27.11.2020 in scala 1:15.000
  - 01W.D.19 – Carta di uso del suolo Corine Landcover in scala 1:10.000
  - 01W.D.20 – Carta della vegetazione in scala 1:10.000
  - 01W.D.21 – Carta dei suoli in scala 1:50.000
-

01W.D.22 – Carta dell'intervisibilità teorica in scala 1:25.000

01W.D.23 – Carta dell'impatto cumulativo con impianti eolici in esercizio in scala 1:25.000

## **5 ELENCO TAVOLE DI PROGETTO**

01W.D.24 – Mappa dell'intermittenza delle ombre in scala 1:10.000

01W.D.25 - Fotoinserimenti

01W.D.26 – Planimetria generale di progetto in scala 1:10.000

01W.D.27 – WTG MIS-1 - Planimetrie e sezioni in varie scale

01W.D.28 – WTG MIS-2 - Planimetrie e sezioni in varie scale

01W.D.29 – WTG MIS-3 - Planimetrie e sezioni in varie scale

01W.D.30 – WTG MIS-4 - Planimetrie e sezioni in varie scale

01W.D.31 – WTG MIS-5 - Planimetrie e sezioni in varie scale

01W.D.32 – Movimenti terra in fase di cantiere e ripristino in scala 1:5.000

01W.D.33 – Planimetria generale della viabilità di accesso al sito in scala 1:35.000

01W.D.34 – Viabilità in fase di cantiere in scala 1:5.000

01W.D.35 – Viabilità in fase di esercizio in scala 1:5.000

01W.D.36 – Viabilità di accesso - Sezioni tipo in scala 1:20

01W.D.37 – Sezioni stradali e cavidotti - Tipologie costruttive in scala 1:20

01W.D.38 – Schema elettrico unifilare impianto eolico

01W.D.39 – Schema elettrico a blocchi

01W.D.40 – Planimetria elettrodotto in varie scale

01W.D.41 – Gittata massima in caso di rottura organi rotanti in scala 1:5.000

---

01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

---

01W.D.42 – Distanza di rispetto dai fabbricati residenziali in scala 1:10.000

01W.D.43 – Aerogeneratore tipo – Prospetti in scala 1:300

01W.D.44 – Fondazione WTG - Tipologie costruttive in varie scale

01W.D.45 – Cabina elettrica tipo in scala 1:50

01W.D.46 – Piano Particellare di esproprio - Quadro d'unione planimetrie in scala 1:10.000

01W.D.47 – Piano particellare di esproprio - Planimetrie catastali in scala 1:2.000

01W.D.48 – Rappresentazione opere di dismissione – Elaborato tipo in scala 1:100

01W.D.49 - Rappresentazione opere di ingegneria naturalistica – Elaborato tipo in scala 1:25

01W.D.50 – Carta dei siti archeologici in scala 1:50.000

01W.D.51 – Carta del rischio di incendio in scala 1:10.000

---

## 6 ELENCO DEI PROFESSIONISTI E DEI CONSULENTI

Nome	Attività svolta	Recapito
Ing. Samuele Viara	Project Manager Progettista Redattore SIA	Trynyty Wind srl Ordine degli Ingegneri della Provincia di Cuneo n. A 1949 e-mail: samueleviara@hotmail.com
Dott. For. Giorgio Curetti	Progettista Redattore SIA	Trynyty Wind srl Ordine dei Dottori Agronomi e Forestali di Cuneo n. A 232 e-mail: giorgiocuretti@gmail.com
Geol. Antonio Viggiano	Redattore Relazione Geologica di compatibilità idrogeologica e di modellizzazione sismica	Albo dei geologi della Regione Campania n. 2397 e-mail: antoviggiano@hotmail.com
Geol. Mattia Lettieri	Redattore Relazione Geologica di compatibilità idrogeologica e di modellizzazione sismica	Albo dei geologi della Regione Campania n. 2397 e-mail: geologomattialettieri@gmail.com
Dott. Gianni Palumbo	Dottore Naturalista Coordinatore gruppo di lavoro Biophilia Redattore report faunistici	Gruppo Biophilia Via G. Verdi 29B 75016 Pomarico (MT) e-mail: infobio@biophilia.eu
Dott. Agr. Vincenzo Satta	Redattore Relazione pedologica e della fertilità dei suoli e della relazione di analisi costi benefici	Studio SATTA Ordine dei Dottori Agronomi e Forestali della Provincia di Sassari n. A 361 e-mail: studio@satta.it
Ing. Federico Miscali	Redattore Valutazione previsionale dell'impatto acustico	Ordine degli Ingegneri della Provincia di Cagliari n. 5601 e-mail: federico.miscali@gmail.com
Arch. Sandra Gambuti	Redattrice report di viabilità	Ordine degli Architetti Pianificatori Paesaggisti Conservatori della Provincia di Benevento n. 442 e-mail: sandra.gambuti@gmail.com

## 01.R17 – STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE\_QUADRO AMBIENTALE

Parco eolico MISTRAL (35 MW) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

---

Ing. Nicola La Macchia	Redattore Relazione Paesaggistica e Relazione sugli impatti cumulativi	Gruppo Biophilia Ordine degli Ingegneri della Provincia di Foggia n. 3078 e-mail: nicola_lamacchia@yahoo.it
Dott. For. Stefano Arzeni	Redattore relazione botanica, Report colture di pregio, Report paesaggio agrario	Gruppo Biophilia Ordine dei Dottori Agronomi e Forestali della Provincia di Taranto n. A 294 e-mail: stefano.arzeni@unisalento.it
Dott. Michele Bux	Redattore report faunistici	Gruppo Biophilia Ordine Nazionale dei Biologi Sez. A n. 544408 e-mail: buxmichele@hotmail.com
Prof. Piero Medagli	Redattore relazione botanica, Report colture di pregio, Report paesaggio agrario	Gruppo Biophilia Dott. Naturalista Responsabile Herbarium Lupiense presso Università del Salento e-mail: pietro.medagli@unisalento.it

---