



**REGIONE AUTONOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA**



**COMUNE DI  
ESTERZILI**



**COMUNE DI  
ESCALAPLANO**



**COMUNE DI  
SEUI**

**COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 136,84 MW CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA - IMPIANTO DENOMINATO "ESTERZILI WIND" UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI ESTERZILI, ESCALAPLANO E SEUI**

**ELABORATO: RELAZIONE TECNICA GENERALE**

**COMMITTENTE  
SCS INNOVATIONS  
Via GEN ANTONELLI 3 - MONOPOLI**

PROGETTAZIONE



PROGETTAZIONE



**REVISIONI**

REV	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
	GENNAIO 2024		Ing. Emanuele Verdoscia	Ing. Emanuele Verdoscia	Dott. Cosimo Sisto

# SOMMARIO

1. INTRODUZIONE .....	1
1.1 Normativa di riferimento .....	1
1.2 Dati generali .....	1
1.3 Attenzione per l'ambiente .....	2
1.3.1 Risparmio sul combustibile.....	2
1.3.2 Emissioni evitate in atmosfera .....	2
2. SITO DI INSTALLAZIONE .....	3
2.1 Area di intervento .....	3
3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO .....	11
3.1 Caratteristiche dell'impianto eolico.....	12
3.1.1 Aerogeneratore.....	12
3.1.1.1 Torre.....	12
3.1.1.2 Rotore.....	13
3.1.1.3 Navicella .....	14
3.1.1.4 Sistemi ausiliari.....	15
3.1.1.5 Controllo ed impianto elettrico .....	16
3.1.2 Opere da realizzare .....	18
3.1.3 Analisi preliminare della Producibilità .....	24

## 1. INTRODUZIONE

La presente Relazione Tecnica riguarda la realizzazione di un impianto eolico per la produzione di energia elettrica da connettere alla Rete di Trasmissione Nazionale da ubicare nell'agro dei comuni di Esterzili (SU), Escalaplano (SU) e Seui (SU).

L'impianto produttivo sopra richiamato è costituito essenzialmente da:

- n. 22 turbine eoliche da 6,22 MW, per la produzione di energia elettrica, comprensive di trasformatore MT/BT per l'elevazione a 30 kV della tensione in uscita dal generatore eolico e celle MT per il sezionamento dell'energia da convogliare verso il punto di interfaccia con la rete;
- cavidotti MT per il collegamento alla stazione elettrica;
- stazione elettrica di trasformazione 150/30 kV;
- sistemi ausiliari di centrale.

La potenza in immissione prevista è di 136,84 MW.

### 1.1 Normativa di riferimento

Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte, come prescritto dalle normative vigenti, ed in particolare dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37. Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono essere in accordo con le norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVFF;
- alle prescrizioni e indicazioni della Società Distributrice di energia elettrica;
- alle prescrizioni del gestore della rete;
- alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

### 1.2 Dati generali

UBICAZIONE IMPIANTO	
Identificativo dell'impianto	SCS 15 – "ESTERZILI WIND"
Comune	Esterzili (SU), Escalaplano (SU) e Seui (SU)

PROPONENTE	
Ragione Sociale	SCS 15 S.r.l.
Indirizzo	Via Generale Antonelli, 3
CAP - Comune	70043 Monopoli (BA)
Domicilio digitale/PEC	Scs15@pec.it

TECNICO	
Ragione Sociale	Studio ing. Emanuele Verdoscia
Nome Cognome	Emanuele Verdoscia

<b>Qualifica</b>	Ingegnere
<b>Codice Fiscale</b>	VRDMNL77T03B506V
<b>P. IVA</b>	04388160758
<b>Albo</b>	Ingegneri (LE)
<b>N° Iscrizione</b>	2825
<b>Indirizzo</b>	Via Lecce, 65
<b>CAP – Comune</b>	73041 – Carmiano (LE)
<b>Telefono</b>	389-8549083
<b>Fax</b>	0832-1569498
<b>E-mail</b>	everdoscia@gmail.com

### 1.3 Attenzione per l'ambiente

Ad oggi, la produzione di energia elettrica è per la quasi totalità proveniente da impianti termoelettrici che utilizzano combustibili sostanzialmente di origine fossile. Quindi, considerando l'energia stimata come produzione del primo anno, 532.294,277 kWh, e la perdita di efficienza annuale, 0.90 %, le considerazioni successive valgono per il tempo di vita dell'impianto pari a 20 anni.

#### 1.3.1 Risparmio sul combustibile

Un utile indicatore per definire il risparmio di combustibile derivante dall'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili è il fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh].

Questo coefficiente individua le T.E.P. (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) necessarie per la realizzazione di 1 MWh di energia, ovvero le TEP risparmiate con l'adozione di tecnologie eoliche per la produzione di energia elettrica.

<b>RISPARMIO DI COMBUSTIBILE IN</b>	<b>TEP</b>
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0.187
TEP risparmiate in un anno	25.59
TEP risparmiate in 20 anni	511.8

**Tabella 1: Risparmio di combustibile in TEP (Fonte dati: Delibera EEN 3/08, art. 2)**

#### 1.3.2 Emissioni evitate in atmosfera

L'impianto eolico consente la riduzione di emissioni in atmosfera delle sostanze che hanno effetto inquinante e di quelle che contribuiscono all'effetto serra.

<b>EMISSIONI EVITATE IN ATMOSFERA</b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>Polveri</b>
Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh]	470.0	0.341	0.389	0.014
Emissioni evitate in un anno [kg]	64.314,8	46,66	53,23	1.92
Emissioni evitate in 20 anni [kg]	1.286.296	933.2	1.064,6	38.4

**Tabella 2: Emissioni evitate in atmosfera (Fonte dati: Rapporto ambientale ENEL 2011)**

## 2. SITO DI INSTALLAZIONE

Il dimensionamento energetico dell'impianto eolico connesso alla rete del distributore è stato effettuato tenendo conto, oltre che della disponibilità economica, di:

- disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto eolico;
- disponibilità della fonte solare;
- fattori morfologici e ambientali (ombreggiamento e albedo);
- fasce di rispetto per linea AT e linea MT.

### 2.1 Area di intervento

L'area in cui ricade l'intervento proposto si trova nei comuni di Esterzili (SU), Escalaplano (SU) e Seui (SU) a circa 4 km a Nord-Nord-Ovest dal centro abitato di Escalaplano, 4 km a Nord-Ovest dal centro abitato di Perdasdefogu, 8 km a Sud-Est dal centro abitato di Esterzili e 12 km a Sud-Sud-Est dal centro abitato di Seui.

Il sito è raggiungibile dalle strade provinciali SP 53 ed SP 13, oltre che dalle numerose strade interpoderali.

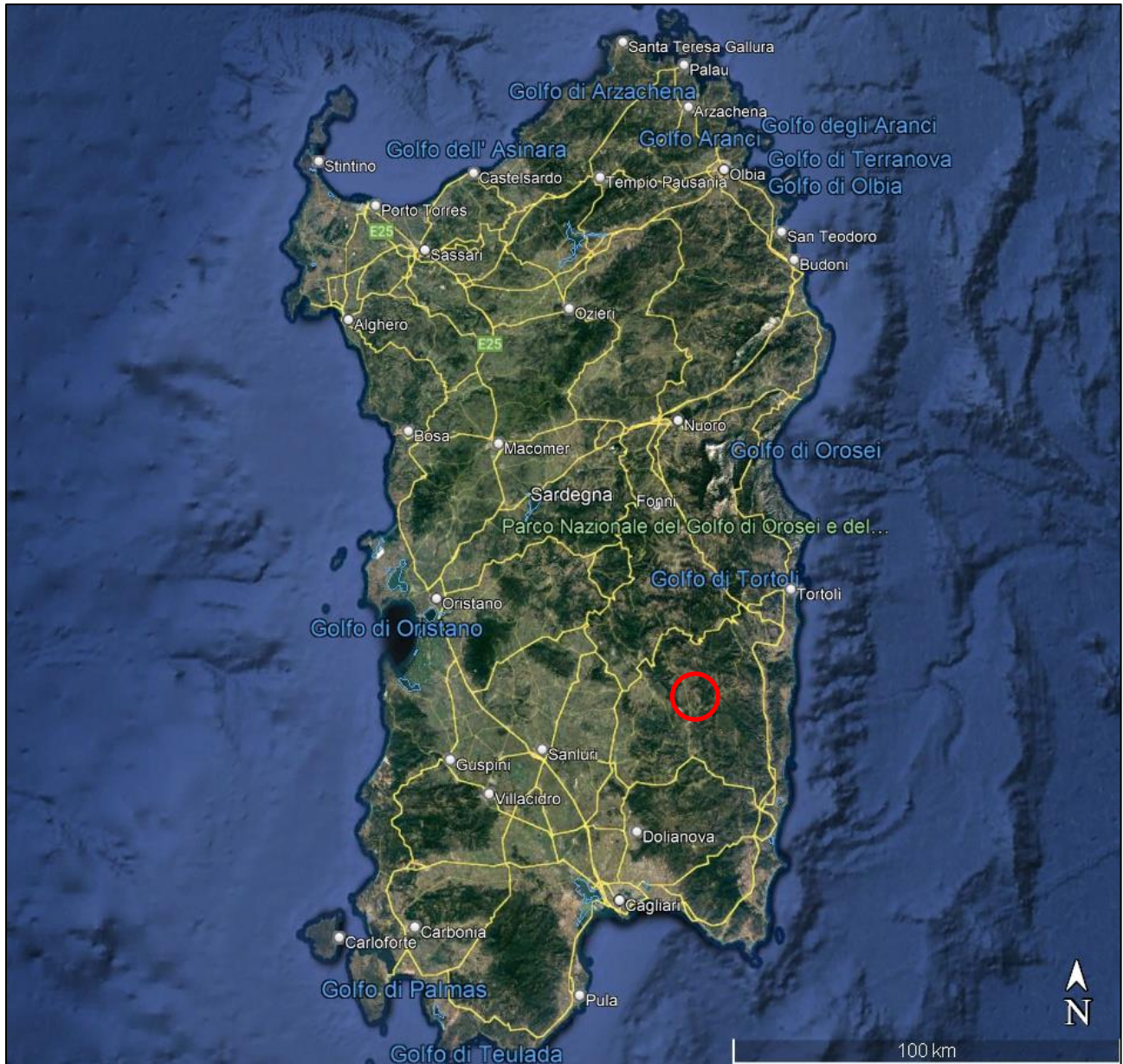
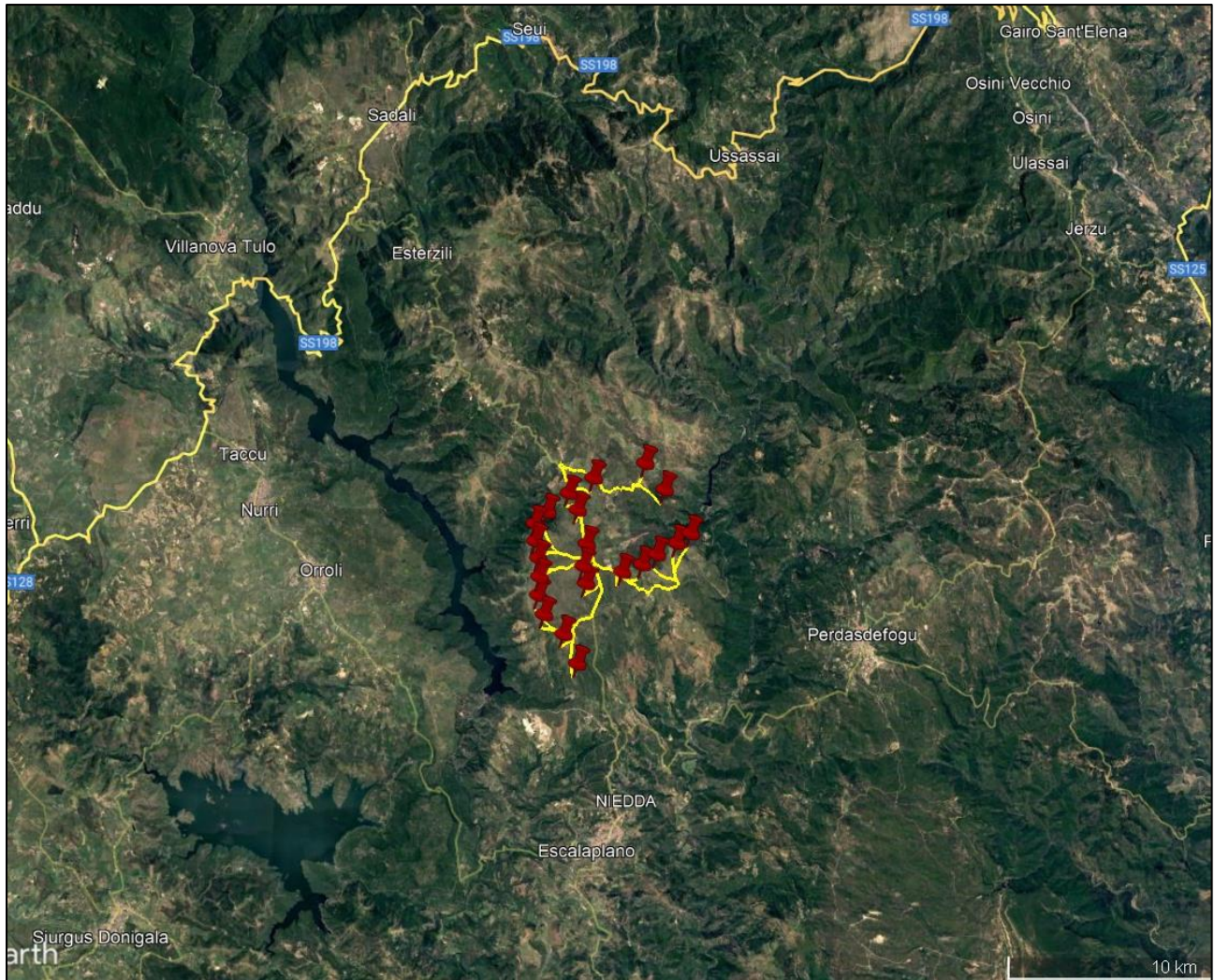


Figura 1: Ubicazione area di impianto da satellite



**Figura 2: Individuazione dell'area di intervento**

L'impianto proposto è ubicato su particelle facenti capo a diversi proprietari con cui si avvieranno le trattative per la stipula dei contratti di diritto di superficie o di compravendita. I terreni interessati dall'intervento sono distinti in catasto come segue:

<b>AEROGENERATORE</b>	<b>COMUNE</b>	<b>FOGLIO</b>	<b>PARTICELLA</b>
ES-01	ESTERZILI	32	19
ES-02	ESTERZILI	32	40
ES-03	ESTERZILI	32	55
ES-04	ESTERZILI	32	56
ES-05	ESTERZILI	34	4
ES-06	ESTERZILI	34	4
ES-07	ESTERZILI	34	4
ES-08	ESCALAPLANO	3	4
ES-09	ESCALAPLANO	4	14
ES-10	ESCALAPLANO	4	14
ES-11	ESTERZILI	32	47
ES-12	ESTERZILI	34	4
ES-13	ESTERZILI	34	4
ES-14	ESTERZILI	34	4
ES-15	ESTERZILI	26	93
ES-16	ESTERZILI	28	141
ES-17	ESTERZILI	30	14
ES-18	SEUI	57	6
ES-19	SEUI	58	6
ES-20	SEUI	58	6
ES-21	SEUI	57	6
ES-22	SEUI	57	8

**Tabella 3: Posizione catastale degli Aerogeneratori**

**WTG 1:** ricade in comune Esterzili al fg.32 p.lla 19, zona E Agricola. In sito si giunge attraverso la SP53. La viabilità di nuova realizzazione è stata pensata in modo tale da avere il più basso grado di impatto alla zona creando un accesso direttamente da una strada interpoderale diramazione della SP53. La zona è interessata dalla presenza di fiumi e corsi d'acqua facenti riferimento all'Art 143 della vincolistica regionale con relativo buffer e Strahler, inoltre la WTG è stata posizionata tenendo conto di un buffer di 220 m dalla SP53. Si evidenzia che la WTG non interferisce con nessun vincolo.

**WTG 2:** ricade in comune Esterzili al fg.32 p.lla 40, zona E Agricola. Si è ipotizzato l'arrivo in sito attraverso la SP53 e seguendo strade interpoderali collegate ad esse. La viabilità di nuova realizzazione si è pensata creando un accesso direttamente da strada interpoderale esistente. La zona è interessata dalla presenza di fiumi e corsi d'acqua facenti riferimento all'Art 143 della vincolistica regionale con relativo buffer e Strahler, si nota la vicinanza a una zona boschiva. Si evidenzia che la WTG non interferisce in alcun modo con nessun vincolo.



**WTG 3:** ricade in comune Esterzili al fg.32 p.lla 55, zona E Agricola. Si è ipotizzato l'arrivo in sito attraverso la SP53. La viabilità di nuova realizzazione tiene conto di quella ipotizzata per la WTG 12, allungandone il percorso. L'area è interessata dalla vicinanza a una zona boschiva. Inoltre, in prossimità della WTG proposta vi è la presenza di Strahler e aree percorse dal fuoco.

**WTG 4:** ricade in comune Esterzili al fg.32 p.lla 56, zona E Agricola. Si è ipotizzato l'arrivo in sito attraverso la SP53. La viabilità di nuova realizzazione tiene conto di quella ipotizzata per la WTG 12, allungandone il percorso. La zona è interessata dalla presenza di Strahler. Si evidenzia che la WTG non interferisce con nessun vincolo.

**WTG 5:** ricade in comune Esterzili al fg.34 p.lla 4, zona E Agricola. Si è ipotizzato l'arrivo in sito attraverso la SP53. La viabilità di nuova realizzazione tiene conto di una strada interpodereale, sterrata, esistente cercando di sfruttarne a pieno il tragitto. La zona è interessata da fiumi art.143 con relativo buffer e Strahler. Si evidenzia che la WTG non interferisce in alcun modo con nessun vincolo.

**WTG 6:** ricade in comune Esterzili al fg.34 p.lla 4, zona E Agricola. Si è ipotizzato l'arrivo in sito attraverso la SP53. La viabilità di nuova realizzazione tiene conto di quella ipotizzata per la WTG 13, allungandone il percorso. La zona è interessata dalla presenza di fiumi e corsi d'acqua facenti riferimento all'Art 143 della vincolistica regionale con relativo buffer e Strahler. Si evidenzia che la WTG e non interferisce in alcun modo con nessun vincolo.

**WTG 7:** ricade in comune Esterzili al fg.34 p.lla 4, zona E Agricola. Si è ipotizzato l'arrivo in sito attraverso la SP53. La viabilità di nuova realizzazione tiene conto di quella ipotizzata per la WTG 14, allungandone il percorso. La zona è interessata dalla presenza di fiumi e corsi d'acqua facenti riferimento all'Art 143 della vincolistica regionale e dalla vicinanza a Strahler. Si evidenzia che la WTG non interferisce in alcun modo con nessun vincolo.

**WTG 8:** ricade in comune Escalaplano al fg.3 p.lla 4, zona E Agricola. Si è ipotizzato l'arrivo in sito attraverso la SP53 e seguendo una strada interpodereale esistente sfruttandone il percorso. La zona è interessata dalla presenza di fiumi e corsi d'acqua facenti riferimento all'Art 143 della vincolistica regionale con relativo buffer e Strahler. Si evidenzia che la WTG non interferisce in alcun modo con nessun vincolo.

**WTG 9:** ricade in comune Escalaplano al fg.4 p.lla 14, zona E Agricola. Si è ipotizzato l'arrivo in sito attraverso la SP53 e svoltando seguendo una strada interpodereale esistente sfruttandone il percorso. La viabilità di nuova realizzazione tiene conto di quella ipotizzata per la WTG 8 allungandone il percorso. La zona è interessata dalla presenza di fiumi e corsi d'acqua facenti riferimento all'Art 143 della

vincolistica regionale con relativo buffer e Strahler. Si evidenzia che la WTG non interferisce in alcun modo con nessun vincolo.

**WTG 10:** ricade in comune Escalaplano al fg.4 p.lla 14, zona E Agricola. Si è ipotizzato l'arrivo in sito attraverso la SP53 e svoltando seguendo una strada interpodereale esistente sfruttandone il percorso. La viabilità di nuova realizzazione parte dalla strada interpodereale. La zona è interessata dalla presenza di Strahler, fiumi art.143 con relativo buffer. Si evidenzia che la WTG non interferisce in alcun modo con nessun vincolo.

**WTG 11:** ricade in comune Esterzili al fg.32 p.lla 47, zona E Agricola. Si è ipotizzato l'arrivo in sito attraverso la SP53 e svoltando seguendo una strada interpodereale esistente sfruttandone il percorso. La viabilità di nuova realizzazione parte dalla strada interpodereale. La zona è interessata dalla presenza di fiumi e corsi d'acqua facenti riferimento all'Art 143 con relativo buffer, presenza di Strahler, buffer di 220 m della SP53. Si evidenzia che la WTG non interferisce in alcun modo con nessun vincolo.

**WTG 12:** ricade in comune Esterzili al fg.34 p.lla 4, zona E Agricola. Si è ipotizzato l'arrivo in sito attraverso la SP53. La viabilità di nuova realizzazione parte dalla SP53 stessa. La zona è interessata dalla presenza aree percorse dal fuoco 2008 e 2012. La WTG è stata posizionata tenendo conto del buffer di 220m da Strada provinciale. Si evidenzia che la WTG non interferisce in alcun modo con nessun vincolo.

**WTG 13:** ricade in comune Esterzili al fg.34 p.lla 4, zona E Agricola. Si è ipotizzato l'arrivo in sito attraverso la SP53 . La viabilità di nuova realizzazione parte dalla SP53 stessa e darà seguito a quella per la WTG 6. La zona è interessata dalla presenza aree percorse dal fuoco 2008 e aree percorse dal fuoco 2012 e Strahler. Si evidenzia che la WTG non interferisce in alcun modo con nessun vincolo.

**WTG 14:** ricade in comune Esterzili al fg.34 p.lla 4, zona E Agricola. Si è ipotizzato l'arrivo in sito attraverso la SP53. La viabilità di nuova realizzazione parte dalla SP53 stessa. La zona è interessata dalla presenza aree percorse dal fuoco 2012. La WTG è stata posizionata tenendo conto del buffer 220 m da Strade Provinciali e dalla presenza di Strahler. Si evidenzia che la WTG non interferisce in alcun modo con nessun vincolo.

**WTG 15:** ricade in comune Esterzili al fg.26 p.lla 93, zona E Agricola. Si è ipotizzato l'arrivo in sito attraverso la SP53. La viabilità di nuova realizzazione parte dalla SP53 attraverso una curva per giungere al sito di installazione. La WTG è in prossimità dell'area di rispetto di fiumi art.142 e fiumi art.143. Si evidenzia che la WTG non interferisce in alcun modo con nessun vincolo.

**WTG 16:** ricade in comune Esterzili al fg.28 p.lla 141, zona E Agricola. Si è ipotizzato l'arrivo in sito attraverso la SP53 e svoltando su varie strade interpoderali. La viabilità di nuova realizzazione parte dalla stessa strada interpoderale per giungere al sito di installazione. La zona è interessata dalla presenza di fiumi e corsi d'acqua facenti riferimento all'Art 143 e Art.142 della vincolistica regionale e dalla presenza di Strahler. Si evidenzia che la WTG non interferisce in alcun modo con nessun vincolo.

**WTG 17:** ricade in comune Esterzili al fg.30 p.lla 14, zona E Agricola. Si è ipotizzato l'arrivo in sito attraverso la SP53 e svoltando su interpoderale. La viabilità di nuova realizzazione parte dalla stessa strada interpoderale per giungere al sito di installazione. La zona è interessata dalla presenza di fiumi e corsi d'acqua facenti riferimento all'Art 142 e 143 della vincolistica regionale con relativa area di rispetto di 150 m e dalla presenza di Strahler. Si evidenzia che la WTG non interferisce in alcun modo con nessun vincolo.

**WTG 18:** ricade nel comune Seui al fg.57 p.lla 6, zona E Agricola. Si è ipotizzato l'arrivo in sito attraverso la SP53. La viabilità di nuova realizzazione parte da una strada interpoderale, connessa alla stessa SP53, per giungere al sito di installazione. La zona è interessata dalla presenza di Strahler. Si evidenzia che la WTG non interferisce in alcun modo con nessun vincolo.

**WTG 19:** ricade in comune Seui al fg.58 p.lla 6, zona E Agricola. Si è ipotizzato l'arrivo in sito attraverso la SP53 e svoltando su interpoderale. La viabilità di nuova realizzazione parte dalla stessa strada interpoderale per giungere al sito di installazione. La zona è interessata dalla presenza di fiumi e corsi d'acqua facenti riferimento all'Art 143 della vincolistica regionale con relativo buffer di 150 m. Si evidenzia che la WTG non interferisce in alcun modo con nessun vincolo.

**WTG 20:** ricade in comune Seui al fg.58 p.lla 6, zona E Agricola. Si è ipotizzato l'arrivo in sito attraverso la SP53 e svoltando su interpoderale. La viabilità di nuova realizzazione parte dalla stessa strada interpoderale per giungere al sito di installazione dando seguito a quella ipotizzata per la WTG21. La zona è interessata dalla presenza di fiumi e corsi d'acqua facenti riferimento all'Art 143 della vincolistica regionale con buffer di 150 m e dalla presenza di Strahler. Si evidenzia che la WTG non interferisce in alcun modo con nessun vincolo.

**WTG 21:** ricade in comune Seui al fg.58 p.lla 6, zona E Agricola. Si è ipotizzato l'arrivo in sito attraverso la SP53 e svoltando su interpoderale. La viabilità di nuova realizzazione parte dalla stessa strada interpoderale che darà seguito a quella ipotizzata per la WTG 22. La zona è interessata dalla presenza di Strahler. Si evidenzia che la WTG non interferisce in alcun modo con nessun vincolo.

**WTG 22:** ricade in comune Escalaplano al fg.571 p.lla 8, zona E Agricola. Si è ipotizzato l'arrivo in sito attraverso la SP53 e svoltando su interpoderale. La viabilità di nuova realizzazione parte dalla stessa strada interpoderale per giungere al sito di installazione. La zona è interessata dalla presenza di Strahler. Si evidenzia che la WTG non interferisce in alcun modo con nessun vincolo.

L'area in esame, nonché le aree limitrofe, si trovano ad un'altitudine media di circa 700 m s.l.m. L'area, pertanto, presenta una discreta rugosità data l'altitudine media dell'area dell'impianto. Il sito ha un'altitudine media di circa 700 m e dista circa 24 km dal mar Tirreno. Nei dintorni dell'area non ci sono ostacoli atti a mascherare, anche solo parzialmente, l'impatto visivo dell'impianto eolico. Ciononostante, gli aerogeneratori non saranno installati in zona prettamente a valenza turistica.

### 3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

La società SCS 15 S.r.l., con sede in Monopoli (BA) in via Generale Giacinto Antonelli n. 3, ha intenzione di installare un impianto eolico costituito da 22 aerogeneratori ciascuno della potenza di 6,22 MW con una potenza complessiva di 136,84 MW ubicato nei comuni di Esterzili (SU), Escalaplano (SU) e Seui (SU).

L'impianto produttivo è costituito essenzialmente da:

- n. 22 turbine eoliche da 6,22 MW, per la produzione di energia elettrica, comprensive di trasformatore MT/BT per l'elevazione a 30 kV della tensione in uscita dal generatore eolico;
- celle MT per il sezionamento dell'energia da convogliare verso il punto di interfaccia con la rete;
- cavidotti MT per il collegamento alla stazione elettrica;
- stazione elettrica di trasformazione 150/30 kV;
- sistemi ausiliari di centrale.

La Soluzione Tecnica Minima Generale prevede la centrale venga collegata in antenna a 150 kV con una nuova stazione elettrica (SE) di smistamento a 150 kV RTN da inserire in entra – esce alla linea RTN 150 kV “Goni - Ulassai” da collegare, per il tramite di due nuovi elettrodotti RTN a 150 kV, con una nuova SE di trasformazione RTN a 380/150 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN 380 kV “Ittiri - Selargius”. Ai sensi dell'art. 21 dell'allegato A alla deliberazione Arg/elt/99/08 dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambienti, si comunica che il nuovo elettrodotto in antenna a 150 kV per il collegamento della centrale sulla Stazione Elettrica della RTN costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 150 kV nella suddetta stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

Il cavidotto interno all'impianto correrà per lo più lungo strade interpoderali esistenti e lungo piste di nuova realizzazione, che attraverseranno i fondi agricoli. Per il collegamento tra i vari gruppi di aerogeneratori si dovranno eseguire degli attraversamenti delle strade provinciali.

L'impianto eolico sarà facilmente raggiungibile dalle strade provinciali esistenti. Vi è da menzionare che in qualche caso, per raggiungere il singolo aerogeneratore, verrà realizzata una pista di accesso in terra e pietrisco. Non si prevedono, pertanto, ingenti opere infrastrutturali e, parimenti, non si prevedono elevate movimentazioni di terreno, né per la realizzazione delle strade di accesso né per l'esecuzione delle piazzole di montaggio degli aerogeneratori.

Dal momento che i territori interessati dall'opera sono terreni agricoli, sarà necessario, in pochi casi, espiantare le piante esistenti e reimpiantarle in altre zone della stessa proprietà. Tale lavorazione non comporterà difficoltà a livello autorizzativo, poiché non si tratta di piantagioni ad elevato pregio.

## 3.1 Caratteristiche dell'impianto eolico

### 3.1.1 Aerogeneratore

L'aerogeneratore è una macchina con funzione di convertire l'energia cinetica del vento prima in energia meccanica e successivamente in energia elettrica. Esso è essenzialmente costituito da:

- un rotore per intercettare il vento;
- una “navicella” in cui sono alloggiare tutte le apparecchiature per la produzione di energia;
- un fusto o torre che ha il compito di sostenere gli elementi sopra descritti (navicella e rotore) posizionandoli alla quota prescelta in fase di progettazione.

All'interno della navicella sono alloggiati l'albero di trasmissione lento, il moltiplicatore di giri, l'albero veloce, il generatore elettrico ed i dispositivi ausiliari. All'estremità dell'albero lento, corrispondente all'estremo anteriore della navicella, è fissato il rotore costituito da un mozzo sul quale sono montate le pale, costituite in fibra di vetro rinforzata. La navicella può ruotare rispetto al sostegno in modo tale da tenere l'asse della macchina sempre parallela alla direzione del vento (movimento di imbardata); inoltre è dotata di un sistema di controllo del passo che, in corrispondenza di alta velocità del vento, mantiene la produzione di energia al suo valore nominale indipendentemente dalla temperatura e dalla densità dell'aria; in corrispondenza invece di bassa velocità del vento, il sistema a passo variabile e quello di controllo ottimizzano la produzione di energia scegliendo la combinazione ottimale tra velocità del rotore e angolo di orientamento delle pale in modo da avere massimo rendimento. Il funzionamento dell'aerogeneratore è continuamente monitorato e controllato da un'unità a microprocessore. In questa fase progettuale l'aerogeneratore scelto è un Nordex N175/6.X della potenza nominale di 6.22 MW ad asse orizzontale. Il rotore è tripala in materiale composito di diametro pari a 170 m, mentre la torre di sostegno della navicella è di forma tubolare in acciaio. L'altezza al mozzo è pari a 112 m. Gli aerogeneratori saranno equipaggiati con un sistema di segnalazione notturna con luce rossa intermittente posizionato sulla sommità posteriore navicella dell'aerogeneratore, mentre la segnalazione diurna verrà garantita da una verniciatura della parte estrema delle pale con tre bande di colore rosso ciascuna di 6 m.

#### 3.1.1.1 Torre

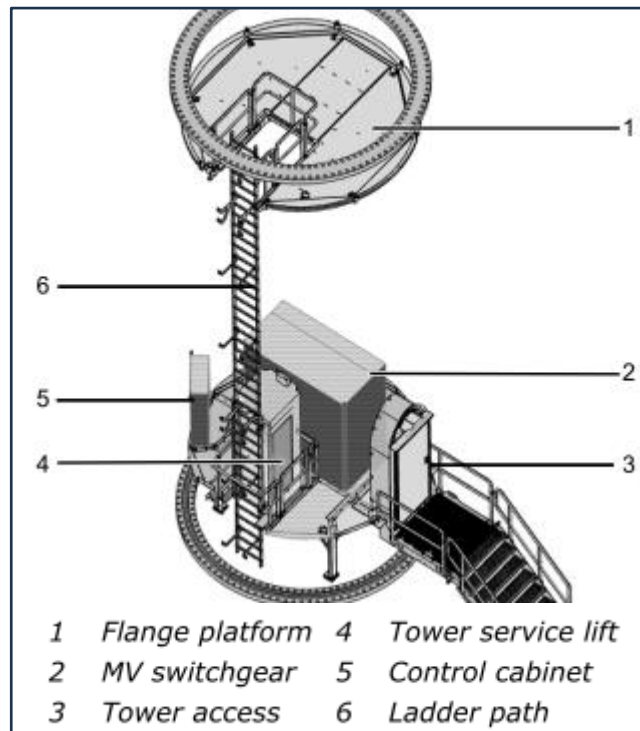
La turbina eolica N175/6.X può essere montata su una torre in acciaio o su una torre ibrida.

La torre tubolare in acciaio è composta da diverse sezioni coniche o cilindriche. Questa torre è imbullonata alla gabbia di ancoraggio incastonata nella fondazione.

La parte inferiore della torre ibrida è costituita da una torre in cemento e la parte superiore di una torre tubolare d'acciaio.

Una scala verticale con sistema di protezione per la caduta e di riposo e piattaforme di riposo e di lavoro all'interno della torre, consentono una salita alla navicella protetta dalle intemperie.

La struttura di fondazione di tutte le torri dipende dalle condizioni del terreno in cui è previsto il posizionamento.



**Figura 3: Panoramica delle installazioni nella parte inferiore della torre in tubo d'acciaio con una scala verticale**

### 3.1.1.2 Rotore

Il rotore è costituito dal mozzo del rotore con tre cuscinetti volventi, il sistema di beccheggio per la regolazione delle lame e tre pale del rotore.

Il mozzo del rotore è costituito da un elemento di base con sistema di supporto e ogiva.

L'elemento di base è costituito da una struttura rigida in fusione, sulla quale poggiano gli appoggi del passo e le pale del rotore sono assemblate. Il mozzo del rotore è coperto dall'ogiva che consente l'accesso diretto dalla navicella al mozzo del rotore.

Le pale del rotore sono realizzate in fibra di vetro e plastica rinforzata con fibra di carbonio di alta qualità. La pala del rotore viene testata staticamente e dinamicamente in conformità con le linee guida IECRE OD501 e OD501-1 con IEC 61400-23:2014 (o successiva).

Il sistema di passo serve per regolare l'angolo di inclinazione delle pale del rotore impostato dal sistema di controllo. Per ogni singola pala del rotore il sistema di passo comprende un azionamento elettromeccanico con motore a corrente rotativa, riduttore epicicloidale e pignone di comando, oltre ad un'unità di controllo con convertitore di frequenza e alimentazione di emergenza.

L'alimentazione e il trasferimento del segnale vengono realizzati tramite un anello collettore nella navicella.

### 3.1.1.3 Navicella

La navicella contiene componenti meccanici ed elettrici essenziali della turbina eolica.

L'albero del rotore trasmette il movimento rotatorio del rotore alla scatola del cambio ed è montato nel cuscinetto del rotore nella navicella. Nell'alloggiamento del cuscinetto del rotore è integrato un bloccaggio del rotore, con il quale il rotore può essere bloccato meccanicamente in modo affidabile.

Con il freno meccanico il rotore viene bloccato durante i lavori di manutenzione. A tale scopo la pompa idraulica genera una pressione dell'olio sufficiente.

Il cambio aumenta la velocità del rotore fino a raggiungere quella richiesta per il generatore. I cuscinetti e gli ingranaggi sono continuamente lubrificati con olio. Un elemento filtrante combinato con filtro grossolano, fine e ultrafine trattiene le particelle solide. Il sistema di controllo monitora la contaminazione dell'elemento filtrante. L'olio per ingranaggi utilizzato per la lubrificazione raffredda anche il cambio. Le temperature dei cuscinetti del cambio e dell'olio sono costantemente monitorate. Se la temperatura operativa ottimale non viene ancora raggiunta, un bypass termico riporta l'olio del cambio direttamente al cambio. Solo quando la temperatura dell'olio del cambio raggiunge un valore predeterminato l'olio del cambio viene raffreddato da un radiatore olio/acqua, che si trova direttamente sul cambio. Di conseguenza, la temperatura dell'olio per ingranaggi viene mantenuta entro un intervallo ristretto durante il funzionamento.

Il giunto funge da collegamento di trasmissione della forza tra il cambio e il generatore.

Il generatore è una macchina ad induzione a 6 poli doppia alimentazione. Il generatore è dotato di scambiatore di calore aria-acqua incorporato ed è collegato al circuito di raffreddamento.

Il convertitore collega la rete elettrica al generatore, il che significa che il generatore può essere azionato con velocità di rotazione variabili.

Il trasformatore converte la bassa tensione del sistema generatore-convertitore in media tensione della rete del parco eolico. Il trasformatore viene raffreddato tramite il collegamento al circuito di raffreddamento.

Nel quadro elettrico si trovano tutti i componenti elettrici necessari per il controllo e l'alimentazione della turbina.

L'acqua di raffreddamento viene raffreddata nuovamente da un refrigeratore passivo sul tetto della navicella.

Le unità di imbardata ruotano in modo ottimale la navicella nel vento. Gli azionamenti di imbardata si trovano sul telaio della macchina nella navicella. Un azionamento di imbardata è costituito da un motore elettrico, un ingranaggio planetario a più stadi e un pignone di trasmissione. I pignoni di trasmissione ingranano con i denti esterni del cuscinetto di imbardata. Nella posizione allineata la navicella è mantenuta dalle unità di imbardata.



Tutti i gruppi della navicella sono protetti dal vento e dalle condizioni meteorologiche mediante un alloggiamento della navicella.

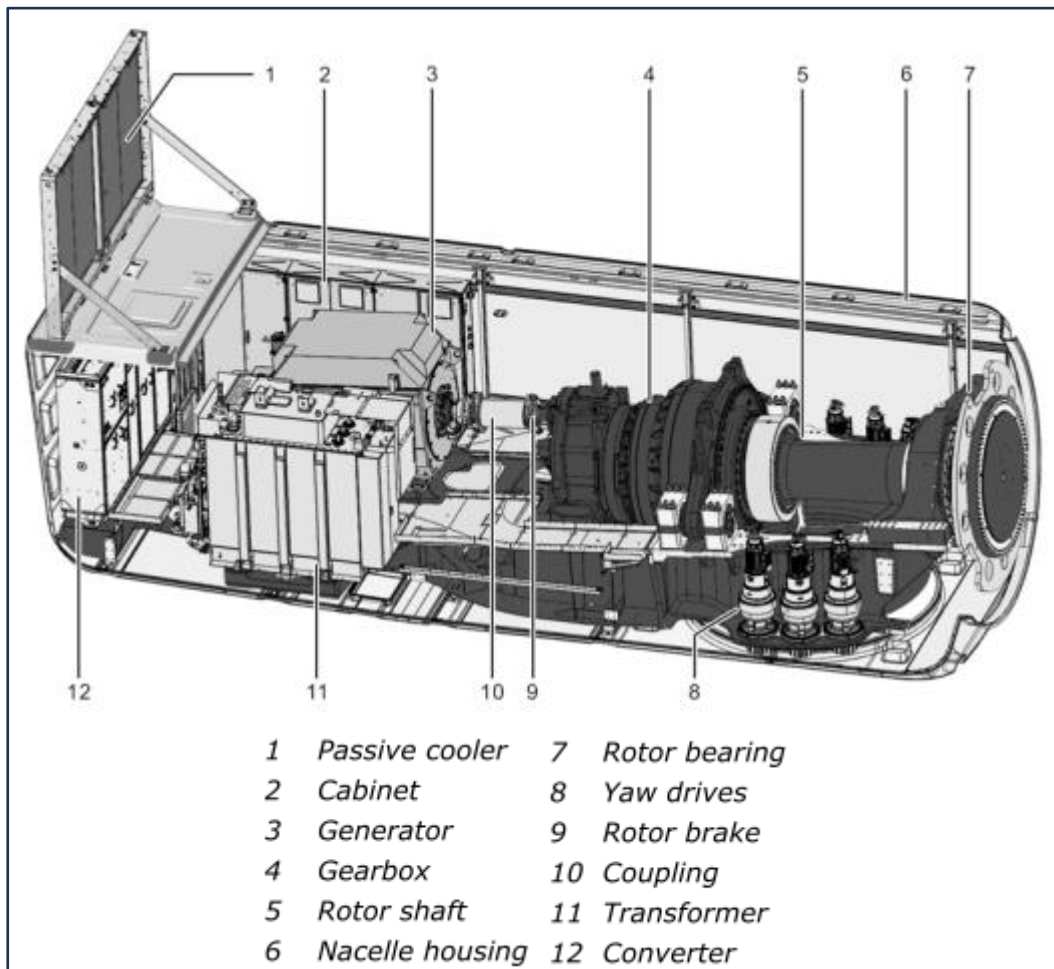


Figura 4: Rappresentazione schematica della navicella

#### 3.1.1.4 Sistemi ausiliari

Il cuscinetto del generatore, l'ingranaggio dei cuscinetti del beccheggio, il cuscinetto del rotore e l'ingranaggio del cuscinetto dell'imbardata sono ciascuno dotati di un sistema di lubrificazione automatica.

Il riduttore, il generatore, il circuito di raffreddamento e tutti i relativi quadri elettrici sono dotati di riscaldatori.

Nella navicella è installato un paranco elettrico a catena utilizzato per sollevare utensili, componenti e altri materiali di lavoro da terra nella navicella.

Una traversa comprendente un carrello scorrevole è predisposta per l'utilizzo di un paranco manuale a catena per la movimentazione dei materiali all'interno della navicella.

Due circuiti di raffreddamento separati assicurano il raffreddamento dei componenti di grandi

dimensioni. Convertitore e scatola degli ingranaggi vengono raffreddati in un circuito di raffreddamento, mentre il generatore e il trasformatore nell'altro.

Entrambi i circuiti di raffreddamento sono collegati a raffreddatori passivi sul tetto della navicella, nei quali l'acqua viene raffreddata.

### 3.1.1.5 Controllo ed impianto elettrico

Il WT funziona automaticamente. Un controllore logico programmabile (PLC) monitora continuamente i parametri operativi utilizzando diversi sensori, confronta i valori effettivi con i corrispondenti valori di riferimento ed emette i segnali di controllo necessari ai componenti WT. I parametri operativi sono specificati da Nordex e sono adattati alla singola ubicazione. Il controller si trova in un armadio di controllo alla base della torre.

Quando non c'è vento il WT rimane in modalità inattiva. Solo diversi sistemi ausiliari sono operativi o attivati secondo necessità: ad esempio riscaldatori, lubrificazione degli ingranaggi o PLC, che monitora i dati del sistema di misurazione del vento. Tutti gli altri sistemi sono spenti e non consumano energia. Il rotore gira al minimo. Quando viene raggiunta la velocità del vento di taglio, il WT passa alla condizione “pronto per il funzionamento”. Ora tutti i sistemi sono stati testati, la navicella gira nel vento e le pale del rotore girano nel vento. Quando viene raggiunta una certa velocità, il generatore si collega alla rete e il WT produce energia elettrica.

A basse velocità del vento il WT funziona a carico parziale. Le pale del rotore rimangono rivolte al vento nella massima misura. La potenza prodotta dal WT dipende dalla velocità del vento.

Quando viene raggiunta la velocità del vento nominale, il WT passa al campo di carico nominale. Se la velocità del vento continua ad aumentare, il controllo della velocità modifica l'angolo delle pale del rotore in modo che la velocità del rotore e quindi la potenza del WT rimangano costanti.

Il sistema di imbardata assicura che la navicella sia sempre allineata in modo ottimale al vento. A tal fine due sistemi di misurazione del vento separati sulla navicella misurano la direzione del vento. Per il sistema di controllo viene utilizzato un solo sistema di misurazione del vento, mentre il secondo sistema monitora il primo e subentra in caso di guasto del primo sistema. Se la direzione del vento misurata devia troppo dall'allineamento della navicella, questa viene imbardata rispetto al vento.

L'energia eolica assorbita dal rotore viene convertita in energia elettrica utilizzando una macchina a induzione a doppia alimentazione con rotore ad anelli. Il suo statore è collegato direttamente, e il rotore tramite un convertitore di frequenza appositamente controllato, al trasformatore MT che collega la turbina alla rete. Solo una parte della potenza deve essere convogliata attraverso il convertitore, consentendo basse perdite nel sistema elettrico.

Le turbine eoliche Nordex sono dotate di apparecchiature e dispositivi tecnici che proteggono le persone e gli impianti e garantiscono un funzionamento permanente. L'intera turbina è progettata in conformità alla Direttiva Macchine 2006/42/CE e certificata secondo la norma IEC 61400.

I parametri rilevanti per la sicurezza nel controllo del sistema vengono monitorati continuamente. Qui i dati dei sensori di sicurezza vengono trasmessi tramite un sistema bus sicuro al controllore sicuro per la valutazione. Se i parametri specificati vengono superati, il sistema viene arrestato tramite attuatori e impostato in uno stato sicuro.

A seconda della causa del disinserimento vengono attivati diversi programmi di frenatura. In caso di cause esterne, come velocità del vento eccessiva o temperature di esercizio inferiori, la turbina eolica viene frenata dolcemente mediante la regolazione delle pale del rotore. Altre funzioni di sicurezza vengono utilizzate per arrestare gli azionamenti in modo sicuro per lavori di manutenzione.

La protezione contro i fulmini/sovratensioni dell'impianto eolico si basa sul concetto di zona di protezione contro i fulmini conforme alla compatibilità elettromagnetica, che comprende l'implementazione di misure di protezione contro i fulmini/sovratensioni interne ed esterne in considerazione della norma IEC 61400-24. La turbina eolica è progettata secondo la classe di protezione contro i fulmini I.

La turbina eolica con le apparecchiature elettriche, i consumatori, la tecnologia di misurazione, controllo, protezione, informazione e telecomunicazione soddisfa i requisiti EMC secondo la norma IEC 61400-1.

I componenti di media tensione vengono utilizzati per collegare un WT alla rete di media tensione del parco eolico o al gestore della rete locale. La base della torre contiene il quadro MT. È costituito da un campo trasformatore con interruttori automatici e almeno un campo di cavi ad anello come standard e fino a tre campi di cavi ad anello come opzione (a seconda della configurazione del parco eolico). Il quadro trasformatore è costituito dall'interruttore in vuoto e dal sezionatore con interruttore di terra. Il pannello cavi ad anello è costituito da un sezionatore sottocarico con interruttore di terra. L'intero quadro MT è assemblato su telaio di supporto/adattatore.

Trasformatore e convertitore si trovano nella navicella. Il trasformatore è stato specificato in conformità alla norma IEC 60076-16.

I componenti in acciaio del trasformatore sono dimensionati per la classe di protezione dalla corrosione C3 (H).

La rete a bassa tensione da 950 V è il sistema energetico primario a bassa tensione delle turbine eoliche. È isolata da terra come rete IT e rete AC trifase. Gli elementi dei dispositivi elettrici di comando e misurazione di questa rete sono messi a terra direttamente o tramite cavi equipotenziali protettivi separati. Un monitor di isolamento centrale è stato installato come ulteriore misura di protezione per la sicurezza

personale e della turbina nel sistema 950-V-IT.

La rete a bassa tensione 400 V/230 V è il sistema ausiliario a bassa tensione delle turbine eoliche. Il centro neutro è messo a terra direttamente nei trasformatori di rete di alimentazione come sistema TN e sistema trifase. Il conduttore di messa a terra PE e il conduttore neutro sono disponibili separatamente. I corpi delle apparecchiature elettriche e dei consumatori, compreso il collegamento equipotenziale di protezione aggiuntivo, sono collegati direttamente, attraverso collegamenti con conduttore di protezione, direttamente ai punti neutro dei trasformatori della rete di alimentazione.

The auxiliary low voltage required by the wind turbine in stand-by mode and feed-in mode is requested by the following consumers:

- Controllo del sistema incluso il controllo del convertitore principale
- Alimentazione ausiliaria 400 V/230 V del convertitore principale
- Alimentazione UPS da 230 V CA inclusa alimentazione da 24 V CC
- Sistema di imbardata
- Sistema di passo
- Azionamenti ausiliari come pompe, ventilatori e unità di lubrificazione
- Riscaldamento e illuminazione
- Sistemi ausiliari come montacarichi, luci ostacolo.

Le misurazioni a lungo termine mostrano che il carico di base medio annuo della centrale elettrica ausiliaria a bassa tensione nell'esercizio di immissione WT è di ca. 15 kW nel valore medio medio su 10 minuti e il valore medio massimo su 10 minuti può raggiungere fino a 25 kW/32 kVA. Questi valori sono già inclusi nelle curve di potenza.

Per località con una velocità media annua del vento di 6,5 m/s ca. Si verificano 10 MWh di consumo ausiliario, tuttavia questo valore dipende fortemente dalla posizione.

Il consumo ausiliario è definito come il consumo di energia del WT dalla rete per un periodo durante il quale il WT non fornisce corrente alla rete.

### 3.1.2 Opere da realizzare

La realizzazione del progetto proposto comprenderà i seguenti interventi:

- apertura e predisposizione cantiere;
- interventi sulla viabilità esistente, al fine di rendere possibile il transito dei mezzi speciali per il trasporto degli elementi degli aerogeneratori;
- realizzazione delle piste d'accesso alle piazzole, che dalla viabilità interpodereale esistente consentano il transito dei mezzi di cantiere, per il raggiungimento dell'area d'installazione di ciascun aerogeneratore;

- realizzazione delle piazzole per l'installazione degli aerogeneratori;
- scavi a sezione larga per la realizzazione della fondazione di macchina e scavi a sezione ristretta per la messa in opera dei cavidotti;
- realizzazione delle fondazioni di macchina;
- installazione degli aerogeneratori;
- installazione cabina di sezionamento/parallelo;
- messa in opera dei cavidotti interrati;
- realizzazione della connessione elettrica d'impianto alla rete di trasmissione gestita da TERNA.

**Viabilità:** la realizzazione di un impianto eolico implica delle procedure di trasporto, montaggio ed installazione/messa in opera tali da rendere il tutto “eccezionale”.

In particolare, il trasporto degli aerogeneratori richiede mezzi speciali e viabilità con requisiti molto particolari con un livello di tolleranza decisamente basso.

Devono possedere pendenze ed inclinazioni laterali trascurabili con manto stradale piano (alcuni autocarri hanno una luce libera da terra di soli 10 cm).

I raggi intermedi di curvatura della viabilità devono permettere la svolta ai mezzi speciali dedicati al trasporto delle pale (nel caso degli aerogeneratori impiegati per il presente progetto 80m di raggio in mezzera della strada).

Gli interventi di allargamento della viabilità esistente e di realizzazione della pista avranno caratteristiche adeguate a consentire la corretta movimentazione ed il montaggio delle componenti dell'aerogeneratore.

La viabilità è suddivisa in:

- viabilità esistente;
- viabilità di nuova realizzazione.

Dette viabilità sono necessarie per il passaggio dei mezzi di trasporto dei componenti degli aerogeneratori ed alla collocazione sotterranea del cavidotto ed al raggiungimento degli aerogeneratori ad opere concluse.

Saranno realizzate con manto stradale generalmente realizzato con MACADAM: sistema di pavimentazione stradale costituito da pietrisco materiale legante misto di cava che, unitamente a sabbia e acqua, è spianato da un rullo compressore.

Tutti gli strati dovranno essere opportunamente compattati per evitare problemi al transito di autocarri con carichi pesanti.

La viabilità di nuova realizzazione sarà realizzata su una fondazione stradale in materiale legante misto di cava, previo lo scavo o la scarifica e sovrapponendo uno strato successivo di materiale misto granulare stabilizzato e successivo compattamento con pendenza verso i margini di circa il 2%.

Le viabilità generalmente:

- avranno larghezza di 6 m, raggio interno di curvatura minimo di circa 80 mt, e dovrà permettere il passaggio di veicoli con carico massimo per asse di 12,5 t ed un peso totale di circa 100 t;
- avranno pendenze e inclinazioni laterali trascurabili: il manto stradale dovrà essere piano visto che alcuni autocarri hanno una luce libera da terra di soli 10 cm.

Le fasi di realizzazione delle piste vedranno:

- la rimozione dello strato di terreno vegetale;
- la predisposizione delle trincee e delle tubazioni necessari al passaggio dei cavi MT, dei cavi per la protezione di terra e delle fibre ottiche per il controllo degli aerogeneratori;
- il riempimento delle trincee;
- scavo e/o apporto di rilevato, ove necessario;
- la realizzazione dello strato di fondazione;
- la realizzazione dei fossi di guardia e predisposizione delle opere idrauliche per il drenaggio della strada e dei terreni circostanti;
- la realizzazione dello strato di finitura.

Si tratterà di una serie di interventi locali e puntuali, che concordemente con le prescrizioni degli Enti competenti, indurranno un generale miglioramento ed adeguamento della viabilità esistente agli standard attuali, con generali benefici per tutti gli utenti delle strade interessate.

**Piazzole:** intorno a ciascuna delle torri sarà realizzata una piazzola di cantiere o di montaggio per il posizionamento delle gru durante la fase di installazione degli aerogeneratori.

In virtù della sostanziale assenza di orografia apprezzabile, le piazzole da realizzarsi in corrispondenza di ciascun aerogeneratore, necessarie all'installazione della turbina ed alla movimentazione dei mezzi, saranno realizzate mediante semplice scotico superficiale dello strato di terreno vegetale e successiva realizzazione del necessario strato di finitura, che risulterà perfettamente livellato, con una pendenza massima del 2%.

Le piazzole a realizzarsi sono suddivise in:

- piazzole di cantiere o di montaggio da realizzarsi per consentire lo stoccaggio delle componenti degli aerogeneratori ed il posizionamento delle gru per il montaggio;
- piazzole definitive che sono quelle che rimarranno a fine delle attività di costruzione alla base degli aerogeneratori per le operazioni di manutenzione, e saranno finita a ghiaietto.

Le Piazzole di montaggio alla fine delle operazioni di erezione degli aerogeneratori saranno smontate e si ridurranno come ingombro a quello delle Piazzole definitive.

La superficie ripristinata sarà riportata allo stato attuale dei luoghi mediante stesura di terreno vegetale e reimpianto delle specie arboree.

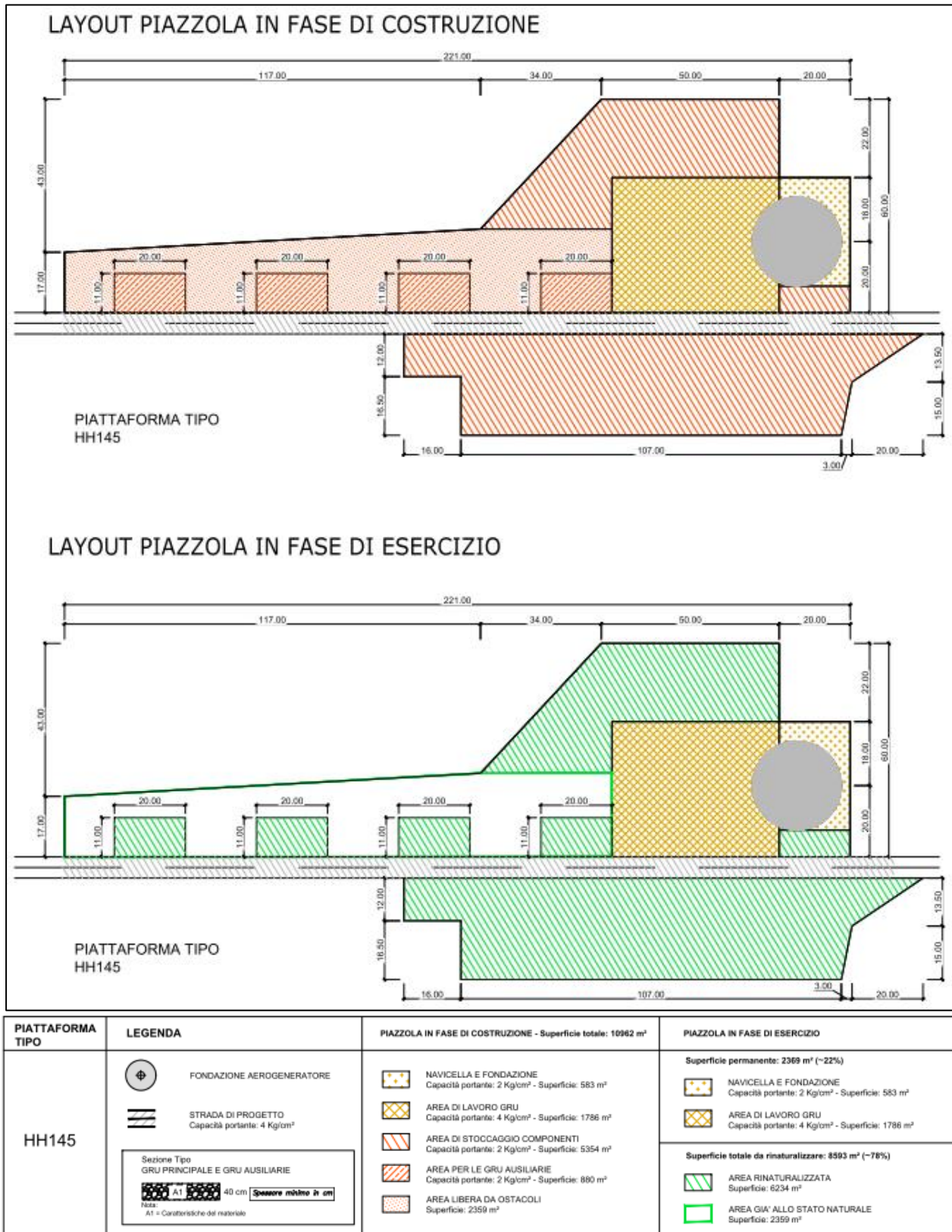


Figura 5: Layout della piazzola in fase di cantiere e di esercizio con relativa legenda

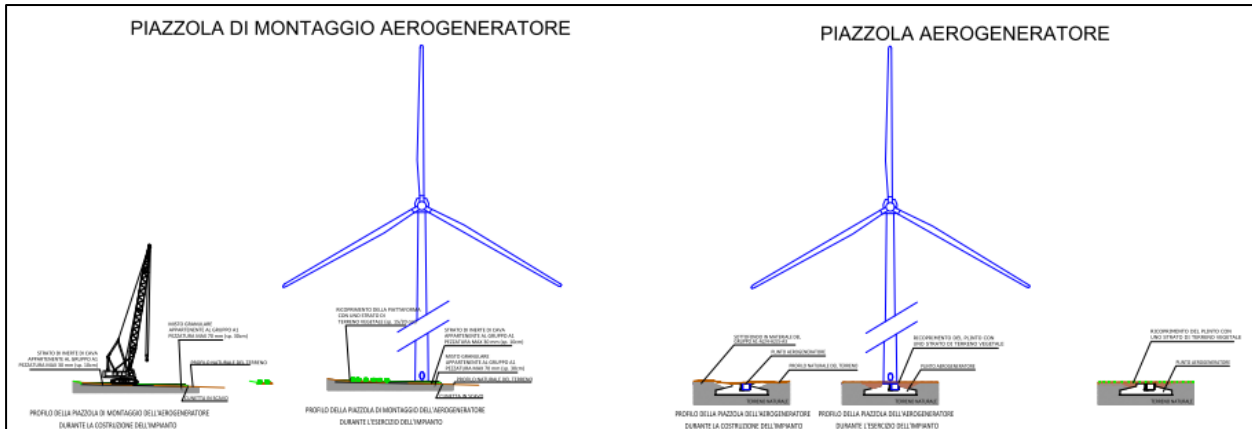


Figura 6: Piazzola di montaggio e dell'aerogeneratore

**Fondazioni aerogeneratore:** al momento le valutazioni geologiche e geotecniche preliminari consentono di prevedere la caratterizzazione geotecnica del terreno con una approssimazione relativa.

In fase di Progetto Esecutivo si effettuerà un'accurata ed esaustiva campagna di indagini a mezzo carotaggi ecc., che consentirà di definire perfettamente la tipologia di fondazioni da realizzare in funzione della classe sismica del Comune ed in riferimento alle forze agenti sulla struttura torre-aerogeneratore.

L'ancoraggio alle fondazioni in oggetto avverrà tramite opportuno sistema di ancoraggio fornito dal costruttore delle turbine e precisamente tramite 104+104 tirafondi precaricati preassemblati su due flange, superiore e inferiore, la cui circonferenza media avrà un diametro pari a mt 4,35.

La struttura di fondazione è costituita da una piastra circolare in c.a. del diametro  $D=24,00$  ml, con un'altezza variabile da mt 0.90 a mt 2.75 fino ad una circonferenza concentrica del diametro di mt 6,00. A partire da detta circonferenza, spessore costante della platea fino al centro pari a mt 3,35.

La piastra sarà interrata per circa 3,45 mt in c.a. del diametro  $D=24,00$  ml, con un'altezza variabile da mt 0.90 a mt 2.75 fino ad una circonferenza concentrica del diametro di mt 6,00.

La fondazione su pali prevede, su piastra circolare in c.a. del diametro  $D=24,00$  ml, con un'altezza variabile da mt 0.90 a mt 2.75 fino ad una circonferenza concentrica del diametro di mt 6,00, la realizzazione di due corone: la corona esterna ha diametro pari a 22,20 mt e 24 pali di diametro 1,0 mt e lunghezza 25,00 mt, la corona interna ha diametro pari a 16,20 mt con 12 pali di diametro 1,0 mt e lunghezza 25,00 mt.

La messa in opera della fondazione sarà effettuata mediante:

- realizzazione dello sbancamento per alloggiamento fondazione;
- realizzazione sottofondazione con conglomerato cementizio "magro";
- posa in opera dell'armatura di fondazione in accordo al progetto esecutivo di fondazione;
- realizzazione casseforme per fondazione;
- getto e vibratura conglomerato cementizio.



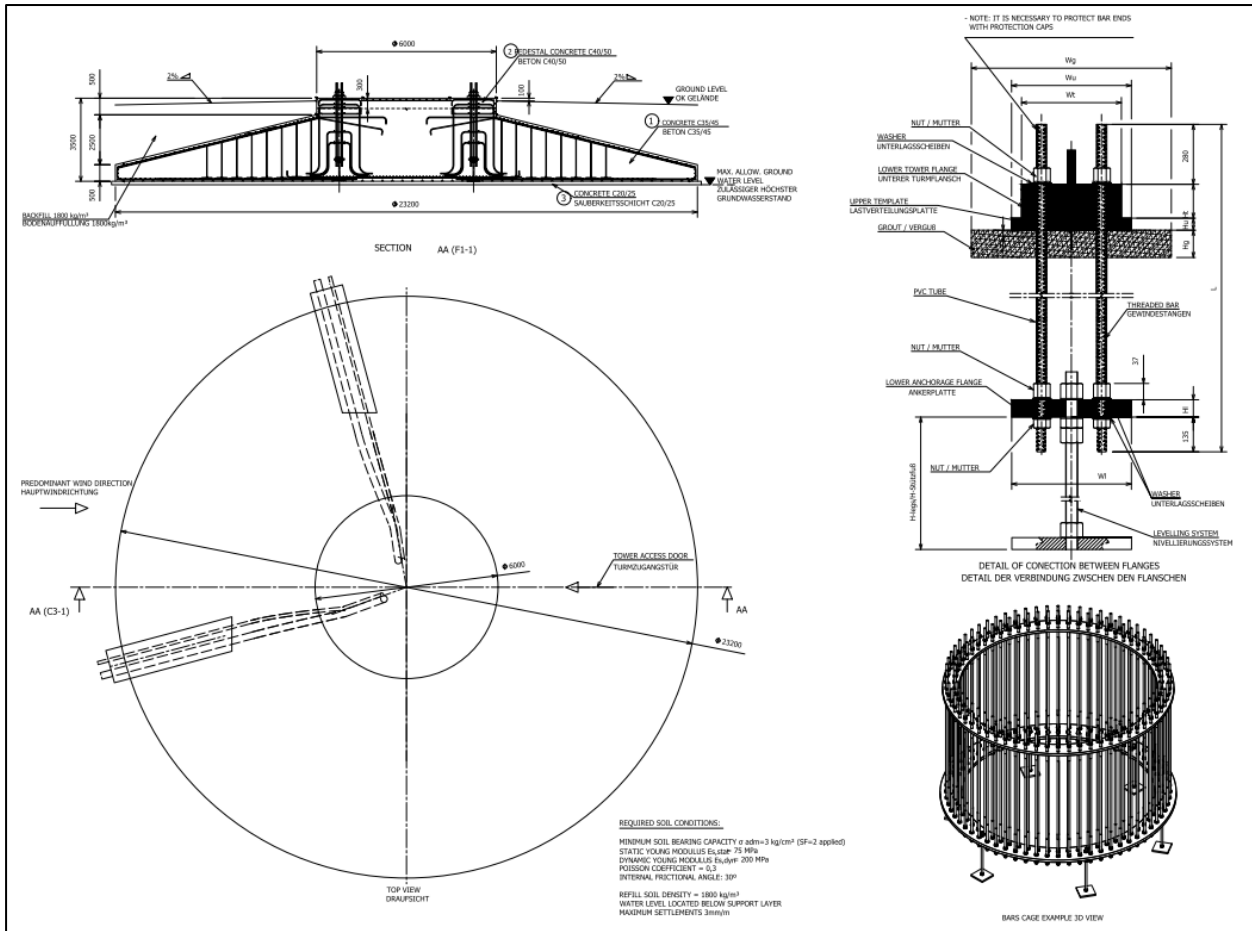


Figura 7: Tipico fondazione

**Cavidotti:** la tipologia di posa standard definita da TERNA prevede la posa in trincea, con disposizione dei cavi a “Trifoglio” secondo le modalità riportate nel tipico di posa contenuto nell’elaborato Caratteristiche Tecniche dei Componenti (Disciplinare elettrico), di cui sintetizziamo gli aspetti caratteristici.

I cavi saranno posati ad una profondità standard di -1,35 m (quota piano di posa), su di un letto di sabbia o di cemento magro dallo spessore di cm 10 ca. I cavi saranno ricoperti sempre con il medesimo tipo di sabbia o cemento, per uno strato di cm 40, sopra il quale la quale sarà posata una lastra di protezione in C.A. Ulteriori lastre saranno collocate sui lati dello scavo, allo scopo di creare una protezione meccanica supplementare. La restante parte della trincea sarà riempita con materiale di risulta e/o di riporto, di idonee caratteristiche. Nel caso di passaggio su strada, i ripristini della stessa (sottofondo, binder tappetino, ecc.) saranno realizzati in conformità a quanto indicato nelle prescrizioni degli enti proprietari della strada (Comune, Provincia, ANAS, ecc.). I cavi saranno segnalati mediante rete in P.V.C. rosso, da collocare al di sopra delle lastre di protezione. Ulteriore segnalazione sarà realizzata mediante la posa di nastro monitor da posizionare a circa metà altezza della trincea. Nel caso in cui la disposizione delle guaine sarà realizzata secondo lo schema in “Single Point Bonding” o “Single Mid Point Bonding”, insieme al cavo alta tensione sarà posato un cavo di terra  $1 \times 240 \text{ mm}^2 \text{ CU}$ .

All'interno della trincea è prevista l'installazione di n°1 Tritubo Ø 50 mm entro il quale potranno essere posati cavi a Fibra Ottica e/o cavi telefonici/segnalamento. Ulteriori soluzioni, prevedono la posa in tubazione PVC della serie pesante, PE o di ferro. Tale soluzione potrà rendersi necessaria in corrispondenza degli attraversamenti di strade e sottoservizi in genere, quali: fognature, gasdotti, cavidotti, ecc., non realizzabili secondo la tipologia standard sopra descritta. Nel caso dell'impossibilità d'eseguire lo scavo a cielo aperto o per impedimenti nel mantenere la trincea aperta per lunghi periodi, ad esempio in corrispondenza di strade di grande afflusso, svincoli, attraversamenti di canali, ferrovia o di altro servizio di cui non è consentita l'interruzione, le tubazioni potranno essere installate con il sistema della perforazione teleguidata, che non comporta alcun tipo di interferenza con le strutture superiori esistenti, poiché saranno attraversate in sottopasso, come da indicazioni riportate nel tipico di posa. Qualora non sia possibile realizzare la perforazione teleguidata, le tubazioni potranno essere posate con sistema a "trivellazione orizzontale" o "spingitubo".

### 3.1.3 Analisi preliminare della Producibilità

In assenza di dati anemologici reperibili sul sito in esame, sono state consultate le mappe interattive dell'Atlante Eolico (<http://atlanteolico.rse-web.it/>), come indicazione generale del dato di producibilità del sito. Il prossimo passo sarà quello di svolgere una campagna anemologica mediante l'installazione di una torre anemometrica in sito o di elaborare dati esistenti di anemometri limitrofi.

Di seguito le mappe di velocità del vento a 75 e a 100 m e le corrispondenti mappe di producibilità. Sono state considerate solamente le mappe a 75 m e a 100 m poiché l'altezza mozzo delle WTG (aerogeneratori) considerate sarà compreso, o di poco superiore, tra 75 e 100 m.

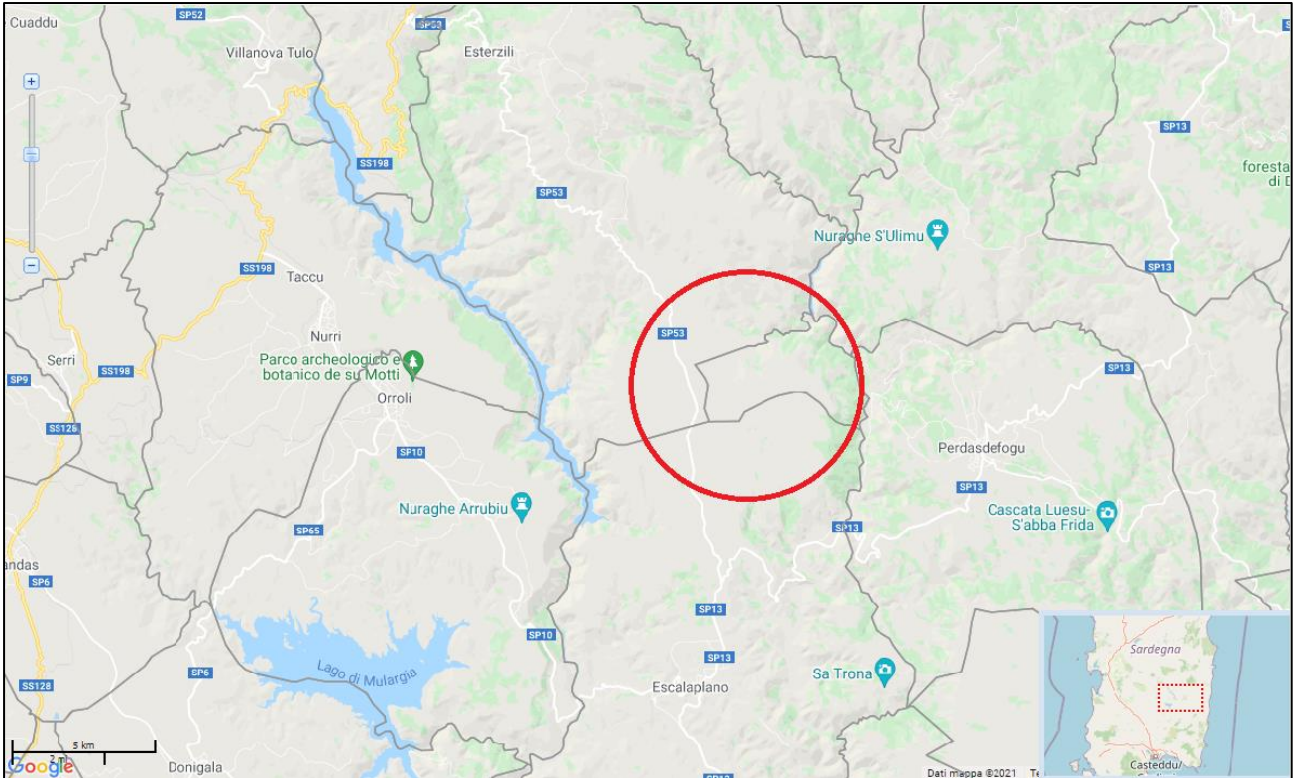


Figura 8: Localizzazione impianto su Atlante eolico

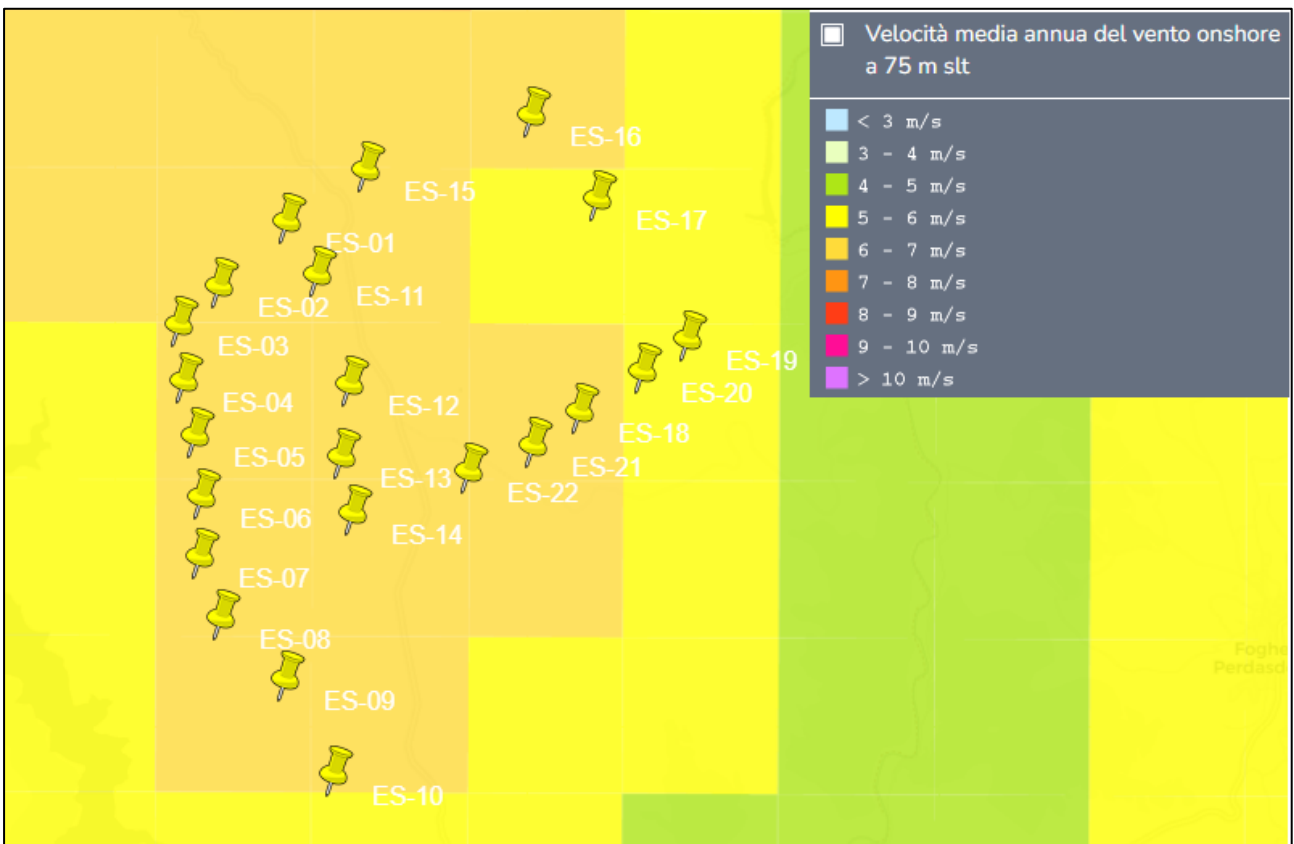


Figura 9: Velocità media annua del vento a 75 m s.l.t./s.l.m.

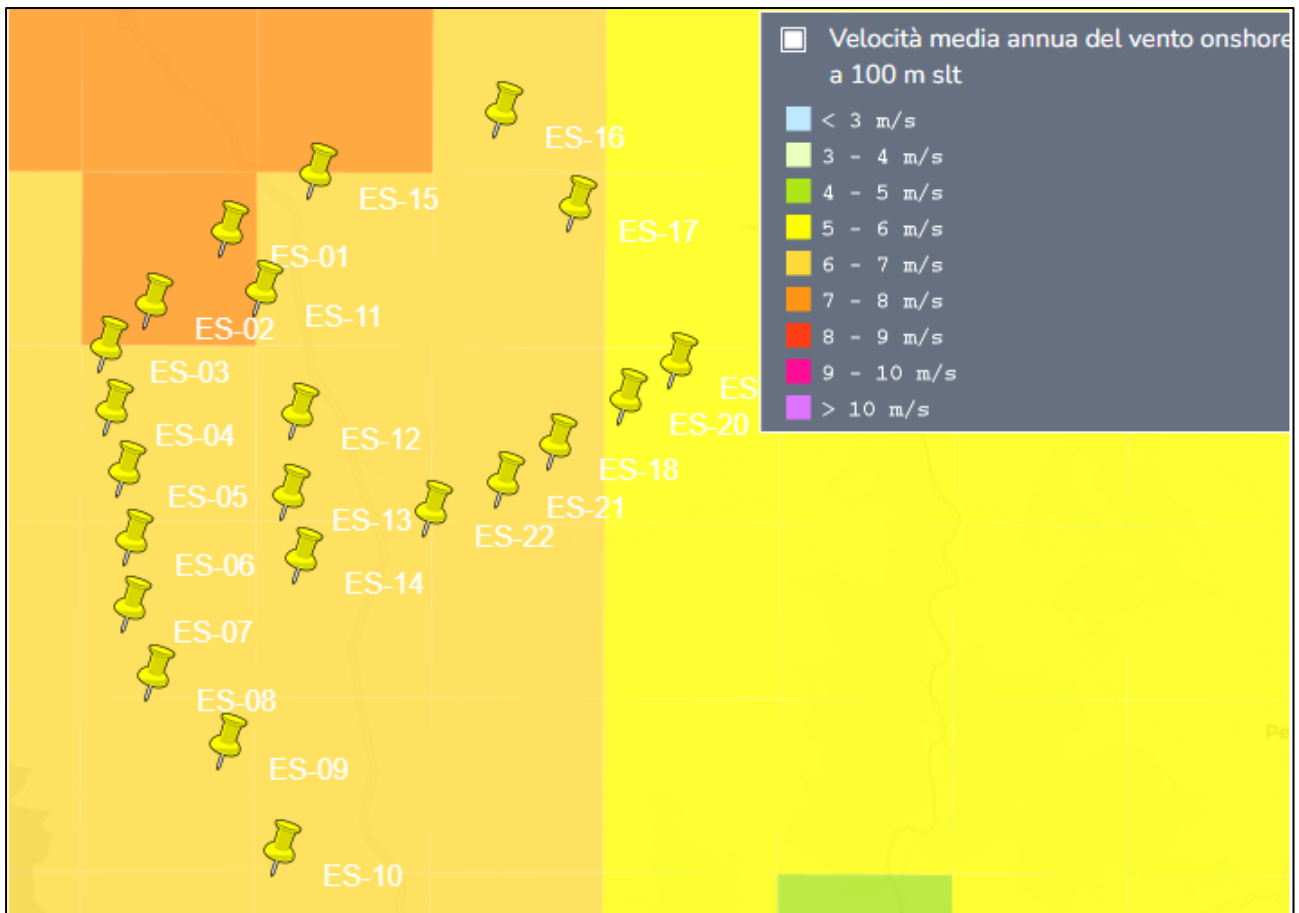
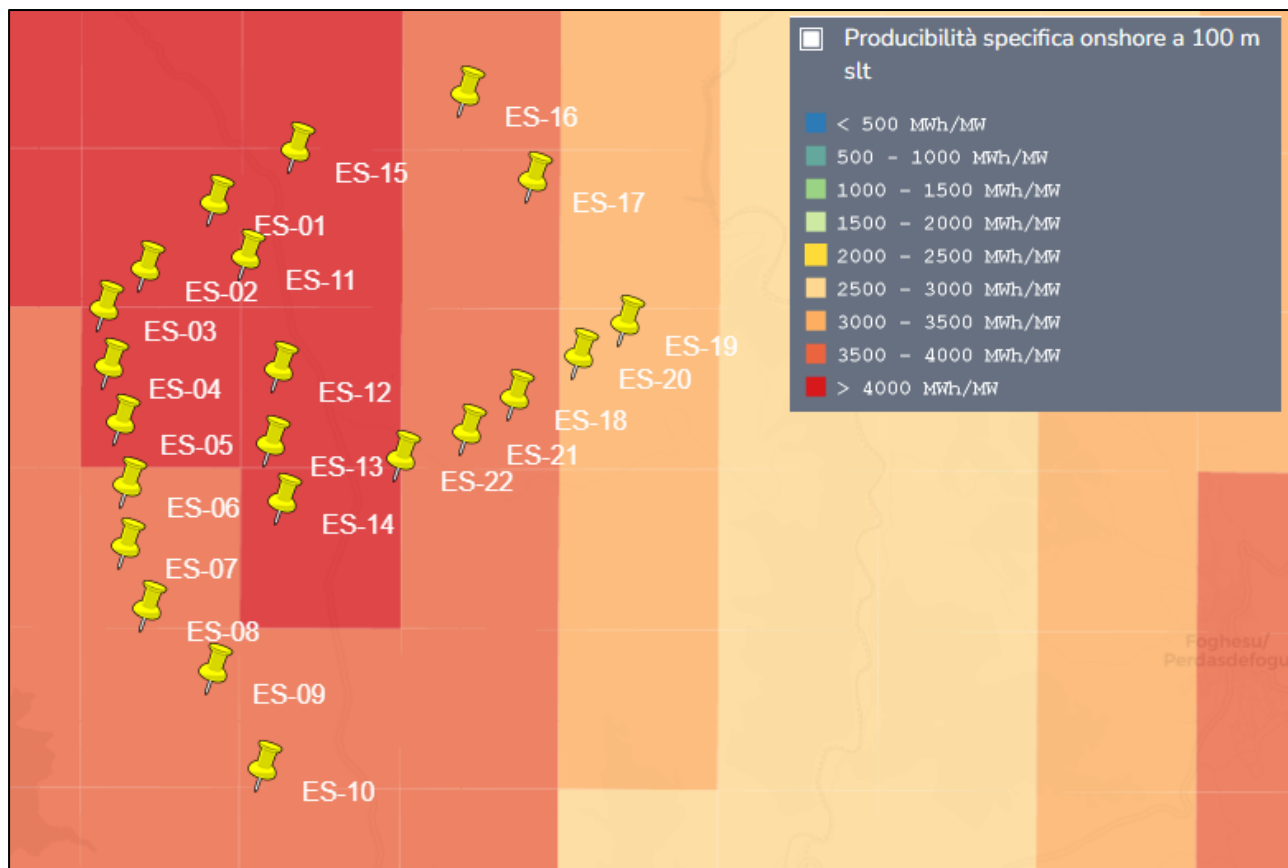


Figura 10: Velocità media annua del vento a 100 m s.l.t./s.l.m.



Figura 11: Producibilità specifica a 75 m s.l.t./s.l.m.


**Figura 12: Producibilità specifica a 100 m s.l.t./s.l.m.**

Di seguito viene riportata una tabella con i valori puntuali del vento e della producibilità del sito in esame, ricavabili dall'interrogazione delle mappe interattive.

WTG	Producibilità [MWh/mW]	Velocità 125 m [m/s]	Producibilità Eolica
1	4188,55	7,26	26052,781
2	4188,55	7,26	26052,781
3	4041,71	7,09	25139,4362
4	4041,71	7,09	25139,4362
5	4041,71	7,09	25139,4362
6	3759,44	6,73	23383,7168
7	3759,44	6,73	23383,7168
8	3679,93	6,59	22889,1646
9	3679,93	6,59	22889,1646
10	3600,74	6,43	22396,6028
11	4124	7,18	25651,28
12	4073,81	7,09	25339,0982
13	4073,81	7,04	25339,0982
14	4037,22	7,04	25111,5084
15	4037,22	7,18	25111,5084
16	4124	6,59	25651,28
17	3916	6,69	24357,52

18	3338,01	6,02	20762,4222
19	3338,01	6,02	20762,4222
20	3830,05	6,69	23822,911
21	3830,25	6,69	23824,155
22	3873,76	6,7	24094,7872
			<b>532294,227</b>

**Tabella 4: Valori puntuali del vento e della producibilità**

Considerando un'altezza hub media tra le due altezze di riferimento e quindi di circa 87,5 m si riesce facilmente a calcolare la seguente produzione annuale dell'impianto eolico, considerando un numero di 22 WTG di potenza nominale pari a 6,22 MW.

**POTENZA DELL'IMPIANTO:** 136,84 MW

**ORE EQUIVALENTI STIMATE:** 3100 h/A

**ENERGIA ELETTRICA PRODOTTA NETTA:** 532.294,277 MWh/a

Carmiano, 02/01/2024	Ing. Emanuele Verdoscia
	