

## Valutazione d'impatto ambientale D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.

### AMISTADE

## Progetto di un Parco Eolico nei territori dei comuni di Esterzili e di Escalaplano (SU).



### PROGETTO DEFINITIVO INFRASTRUTTURE ELETTRICHE PIANO TECNICO DELLE OPERE – INFRASTRUTTURE ELETTRICHE

0	14/03/23	Emissione per procedura di VIA	Sartec	Sartec	Sartec
Rev.	Data	Descrizione	Red.	Contr.	Appr.



## **Valutazione d'impatto ambientale D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.**

### **AMISTADE**

## **Progetto di un Parco Eolico nei territori dei comuni di Esterzili e di Escalaplano (SU).**

### **PROGETTO DEFINITIVO INFRASTRUTTURE ELETTRICHE**

#### **COORDINAMENTO GENERALE:**

**Ing. Manolo Mulana – SARTEC – Saras Ricerche e Tecnologie**

#### **PROGETTAZIONE:**

**Ing. Ivano Distinto (Direttore tecnico) – Fad System S.r.l.**

**Ing. Giovanni Saraceno (Direttore tecnico) 3E Ingegneria Srl**

#### **Gruppo di lavoro:**

Ing. Francesco Schirru

Mariano Agus

Dott. Geol. Chiara D'Andrea

Ing. Gianni Serpi

Geom. Roberto Accalai

Ing. Francesco Samaritani

#### **Collaborazioni specialistiche:**

Verifiche strutturali: Ing. Luca Corsini

Aspetti archeologici: Dott. Luca Sanna

Aspetti geologici e geotecnici: Dott. Geol. Andrea Bavestrelli

Aspetti floristico-vegetazionali: Dott. Nat. Francesco Lecis

Aspetti pedologici ed uso del suolo: Dott. Geol. Andrea Bavestrelli

Aspetti impatto Acustico: Ing. Claudio Fiaschi – Geom. Nicola Ambrosini

Interferenze e telecomunicazioni: Respect S.r.l. – Prof. Ing. Giuseppe Mazzarella – Ing. Emilio Ghiani

## SOMMARIO

•	<b>PREMESSA.....</b>	<b>4</b>
•	<b>LEGGI, NORME E REGOLAMENTI.....</b>	<b>5</b>
•	<b>CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE.....</b>	<b>6</b>
	3.1 <b>IMPIANTO EOLICO DI AMISTADE .....</b>	<b>6</b>
	3.2 <b>DESCRIZIONE DEL SITO.....</b>	<b>7</b>
	3.3 <b>OPERE DI RETE PREVISTE PER LA CONNESSIONE DELL'IMPIANTO ALLA RTN.....</b>	<b>11</b>
	3.4 <b>DESCRIZIONE GENERALE DELLE INFRASTRUTTURE ELETTRICHE.....</b>	<b>12</b>
	3.5 <b>AEROGENERATORI.....</b>	<b>14</b>
	3.5.1 ASPETTI GENERALI .....	14
	3.5.2 TORRE DI SOSTEGNO.....	16
	3.5.3 SISTEMA ELETTRICO DELL'AEROGENERATORE.....	17
	3.5.4 GENERATORE .....	17
	3.5.5 CONVERTITORE.....	19
	3.5.6 TRASFORMATORE ELEVATORE DI MACCHINA .....	19
	3.5.7 CAVI MT.....	20
	3.5.8 QUADRO ELETTRICO MT PER LA CONNESSIONE DI RETE.....	20
	3.5.9 TRASFORMATORE BT/BT PER SERVIZI AUSILIARI DI TORRE.....	21
	3.5.10 QUADRO ELETTRICO BT PER SERVIZI AUSILIARI DI TORRE.....	21
	3.6 <b>DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA E COLLEGAMENTO TRA GLI AEROGENERATORI.....</b>	<b>22</b>
	3.6.1 CRITERI DI DEFINIZIONE DEI TRACCIATI.....	22
	3.6.2 TIPOLOGIE DI POSA.....	22
	3.6.3 GIUNZIONI CAVI MT .....	23
	3.6.4 TERMINAZIONE ED ATTESTAZIONE DEI CAVI .....	23
	3.6.5 ATTRAVERSAMENTI / INTERFERENZE.....	23
	3.6.6 CARATTERISTICHE DEI CAVI MT.....	23
	3.6.7 CAVI BT PER ENERGIA E SEGNALE.....	24
	3.7 <b>STAZIONE ELETTRICA DI CONNESSIONE ALLA RTN – SOTTOSTAZIONE UTENTE .....</b>	<b>25</b>
	3.8 <b>IMPIANTO DI TERRA E PROTEZIONE DALLE SCARICHE ATMOSFERICHE.....</b>	<b>26</b>
•	<b>ALLEGATI PROGETTO INFRASTRUTTURE ELETTRICHE .....</b>	<b>28</b>

- **PREMESSA**

La presente relazione tecnica risulta parte integrante del progetto proposto dalla società Sardeolica srl riguardante lo sviluppo di impianti di produzione di energia elettrica da fonti energetiche rinnovabili nel quale ha richiesto la soluzione di connessione alla RTN per un impianto eolico della potenza di 130,2 MW.

L'energia prodotta sarà immessa in rete attraverso una nuova SSE prevista in territorio di Escalaplano.

La Nuova Stazione 150kV "Escalaplano" sarà direttamente connessa alla linea esistente a 150kV in semplice terna "Goni - Ulassai" tramite una connessione in entra-esce. Inoltre il Gestore prevede che la SE RTN in progetto a 150kV "Escalaplano" debba essere collegata alla Nuova SE RTN 380/150kV "Furtei" mediante due nuovi elettrodotti a 150 kV in semplice terna.

Questa stazione sarà collegata mediante un cavidotto interrato a 150 kV ad una stazione utente MT/AT di nuova realizzazione di proprietà di Sardeolica ubicata in territorio di Escalaplano al centro dello stesso parco e a circa due chilometri e mezzo dalla SSE TERNA.

Detta stazione elettrica (30/150 kV), sarà costituita da due stadi trasformatore della stessa potenza pari a 63/80 MVA. Schema unifilare, planimetria e sezioni dell'impianto sono riportati nella relativa tavola progettuale.

Alla stazione saranno collegati 21 aerogeneratori per la produzione di energia elettrica da fonte eolica, del tipo tripala ad asse orizzontale con altezza al mozzo 125 m, diametro rotore 162 m, della potenza nominale di 6.200 kW ciascuno, per una potenza nominale complessiva del parco di 130.200 kW.

I nuovi aerogeneratori previsti, tutti in territorio di Esterzili e di Escalaplano, saranno elettricamente interconnessi e raggruppati in 6 sottocampi con cavi in Media Tensione (30 kV) per il successivo collegamento diretto alla stazione di utenza.

Nel seguito saranno illustrati i criteri di progetto e fornite le prescrizioni tecniche per la realizzazione delle nuove infrastrutture elettriche dell'impianto eolico.

## • LEGGI, NORME E REGOLAMENTI

L'impianto dovrà essere realizzato "a regola d'arte", sia per quanto riguarda le caratteristiche di componenti e materiali sia per quel che concerne l'installazione. A tal fine dovranno essere rispettate norme, prescrizioni e regolamentazioni emanate dagli organismi competenti in relazione alle diverse parti dell'impianto stesso, alcune delle quali richiamate nella presente relazione. Le principali leggi, norme e regolamenti cui il presente progetto si uniforma sono nel seguito richiamate.

### Norme tecniche

- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT.
- CEI 99-2 (CEI EN 61936-1): Impianti elettrici a tensione > 1 kV c.a.
- CEI 99-3 (CEI EN 50522): Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.
- CEI 11-17 - Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica. Linee in cavo.
- CEI 20-89 - Guida all'uso e all'installazione dei cavi elettrici e degli accessori di MT.
- CEI 64-8 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.

### Riferimenti legislativi

- Decreto FER1. Decreto 4 luglio 2019 Incentivazione dell'energia elettrica prodotta dagli impianti eolici *on shore*, solari fotovoltaici, idroelettrici e a gas residuati dei processi di depurazione. (19A05099) (GU Serie Generale n.186 del 09-08-2019)
- L.R. N°43/89 del 20 Giugno 1989 "Norme in materia di opere concernenti linee ed impianti elettrici".
- Decreto 22 Gennaio 2008, n. 37 – (sostituisce Legge 46/90) – Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici. (G.U. n. 61 del 12-3-2008).
- Decreto Legislativo 09/04/2008 n. 81 - Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro (Suppl. Ordinario n.108) – (sostituisce e abroga tra gli altri D. Lgs. 494/96, D.Lgs. n. 626/94, D.P.R. n. 547/55).

- **CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE**

### 3.1 Impianto eolico di AMISTADE

Il parco eolico di nuova realizzazione sarà costituito da 21 turbine distribuite tra i territori di Esterzili ed Escalaplano nell'area centro-orientale della Sardegna che rientra nelle regioni storiche del Sarcidano e del Gerrei..

L'impianto, avente potenza complessiva autorizzata pari a 130.2 MW, si sviluppa tra quote altimetriche indicativamente variabili nell'intervallo 450÷680 m s.l.m.m.

In particolare in territorio di Esterzili saranno ubicate 7 turbine. Le restanti 14 saranno ubicate in territorio di Escalaplano. Nello stesso territorio sarà realizzata la stazione Utente che consentirà mediante un collegamento in AT di connettere l'impianto di produzione eolico alla Stazione Terna e quindi alla RTN.

Nello specifico, gli aerogeneratori installati sono riferibili al seguente modello:

Vestas V162 con potenza pari a 6,2MW.

Il generatore è azionato da elica tripala con altezza al mozzo di 125m, diametro di 162 metri ed avranno un'altezza massima totale pari a 206 m.

L'aerogeneratore è essenzialmente costituito da: rotore a tre pale che capta l'energia del vento, avente il mozzo collegato ad una navicella all'interno della quale è installato il generatore a magneti permanenti, l'elettronica di controllo ed il trasformatore elevatore che rende disponibile l'energia prodotta ad una tensione adeguata al trasporto verso la stazione utente; torre o sostegno che ha il compito di sostenere l'apparato di produzione (navicella+rotore) alla quota individuata come ideale attraverso le simulazioni di produttività.

Gli aerogeneratori quindi saranno raggruppati in sottocampi di produzione collegati alla stazione utente mediante linee in MT.

### 3.2 Descrizione del sito

Come già indicato il Parco Eolico in oggetto sarà realizzato nel territorio comunale di Esterzili (SU) ed Escalaplano (SU) su un territorio dalle caratteristiche di tipo collinare.

Dal punto di vista cartografico il territorio interessato dal progetto risulta inquadrabile come indicato di seguito:

- Carta IGM in scala 1:25.000 foglio n° 540 sez. I Nurri, 541 sez. IV Genna Su Ludu, e F° 540 sez. III Escalaplano.

- Carta C.T.R. (Carta Tecnica Regionale vettoriale) in scala 1:10.000 F° 540 sez.080; F° 540 sez. 120; F° 540 sez. 110; F° 541 sez. 050; e F° 541 sez. 090.

Il sito d'installazione è ubicato in aree totalmente esterne rispetto ai centri abitati già richiamati ed in particolare si sviluppa a nord del paese di Escalaplano, a est rispetto a quello di Perdasdefogu, a sud rispetto a quello di Esterzili e a ovest rispetto a quello di Orroli, questi costituiscono i centri abitati più vicini all'area dell'impianto.

L'area produttiva dell'impianto dista circa 6,0 km dalla periferia centro abitato di Esterzili, circa 5,75 km da quella di Orroli, circa 3,78 km da quella di Escalaplano e circa 3,79 km da quella di Perdasdefogu, l'ambiente è di tipo collinare, con quote di posa degli aerogeneratori comprese tra 440 a 726 metri s.l.m.

I nuovi aerogeneratori in progetto saranno dislocati in territorio di Esterzili Escalaplano (Figura 2).

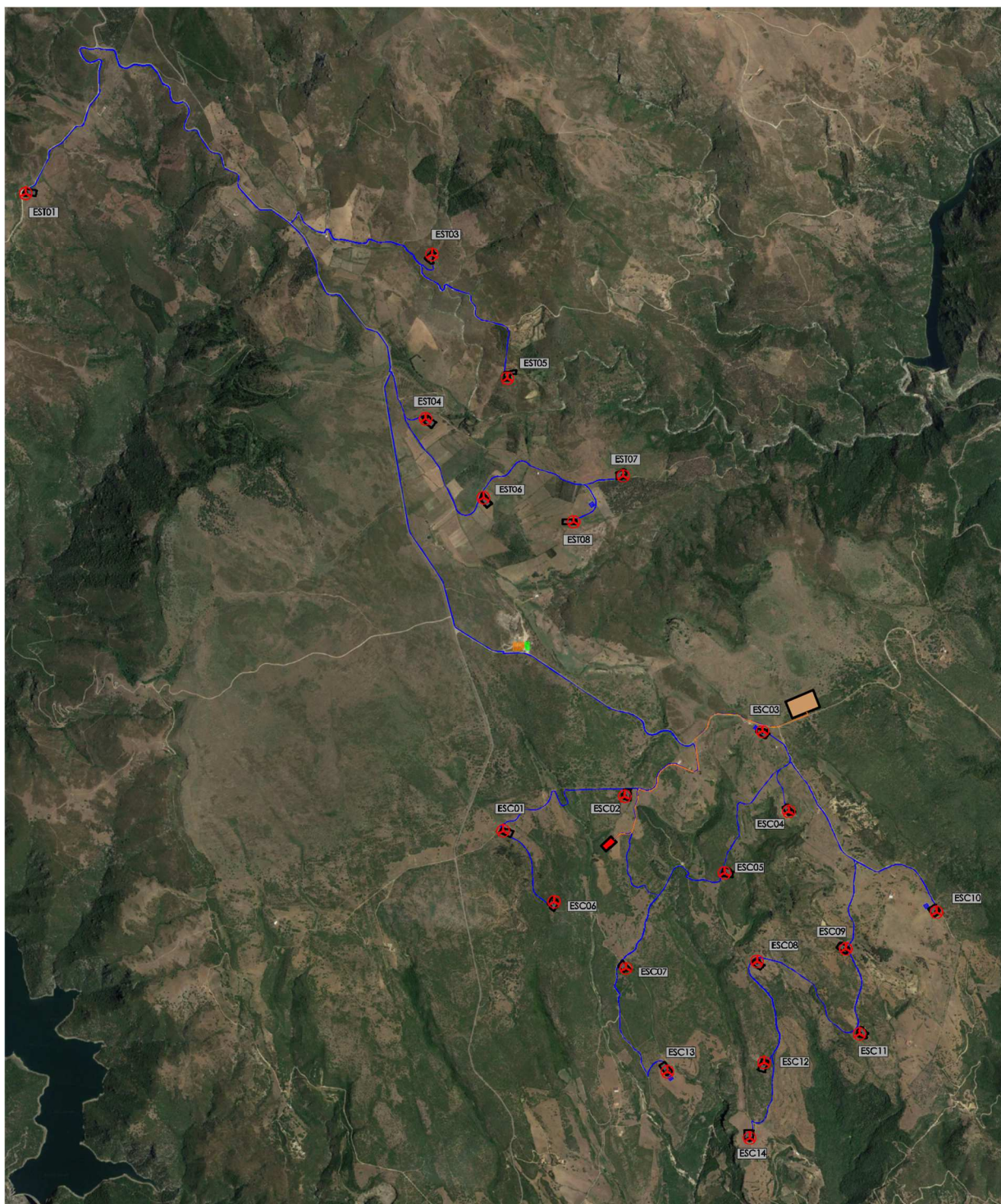


Figura 1



Le coordinate geografiche dei nuovi aerogeneratori in progetto sono di seguito indicate.

WTG	Italy GAUSS-BOAGA		Geografiche WGS84		QUOTA base torre m s.l.m.	ALTEZZA HUB torre m
	EST	NORD	EST	NORD		
ESC01	1530082.11	4392930.74	9°21'1.85"E	39°41'8.21"N	582,30	125
ESC02	1530934.91	4393171.46	9°21'37.69"E	39°41'15.91"N	581,80	125
ESC03	1531900.84	4393628.34	9°22'18.32"E	39°41'30.60"N	670,95	125
ESC04	1532084.58	4393065.44	9°22'25.94"E	39°41'12.32"N	634,00	125
ESC05	1531634.75	4392635.93	9°22'6.98"E	39°40'58.44"N	583,20	125
ESC06	1530440.25	4392434.49	9°21'16.80"E	39°40'52.07"N	550,70	125
ESC07	1530943.50	4391964.93	9°21'37.85"E	39°40'36.77"N	524,40	125
ESC08	1531863.17	4392017.09	9°22'16.46"E	39°40'38.34"N	518,05	125
ESC09	1532485.08	4392104.42	9°22'42.58"E	39°40'41.09"N	580,80	125
ESC10	1533121.00	4392361.00	9°23'9.32"E	39°40'49.32"N	603,70	125
ESC11	1532580.78	4391504.96	9°22'46.49"E	39°40'21.63"N	514,00	125
ESC12	1531912.00	4391304.00	9°22'18.38"E	39°40'15.20"N	483,65	125
ESC13	1531234.00	4391240.00	9°21'49.92"E	39°40'13.22"N	485,65	125
ESC14	1531811.34	4390776.10	9°22'14.07"E	39°39'58.10"N	454,25	125
EST01	1526735.70	4397405.95	9°18'42.01"E	39°43'33.77"N	683,50	125
EST03	1529583.48	4396972.42	9°20'41.57"E	39°43'19.37"N	630,90	125
EST04	1529539.24	4395823.49	9°20'39.52"E	39°42'42.10"N	598,55	125
EST05	1530111.72	4396107.46	9°21'3.61"E	39°42'51.24"N	599,60	125
EST06	1529944.78	4395266.04	9°20'56.46"E	39°42'23.97"N	611,30	125
EST07	1530924.15	4395423.59	9°21'37.62"E	39°42'28.96"N	575,85	125
EST08	1530576.36	4395097.95	9°21'22.96"E	39°42'18.44"N	586,00	125

**Amistade - Progetto di un Parco Eolico nei territori dei comuni di Esterzili e di Escalaplano (SU) - Febbraio 2023**

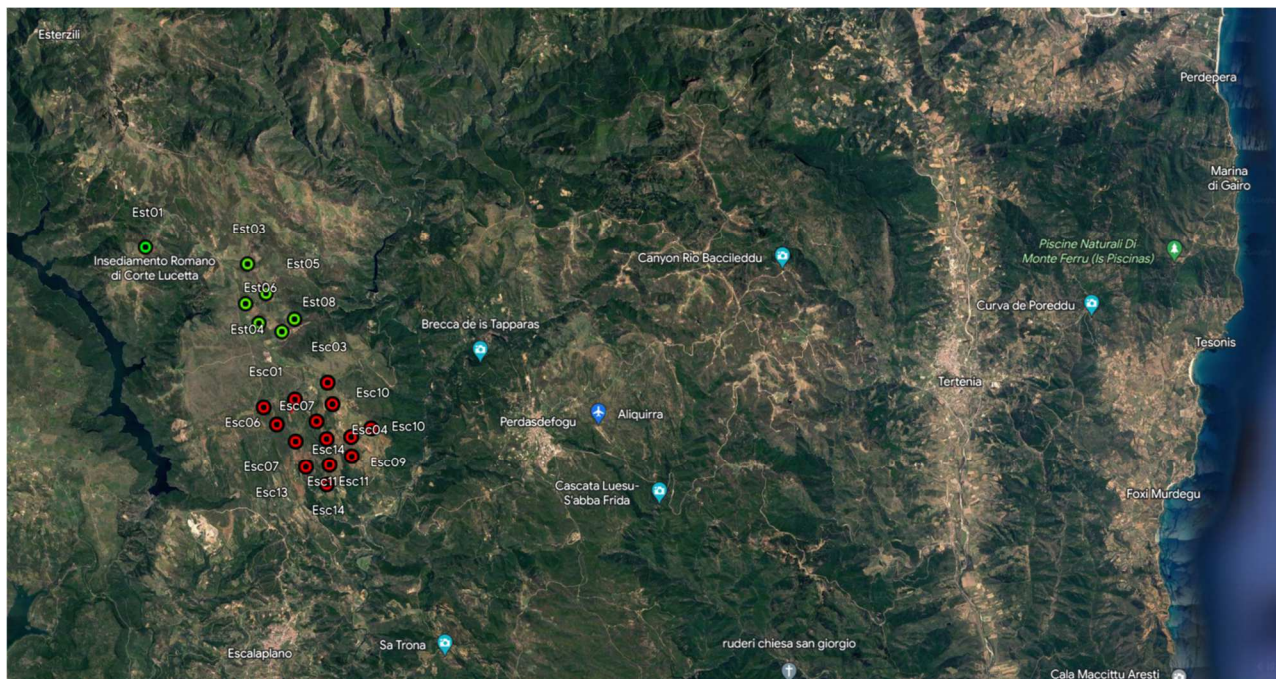


Figura 2 – Ubicazione dei nuovi aerogeneratori in progetto

### **3.3 Opere di rete previste per la connessione dell'impianto alla RTN**

Per la connessione dell'impianto alla RTN è stata presentata una richiesta di connessione che prevede la realizzazione di una nuova SSE in comune di Escalaplano.

La Nuova Stazione 150kV "Escalaplano" sarà direttamente connessa alla linea esistente a 150kV in semplice terna "Goni - Ulassai" tramite una connessione in entra-esce.

Inoltre il Gestore prevede che la SE RTN in progetto a 150kV "Escalaplano" debba essere collegata alla Nuova SE RTN 380/150kV "Furtei" mediante due nuovi elettrodotti a 150 kV in semplice terna.

Le soluzioni prese in esame, prevedono l'apertura della linea esistente a 150kV "Goni - Ulassai" ospitata su un'unica palificazione in semplice terna per raccordare la stazione alla linea sopra menzionata.

### 3.4 Descrizione generale delle infrastrutture elettriche

Gli interventi in progetto prevedono il collegamento alla RTN mediante la realizzazione di una stazione MT/AT necessaria per unire i diversi sottocampi nei quali si è suddiviso il parco eolico e portare la tensione dal livello di produzione delle macchine, 30kV, a quello di collegamento con la RTN, 150Kv.

La stazione utente, per la quale si rimanda alla documentazione di dettaglio, sarà ubicata nel comune di Escalaplano ed occuperà un'area di circa 4950m<sup>2</sup>.

L'accesso alla stazione d'utenza è previsto per mezzo di un ingresso situato sul lato Nord-Est della stazione stessa, collegato mediante l'adeguamento della viabilità esistente ed un breve tratto di nuova viabilità.

La stazione sarà costituita da una sezione in MT a 30KV e da una sezione a 150 kV con isolamento in aria. Schema unifilare, planimetria e sezioni dell'impianto sono riportati nelle relative tavole progettuali

Come già descritto il parco è suddiviso in sottocampi, due dei quali in territori di Esterzili e quattro in territorio di Escalaplano. In particolare possiamo descrivere i seguenti componenti principali di impianto:

- n. 21 aerogeneratori della potenza nominale di 6,2 MW, con generazione elettrica in BT a 720V, convertitore, trasformazione BT/MT e quadro elettrico MT a 30kV entro torre, ognuno da posizionarsi su apposita piazzola, installati su torri tubolari in acciaio e con apparecchiature elettromeccaniche incorporate nella torre di sostegno;
- sistema di distribuzione e trasporto dell'energia (in cavidotto interrato in MT 30 kV) tra gli aerogeneratori e la stazione di trasformazione MT/AT di nuova realizzazione;
- sistema di cablaggio mediante cavidotto interrato per sistema trasmissione dati e segnali di monitoraggio e controllo aerogeneratori;
- nuova stazione utente 30/150kV e cavidotto di collegamento 150kV stazione utente – SSE TERNA per la quale si rimanda alla sezione progettuale.

Sulla base delle informazioni progettuali disponibili, l'impianto per la distribuzione dell'energia verso la stazione di connessione alla RTN è realizzato con cavidotti interrati entro uno scavo di profondità variabile nell'intervallo 1m - 1,5m, linee MT a 30 kV in cavo cordato ad elica con conduttore in alluminio, con sezione variabile da 50 mm<sup>2</sup> a 500 mm<sup>2</sup>.

Per i dettagli del collegamento delle macchine si rimanda all' Elaborato EL-SH3534 - Schema elettrico unifilare SU e parco eolico.

Per i calcoli preliminari di dimensionamento delle linee si rimanda all'esame dell'Elaborato EL-RT3532 (Calcoli elettrici preliminari) mentre per la configurazione finale della distribuzione elettrica di impianto si rimanda all'Elaborato EL-PL3537 - Tracciato cavidotti su CTR con attraversamenti.

## 3.5 Aerogeneratori

### 3.5.1 Aspetti generali

Di seguito sono descritte le caratteristiche delle macchine eoliche che verranno installate nel sito di Esterzili e Escalaplano, riferibili in via preliminare al modello tipo V162-6.2 MW illustrato in Figura 3.



Figura 3 – Aerogeneratore Vestas tipo V162 – 6.2 MW

Ferme restando le caratteristiche dimensionali dell'aerogeneratore, infatti, non può escludersi, che la scelta definitiva possa ricadere su un modello simile con migliori prestazioni di esercizio, qualora disponibile sul mercato prima dell'ottenimento della Autorizzazione Unica di cui all'art. 12 del D.Lgs. 387/2003.

I componenti principali dell'aerogeneratore sono i seguenti:

- il rotore;
- il generatore elettrico;
- il sistema di orientamento che consente la rotazione orizzontale del sistema motore;
- la gondola o navicella (carenatura che racchiude il sistema motore e gli ausiliari);
- la torre di sostegno;
- il trasformatore di macchina che modifica la tensione generata in quella di rete;

Le caratteristiche geometriche principali delle macchine sono illustrate in Figura 4 e nell'allegato elaborato *AMIST\_PC\_T009 - Schema tipico aerogeneratore*;

Le turbine avranno altezza al mozzo di 125 m ed altezza complessiva 206 m dal suolo.

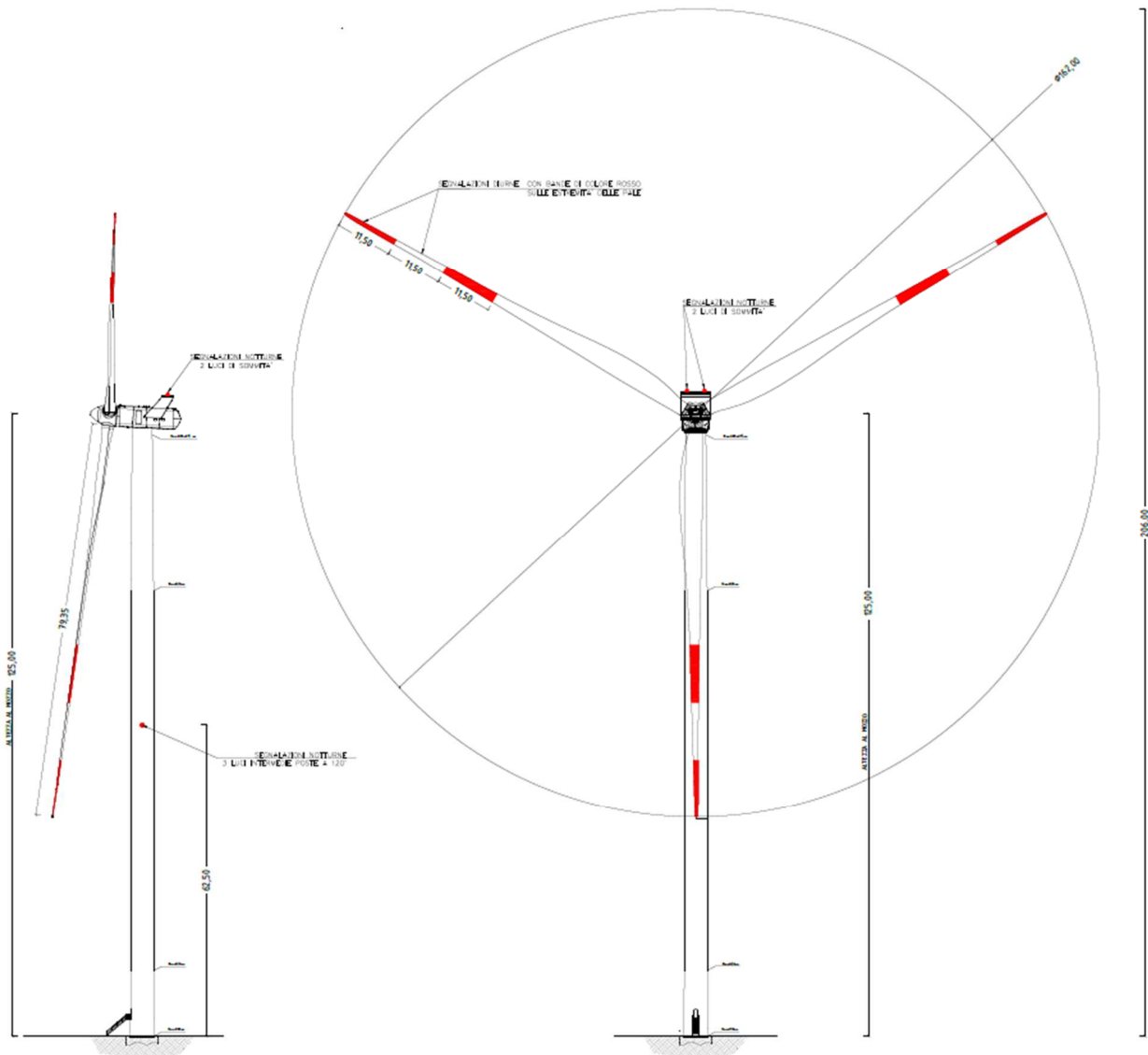


Figura 4 – Aerogeneratore tipo V162 – 6.2 MW altezza al mozzo 125 m, diametro rotore di 162m e altezza totale 206 m.

Le caratteristiche principali della macchina eolica che sarà installata sono di seguito riportate:  
rotore tri-pala a passo variabile, posto sopravvento al sostegno, in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro, con mozzo rigido in acciaio;

controllo della potenza attraverso la regolazione automatica dell'angolo di calettamento delle pale (*pitch control*);

potenza nominale di 6,20 MW;

velocità del vento di stacco (*cut-in wind speed*) di circa 3 m/s;

velocità del vento di stallo (*cut-out wind speed*) 24 m/s;

La curva di potenza della macchina tipo è illustrata in Figura 5.

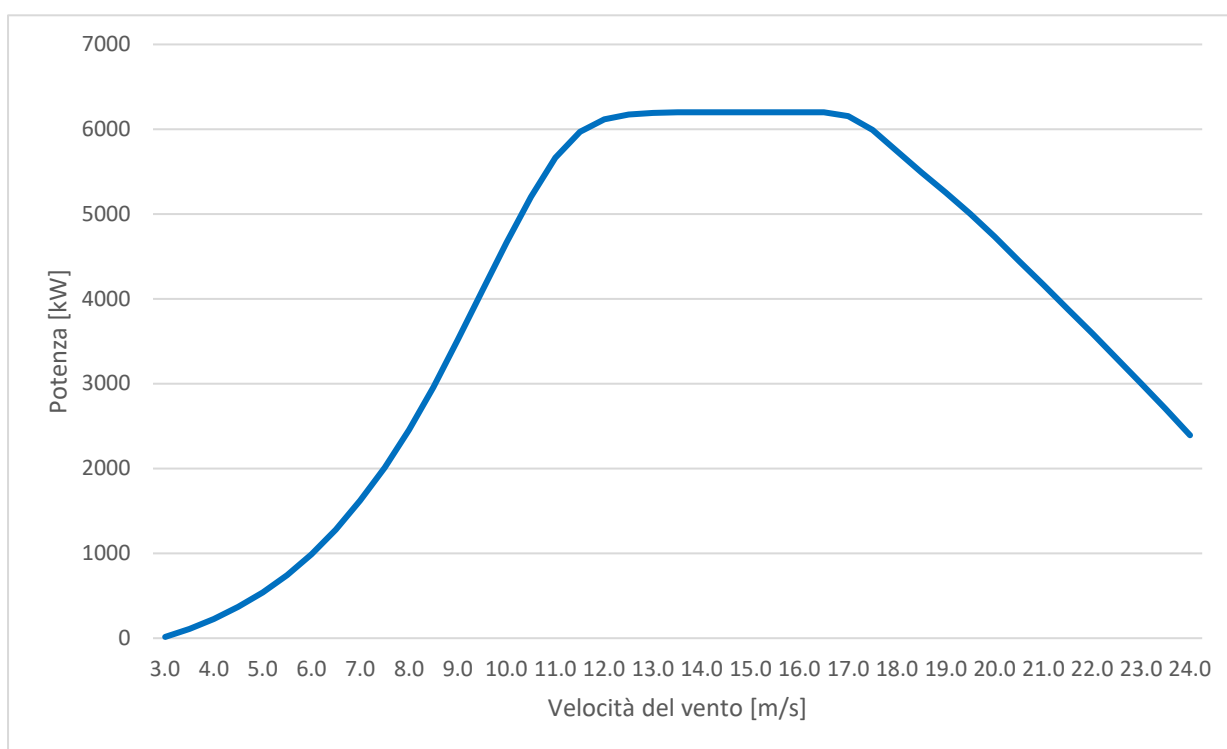


Figura 5 – Curva di potenza generatore tipo V162-6.2 MW

### 3.5.2 Torre di sostegno

Il generatore sarà posizionato all'estremità superiore di una torre tubolare in acciaio di altezza 125 m.

La torre deve adempiere a due funzioni fondamentali: sostenere la turbina ad un'altezza conveniente per raccogliere la massima energia eolica con la minima turbolenza del flusso ed assorbire e trasmettere al suolo le sollecitazioni.

I vantaggi della soluzione prescelta conseguono:

- all'elevata resistenza dell'acciaio in relazione all'esigenza di assicurare un'elevata resistenza



alle sollecitazioni con il minimo peso;

- alla modularità degli elementi tubolari della torre che consentono migliori condizioni di trasporto e montaggio.

All'interno della torre sono alloggiati: il trasformatore BT/MT, una scala di sicurezza, eventualmente un ascensore e delle piattaforme di lavoro.

La protezione della torre tubolare contro la corrosione è assicurata da un rivestimento superficiale con resine epossidiche.

### 3.5.3 Sistema elettrico dell'aerogeneratore

Il sistema elettrico dell'aerogeneratore è costituito dai seguenti elementi:

- generatore sincrono a magneti permanenti;
- convertitore per l'alimentazione dei circuiti del generatore 720V, 6850 kVA;
- trasformatore elevatore BT/MT – 0.72/33kV, 7000kW;
- quadro elettrico a MT con dispositivi di sezionamento e protezione;
- quadro elettrico BT per servizi ausiliari di torre.

### 3.5.4 Generatore

Il generatore è del tipo sincrono a magneti permanenti connesso alla rete mediante un convertitore quattro quadranti.

I generatori possono essere predisposti a fornire "Servizi di Rete", infatti, a seguito della recente pubblicazione della Norma CEI 0-16, alle nuove installazioni sul territorio italiano potranno essere richiesti servizi che già sono richiesti in altri Paesi europei (Danimarca, Germania e Spagna per primi), come:

- Possibilità di riduzione della potenza immessa in rete;
- Insensibilità agli abbassamenti di tensione (*low voltage ride through*);
- Regolazione della potenza attiva (regolazione primaria di frequenza);
- Regolazione della potenza reattiva (regolazione primaria di tensione);
- Inserimento graduale della potenza immessa in rete.

Il secondo punto risulta particolarmente critico per le turbine a velocità variabile, le quali sono sempre equipaggiate con convertitori elettronici, che risultano particolarmente sensibili alle sovratensioni e sovracorrenti indotte durante i guasti e che perciò devono essere opportunamente salvaguardati attraverso l'impiego di dispositivi (barra di blocco o *crow-bar*) che garantiscano la continuità di servizio della macchina.

Il soddisfacimento di questi requisiti porta notevole giovamento alla sicurezza e alla qualità del sistema elettrico dove l'impianto sarà connesso; d'altro canto la necessità di ridurre la potenza prodotta, a causa della partecipazione alla regolazione primaria di frequenza, potrebbe ripercuotersi sulla producibilità dell'impianto.

La costruzione del generatore è specificatamente progettata per un'alta efficienza in ogni condizione di carico.

Durante il suo funzionamento il generatore è mantenuto alla temperatura ottimale di funzionamento attraverso un sistema di raffreddamento a vuoto pressurizzato. Il generatore è dotato di un sistema separato di ventilazione controllata a termostato che, garantendo un efficace raffreddamento, gli permette di funzionare a temperature ben al di sotto del normale livello previsto dalla classe di isolamento standard, favorendo in tal modo l'allungamento della vita attesa per l'isolamento degli avvolgimenti.

Di seguito se ne riassume le caratteristiche tecniche principali:

- Generatore sincrono a magneti permanenti;
- Potenza nominale: 6.250 kW;
- Tensione nominale: 800 V;
- Numero di poli: 36
- Fattore di potenza: 0,95CAP - 1 - 0,95IND ai carichi parziali e a pieno carico;
- Frequenza: 0-138 Hz;
- Velocità di rotazione: 0-460 rpm;
- Classe di protezione involucro: IP54.
- Classe di isolamento: H

### 3.5.5 Convertitore

Il convertitore è del tipo full-scale converter e consente di controllare la potenza e la frequenza della potenza generata e immessa in rete al variare della velocità di rotazione delle pale. Il convertitore consente altresì di regolare la potenza reattiva al fine di soddisfare eventuali servizi richiesti dal gestore della rete.

Il convertitore ha le seguenti caratteristiche principali:

- Potenza nominale: 6550 kVA ( $A_n$ );
- Tensione di rete: 720V;
- Tensione lato generatore: 800V;
- Corrente nominale: 5250 A;
- classe di protezione involucro: IP54.

### 3.5.6 Trasformatore elevatore di macchina

Il trasformatore elevatore di macchina ha la funzione di elevare la tensione dal valore di 720V al valore di 30kV scelto per la rete di distribuzione e immissione dell'energia prodotta in rete attraverso la nuova stazione utente 30kV/150kV Sardeolica S.r.l..

Il trasformatore isolato in liquido e raffreddato mediante un circuito esterno in acqua. Il liquido di isolamento utilizzato è ecologico e difficilmente infiammabile. Il trasformatore si trova in un vano chiuso a chiave nella parte posteriore della navicella.

Il trasformatore sarà conforme alla normativa Europea Eco-design N° 548/2014 and N° 2019/1783.

Le caratteristiche principali della macchina sono le seguenti:

- Potenza nominale  $A_n$ : 7000 kVA;
- Rapporto di trasformazione: 22.1-33.0kV / 0,720 kV;
- Gruppo Vettoriale: Dyn11;
- Metodo di raffreddamento: KF/WF
- Frequenza: 50 Hz;
- Impedenza di Cto.Cto - Vcc: 9,9%;
- Classe isolamento: K;
- Temperatura massima di funzionamento avvolgimenti: <75 K;

- Classe corrosione: C3

### 3.5.7 CAVI MT

La connessione del trasformatore alloggiato nella navicella con i quadri di MT posizionati nella parte inferiore della torre avviene mediante cavi in MT isolati in EPR posati lungo la torre.

I cavi hanno grado di isolamento 42kV per le tensioni comprese tra 22kV e 36kV. La formazione utilizzata sarà 3x70 + 70 mm<sup>2</sup> con neutro separato

### 3.5.8 Quadro elettrico MT per la connessione di rete

Ciascun aerogeneratore sarà connesso alla rete di distribuzione del parco mediante un quadro elettrico a Media tensione 30kV.

Le caratteristiche tecniche dei quadri sono le seguenti:

- Quadro con interruttori isolati in gas;
- Tensione nominale/esercizio: 30 kV;
- Frequenza nominale: 50 Hz;
- N° fasi: 3;
- Corrente nominale delle sbarre principali: 630 A;
- Corrente nominale ammissibile di breve durata: 25 kA;
- Corrente nominale di picco: 62,5 kA;
- Durata nominale del corto circuito: 1s.
- Classe all'arco interno IAC A FLR 25 kA, 1 s
- Continuità di servizio LSC2

Ciascun quadro MT e le apparecchiature posizionate al suo interno dovranno essere progettati, costruiti e collaudati in conformità alle Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano), IEC (*International Electrotechnical Commission*) in vigore.

I quadri elettrici MT, saranno formati da unità affiancabili, ognuna costituita da celle componibili e standardizzate.

I quadri MT saranno in esecuzione senza perdita di continuità d'esercizio secondo IEC 62271-200, destinati alla distribuzione d'energia a semplice sistema di sbarra.

Il quadro, realizzato in esecuzione protetta, sarà adatto per installazione all'interno in accordo alla normativa CEI/IEC. La struttura portante dovrà essere realizzata con lamiera d'acciaio di spessore non inferiore a 2 mm.

Ciascun quadro dovrà garantire la protezione contro l'arco interno sul fronte del quadro secondo IAC A FLR 25 kA, 1 s.

Le celle saranno destinate al contenimento delle apparecchiature di interruzione automatica con 3 poli principali indipendenti, meccanicamente legati e aventi ciascuno un involucro isolante, di tipo "sistema a pressione sigillato" (secondo definizione CEI 17.1, allegato EE), che realizza un insieme a tenuta riempito con esafluoruro di zolfo (SF<sub>6</sub>) a bassa pressione relativa, delle parti attive contenute nell'involucro a tenuta e di un comando manuale ad accumulo di energia tipo RI per versione SF1, (tipo GMH elettrico per SF2). Gli interruttori avranno una piastra anteriore equipaggiata con gli organi di comando e di segnalazione dell'apparecchio. Ogni interruttore potrà ricevere un comando elettrico.

Le apparecchiature IMS avranno le seguenti principali caratteristiche:

- doppio sezionamento;
- saranno contenute in un involucro di resina epossidica con pressione relativa del SF<sub>6</sub> di primo riempimento a 20 °C uguale a 0.4 Bar;
- il sezionatore sarà a tre posizioni ed assumerà, in base alla manovra, lo stato di chiuso sulla linea, aperto, messo a terra;
- sarà possibile verificare visivamente la posizione dell'IMS o sezionatore a vuoto tramite un apposito oblò retroilluminato;
- il sezionatore dovrà ricevere sia la motorizzazione che eventuali blocchi a chiave;
- i comandi dei sezionatori saranno posizionati sul fronte dell'unità.

### 3.5.9 Trasformatore BT/BT per servizi ausiliari di torre

Entro ciascuna torre sarà installato un trasformatore BT/BT 720V/400V per servizi ausiliari.

### 3.5.10 Quadro elettrico BT per servizi ausiliari di torre

I quadri elettrici saranno realizzati con struttura in robusta lamiera di acciaio con un grado di protezione IP55 e adatti a ospitare interruttori modulari con correnti nominali fino a 125A.

I quadri elettrici di BT dovranno avere le caratteristiche seguenti

- Tensione nominale: 400V;

- Numero delle fasi: 3F + N;
- Frequenza nominale: 50Hz;

Ciascun quadro elettrico dovrà essere realizzato a regola d'arte nel pieno rispetto delle norme CEI EN 60439-1 (CEI 17-13), della direttiva BT e della direttiva sulla Compatibilità Elettromagnetica.

### 3.6 Distribuzione dell'energia e collegamento tra gli aerogeneratori

#### 3.6.1 Criteri di definizione dei tracciati

Gli aerogeneratori verranno collegati mediante elettrodotti costituiti da cavi interrati a 30 kV, che si svilupperanno per lunghezze massime di circa 16.0 km per attestarsi al quadro MT 30 kV posto nella sala quadri MT della nuova stazione utente. Lo schema di collegamento degli aerogeneratori è del tipo entra-esce radiale per il collegamento delle macchine in sottocampi di massimo 5 aerogeneratori per sottocampo.

Tutte le linee elettriche di collegamento dei nuovi aerogeneratori con la stazione di trasformazione MT/AT e connessione alla rete sono previste in cavo interrato e saranno sviluppati prevalentemente in fregio alla viabilità esistente o in progetto.

Il tracciato dei cavidotti MT in progetto è riportato nell'Elaborato EL-PL3537 (*Tracciato cavidotti su CTR con attraversamenti*).

#### 3.6.2 Tipologie di posa

I cavi saranno direttamente interrati in trincea, ad una profondità indicativa di 1,1 m in relazione al tipo di terreno attraversato, in accordo alle norme vigenti.

Nello specifico, per quanto attiene le profondità minime di posa nel caso di attraversamento di sedi stradali ad uso pubblico valgono le prescrizioni del Nuovo Codice della Strada che fissa tale limite un metro, dall'estradosso della protezione. Per tutte le altre categorie di strade e suoli valgono i riferimenti stabiliti dalla norma CEI 11-17.

In posizione sovrastante la protezione sarà posato un nastro monitore, che segnali opportunamente della presenza del cavo.

La presenza dei cavi nel sottosuolo di strade asfaltate è opportuno che venga segnalata in superficie mediante l'apposizione di segnalatori di posizione cavi e giunti, indicativamente a interdistanze di 50 m e comunque corrispondenza di ogni deviazione di tracciato.

Nella stessa trincea saranno posati anche i cavi di segnale e controllo (fibre ottiche) e il conduttore

di terra.

### 3.6.3 Giunzioni cavi MT

La copertura della lunghezza delle tratte richieste dai collegamenti in progetto richiederà la giunzione di più spezzoni di cavo, in funzione della pezzatura delle bobine per le diverse sezioni dei conduttori previste.

Le giunzioni elettriche saranno realizzate mediante l'utilizzo di connettori del tipo diritto, a compressione, adeguati alle caratteristiche e tipologie dei cavi sopra detti.

Le giunzioni dovranno essere effettuate in accordo con la norma CEI 20-62 seconda edizione ed alle indicazioni riportate dal Costruttore dei giunti.

Ad operazione conclusa dovranno essere applicate sul giunto delle targhe identificatrici (o consegnate delle schede) per ciascun giunto in modo da poter individuare: l'Appaltatore, l'esecutore, la data e le modalità di esecuzione. Ciascun giunto sarà segnalato esternamente mediante cippo di segnalazione.

### 3.6.4 Terminazione ed attestazione dei cavi

Tutti i cavi MT dovranno essere terminati su entrambe le estremità. Nell'esecuzione delle terminazioni, all'interno delle celle dei quadri si dovrà realizzare il collegamento di terra degli schermi dei cavi con trecce flessibili di rame stagnato.

Lo schermo dovrà essere collegato a terra da entrambe le estremità. Ogni terminazione dovrà essere dotata di una targa di riconoscimento atta ad identificare esecutore, data e modalità di esecuzione nonché l'indicazione della fase (L1, L2, L3).

### 3.6.5 Attraversamenti / interferenze

Per eventuali incroci e parallelismi con altri servizi (cavi di telecomunicazione, tubazioni ecc.) saranno rispettate le distanze previste dalle norme, tenendo conto delle prescrizioni che saranno dettate dagli Enti proprietari delle opere interessate (Elaborato EL-PL3540 "Analisi tipologica degli attraversamenti dei cavidotti su canali, torrenti e strade").

### 3.6.6 Caratteristiche dei cavi MT

I cavi MT saranno del tipo cordato ad elica con conduttore in alluminio della tipologia ARE4H1R/ARE4H1RX il cui utilizzo è indicato per impianti eolici, adatti per posa con interrimento diretto, in conformità all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17.

Le principali caratteristiche tecniche del cavo a 18/30 kV sono:

Caratteristiche costruttive;

Conduttore: Corda rotonda compatta di alluminio;

Semiconduttivo interno: Mescola estrusa;

Isolamento: Mescola di polietilene reticolato;

Semiconduttivo esterno: Mescola estrusa;

Schermatura: Fili di rame rosso e controspirale ( $R \max 3 \Omega/\text{km}$ );

Guaina esterna: PVC di qualità Rz/ST2;

Colore: Rosso;

Costruzione e requisiti: EC 60502-2;

Prova di non propagazione della fiamma: secondo normative CEI 20-35;

Tensione nominale  $U_0/U$ : 18/30 kV;

Temperatura massima di esercizio del conduttore di fase: 90°C;

Temperatura massima di corto circuito: 250°C;

Temperatura minima di posa: 0°C.

I cavi verranno posati direttamente interrati, riempiendo la trincea con il materiale di risulta dello scavo, senza usare ulteriori protezioni meccaniche, e riducendo notevolmente il materiale di risulta eccedente. Facoltativamente si potranno posare su un eventuale letto di sabbia al fine di garantire una maggior protezione agli urti e allo schiacciamento.

Le sezioni tipiche di posa dei cavidotti MT in progetto sono riportate nell'Elaborato EL-PL3539 *Sezioni tipo vie cavo*.

### 3.6.7 Cavi BT per energia e segnale

Per la distribuzione in corrente alternata BT saranno utilizzati cavi aventi le seguenti caratteristiche: cavo multipolare del tipo FG16R16 0,6/1 kV adatti per installazione su murature e strutture metalliche, su passarelle, tubazioni, canalette e sistemi simili, per posa fissa all'interno, all'esterno; ammessa la posa interrata, diretta e indiretta, costruiti con riferimento al regolamento Prodotti da Costruzione 305/2011 EU e Norma EN 50575.



I circuiti di sicurezza saranno realizzati mediante cavi FTG18(O)M16 0,6/1 KV - CEI 20-45 CEI 20-22 III / 20-35 (EN50265) / 20-37 resistenti al fuoco secondo IEC 331 / CEI 20-36 EN 50200, direttiva BT 73/23 CEE e 93/68 non propaganti l'incendio senza alogeni a basso sviluppo di fumi opachi con conduttori flessibili in rame rosso con barriera antifuoco.

Tutti i cavi appartenenti ad uno stesso circuito seguiranno lo stesso percorso e saranno quindi posati nella stessa canalizzazione. Cavi di circuiti a tensioni diverse saranno inseriti in tubazioni separate e faranno capo a scatole di derivazione distinte; qualora facessero capo alle stesse scatole, queste avranno diaframmi divisorii. I cavi che seguono lo stesso percorso, ed in particolare quelli posati nelle stesse tubazioni, verranno contraddistinti mediante opportuni contrassegni applicati alle estremità.

### **3.7 Stazione elettrica di connessione alla RTN – Sottostazione Utente**

Per la connessione del parco eolico alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) sarà realizzata una nuova sottostazione utente di proprietà Sardeolica collegata alla SSE TERNA mediante un cavidotto interrato con cavo in AT a 150kV.

La stazione sarà costituita da una sezione AT, uno stallo arrivo in cavo dalla SSE Terna e due stalli trasformatore. Due trasformatori elevatori 30/150kV cui saranno collegati i sottocampi eolici attraverso la sezione MT installata all'interno del fabbricato cabina utente. Per tutti i dettagli si rimanda all'apposita sezione di progetto.

### 3.8 Impianto di terra e protezione dalle scariche atmosferiche

L'impianto di terra del parco eolico deve essere rispondente alle prescrizioni della Norma CEI EN 50522.

L'impianto di messa a terra dell'aerogeneratore sarà realizzato collocando diversi anelli concentrici intorno alla torre dell'aerogeneratore (Figura 6). L'anello interno è formato da un conduttore di rame nudo di con sezione di 70 mm<sup>2</sup>. Verrà inoltre posizionato un secondo anello con sezione di 70 mm<sup>2</sup> concentrico esterno sulla base dell'aerogeneratore posto ad almeno un metro di profondità dalla base della torre dell'aerogeneratore. Sarà infine realizzato, sempre con un conduttore di rame nudo di con sezione di 70 mm<sup>2</sup>, un terzo anello concentrico, esterno alla base, unito in quattro punti ai passanti in acciaio che si trovano nei punti medi dei bordi esterni della fondazione. I tre anelli concentrici devono essere quindi uniti a formare una superficie equipotenziale.

Gli impianti di messa a terra dei diversi aerogeneratori saranno tra loro interconnessi tramite un conduttore di rame nudo di con sezione di 70 mm<sup>2</sup> e dovranno essere collegati all'impianto di messa a terra della sottostazione di trasformazione (Elaborato EL-PL3538 - Layout impianto di terra).

Gli aerogeneratori saranno dotati inoltre di impianti protezione dalle scariche atmosferiche connessi all'impianto di terra.

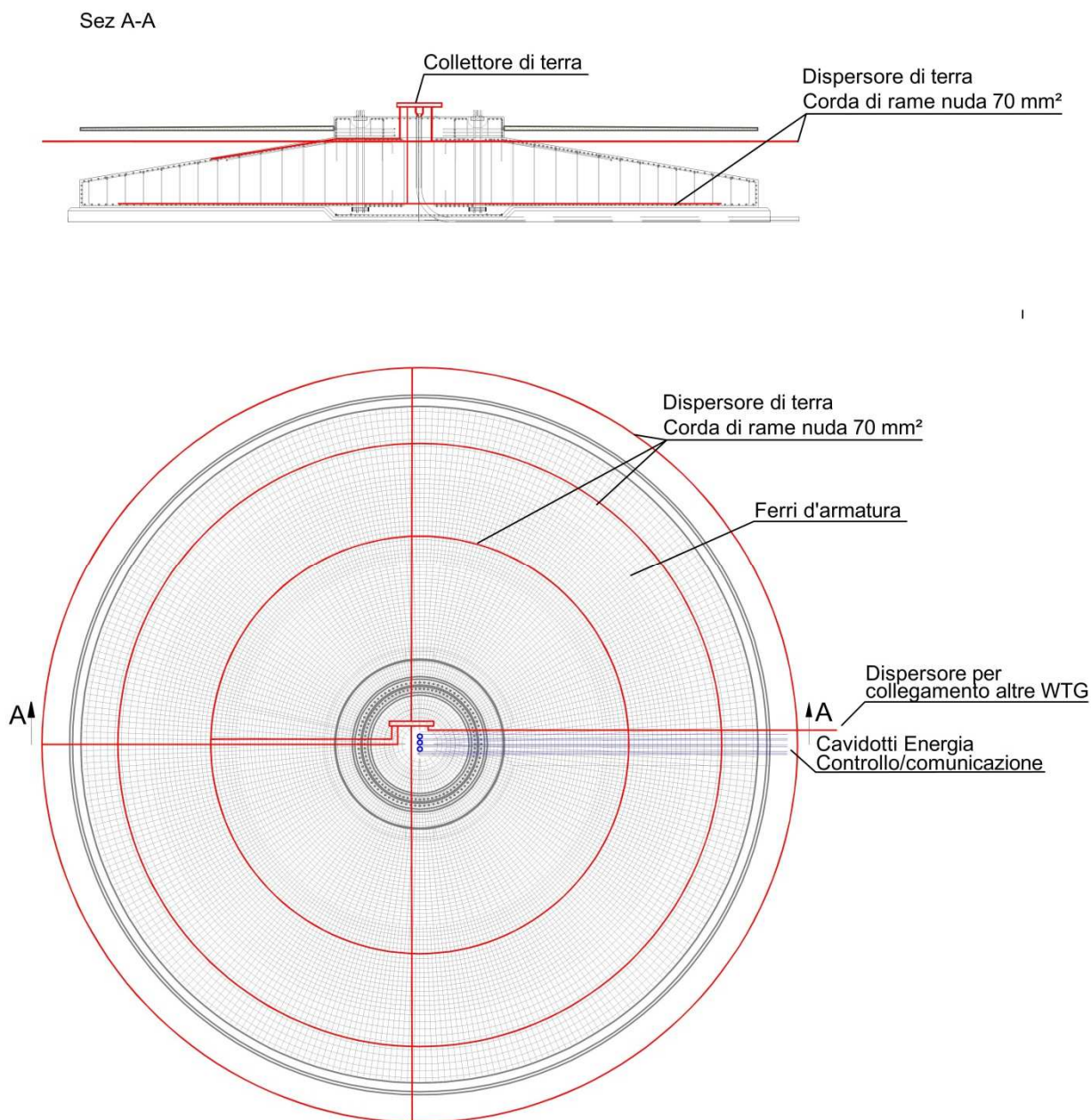


Figura 6 - Schema tipo impianto di messa a terra di un aerogeneratore.

• **ALLEGATI PROGETTO INFRASTRUTTURE ELETTRICHE**

EL-RT3531	Piano tecnico delle opere - Infrastrutture elettriche
EL-RT3532	Calcoli elettrici preliminari
EL-RT3533	Elenco particellare delle aree interessate dai cavidotti MT
EL-SH3534	Schema elettrico unifilare SU e parco eolico
EL-PL3536	Tracciato cavidotti su planimetria catastale
EL-PL3537	Tracciato cavidotti su CTR con attraversamenti
EL-PL3538	Layout impianto di terra
EL-PL3539	Sezioni tipo vie cavo
EL-PL3540	Analisi tipologica degli attraversamenti dei cavidotti su canali, torrenti e strade
EL-ET3541	Computo metrico estimativo parco eolico