

# REGIONE SARDEGNA

Provincia della Città Metropolitana di Cagliari (CA)

COMUNE DI VILLASOR



REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROL.	APPROV.
1	EMISSIONE PER ENTI ESTERNI	24/09/21	LOMBARDO A.	FURNO C.	NASTASI A.
0	EMISSIONE PER COMMENTI	27/08/21	LOMBARDO A.	FURNO C.	NASTASI A.

Committente:

**IBERDROLA RENEVABLES ITALIA S.p.A.**



Sede legale in Piazzale dell'Industria, 40, 00144, Roma  
Partita I.V.A. 06977481008 – PEC: iberdrolarenovablesitalia@pec.it

Società di Progettazione:



*Ingegneria & Innovazione*

Via Jonica, 16 – Loc. Belvedere – 96100 Siracusa (SR) Tel. 0931.1663409  
Web: [www.antexgroup.it](http://www.antexgroup.it) e-mail: [info@antexgroup.it](mailto:info@antexgroup.it)

Progetto:

**PARCO EOLICO DI "VILLASOR"**

Progettista/Resp. Tecnico

Dott. Ing. Cesare Furno  
Ordine degli Ingegneri  
della Provincia di Catania  
n° 6130 sez. A

Elaborato:

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE (PMA)

Scala:

NA

Nome DIS/FILE:

C20018S05-VA-RT-13-01

Allegato:

1/1

F.to:

A4

Livello:

**DEFINITIVO**

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl.  
È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta.  
La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.





PARCO EOLICO DI "VILLASOR"  
PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE



INGEGNERIA & INNOVAZIONE

24/09/2021

REV: 1

Pag.2

## INDICE

1	PREMESSA .....	3
2	SCOPO DELLO STUDIO .....	4
2.1	Normativa .....	4
2.2	I contenuti del Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) .....	4
3	DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....	5
3.1	Descrizione dell'area di impianto .....	6
3.2	Caratteristiche generali e fisiche del parco eolico.....	7
4	LE COMPONENTI AMBIENTALI .....	12
4.1	Atmosfera e Clima .....	12
4.2	Ambiente idrico.....	13
4.3	Suolo e Sottosuolo .....	14
4.4	Paesaggio .....	15
4.5	Vegetazione, Flora e Fauna.....	17
4.6	Rumore e Vibrazioni .....	21

## 1 PREMESSA

Su incarico di IBERDROLA Renovables Italia S.p.A., la società Antex Group Srl ha redatto il progetto definitivo relativo alla realizzazione di un impianto eolico nei comuni di Villasor e Decimoputzu, nella provincia della Città Metropolitana di Cagliari.

Il progetto prevede l'installazione di n. 10 nuovi aerogeneratori con potenza unitaria di 5,6 MW, per una potenza complessiva di impianto di 56 MW.

Gli aerogeneratori saranno collegati alla nuova Stazione di trasformazione Utente, posta nel comune di Villasor (CA), tramite cavidotti interrati con tensione nominale pari a 30 kV.

La stazione di trasformazione utente riceverà l'energia proveniente dall'impianto eolico a 30 kV e la eleverà alla tensione di 150 kV.

Tutta l'energia elettrica prodotta verrà ceduta alla rete tramite collegamento in antenna a 150 kV, previa condivisione dello stallo in stazione con altri produttori, su un nuovo stallo a 150 kV da realizzare presso la Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione a 220/150 kV della RTN, denominata "Villasor", la cui autorizzazione è oggetto di altra iniziativa (benestare requisiti tecnici richiesto da altro produttore nominato capofila in sede di tavolo tecnico con Terna).

Le attività di progettazione definitiva e di studio di impatto ambientale sono state sviluppate dalla società di ingegneria Antex Group Srl.

Antex Group Srl è una società che fornisce servizi globali di consulenza e management ad Aziende private ed Enti pubblici che intendono realizzare opere ed investimenti su scala nazionale ed internazionale.

È costituita da selezionati e qualificati professionisti uniti dalla comune esperienza professionale nell'ambito delle consulenze ingegneristiche, tecniche, ambientali e gestionali.

Sia Antex che Iberdrola pongono a fondamento delle attività e delle proprie iniziative, i principi della qualità, dell'ambiente e della sicurezza come espressi dalle norme ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001 nelle loro ultime edizioni.

Difatti, in un'ottica di sviluppo sostenibile proprio e per i propri clienti e fornitori, le Aziende citate posseggono un proprio Sistema di Gestione Integrato Qualità-Sicurezza-Ambiente.

## 2 SCOPO DELLO STUDIO

### 2.1 Normativa

La normativa vigente, ai sensi del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., come modificato dal D.lgs. 104/17, prevede che gli impianti industriali per la produzione di energia mediante lo sfruttamento del vento siano sottoposti alla procedura di **Valutazione di Impatto Ambientale di competenza nazionale**, per il quale il Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare svolge il ruolo di soggetto competente in materia, qualora i suddetti impianti per la produzione di energia elettrica sulla terraferma presentino una potenza complessiva superiore ai 30 MW.

Il Monitoraggio Ambientale rappresenta, per tutte le opere soggette a VIA ai sensi dell’art.28 del D.Lgs. 152/06 (incluse quelle strategiche ai sensi della L.443/2001), lo strumento che fornisce la reale misura dell’evoluzione dello stato dell’ambiente nelle varie fasi di attuazione dell’opera e che consente ai soggetti responsabili (proponente, autorità competenti) di individuare i segnali necessari per attivare preventivamente e tempestivamente eventuali azioni correttive qualora le "risposte" ambientali non siano rispondenti alle previsioni effettuate nell’ambito del processo di VIA.

### 2.2 I contenuti del Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA)

Le attività di Monitoraggio devono essere programmate e documentate nel Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) con lo scopo di:

- Verificare lo stato dei luoghi (monitoraggio ante-operam) utilizzato nello Studio di Impatto Ambientale (SIA) per la valutazione degli impatti ambientali generato dall’opera in progetto;
- verificare le previsioni degli impatti ambientali attraverso il monitoraggio dell’evoluzione dello scenario ambientale di riferimento a seguito dell’attuazione del progetto (monitoraggio in corso d’opera e post operam), in termini di variazione dei parametri ambientali caratterizzanti lo stato quali-quantitativo di ciascuna componente/fattore ambientale soggetta ad un impatto significativo;
- verificare l’efficacia delle misure di mitigazione ed individuare eventuali impatti ambientali non previsti.

Le componenti/fattori ambientali elencate ricalcano sostanzialmente quelle indicate nell’Allegato I al DPCM 27.12.1988 e potranno essere oggetto di successivi aggiornamenti e integrazioni sulla base degli esiti del monitoraggio delle diverse componenti/fattori ambientali, sia biotici che abiotici, che possono influenzare in maniera diretta o indiretta la salute delle popolazioni e degli ecosistemi (la qualità dell’aria, il clima acustico e vibrazionale, la qualità delle acque, la qualità dei suoli, i campi elettromagnetici, ecc.) e, per gli ecosistemi, in base al monitoraggio degli elementi floristici e faunistici e delle relative fitocenosi e zoocenosi (componenti Vegetazione e Fauna).

IL PMA è finalizzato a valutare, in relazione alla costruzione e all’esercizio dell’opera, le eventuali variazioni, rispetto alla situazione ante operam, di tutti i parametri e/o indicatori utilizzati per definire le caratteristiche qualitative e quantitative delle singole componenti.

### 3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto prevede l'ubicazione del parco eolico in agro nel Comune di Villasor e Decimoputzu, Provincia della Città Metropolitana di Cagliari, distante circa 6 km dal centro abitato di Villasor in direzione ovest e distante circa 5,5 Km rispetto al centro abitato di Decimoputzu in direzione nord-ovest.

Gli aerogeneratori saranno identificati, rispettivamente, con le seguenti sigle: VL01, VL02, VL03, VL04, VL05, VL06, VL07, VL08, VL09 e VL10 e di seguito si riportano le coordinate degli aerogeneratori nel sistema di riferimento UTM WGS84:

ID WTG	Est	Nord	Comune
<b>VL-01</b>	484371.00 m E	4359534.00 m N	<i>Villasor (CA)</i>
<b>VL -02</b>	487608.00 m E	4358000.00 m N	<i>Decimoputzu (CA)</i>
<b>VL -03</b>	488342.00 m E	4358286.00 m N	<i>Decimoputzu (CA)</i>
<b>VL -04</b>	485331.42 m E	4357977.81 m N	<i>Villasor (CA)</i>
<b>VL -05</b>	486010.40 m E	4358558.43 m N	<i>Villasor (CA)</i>
<b>VL -06</b>	486703.09 m E	4359132.02 m N	<i>Villasor (CA)</i>
<b>VL -07</b>	487387.72 m E	4359659.05 m N	<i>Villasor (CA)</i>
<b>VL -08</b>	484833.66 m E	4358817.92 m N	<i>Villasor (CA)</i>
<b>VL -09</b>	485042.26 m E	4360391.30 m N	<i>Villasor (CA)</i>
<b>VL -10</b>	488766.34 m E	4358675.91 m N	<i>Villasor (CA)</i>

Gli aerogeneratori che saranno installati sono di tipo Vestas V162 – 5,6 MW con altezza al mozzo 125 m e altezza al tip 206 m, del tipo ad asse orizzontale con rotore tripala del diametro di 162 m, in grado di sviluppare fino a 5,6 MW di potenza nominale e 56 MW di potenza complessiva.

Le postazioni degli aerogeneratori sono costituite da piazzole collegate alla viabilità d'impianto.

I dispositivi elettrici di trasformazione BT/MT degli aerogeneratori saranno alloggiati all'interno delle navicelle. Pertanto, non sono previste costruzioni di cabine di macchina alla base delle torri eoliche. Gli aerogeneratori saranno collegati alla nuova Stazione di trasformazione Utente, posta nel comune di Villasor (CA), tramite cavidotti interrati con tensione nominale pari a 30 kV. La stazione di trasformazione utente riceverà l'energia proveniente dall'impianto eolico a 30 kV e la eleverà alla tensione di 150 kV. Il cavidotto interrato, interesserà come per gli aerogeneratori, i comuni di Villasor e Decimoputzu, lungo la viabilità esistente, sino a giungere alla SSE Utente.

OPERE	Est	Nord	Comune
<b>SSE UTENTE</b>	492649.29	4360195.95	VILLASOR

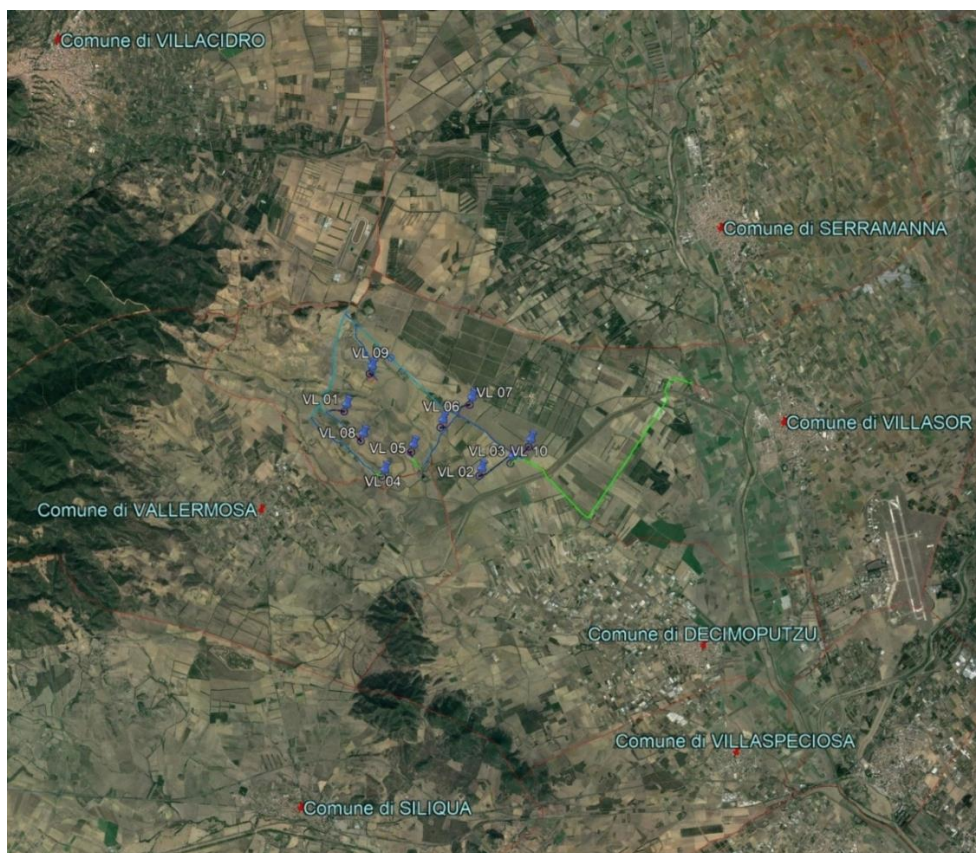
### 3.1 Descrizione dell'area di impianto

L'area di impianto è posta a est della S.S.293 di Giba, a sud dalla S.S. 196 di Villacidro, a confine con i comuni di Serramanna, Villacidro, Vallermosa e Decimoputzu.

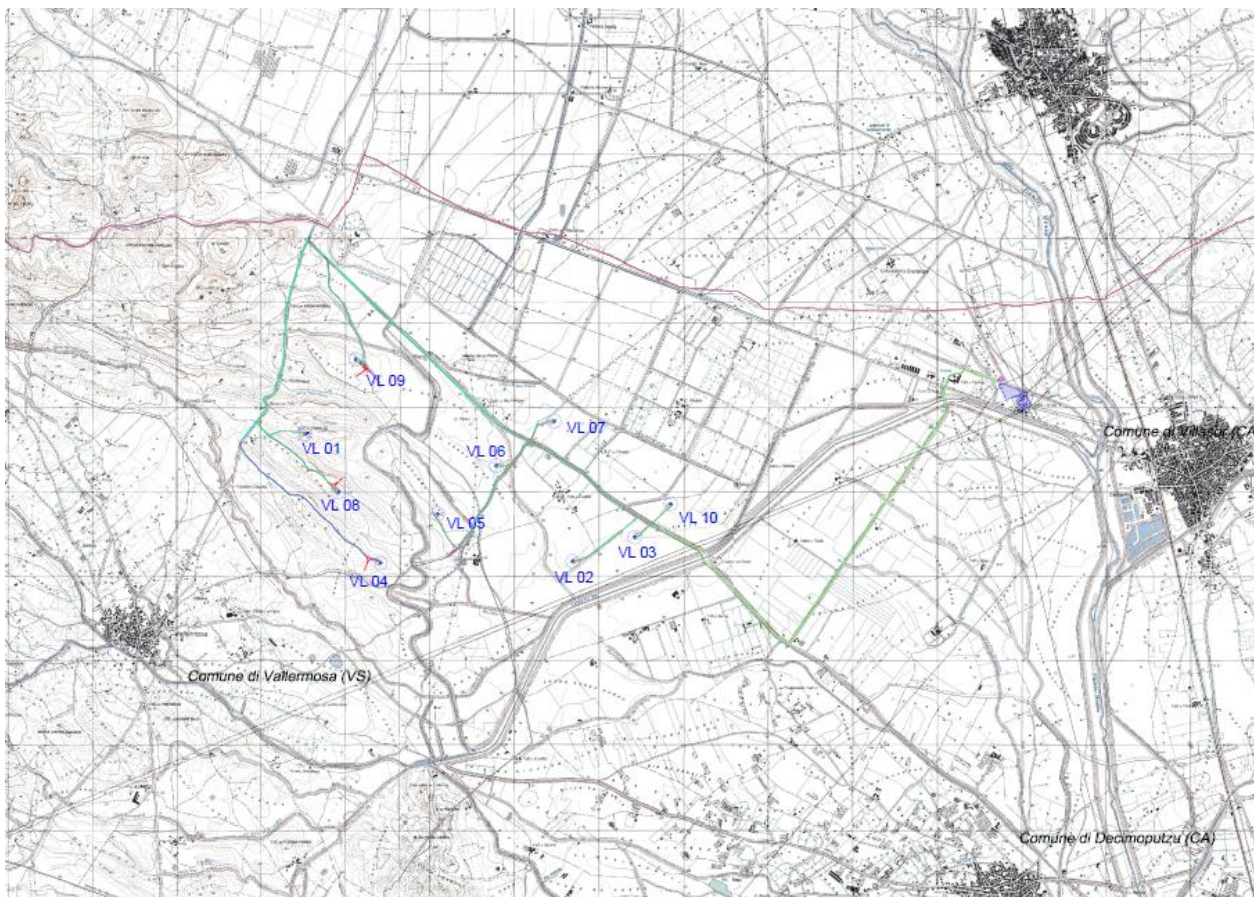
Il territorio preso in esame, per quanto concerne le caratteristiche del paesaggio agrario e delle relative produzioni, comprende un'area omogenea che ricopre, oltre al comune direttamente attraversato dal progetto (compreso il cavidotto e le opere di connessione), anche gran parte dei comuni limitrofi sempre all'interno del territorio della Città Metropolitana di Cagliari.

Dall'analisi cartografica e dai riscontri ottenuti durante il sopralluogo è emerso che le caratteristiche dei suoli agricoli dell'area non siano in alcun modo in grado di fornire un valido substrato per colture intensive e produzioni agricole complesse, principalmente a causa di forti fenomeni erosivi, sebbene i dati pluviometrici risultino più che buoni. L'attuale fruizione agricola dell'area di installazione degli aerogeneratori è di fatto limitata esclusivamente al pascolamento di animali (ovini e bovini) e a seminativo. Le quote relative all'impianto eolico variano dagli 35 m.s.l.m ai 76 m.s.l.m.

Le opere civili previste comprendono l'esecuzione di plinti di fondazione e realizzazione di piazzole di servizio per ognuno degli aerogeneratori, l'adeguamento/ampliamento della rete viaria esistente nel sito e la realizzazione della viabilità di servizio interna all'impianto. Sono altresì previste, opere impiantistiche comprendenti l'installazione degli aerogeneratori e l'esecuzione dei collegamenti elettrici in cavidotti interrati tra i singoli aerogeneratori e tra gli aerogeneratori e la sottostazione utente.



*Fig. 1 - Individuazione del layout di impianto su Ortofoto*



*Fig. 2 Inquadramento impianto eolico su IGM*

### 3.2 Caratteristiche generali e fisiche del parco eolico

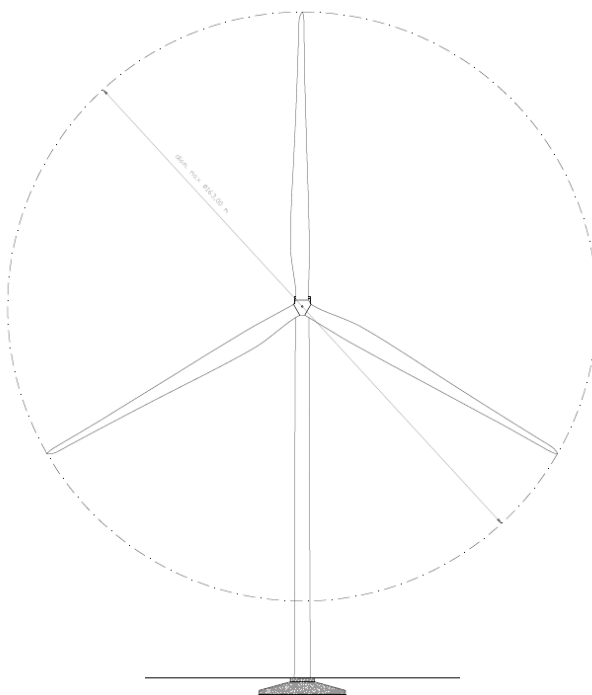
L'impianto eolico in progetto prevede la realizzazione dei seguenti componenti:

- Aerogeneratori e relative piazzole:

- Per consentire il montaggio degli n. 10 aerogeneratori dovrà predisporci, nelle aree subito attorno alla fondazione, lo scotico superficiale, la spianatura, il riporto di materiale vagliato e compattazione di una superficie di circa 40x27 m per quanto riguarda l'area della piazzola definitiva che servirà al posizionamento della gru principale e allo stoccaggio di alcune componenti della navicella e alcuni conci di torre in attesa di essere montate. Invece per quanto riguarda le aree temporanee, necessarie solo per il tempo sufficiente al montaggio della macchina, saranno predisposte un'area temporanea di circa 15x90 m, subito adiacente a quella definitiva, per lo stoccaggio temporaneo delle pale, una delle dimensioni di circa 40x20 per lo stoccaggio del resto delle componenti dell'aerogeneratore, dei conci di torre e di ulteriori componenti e attrezzature necessari al montaggio, infine sarà necessaria un'ulteriore area di circa 112 x 17 m, a prolungamento di quella definitiva, per il montaggio del braccio della gru (main crane) e spazi di manovra e posizionamento delle gru di assistenza alla principale, le quali prevedono uno scotico superficiale e un livellamento solo se necessario.

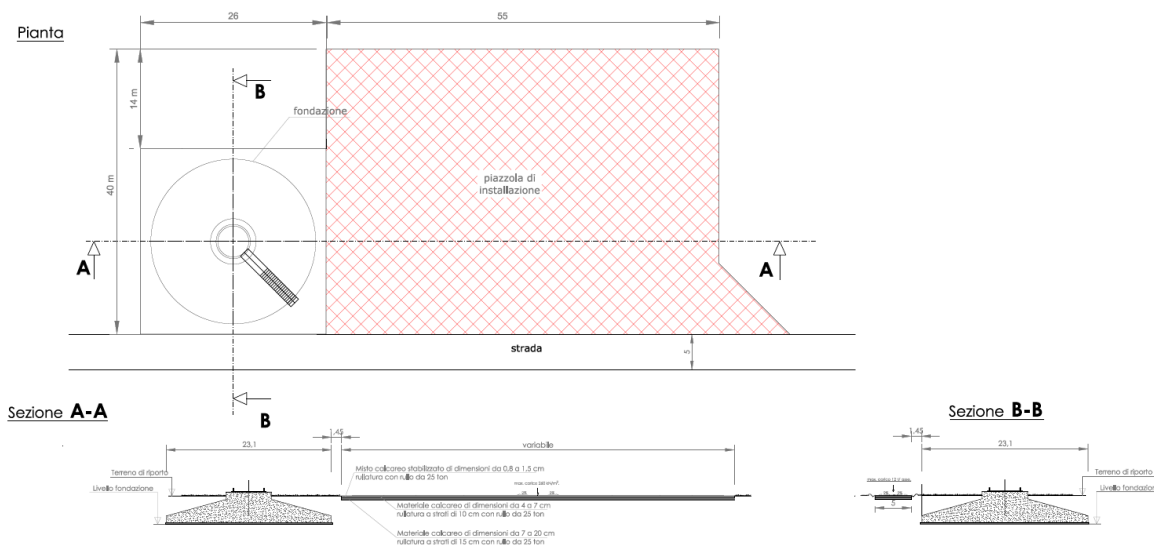
A montaggio ultimato queste aree, ad eccezione della piazzola definitiva, verranno riportate allo stato ante operam prevedendo il riporto di terreno vegetale per favorire la ricrescita di vegetazione spontanea.

Verrà invece mantenuta la piazzola definitiva, per la quale bisognerà provvedere a tenerla sgombra da piantumazioni allo scopo di consentire le operazioni di controllo e/o manutenzione delle macchine.



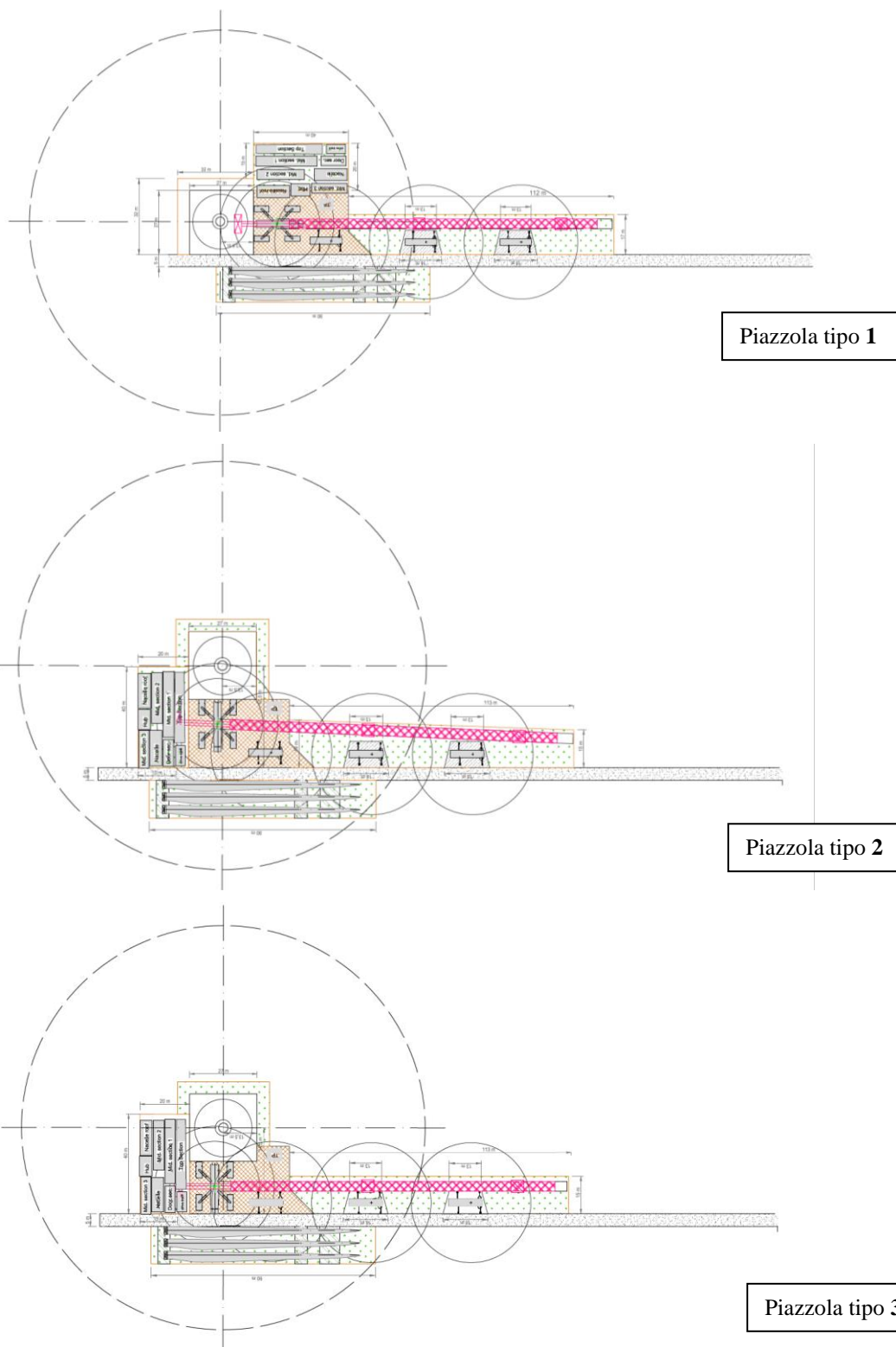
*Fig. 3 Aerogeneratore tipo*

In fase di esercizio si provvederà alla riduzione delle piazzole al minimo indispensabile e necessario per consentire la manutenzione ordinaria (eventuali ampliamenti delle piazzole saranno, come detto, realizzati in caso di manutenzioni straordinarie).



*Fig. 4 Piazzola definitiva tipo post operam*





*Fig. 5 Piazzole tipo con componenti e gru durante la fase di montaggio della turbina*

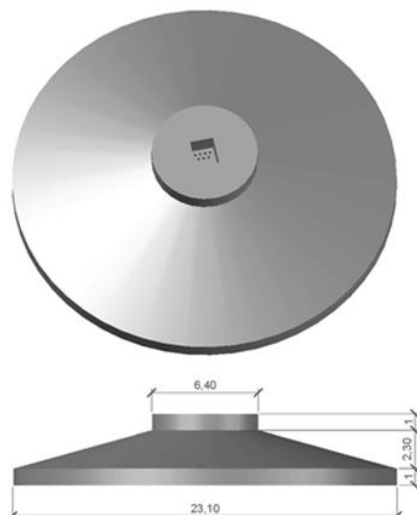
- Strutture di fondazione Aerogeneratore:

- Scavi;
- Formazione di magrone di fondazione;
- Carpenteria metallica e realizzazione di casseforme;

Getto di calcestruzzo. La fondazione è di tipo indiretta di forma troncoconica con diametro alla base pari a 23,10 m e un'altezza complessiva di 4,30 m su n.16 pali con diametro di 120 cm e altezza 19 ml. All'interno del plinto di fondazione è annessa una gabbia metallica di forma cilindrica per l'ancoraggio della torre.

(per ciascun plinto si stima il getto di 890 m<sup>3</sup> e l'uso di 140.000 kg di acciaio). In ogni caso si tratta di una stima preliminare;

- Disarmo ed impermeabilizzazione del plinto di fondazione;
- Rinterro con terreno vegetale, con materiale di scortico proveniente dagli scavi precedenti;



*Fig. 6 Fondazione tipo aerogeneratore*

- Viabilità:

- La sistemazione/adequamento della viabilità esistente per il raggiungimento dei siti di montaggio degli aerogeneratori da parte dei mezzi di cantiere (veicoli ordinari come autovetture, furgoni, autocarri di varia portata, di mezzi meccanici quali trivelle, escavatori, di autobetoniere e autopompe per il getto del conglomerato cementizio delle opere di fondazione e mezzi eccezionali per il trasporto delle componenti più grandi degli aerogeneratori, ovvero dei tronchi in acciaio di forma troncoconica, che costituiscono la struttura in elevazione che sostiene l'aerogeneratore, della navicella, dell'hub e delle pale).

Nella definizione del layout del nuovo impianto, quindi, è stata sfruttata la viabilità esistente sul sito (strade comunali, provinciali e vicinali, carrarecce, sterrate, piste, sentieri, ecc.), onde contenere gli interventi. Inoltre, in fase di esecuzione dei tracciati stradali sarà ottimizzato in particolar modo il deflusso delle acque onde evitare innesco di fenomeni erosivi, perdita di stabilità e turbamento del regime delle acque.

Complessivamente gli assi stradali interni al sito sommano a 15.301,00 m di cui oggetto di intervento circa 12.370,00

m, a loro volta suddivisi in 9.125,00 m riguardanti la viabilità esistente da adeguare e solamente 3.245,00 m riguardanti nuova viabilità da realizzare; dunque nel complesso per una potenza di 56.0 MW di nuovo impianto occorrerà realizzare solamente 3.245,00 m di nuove strade sterrate pari a circa il 21% di tutta la viabilità presente. Queste ultime, ove possibile, saranno realizzate in modo tale da interessare marginalmente i fondi agricoli; essi avranno lunghezze e pendenze delle livellette tali da seguire la morfologia propria del territorio evitando eccessive opere di scavo e riporto.

La carreggiata avrà un'ampiezza di circa 5,00 m per il rettilineo, mentre si arriverà ai 6,00 m circa per curve dai 10° ad oltre i 50° considerando un raggio di curvatura interno che, a seconda della curva, varia tra i 70 e gli 80 m.

Le pendenze raggiungibili dagli assi stradali saranno del 10% circa in condizioni non legate, del 12-14% con accorgimenti (asfalto o cemento) mentre per pendenze maggiori si dovrà ricorrere al traino ed in ogni caso bisognerà valutare in accordo con il trasportista.

La sezione stradale sarà realizzata in massiciata composta da uno strato di fondazione in misto calcareo di 40 cm, eventualmente steso su geotessile disteso alla base del cassonetto stradale a diretto contatto con il terreno, allo scopo di limitare al massimo le deformazioni e i cedimenti localizzati; superiormente sarà previsto uno strato di finitura/usura in misto stabilizzato, dello spessore di 20 cm. Il carico assiale sul piano stradale dovrà essere di circa 12 t/asse.

- Posa Cavidotti

- Il trasporto dell'energia in MT avviene mediante cavi, con conduttore in alluminio, che verranno posati ad una profondità di circa 1,1 m con una protezione meccanica (lastra o tegolo) ed un nastro segnalatore e scavo a sezione obbligatoria fino alla profondità relativa di -1,30 m dalla quota di progetto stradale finale.
- La trincea all'interno della quale saranno collocati i cavi avrà profondità non inferiore a 1 m e larghezza compresa tra 0,30 m per una trincea, 0,60 m per due trincee, come mostra l'immagine eseguita, e saranno posate all'interno della sede stradale sia all'interno del parco sia all'esterno di esso fino al raggiungimento della SSEU.

- Stazione di trasformazione utente

- La stazione di trasformazione utente, riceve l'energia proveniente dal parco eolico e la eleva alla tensione di 150kV ed è costituita da uno stallo trasformatore elevatore.

#### 4 LE COMPONENTI AMBIENTALI

Le componenti ambientali inerenti al progetto del parco eolico in questione, trattate nel presente PMA, sono:

1. *Atmosfera e Clima*
2. *Ambiente Idrico*
3. *Suolo e Sottosuolo*
4. *Paesaggio*
5. *Vegetazione, Flora e Fauna*
6. *Rumore e vibrazioni*

##### 4.1 Atmosfera e Clima

In passato alcuni studi avevano mostrato come la presenza di grandi parchi eolici potesse modificare la circolazione atmosferica, assieme a temperatura e precipitazioni. Inoltre, nei pressi di parchi eolici è stato osservato un aumento significativo della temperatura, in particolare durante la notte, quando la turbolenza prodotta dai parchi impedisce la creazione di strati di aria fredda vicino al suolo.

In realtà, uno studio pubblicato nel 2014 da *Nature Communications* e condotto da ricercatori del CEA (Ente francese per l'energia atomica e le energie alternative), del CNRS (Centro nazionale della ricerca scientifica, la più grande organizzazione pubblica del genere in Francia) e dell'Università di Versailles, in collaborazione con ENEA e INERIS (l'Istituto nazionale che si occupa di impatto ambientale e dei rischi derivanti dal settore industriale in Francia), ha rilevato che tali effetti sono molto limitati.

Si è trattato del primo studio del genere a livello europeo che ha quantificato in uno scenario realistico gli effetti sul clima derivanti dall'energia eolica. Questo studio confronta delle simulazioni climatiche fatte con e senza la presenza al suolo dei parchi eolici e mostra differenze medie di temperatura molto piccole, attorno a 0,3°C, con differenze significative solo in inverno. Lo studio mostra come queste differenze siano dovute in parte al sovrapporsi di effetti locali nella regione più interessata dalla presenza di parchi eolici e una lieve rotazione del vento proveniente da ovest.

Questo studio è stato realizzato con il sostegno del progetto europeo IMPACT2C, al quale l'ENEA partecipa come unico partner italiano, e del progetto DSM-Energie del CEA.

La fonte eolica non rilascia sostanze inquinanti, e che va valutata per tale componente il possibile fenomeno dell'emissione delle polveri.

##### **Effetti sulla componente Atmosfera e sul Clima ante-operam, in corso d'opera e post-operam e Mitigazione sugli impatti**

Con riferimento alle emissioni di inquinanti polveri si riporta che tali impatti sono dovuti principalmente all'impiego di mezzi e macchinari che saranno impiegati alla realizzazione delle opere per la costruzione del nuovo impianto.

Durante la fase di cantiere, per effetto delle lavorazioni legate ai movimenti di terra e al transito degli automezzi, o anche per effetto dell'erosione eolica, è prevedibile l'innalzamento di polveri.

Per tale motivo, durante l'esecuzione dei lavori ante-operam saranno adottate tutte le accortezze utili per ridurre tali

interferenze. In particolare si prevedrà:

- ad una periodica e frequente bagnatura dei tracciati interessati dagli interventi ove è previsto movimento di terra;
- bagnatura e/o copertura dei cumuli di terreno e altri materiali da ri-utilizzare e/o smaltire a discarica autorizzata;
- copertura dei carichi nei cassoni dei mezzi di trasporto, quando se ne rischia la dispersione nel corso del moto;
- pulizia ad umido degli pneumatici dei veicoli in uscita dal cantiere;
- impiego di barriere antipolvere temporanee (se necessarie).

#### 4.2 Ambiente idrico

Il territorio oggetto di studio rientra nel bacino idrografico del Flumini Mannu di Cagliari ed è ubicato in una zona ricca di impluvi e torrenti, tra i più importanti il Torrente Leni a Nord e a sud il canale Riu Nou, entrambi di 2° ordine.

L'area in esame è attraversata da n. 2 fossi di scolo antropici attivi solo in occasione di importanti eventi meteorologici. Sono presenti canali come il Gora s'Acqua Frisca, affluente del Gora Pixina Longa, entrambi i canali sono incassati e cementati e drenano le proprie acque nel canale Rio Nou, corso d'acqua di 2° ordine.

L'area di impianto risulta scevra da qualsiasi rischio o pericolo idraulico. Le turbine in progetto non interferiscono con il reticolo fluviale, mentre il cavidotto interseca diversi impluvi di piccole dimensioni.

Durante la fase di cantiere non ci sarà dunque alterazione del deflusso idrico superficiale, in quanto come riportato, sulle aree interessate dalle opere non è stato rilevato un reticolo idrografico di rilievo. Al contrario, si potrebbero verificare interferenze con il deflusso idrico per l'attraversamento del tracciato cavidotto.

#### **Effetti sulla componente Ambiente idrico ante-operam, in corso d'opera e post-operam e Mitigazione sugli impatti**

L'impianto eolico sarà composto anche da piste per l'accesso agli aerogeneratori e piazzole, in corrispondenza delle quali verranno previsti opportuni sistemi di regimentazione delle acque superficiali che raccoglieranno le eventuali acque meteoriche drenandole verso i compluvi naturali.

L'impianto, non comporterà significative modificazioni alla morfologia del sito né comporterà una barriera al deflusso idrico superficiale.

Per quanto attiene al deflusso superficiale, l'eventuale contaminazione, dovuta al rilascio di sostanze volatili di scarico degli automezzi, risulterebbe comunque limitata all'arco temporale necessario per l'esecuzione dei lavori e, quindi, le quantità di inquinanti complessive rilasciate risulterebbero basse e, facilmente, diluibili ai valori di accettabilità. Nel caso di rilasci di oli o altre sostanze liquide inquinanti, si provvederà all'asportazione delle zolle secondo quanto previsto dal D. Lgs . 152/2006 e ss.mm. e ii.

Durante l'esecuzione dei lavori saranno adottate tutte le accortezze utili per ridurre tali interferenze. In particolare si prevedrà:

- al controllo periodico delle aree di stoccaggio dei rifiuti prodotti dal personale e controllo delle apparecchiature che potrebbero rilasciare olii o lubrificanti controllando eventuali perdite;
- Verifica periodica dello stato di manutenzione per eventuali ostruzioni delle canalette per la regimentazione delle acque e pulizia delle stesse.

### 4.3 Suolo e Sottosuolo

L'impatto sul suolo e sul sottosuolo indotto dagli aerogeneratori e dalle opere accessorie, principalmente concentrato durante la fase di cantiere, è determinato dall'occupazione di superficie, dalle alterazioni morfologiche (anche se minime) e dall'insorgere di fenomeni di erosione.

L'area effettivamente occupata dalle opere di progetto (piazze su cui insiste l'aerogeneratore, viabilità per l'accesso dei mezzi di trasporto e cavidotti interrati, edifici di impianto, adeguamento della viabilità esistente locale), è da considerare irrisoria in quanto le perdite di suolo in fase di esercizio, quindi a progetto ultimato, si stima una superficie agricola (frammentata) pari a m<sup>2</sup> 32.600, pertanto estremamente limitata, e del tutto ininfluenza in termini di perdita di produzione vegetale.

La realizzazione delle opere in progetto, che prevede varie operazioni, limitate principalmente alla durata del cantiere, determina degli impatti generalmente transitori sul suolo.

Tali operazioni, inoltre, prevedono azioni di ripristino, necessarie per riportare il territorio interessato nelle condizioni precedenti alla realizzazione dell'opera.

#### **Effetti sulla componente Suolo e sottosuolo ante-operam, in corso d'opera e post-operam e Mitigazione sugli impatti**

È prevedibile che con la realizzazione delle piste necessarie per l'accessibilità agli impianti e delle opere di canalizzazione si possano produrre delle modifiche sull'assetto idrogeomorfologico dell'area conseguenti le operazioni di scavi e riporti.

Gli impatti diretti significativi sono così riepilogati:

- Impatto dovuto a diminuzione di materia organica;
- Impatto dovuto a compattazione e impermeabilizzazione;
- Impatto dovuto a perdita di substrato produttivo.

Tra gli elementi ambientali del territorio che potrebbero subire un impatto causato dalla realizzazione delle opere in progetto si possono considerare le modifiche all'assetto idro-geomorfologico e l'utilizzo di risorse.

Le strutture di progetto che si configurano come sorgenti critiche di impatto sono la nuova realizzazione di strade di accesso e relativi scavi e pose di canalizzazioni per cavidotti o drenaggi che possono comportare una modifica sulla continuità dei versanti, le opere civili che richiedono scavi e sbancamenti per il livellamento delle aree e l'impermeabilizzazione di superfici ampie ed infine la messa in opera degli impianti stessi che comportano modifiche puntuali del territorio e dei versanti.

La durata degli impatti che si producono in questa fase è concentrata alla sola fase di cantiere e dunque ha una distribuzione temporale limitata proprio perché ad opera completa ci si aspetta almeno una riduzione significativa di questi impatti attraverso l'utilizzo di adeguate opere di mitigazione degli stessi. I principali impatti sono riconducibili ad alterazioni locali degli assetti superficiali del terreno che possono condurre ad una riduzione della stabilità complessiva del versante, quali gli scavi per l'apertura o adeguamento di viabilità, di canalizzazioni e la realizzazione di fondazioni.

In merito al fattore di impatto dato dall'utilizzo di risorse necessarie per la realizzazione dell'opera, e nello specifico i materiali da scavo utilizzati per la realizzazione di rilevati e stabilizzati all'interno del sito stesso, si fa riferimento al

materiale di scavo eccedente per il quale è previsto l'eventuale stoccaggio in discarica.

Le misure di mitigazione previste per rendere l'impatto dell'opera sul territorio il meno severo possibile riguardano sostanzialmente il contenimento dei fenomeni di erosione prodotti principalmente dalle acque superficiali interferenti con le opere stradali o gli scavi per la posa dei cavidotti, evitare l'insorgere di fenomeni di instabilità dei versanti e contenere i consumi di risorse.

I fenomeni di erosione superficiale possono essere ridotti attraverso la realizzazione di opere di ingegneria naturalistica, come appositi sistemi di regimentazione delle acque, in grado di ridurre o eliminare il fenomeno.

#### 4.4 Paesaggio

Il sito eolico ricade essenzialmente in un'area vocata prevalentemente a seminativo e pascolo. Nell'area di inserimento delle opere, le valenze ambientali consentono di individuare un ecosistema principale che è quello agro-pastorale.

Il territorio che circonda il sito di progetto, nel complesso, è interessato da zone agricole, ricadenti nel territorio della Provincia della Città Metropolitana di Cagliari che si trova nella parte Sud occidentale della Sardegna; affacciata a sud e a est sul mar Mediterraneo, confinava a nord con le province di Nuoro, dell'Ogliastra e di Oristano, a ovest le province di Carbonia-Iglesias e del Medio Campidano.

Qualunque variazione che comporti una modifica del paesaggio determina un impatto, positivo o negativo, quantificabile in relazione alla natura degli elementi che caratterizzano il paesaggio stesso. La tipologia di impatto che maggiormente preoccupa è quella della visibilità dell'opera da punti di interesse paesaggistico culturale o dai centri abitati stessi. In ogni caso la valutazione di questo impatto sarà stimata via via crescente fino alla completa realizzazione dell'opera.

#### **Effetti sulla componente Paesaggio ante-operam, in corso d'opera e post-operam e Mitigazione sugli impatti**

La crescita di una sensibilità nei confronti dell'ambiente è da accompagnarsi ad una crescita della sensibilità verso il paesaggio a tutti i livelli, attraverso approcci interdisciplinari e integrati capaci di informare i processi di trasformazione e garantire allo stesso tempo sostenibilità ambientale e paesaggistica.

In una valutazione preventiva degli impatti specificamente generati sul paesaggio dalle energie rinnovabili e delle modalità per il loro controllo attraverso la definizione di opportuni indicatori, si pone particolare attenzione agli impatti visivi, legati in particolar modo allo sviluppo dell'energia eolica e fotovoltaica, che sono certamente tra quelli più esplorati dal dibattito scientifico.

L'impatto che l'inserimento dei nuovi elementi produrrà all'interno del sistema paesaggistico sarà più o meno consistente, in funzione delle loro specifiche caratteristiche (dimensionali, funzionali) e della maggiore o minore capacità del paesaggio di assorbire nuove variazioni, in funzione della sua vulnerabilità.

Per l'impianto eolico in progetto si è cercato di ridurre drasticamente questa tipologia di impatto già all'interno delle scelte progettuali:

- l'installazione delle più moderne tipologie di aerogeneratori che comporterà una riduzione del numero di torri eoliche al pari di energia prodotta cui segue, gioco forza, la riduzione del cosiddetto effetto selva che avrebbe peggiorato sensibilmente la stima di impatto;

- la scelta del sito e della sua particolare orografia permette un'ulteriore riduzione dell'impatto, nella fattispecie, questa è stata approfondita con il raffronto tra immagini scattate da opportuni punti di vista che ritraggono lo stato attuale (o ante operam) e le fotosimulazioni dello stato post operam ricostruite a partire dal medesimo punto di vista.

Con riferimento alle alterazioni visive in fase di cantiere si prevede di rivestire le recinzioni provvisorie dell'area con una schermatura costituita da una rete a maglia molto fitta di colore verde, in grado di integrarsi con il contesto ambientale.

Per quel che concerne l'inquinamento delle acque superficiali, si avrà l'accortezza di ridurre al minimo indispensabile l'abbattimento delle polveri che crea comunque un ruscellamento di acque che possono intorbidire le acque superficiali che scorrono sui versanti limitrofi all'area lavori. Si tratterà comunque di solidi sospesi di origine non antropica che non pregiudicano l'assetto micro-biologico delle acque superficiali.

Inoltre, per la preservazione delle acque di falda si prevede che i mezzi di lavoro vengano parcheggiati su aree rese impermeabili in modo che eventuali perdite di olii o carburanti o altri liquidi a bordo macchina siano captate e convogliate presso opportuni serbatoi di accumulo interrati dotati di desolatore a coalescenza, il cui contenuto sarà smaltito presso centri autorizzati.

Per quanto concerne l'inserimento dell'impianto proposto nel paesaggio si sono adoperati i modi più opportuni di integrazione tra tecnologia e ambiente circostante: ciò è stato possibile grazie sia all'esperienza della scrivente società in progettazioni simili e alla disponibilità di studi che sono stati condotti su progetti e impianti esistenti.

I fattori presi in considerazione sono:

- *L'altezza delle torri*: lo sviluppo in altezza delle strutture di sostegno delle turbine è uno degli elementi principali che influenzano l'impatto sul paesaggio. Le macchine che costituiscono un impianto eolico hanno determinate dimensioni, come il diametro rotore e forma di pale e navicella, che difficilmente possono essere modificate. E', invece, possibile agire sulla disposizione delle macchine e sulla loro altezza complessiva. Come sopra detto, saranno impiegate macchine, aventi struttura tubolare in acciaio, con altezza al mozzo di circa 125 m cui si aggiungono rotori di 81 m di raggio.
- *Il movimento delle macchine eoliche* è un fattore di grande importanza in quanto ne influenza la visibilità in modo significativo. Qualsiasi oggetto in movimento all'interno di un paesaggio statico attrae l'attenzione dell'osservatore. La velocità e il ritmo del movimento dipendono dal tipo di macchina e dal numero di pale. Le macchine a tre pale e di grossa taglia producono un movimento più lento e piacevole. Gli studi di percezione indicano come il movimento lento di macchine eoliche alte e maestose sia da preferire soprattutto in ambienti rurali le cui caratteristiche (di tranquillità, stabilità, lentezza) si oppongono al dinamismo dei centri urbani. Inoltre le elevate dimensioni di queste macchine consentono di poter aumentare di molto la distanza tra le turbine (più di 575m l'uno dall'altra) evitando così il cosiddetto effetto selva, cioè l'addensamento di numerosi aerogeneratori in aree relativamente ridotte. Ciò talvolta può tradursi in una riduzione del numero di macchine installate al fine di evitare un eccessivo affollamento; con particolare precisione le linee guida di cui al D.M. 10/09/2010 considerano minore l'impatto visivo di un basso numero di turbine ma più grandi che di un maggior numero di turbine ma più piccole.
- *Il colore delle torri eoliche*: il colore delle torri eoliche ha una forte influenza sulla visibilità dell'impianto sul suo inserimento nel paesaggio; si è scelto di colorare le torri delle turbine eoliche di un particolare tipo di bianco (RAL



7035) per una migliore integrazione con lo sfondo del cielo, applicando gli stessi principi usati per alcune tecnologie militari che necessitano di spiccate caratteristiche mimetiche;

- La *scelta dell'ubicazione dell'impianto* è stata considerata in fase iniziale, considerando anche la scarsità di frequentazione delle zone adiacenti e la modesta distanza da punti panoramici. E' stata fatta molta attenzione nell'andare a ridurre al minimo le infrastrutture evitando frammentazioni dei campi, interruzioni di reti idriche, di torrenti, di strade e percorsi di comunicazione. Si è posta molta attenzione nell'andare a ridurre al minimo le infrastrutture evitando frammentazioni dei campi, interruzioni di reti idriche, di torrenti, di strade e percorsi di comunicazione.
- La *viabilità per il raggiungimento del sito* non pone particolari esigenze di inserimento paesaggistico, essendo quasi totalmente già esistente; oltretutto si presenta in buone condizioni e sufficientemente ampia in quasi tutto il percorso a meno di adeguamenti puntuali per il trasporto dei main components dell'aerogeneratore; inoltre, si ricordi che la nuova viabilità rappresenta una percentuale molto bassa rispetto a quella esistente. Per la realizzazione dei tratti di servizio che condurranno sotto le torri si impiegherà tout-venant e misto granulometrico, ovvero materiali naturali simili a quelli impiegati nelle aree limitrofe e secondo modalità ormai consolidate poste in essere presso altri siti;
- *Linee elettriche*: i cavi di trasmissione dell'energia elettrica si prevedono interrati; inoltre questi correranno all'interno della carreggiata stessa, comportando il minimo degli scavi e di interferenze lungo i lotti del sito.

#### 4.5 Vegetazione, Flora e Fauna

Con riferimento alle biodiversità si registrano i seguenti impatti significativi diretti:

- Impatto sulla flora.
- Impatto sulla fauna.

Non si rileva altra tipologia di impatto connessa con la definizione di biodiversità.

##### Flora

Relativamente alla componente floristica, intesa come perdita di copertura e di ecosistemi di valore, sarà oggetto, in fase di cantiere, di specifici impatti determinati dalle particolari azioni indispensabili per la realizzazione delle opere in progetto. In particolare, le azioni causa di maggiori impatti potrebbero essere le seguenti:

- presenza di automezzi e macchinari di varia tipologia;
- pulizia dei terreni e delle aree interessate dal progetto (taglio della vegetazione presente);
- fasi di gestione degli inerti con accumulo temporaneo degli stessi con occupazione di aree con vegetazione;
- fasi di realizzazione delle varie strutture in progetto come montaggio aerogeneratori, realizzazione strade di accesso, allocazione cavi interrati, ecc. con occupazione di aree con presenza di vegetazione.

Nello specifico le azioni sopra riportate potrebbero essere fonte (sia diretta sia indiretta) di impatti concernenti il taglio delle componenti floristiche e vegetazionali (perdita di copertura), ovvero delle singole entità floristiche intese anche come endemismi (alterazioni floristiche) ovvero delle comunità vegetali (alterazioni vegetazionali) e perdita di aree con cenosi di particolare pregio (ecosistemi di valore) come le aree particolarmente importanti poiché ad elevata diversità e complessa struttura. Questa vegetazione rappresenta infatti l'ultima tappa evolutiva nello sviluppo delle cenosi.

In fase di realizzazione dell'opera, gli impatti maggiori saranno soprattutto a carico delle singole entità floristiche, mentre l'impatto sarà minimo sulla componente vegetale (associazioni vegetali) così come nei confronti di aree con vegetazione potenziale e/o ecosistemi di valore.

### Fauna

Per la valutazione degli impatti inerenti al contesto faunistico vengono considerate le entità faunistiche maggiormente interessate dalle alterazioni ante-opera e post-opera legate al sito. Determinare l'assetto faunistico dell'area risulta dunque di primaria importanza per stabilire gli impatti potenziali legati allo sviluppo dell'opera.

In questa fase verranno dunque analizzati gli impatti relativi alle singole azioni del progetto sulle tipologie faunistiche più sensibili. In questo senso sono state valutate gli impatti relativi alle singole azioni di progetto sulla componente avifaunistica e sulla mammalofauna. Inoltre sono stati analizzati gli impatti della "fauna antropica", cioè le specie faunistiche maggiormente legate alle attività antropiche.

Come specificato per la vegetazione, le perdite di superficie a seguito dell'intervento sono da considerarsi minime. Tali perdite, per quanto riguarda la fauna, non possono essere considerate come un danno su biocenosi particolarmente complesse: le caratteristiche dei suoli non consentono un'elevata densità di popolazione animale selvatica, pertanto la perdita di superficie non può essere considerata come una minaccia alla fauna selvatica dell'area in esame.

### **Effetti sulla componente Vegetazione, Flora e Fauna ante-operam, in corso d'opera e post-operam e Mitigazione sugli impatti**

Al fine di individuare la presenza di specie volatili nei pressi dell'area di intervento, si prevede l'attuazione di un idoneo piano di monitoraggio – sia in fase di pre-installazione che in fase di esercizio – dell'area di installazione del nuovo impianto. La definizione delle procedure che si vogliono adottare per lo svolgimento dei monitoraggi sulla fauna potenzialmente interessata dal progetto fa riferimento, principalmente, a quanto descritto nel Protocollo di Monitoraggio dell'Osservatorio Nazionale su Eolico e Fauna, redatto in collaborazione con ISPRA, ANEV (Associazione Nazionale Energia del Vento) e Legambiente Onlus. Al fine di ampliare le conoscenze scientifiche sul tema del rapporto tra produzione di energia elettrica da fonte eolica e popolazioni ornitiche e di chiroterro-fauna, il principale obiettivo del citato Protocollo di Monitoraggio è quello di rafforzare la tutela ambientale e al tempo stesso promuovere uno sviluppo di impianti eolici sul territorio italiano che sia attento alla conservazione della biodiversità.

Le metodologie proposte sono il frutto di un compromesso tra l'esigenza di ottenere, attraverso il monitoraggio, una base di dati che possa risultare di utilità per gli obiettivi prefissati, e la necessità di razionalizzare le attività di monitoraggio affinché queste siano quanto più redditizie in termini di rapporto tra qualità/quantità dei dati e sforzo di campionamento. Esistono soluzioni operative alternative o in grado di adattarsi alle diverse situazioni ambientali: ciò implica che, a seconda delle caratteristiche geografiche ed ambientali del contesto di indagine e delle peculiarità naturalistiche, il personale deputato a pianificare localmente le attività di monitoraggio deve individuare le soluzioni più idonee e più razionali affinché siano perseguiti gli obiettivi specifici del protocollo.

Obiettivi:

- acquisire informazioni sulla mortalità causata da collisioni con l'impianto eolico;

- stimare gli indici di mortalità;
- individuare le zone e i periodi che causano maggiore mortalità.

Protocollo d'ispezione: Si tratta di un'indagine basata sull'ispezione del terreno circostante e sottostante le turbine eoliche per la ricerca di carcasse, basata sull'assunto che gli uccelli colpiti cadano al suolo entro un certo raggio dalla base della torre. Idealmente, per ogni aereo-generatore l'area campione di ricerca carcasse dovrebbe essere estesa a due fasce di terreno adiacenti ad un asse principale, passante per la torre e direzionato perpendicolarmente al vento dominante. Nell'area campione l'ispezione sarà effettuata da transetti approssimativamente lineari, distanziati tra loro circa 30 m, di lunghezza pari a due volte il diametro dell'elica, di cui uno coincidente con l'asse principale e gli altri ad esso paralleli, in numero variabile da 4 a 6 a seconda della grandezza dell'aereogeneratore. Il posizionamento dei transetti dovrebbe essere tale da coprire una superficie della parte sottovento al vento dominante di dimensioni maggiori del 30-35 % rispetto a quella sopravento (rapporto sup. soprav. / sup. sottov. = 0,7 circa). L'ispezione lungo i transetti andrà condotta su entrambi i lati, procedendo ad una velocità compresa tra 1,9 e 2,5 km/ora. La velocità deve essere inversamente proporzionale alla percentuale di copertura di vegetazione (erbacea, arbustiva, arborea) di altezza superiore a 30 cm, o tale da nascondere le carcasse e da impedire una facile osservazione a distanza. Per superfici con suolo nudo o a copertura erbacea bassa, quale il pascolo, a una velocità di 2,5 km/ora il tempo d'ispezione/area campione stimato è di 40-45 minuti (per le torri con altezza  $\geq$  m 130,00). Alla velocità minima (1,9 km/h), da applicare su superfici con copertura di erba alta o con copertura arbustiva o arborea del 100%, il tempo stimato è di 60 minuti.

In presenza di colture seminative, si procederà a concordare con il proprietario o con il conduttore la disposizione dei transetti, eventualmente sfruttando la possibilità di un rimborso per il mancato raccolto della superficie calpestata o disponendo i transetti nelle superfici non coltivate (margini, scoline, solchi di interfila) anche lungo direzioni diverse da quelle consigliate, ma in modo tale da garantire una copertura uniforme su tutta l'area campione e approssimativamente corrispondente a quella ideale.

Oltre ad essere identificate, le carcasse vanno classificate, ove possibile, per sesso ed età, stimando anche la data di morte e descrivendone le condizioni, anche tramite riprese fotografiche. Le condizioni delle carcasse saranno descritte usando le seguenti categorie (Johnson *et al.*, 2002):

- Intatta (una carcassa completamente intatta, non decomposta, senza segni di predazione);
- Predata (una carcassa che mostri segni di un predatore o decompositore o parti di carcassa ala, zampe, ecc.);
- Ciuffo di piume (10 o più piume in un sito che indichi predazione).

Deve essere inoltre annotata la posizione del ritrovamento con strumentazione GPS (coordinate, direzione in rapporto alla torre, distanza dalla base della torre), annotando anche

il tipo e l'altezza della vegetazione nel punto di ritrovamento, nonché le condizioni meteorologiche durante i rilievi (temperatura, direzione e intensità del vento) e le fasi di Luna.

- Osservazioni diurne da punti fissi

Obiettivo: acquisire informazioni sulla frequentazione dell'area interessata dall'impianto eolico da parte di uccelli migratori diurni.

Il rilevamento prevede l'osservazione da un punto fisso degli uccelli sorvolanti l'area dell'impianto eolico, nonché la loro identificazione, il conteggio, la mappatura su carta in scala 1:5.000 delle traiettorie di volo (per individui singoli o per stormi di uccelli migratori), con annotazioni relative al comportamento, all'orario, all'altezza approssimativa dal suolo e all'altezza rilevata al momento del l'attraversamento del l'asse principale dell' impianto, del crinale o dell'area di sviluppo del medesimo. Il controllo intorno al punto è condotto esplorando con binocolo 10x40 lo spazio aereo circostante, e con un cannocchiale 30-60x montato su treppiede per le identificazioni a distanza più problematiche. Le sessioni di osservazione devono essere svolte tra le 10 e le 16, in giornate con condizioni meteorologiche caratterizzate da velocità tra 0 e 5 m/s, buona visibilità e assenza di foschia, nebbia o nuvole basse. Dal 15 di marzo al 10 di novembre saranno svolte 24 sessioni di osservazione. Almeno 4 sessioni devono ricadere nel periodo tra il 24 aprile e il 7 di maggio e 4 sessioni tra il 16 di ottobre e il 6 novembre, al fine di intercettare il periodo di maggiore flusso di migratori diurni. L'ubicazione del punto deve soddisfare i seguenti criteri, qui descritti secondo un ordine di priorità decrescente:

- Ogni punto deve permettere il controllo di una porzione quanto più elevata dell'insieme dei volumi aerei determinati da un raggio immaginario di 500 m intorno ad ogni pala;
- Ogni punto dovrebbe essere il più possibile centrale rispetto allo sviluppo (lineare o superficiale) dell'impianto;
- Saranno preferiti, a parità di condizioni soddisfatte dai punti precedenti, i punti di osservazione che offrono una visuale con maggiore percentuale di sfondo celeste.
- Utilizzando la metodologia *visual count* sull'avifauna migratrice, nei periodi marzo-maggio e settembre-ottobre sarà verificato il transito di rapaci in un'area di circa 2 km in linea d'aria intorno al sito dell'impianto, con le seguenti modalità:
  - o il punto di osservazione sarà identificato da coordinate geografiche e cartografato con precisione;
  - o saranno compiute almeno 2 osservazioni a settimana, con l'ausilio di binocolo e cannocchiale, sul luogo dell'impianto eolico, nelle quali saranno determinati e annotati tutti gli individui e le specie che transitano nel campo visivo dell'operatore, con dettagli sull'orario di passaggio e direzione.

I dati saranno elaborati e restituiti ricostruendo il fenomeno migratorio sia in ermini di specie e numero d'individui in contesti temporali differenti (orario, giornaliero, per decade e mensile), sia per quel che concerne direzioni prevalenti, altezze prevalenti ecc.

- Monitoraggio dei chiroterteri

Premesso che l'area, per le sue caratteristiche e la sua ubicazione, non risulta sensibile alla chiroterrofauna, si descrive di seguito la modalità di svolgimento di un eventuale monitoraggio dei chiroterteri.

La grande varietà di comportamenti presentata da questo ordine di Mammiferi impone l'adozione di metodologie di indagine diversificate e articolate così da poter rilevare tutte le specie presumibilmente presenti nell'area di studio. È necessario visitare, durante il giorno, i potenziali rifugi. Dal tramonto a tutta la notte devono essere effettuati rilievi con sistemi di trasduzione del segnale bioacustico ultrasonico, comunemente indicati come *bat-detector*. Sono disponibili vari modelli e metodi di approccio alla trasduzione ma attualmente solo i sistemi con metodologie di *time-expansion* o di campionamento diretto permettono un'accuratezza e qualità del segnale da poter poi essere utilizzata adeguatamente per un'analisi qualitativa oltre che quantitativa. I segnali vanno registrati su supporto digitale adeguato, in file non compressi

(ad es. .wav), per una loro successiva analisi. Sono disponibili vari software specifici dedicati alla misura e osservazione delle caratteristiche dei suoni utili all'identificazione delle specie e loro attività.

Segue una descrizione delle principali metodologie e tempistiche finalizzate alla valutazione della compatibilità ambientale di un impianto eolico con le criticità potenzialmente presenti nel sito d'indagine.

Le principali fasi del monitoraggio consigliate sono:

1. *Ricerca roost*: Censire i rifugi in un intorno di 5 o meglio 10 km dal potenziale sito d'impianto. In particolare deve essere effettuata la ricerca e l'ispezione di rifugi invernali, estivi e di warming quali: cavità sotterranee naturali e artificiali, chiese, cascine e ponti. Per ogni rifugio censito si deve specificare la specie e il numero di individui. Tale conteggio può essere effettuato mediante telecamera a raggi infrarossi, dispositivo fotografico o conteggio diretto. Nel caso in cui la colonia o gli individui non fossero presenti è importante identificare tracce di presenza quali: guano, resti di pasto, ecc. al fine di dedurre la frequentazione del sito durante l'anno.
2. *Monitoraggio bioacustico*: Indagini sulla chiroterofauna migratrice e stanziale mediante *bat-detector* in modalità *eterodyne* e *time-expansion*, o campionamento diretto, con successiva analisi dei sonogrammi (al fine di valutare frequentazione dell'area ed individuare eventuali corridoi preferenziali di volo). I punti d'ascolto devono avere una durata di almeno 15 minuti attorno ad ogni ipotetica posizione delle turbine.

Inoltre, quando possibili, sarebbe auspicabile la realizzazione di zone di saggio in ambienti simili a quelli dell'impianto e posti al di fuori della zona di monitoraggio per la comparazione dei dati. Nei risultati dovrà essere indicata la percentuale di sequenze di cattura delle prede (*feeding buzz*).

Considerando le tempistiche, la ricerca dei rifugi (*roost*) deve essere effettuata sia nel periodo estivo che invernale con una cadenza di almeno 10, ma sono consigliati 24-30 momenti di indagine. Il numero e la cadenza temporale dei rilievi bioacustici variano in funzione della tipologia dell'impianto (numero di turbine e distribuzione delle stesse sul territorio) e della localizzazione geografica del sito. In generale si dovranno effettuare uscite dal tramonto per almeno 4 ore e per tutta la notte nei periodi di consistente attività dei chiroterteri.

Possibili finestre temporali di rilievo:

15 Marzo - 15 Maggio: 1 uscita alla settimana nella prima metà della notte per 4 ore a partire dal tramonto includendo una notte intera nel mese di maggio. (8 Uscite).



1° Giugno - 15 Luglio: 4 uscite della durata dell'intera notte partendo dal tramonto. (4 Uscite).

1°-31 Agosto: n. 1 uscita alla settimana nella prima metà della notte per 4 ore a partire dal tramonto includendo 2 notti intere (4 Uscite).

1° Settembre - 31 Ottobre: 1 uscita alla settimana nella prima metà della notte per 4 ore a partire dal tramonto includendo una notte intera nel mese di settembre (8 Uscite).

#### 4.6 Rumore e Vibrazioni

Il monitoraggio dell'inquinamento acustico, inteso come "l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo ed alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento

	<b>PARCO EOLICO DI "VILLASOR"</b>  <b>PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b>	 <b>INGEGNERIA &amp; INNOVAZIONE</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">24/09/2021</td> <td style="width: 33%;">REV: 1</td> <td style="width: 33%;">Pag.22</td> </tr> </table>	24/09/2021	REV: 1	Pag.22
24/09/2021	REV: 1	Pag.22			

degli ecosistemi, (...)" (art. 2 L. 447/1995), è finalizzato alla valutazione degli effetti/impatti sulla popolazione e su ecosistemi e/o singole specie.

Relativamente agli impatti dell'inquinamento acustico sulla popolazione sono disponibili specifiche disposizioni normative, standard, norme tecniche e linee guida, che rappresentano utili riferimenti tecnici per le attività di monitoraggio acustico con particolare riferimento ad alcuni settori infrastrutturali (infrastrutture stradali, ferrovie, aeroporti) e attività produttive (industriali e artigianali).

L'unica fonte di inquinamento acustico in fase di realizzazione per un impianto eolico è costituita dalle emissioni prodotte dai mezzi meccanici che devono eseguire le seguenti attività:

- Allestimento Area di cantiere;
- Adeguamento viabilità interna e piazzole;
- Adeguamento Viabilità esterna;
- Realizzazione cavidotti e posa cavi;
- Realizzazione Fondazioni;
- Trasporto aerogeneratori;
- Montaggio aerogeneratori;
- SSE Utente;
- Ripristino ante operam viabilità esterna.



L'alterazione del clima acustico dell'area durante la costruzione dell'opera è riconducibile alle fasi di approntamento e di esercizio del cantiere, con la presenza di emissioni acustiche che in relazione alle varie attività di cantiere, possono essere di tipo continuo o discontinuo.

### **Effetti sulla componente Rumore e Vibrazioni ante-operam, in corso d'opera e post-operam e Mitigazione sugli impatti**

Con riferimento all'inquinamento acustico, dovuto esclusivamente ai macchinari e mezzi d'opera, si consideri che gli stessi dovranno rispondere alla normativa in materia di tutela dell'impatto acustico. Inoltre, anche in questo caso, per ridurre al minimo gli impatti si farà in modo che vengano rispettati i canonici turni di lavoro. In base alla classificazione definita dal DPCM 01.03.1991.

Durante la realizzazione delle opere saranno impiegati mezzi e attrezzature conformi alla direttiva macchine e in grado di garantire il minore inquinamento acustico possibile, compatibilmente con i limiti di emissione. Non si prevedono lavorazioni durante le ore notturne a meno di effettive e reali necessità (in questi casi le attività notturne andranno autorizzate nel rispetto della vigente normativa). Quando richiesto dalle autorità competenti, il rumore prodotto dai lavori dovrà essere limitato alle ore meno sensibili del giorno o della settimana. Adeguati schermi insonorizzanti saranno installati in tutte le zone dove la produzione di rumore dovesse superare i livelli ammissibili, ma dalle stime dello studio di valutazione previsionale acustico, effettuato non se ne dovrebbe presentare la necessità.

Tenuto conto delle caratteristiche costruttive delle opere da realizzare, le fasi cantieristiche caratterizzate dalle emissioni più rilevanti sono quelle relative ai movimenti terra e alla realizzazione delle opere civili, mentre la fase di montaggio delle apparecchiature elettromeccaniche determinerà emissioni sonore certamente più contenute.

<p>Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl.  È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta.  La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.</p>	<b>Comm.: C20-018-S05</b>  
---	--

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:

Attività lavorativa	Mezzi impiegati	Livello potenza sonora L <sub>w</sub>
Scenario 1 Esecuzione plinti di fondazione e loro rinterro, scavi e rinterri cavidotti, sistemazioni stradali, lavori edili sottostazione	N.1 escavatore N.2 autocarro N.1 tranch N.1 camion gru N.1 bobcat	102,5 dB 108,5 dB 117,4 dB 99,6 dB 112,9 dB
Scenario 2 Montaggio apparecchiature elettromeccaniche, stesa delle linee MT entro scavo.	N.1 escavatore N.1 camion gru	102,5 dB 99,6 dB

La verifica è stata effettuata per ognuno dei 2 scenari lavorativi precedentemente indicati. Per il calcolo si è considerato di valutare l'immissione sul ricettore R8\_S2, verosimilmente il più esposto in quanto arealmente più vicino all'area di cantiere di realizzazione di uno degli aerogeneratori (VL\_02). ottenendo:

$$L_{Aeq, TR, scen 1} = 43,0 \text{ dB(A)}$$

$$L_{Aeq, TR, scen 2} = 34,0 \text{ dB(A)}$$

Tali valori rispettano i limiti di immissione assoluta per il periodo di riferimento diurno previsti dal Piano di Classificazione acustica comunale per la classe acustica III cui appartiene il ricettore considerato. Si fa riferimento ai limiti previsti dal Piano di classificazione acustica e non ai limiti in deroga per i cantieri in quanto, dalle verifiche effettuate, non risulta l'esistenza del Regolamento acustico del comune di Decimoputzu dal quale estrapolare i valori degli eventuali limiti in deroga per le attività temporanee.

L'analisi dei risultati delle misure e dei calcoli di previsione, sopra riportati, induce a valutare che non ci saranno incrementi dei livelli sonori della zona e pertanto la realizzazione dell'opera rispetterà i limiti di immissione della classe acustica dell'area di studio.

In fase di esercizio, gli impatti acustici sono dovuti prevalentemente al normale funzionamento degli aerogeneratori.

Per l'analisi del calcolo previsionale si è fatto riferimento alle condizioni di potenziale massima criticità delle emissioni sonore per l'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 degli 10 aerogeneratori in progetto. Nella simulazione si sono considerate anche le principali arterie stradali presenti, che risultano essere la SS 196 e la SS 293.

È da evidenziare che il clima acustico rilevato strumentalmente è influenzato dal variare della velocità del vento. Per valutare la variazione del rumore residuo in funzione del vento si sono operate alcune considerazioni per le quali si rimanda al relativo studio specialistico e da cui conseguono i valori riportati nella seguente tabella:

Rumore residuo a 2 metri slm per 4,8 m/s		
Ricettore	Diurno	Notturmo
R9_S9 R14_S9	66,0	50,4
R8_S2 R3_S6	65,4	50,5

Lo studio specialistico ha permesso di notare che già soltanto l'incremento della rumorosità dovuto alla presenza del vento è tale da generare livelli di pressione sonora che superano i limiti previsti dalla classificazione acustica anche se si è comunque dimostrato il rispetto del limite differenziale di rumore in orario diurno e notturno.

In conclusione, le sorgenti di rumore associate alla realizzazione dell'impianto eolico sono rappresentate dai mezzi e dalle attrezzature che verranno utilizzati durante le varie fasi di lavorazione del cantiere. Le attività del cantiere si svolgeranno durante il periodo di riferimento diurno, stimando la durata giornaliera del cantiere in 8 ore/giorno. La verifica è stata effettuata su diversi scenari lavorativi, combinazione delle diverse tipologie di macchine utilizzate per i diversi tipi di lavorazioni e loro sovrapposizioni, come effetto sul recettore verosimilmente più esposto in quanto arealmente più vicino all'area di cantiere di realizzazione di uno degli aerogeneratori. Per quanto riguarda invece la fase di solo esercizio, le sorgenti di rumore riguardano solo ed esclusivamente il funzionamento dell'aerogeneratore e quindi degli ingrangi al suo interno e dell'attrito dell'aria con le superfici delle pale che ruotano attorno all'hub.

Le verifiche effettuate hanno sempre dimostrato una sensibile inferiorità dell'inquinamento acustico immesso nell'ambiente circostante rispetto i limiti dettati da legge tanto da rendere tali valori ininfluenti nella valutazione dell'impatto stesso e non bisognoso di particolari strumenti di mitigazione anche se le turbine, in fase di esercizio, sono già dotate di sistemi che, in caso di superamento dei limiti, permettono diversi "mode" di funzionamento con relative emissioni acustiche.

Il monitoraggio avverrà nelle stesse postazioni individuate nello studio preliminare ante operam in modo tale da caratterizzare il reale impatto acustico dell'impianto in esercizio e per una durata temporale che dipenderà dalle condizioni meteorologiche.

Per quanto concerne le vibrazioni prodotte, queste sono connesse all'azione delle macchine e mezzi impiegati per le attività di cui si è appena relazionato. L'energia vibratoria generata da mezzi e macchinari di cantiere si propaga nel terreno a ridosso delle aree di cantiere, e può interessare i fabbricati situati in prossimità. Tali moti vibratorii, filtrati dalla natura geolitologica dei terreni, interagiscono con le fondazioni e le strutture dei fabbricati, e possono essere percepiti dalle persone che vi abitano o lavorano o determinare moti con risposte strutturali e di integrità architettonica.

Dallo studio specialistico condotto per il cantiere in esame si è partiti dalla valutazione dei livelli delle singole sorgenti facendo riferimento agli spettri di emissione dei macchinari di cantiere rilevati sperimentalmente in studi analoghi o presenti in letteratura tecnica misurati a circa 5 metri dalla sorgente.

Le attività di cantiere saranno svolte esclusivamente nelle ore diurne, pertanto è da escludersi un qualsiasi impatto notturno. Si prenderanno in considerazione i ricettori che risultano più vicini alle aree di cantiere nelle fasi a maggior emissione. Tutti gli altri ricettori saranno esposti quindi a livelli inferiori.

È stata effettuata una verifica delle previste attività di cantiere al fine di individuare gli scenari più significativi in termini di impatto; il calcolo dei livelli vibrazionali ai ricettori risultanti dalle configurazioni di macchinari da cantiere negli scenari previsti è stato condotto assumendo la regola SRSS (Square Root of the Sum of Squares), valida nel caso di accoppiamento incoerente di sorgenti multiple. Questo significa che si assume, a titolo precauzionale, che tutti i macchinari associati ad una specifica fase lavorativa operino contemporaneamente.

Le due condizioni al limite più sfavorevoli sono:

- Viabilità di cantiere, nuovo tratto stradale di accesso alla turbina, sul ricettore REC48 per la condizione più



sfavorevole alla distanza di 58 ml;

- Fondazioni in C.A. nuovo aerogeneratore con riceuttore REC48 a distanza 560ml dal cantiere, individuato come recettore sensibile con condizione più sfavorevole.

Vista la categoria catastale assegnata all'immobile D/10, opificio/residenza considerando il caso più sfavorevole di utilizzo in termini vibrazione, si è considerato di assegnare la tipologia "Abitazioni (giorno)" dalla tabella che riporta i livelli suggeriti come limite dalla norma UNI 9614.

Luogo	A [m/s <sup>2</sup> ]	L [dB]
Aree critiche	3.3 * 10 <sup>-3</sup>	71
Abitazioni (notte)	5.0*10 <sup>-3</sup>	74
Abitazioni (giorno)	7.2*10 <sup>-3</sup>	77
Uffici	14.4*10 <sup>-3</sup>	83
Fabbriche	28.8*10 <sup>-3</sup>	89

Si è inoltre assunto, sempre a titolo cautelativo, che tutti i macchinari siano posizionati alla minima distanza dal riceuttore REC48.

Con riferimento alla mitigazione di tali impatti durante la fase di costruzione, si rinvia alle medesime considerazioni formulate per il rumore.

Con riferimento alle vibrazioni prodotte dal funzionamento dell'aerogeneratore, quindi in fase di esercizio, si evidenzia che le turbine sono dotate di un misuratore dell'ampiezza di vibrazione, che è costituito da un pendolo collegato ad un microswich che ferma l'aerogeneratore nel caso in cui l'ampiezza raggiunge il valore massimo di 0.6 mm. La presenza di vibrazione rappresenta una anomalia al normale funzionamento tale da non consentire l'esercizio della turbina.

Inoltre la navicella, che potrebbe essere sede di vibrazione, è montata su un elemento elastomerico che la isola dalla torre di forma tronco-conica in acciaio alta 125,00 m, e che rappresenta una entità smorzante. Circa la frequenza delle eventuali vibrazioni, questa è compresa tra 0 e 0,32 Hz (corrispondente alla massima velocità di rotazione del rotore). La normativa di riferimento per la valutazione del rischio di esposizione da vibrazioni è la ISO/R2631. La norma collega la frequenza delle vibrazioni con il tempo di esposizione secondo una ben precisa metodologia. In particolare, l'applicazione del metodo trova riscontro sperimentale nell'intervallo tra le 4 e le 8 ore e considera vibrazioni con frequenza maggiore di 1 Hz.

Come detto, nel caso degli aerogeneratori le vibrazioni prodotte hanno frequenza massima pari a circa 0,32 Hz: pertanto, gli impatti dovuti alle vibrazioni sono da considerarsi non significativi.