



REGIONE  
SICILIA



PROVINCIA DI  
PALERMO



COMUNE DI  
CALTAVUTURO



COMUNE DI  
POLIZZI  
GENEROSA



COMUNE DI  
CASTELLANA  
SICULA



COMUNE DI  
VILLALBA

OGGETTO:

**Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 52,8 MW denominato "CATERINA II" situato nei comuni di Caltavuturo, Polizzi Generosa, Castellana Sicula, in provincia di Palermo (PA), e di Villalba, in provincia di Caltanissetta (CL).**

ELABORATO:

## RELAZIONE TECNICA ELETTRICA



PROPONENTE:

**AEI WIND  
PROJECT XI S.R.L.**

P.I. 17264821004  
Via Savoia 78,  
00198 Roma

Codice fiscale e n.iscr. al Registro Imprese: 17264821004  
Numero REA RM - 1707090  
Domicilio digitale/PEC: aeiwindprojectxi@legalmail.it

PROGETTAZIONE:

Ing. Carmen Martone  
Iscr. n.1872  
Ordine Ingegneri Potenza  
C.F MRTCMN73D56H703E

  
**EGM PROJECT** S.R.L.

Geol. Raffaele Nardone  
Iscr. n. 243  
Ordine Geologi Basilicata  
C.F NRDRFL71H04A509H

EGM PROJECT S.R.L.  
VIA VERRASTRO 15/A  
85100- POTENZA (PZ)  
P.IVA 02094310766  
REA PZ-206983

Livello prog.	Cat. opera	N°. prog.elaborato	Tipo elaborato	N° foglio/Tot. fogli	Nome file	Scala	
<b>PD</b>	<b>I.IE</b>	<b>18</b>	<b>R</b>		<b>_RELAZIONE_TECNICA_ELETTRICA</b>		
REV.	DATA	DESCRIZIONE			ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
00	DICEMBRE 2023	EMISSIONE				Ing. Carmen Martone EGM Project	Ing. Carmen Martone EGM Project

 <p><b>AEI WIND PROJECT XI S.R.L.</b> P.I. 17264821004 Via Savoia 78, 00198 Roma</p>	<p><b>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 52,8 MW denominato “CATERINA II” situato nei comuni di Caltavuturo, Polizzi Generosa, Castellana Sicula, in provincia di Palermo (PA) e di Villalba, in provincia di Caltanissetta (CL)</b></p> <p><b>Relazione tecnica impianto eolico</b></p>	<p><b>DATA:</b> <b>DICEMBRE 2023</b> <b>Pag. 1 di 60</b></p>
---	--	--

## Sommario

1. PREMESSA .....	3
1.1 Scopo del documento.....	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	4
3. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO .....	6
3.1 Iniziativa.....	11
3.2 Attenzione per l’ambiente.....	12
4. DESCRIZIONE TECNICA DEI COMPONENTI DELL’IMPIANTO .....	12
4.1 Aerogeneratori .....	12
4.2 Cavidotti.....	18
4.3 Modalità di connessione alla rete .....	19
5. DESCRIZIONE DEL TRACCIATO DEL CAVIDOTTO .....	20
5.1 Dimensionamento dei cavidotti in MT.....	21
5.2 Scelte progettuali .....	22
5.3 Risultati dimensionamento .....	25
5.4 Descrizione delle linee.....	26
5.5 Dimensionamento del cavidotto in AT .....	32
5.6 Scelte progettuali .....	33
5.7 Risultati dimensionamento .....	36
5.8 Cabina di Raccolta e Smistamento .....	37
5.9 SSE Utente.....	38
6. POSA DEL CAVO .....	54
7. RICOPERTURA E RIPRISTINO .....	55
8. MESSA A TERRA DEI RIVESTIMENTI METALLICI .....	55

 <p><b>AEI WIND PROJECT XI S.R.L.</b> P.I. 17264821004 Via Savoia 78, 00198 Roma</p>	<p><b>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 52,8 MW denominato “CATERINA II” situato nei comuni di Caltavuturo, Polizzi Generosa, Castellana Sicula, in provincia di Palermo (PA) e di Villalba, in provincia di Caltanissetta (CL)</b></p> <p><b>Relazione tecnica impianto eolico</b></p>	<p><b>DATA: DICEMBRE 2023 Pag. 2 di 60</b></p>
---	--	--

9. L'IMPIANTO DI TERRA.....	56
10. SISTEMA DI MONITORAGGIO.....	57
11. ANALISI DEL RISCHIO DI ELETTROCUZIONE .....	58
11.1 Misure di protezione contro i contatti diretti .....	58
11.2 Misure di protezione contro i contatti indiretti.....	60
11.3 Protezioni contro le fulminazioni dirette.....	60

 <p><b>AEI WIND PROJECT XI S.R.L.</b> P.I. 17264821004 Via Savoia 78, 00198 Roma</p>	<p align="center"><b>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 52,8 MW denominato “CATERINA II” situato nei comuni di Caltavuturo, Polizzi Generosa, Castellana Sicula, in provincia di Palermo (PA) e di Villalba, in provincia di Caltanissetta (CL)</b></p> <p align="center"><b>RELAZIONE TECNICA ELETTRICA</b></p>	<p align="right">DATA: DICEMBRE 2023 Pag. 3 di 60</p>
---	--	---

## 1. PREMESSA

### 1.1 Scopo del documento

Con il Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387, il Parlamento Italiano ha proceduto all’attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell’energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell’elettricità.

Con la nuova normativa introdotta dal d.lgs. 30 giugno 2016, n. 127 (legge Madia), la conferenza dei servizi si potrà svolgere in modalità “Sincrona” o “Asincrona”, nei casi previsti dalla legge.

In particolare per impianti fotovoltaici superiori ad 1 MW di potenza è prevista l’indizione della conferenza dei servizi ai sensi del D.Lgs. 387/2003.

Il citato decreto stabilisce la documentazione amministrativa necessaria e la disciplina del procedimento unico. Il Progetto, nello specifico, è compreso tra le tipologie di intervento riportate nell’Allegato IV alla Parte II, comma 2 del D.Lgs. n. 152 del 3/4/2006 (cfr. 2c) – “Impianti industriali non termici per la produzione di energia, vapore ed acqua calda con potenza complessiva superiore a 1MW”, pertanto rientra tra le categorie di opere da sottoporre alla procedura di Valutazione d’Impatto Ambientale di competenza delle Regioni.

Nel caso specifico, l’iter di VIA si configura come un endo-procedimento della procedura di Autorizzazione Unica ai sensi del D.lgs. 29 dicembre 2003. In data 21 luglio 2017 è entrato in vigore il d. lgs. n. 104 del 16 giugno 2017 (pubblicato in G.U. n. 156 del 06/06/2017), il quale ha modificato la disciplina inserita nel D.lgs. n.152/2006 in tema di Valutazione di Impatto ambientale (VIA).

Il provvedimento trae origine da un adeguamento nazionale alla normativa europea prevista dalla Direttiva 2014/52/UE del 16 aprile 2014, la quale ha modificato la Direttiva 2011/92/UE concernente la valutazione dell’impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati. Scopo del provvedimento in esame è quello di rendere più efficiente le procedure amministrative nonché di innalzare il livello di tutela ambientale.

La presente relazione costituisce l’Elaborato Progettuale A1 a supporto della documentazione indicata nell’Appendice A – “Principi generali per la progettazione, la costruzione, l’esercizio e la dismissione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili – Impianti eolici di grande Generazione” indicati nel Piano di Indirizzo Energetico Ambientale Regionale (P.I.E.A.R.) della Regione Sicilia, necessaria all’ottenimento dell’Autorizzazione Unica atta alla costruzione ed all’esercizio di impianti di produzione di elettricità da

 <p>AEI WIND PROJECT XI S.R.L. P.I. 17264821004 Via Savoia 78, 00198 Roma</p>	<p><b>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 52,8 MW denominato “CATERINA II” situato nei comuni di Caltavuturo, Polizzi Generosa, Castellana Sicula, in provincia di Palermo (PA) e di Villalba, in provincia di Caltanissetta (CL)</b></p> <p><b>RELAZIONE TECNICA ELETTRICA</b></p>	<p>DATA: DICEMBRE 2023 Pag. 4 di 60</p>
--	--	---

fonti rinnovabili ai sensi dell’art. 12 del d.lgs. n. 387 del 29 dicembre 2003, che nel caso in esame ha come oggetto la realizzazione “Caterina II” situato nei comuni di Caltavuturo, Castellana Sicula e Polizzi Generosa, in provincia di Palermo (PA) e Villalba in provincia di Caltanissetta (CL).

Questa relazione ha lo scopo di fornire una descrizione di calcolo delle linee elettriche per la realizzazione di un impianto di generazione elettrica con utilizzo della fonte rinnovabile eolica.

In linea con l’orientamento mondiale, la società AEI WIND PROJECT X S.R.L. intende realizzare nei comuni di Caltavuturo e Polizzi Generosa, in provincia di Palermo (PA) e Villalba in provincia di Caltanissetta (CL) un parco eolico della potenza nominale di 52,8 MW. Il parco in progetto sarà costituito da 8 aerogeneratori e relative opere accessorie, ovvero la realizzazione della viabilità di accesso al parco, ove non esistente e/o non idonea al trasporto dei componenti delle torri, la posa del cavidotto interno di collegamento tra gli aerogeneratori, la posa del cavidotto di collegamento tra il parco eolico e la nuova cabina di Terna che permetterà l’immissione dell’energia elettrica prodotta alla dorsale nazionale. Il progetto è finalizzato alla produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, in linea con la Strategia Energetica Nazionale (SEN).

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il quadro normativo nazionale italiano sulle fonti rinnovabili è stato modificato in modo sostanziale negli ultimi anni a seguito delle nuove politiche del settore energetico- ambientale e conseguenti anche ad impegni internazionali e direttive comunitarie.

Per la progettazione si è fatto riferimento alle normative tecniche e di legge riguardanti gli impianti.

Decreto Legislativo n. 387 del 29 dicembre 2003: “Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell’energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell’elettricità”, pubblicato sul supplemento ordinario n. 17 della Gazzetta Ufficiale n. 25 del 31 gennaio 2004. Esso prevede la razionalizzazione e semplificazione delle procedure autorizzative attraverso un procedimento unico, al quale partecipano tutte le Amministrazioni interessate, la cui durata massima è stabilita in 180 giorni. Inoltre, stabilisce che l’autorizzazione unica rilasciata dalla Regione o da altro soggetto istituzionale delegato costituisce titolo a costruire ed esercire l’impianto in conformità al progetto approvato.

Decreto del Ministro dello Sviluppo Economico del 10 settembre 2010: “Linee guida per l’autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili”, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 219 del 18 settembre

 <p><b>AEI WIND PROJECT XI S.R.L.</b> P.I. 17264821004 Via Savoia 78, 00198 Roma</p>	<p align="center"><b>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 52,8 MW denominato “CATERINA II” situato nei comuni di Caltavuturo, Polizzi Generosa, Castellana Sicula, in provincia di Palermo (PA) e di Villalba, in provincia di Caltanissetta (CL)</b></p> <p align="center"><b>RELAZIONE TECNICA ELETTRICA</b></p>	<p align="right">DATA: DICEMBRE 2023 Pag. 5 di 60</p>
---	--	---

2010. Questo decreto introduce: alla Parte II, il regime giuridico delle Autorizzazioni, alla Parte III disciplina le fasi del Procedimento autorizzatorio Unico, alla Parte IV detta criteri essenziali per il corretto inserimento degli impianti nel paesaggio e sul territorio.

Decreto Legislativo del 3 aprile 2006 n. 152: “Norme in materia Ambientale”, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 88 del 14 aprile 2006 (e s.m.i.).

DPCM 23/4/92: Decreto che fissa i limiti massimi di esposizione ai campi elettrici e magnetici generati alla frequenza industriale di 50 Hz.

CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;

CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;

CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo;

CEI 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;

CEI 11-37: Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV;

CEI 20-13: Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;

CEI 81-3: Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico;

CEI EN 61400: Sistemi di generazione a turbina eolica;

CEI EN 60099: Scaricatori;

CEI-UNEL 35027: Cavi di energia per tensione nominale U da 1 kV a 30 kV – Portate di corrente in regime permanente - Posa in aria ed interrata;

Legge n. 339 del 28/6/86 e relativo regolamento di attuazione (D.M. 21/3/88) che recepisce la norma CEI 11-4 per le linee elettriche: Per la parte elettrica dei lavori, la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne;

D.M. 16/1/91: Distanze minime dei conduttori dal terreno, da acque non navigabili e da fabbricati, tenendo conto dei campi elettrici e magnetici e del rischio di scarica.

D.M n. 36 del 22/01/2008 che sostituisce la legge n. 46 del 05/03/1990 Norme per la sicurezza degli

 <p>AEI WIND PROJECT XI S.R.L. P.I. 17264821004 Via Savoia 78, 00198 Roma</p>	<p><b>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 52,8 MW denominato “CATERINA II” situato nei comuni di Caltavuturo, Polizzi Generosa, Castellana Sicula, in provincia di Palermo (PA) e di Villalba, in provincia di Caltanissetta (CL)</b></p> <p><b>RELAZIONE TECNICA ELETTRICA</b></p>	<p>DATA: DICEMBRE 2023 Pag. 6 di 60</p>
--	--	---

impianti elettrici

D.L n 81/08 Testo unico per la sicurezza in sostituzione dei D.L. n. 626 del 19/09/1994 e s.m. Attuazioni delle Direttive Comunitarie riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro, e D.L. n. 494 del 14/08/1996 e s.m. Attuazione della direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili.

### 3. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO

Il sito oggetto dello studio è situato in provincia di Palermo (PA), nei comuni di Caltavuturo, Castellana Sicula e Polizzi Generosa e in Villalba in provincia di Caltanissetta (CL).

Il parco eolico denominato “Caterina II” è composto da 8 aerogeneratori; la A1, A2, A3, A4, A5, A6 A7 ricadono nel territorio comunale di Polizzi Generosa mentre la A8 ricade nel territorio comunale di Caltavuturo.

Il cavidotto per il collegamento del parco eolico alla sottostazione, si estende anche nel territorio del Comune di Castellana Sicula e Villalba; in quest’ultimo ricade anche la nuova stazione elettrica di trasformazione RTN.

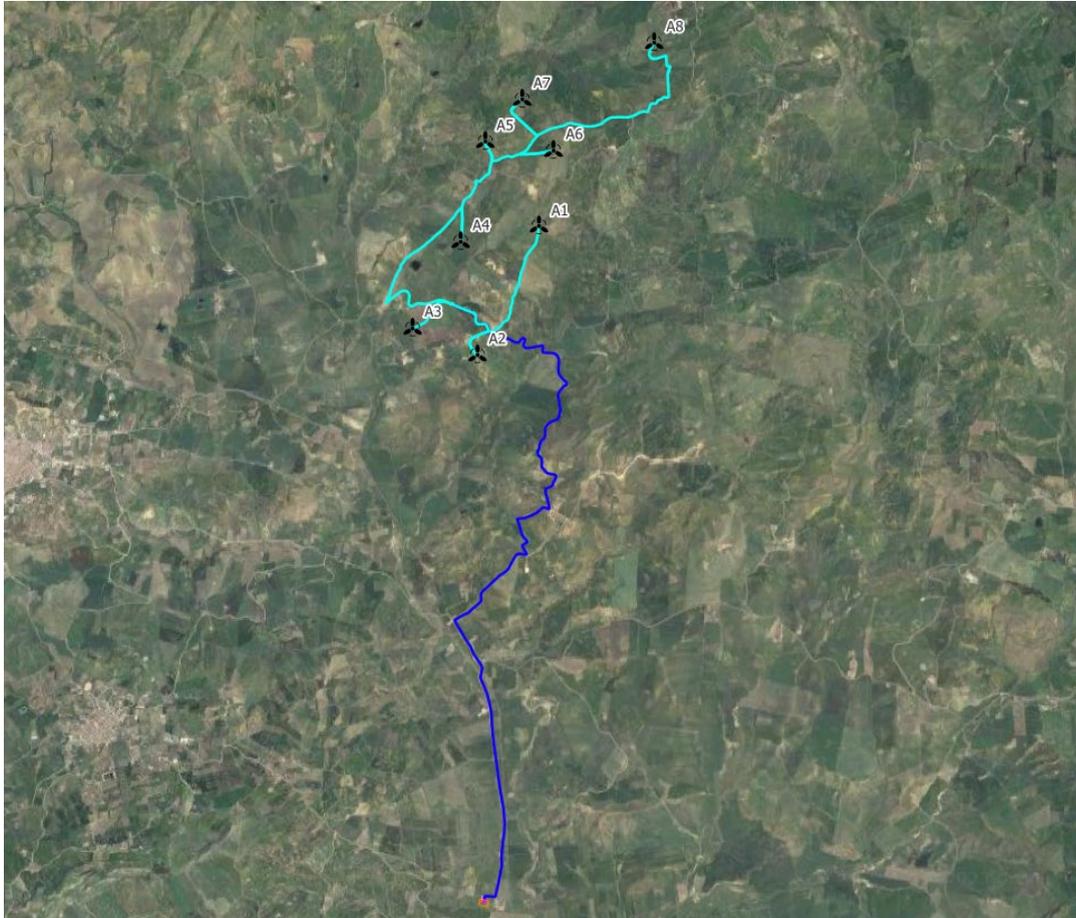
L'area di progetto su cui verrà realizzato il parco eolico è caratterizzata da orografia tipica delle zone montuose della zona, priva di complicazioni eccessive e con un'altezza media compresa tra 471 e 768 metri sul livello del mare.

Attualmente il sito presenta un uso del suolo principalmente agricolo; la copertura vegetale arborea è scarsa, quindi l'area in esame è caratterizzata da una rugosità media, caratteristica favorevole allo sfruttamento del vento. Le turbine eoliche saranno posizionate in modo omogeneo, in direzione perpendicolare al vento prevalente N.

Per effettuare una localizzazione univoca dei terreni sui quali insiste il parco eolico, di seguito si riportano le cartografie riguardanti:

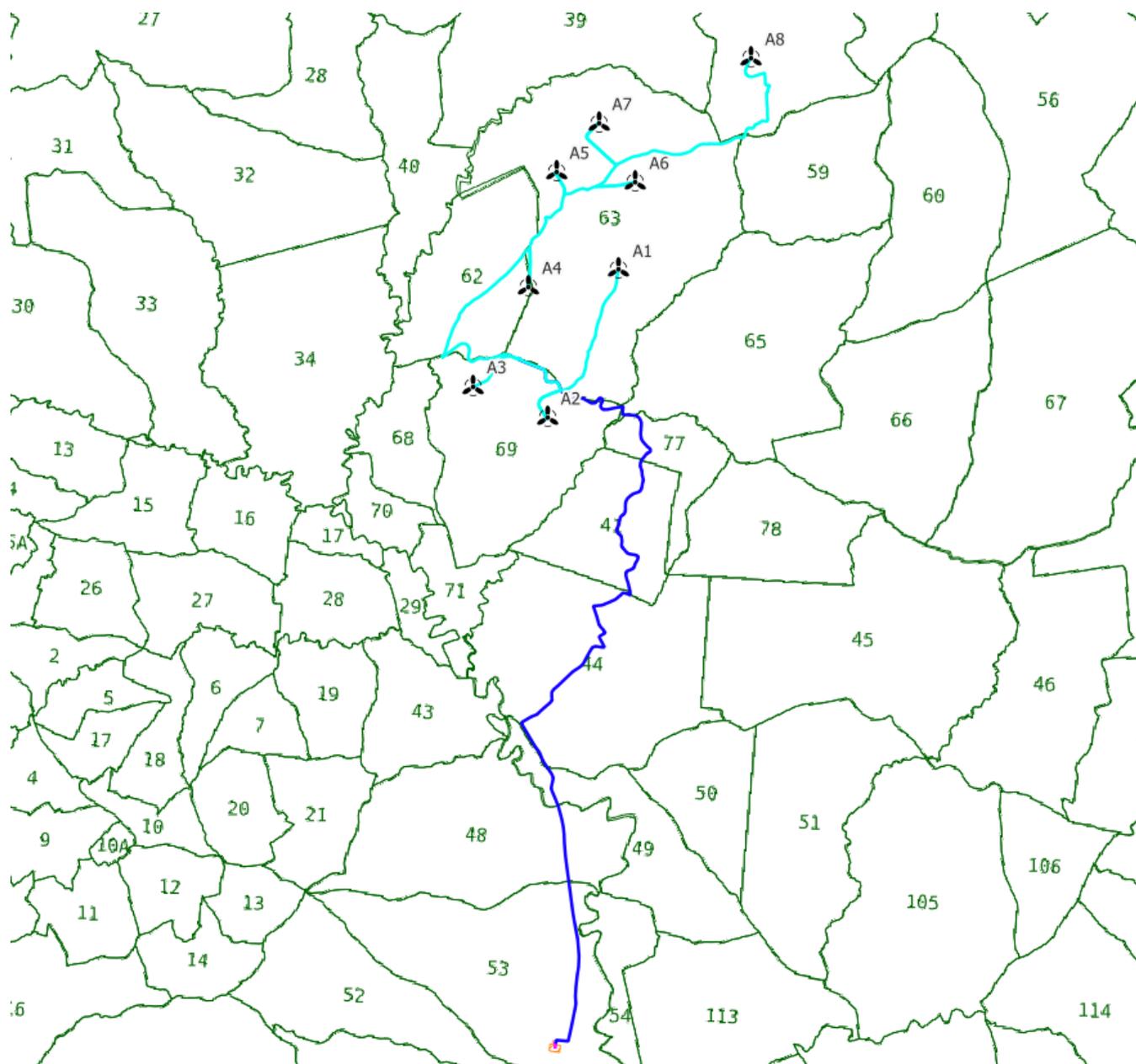
- sovrapposizione del campo eolico su ortofoto (figura 1);
- sovrapposizione del campo eolico su catastale (figura 2);
- sovrapposizione del campo eolico su CTR (figura 3);
- sovrapposizione del campo eolico su IGM (figura 4).

**RELAZIONE TECNICA ELETTRICA**



*Figura 1 - Inquadramento area parco eolico su base ortofoto*

**RELAZIONE TECNICA ELETTRICA**



*Figura 2 - Inquadramento area parco eolico su catastale*

**RELAZIONE TECNICA ELETTRICA**

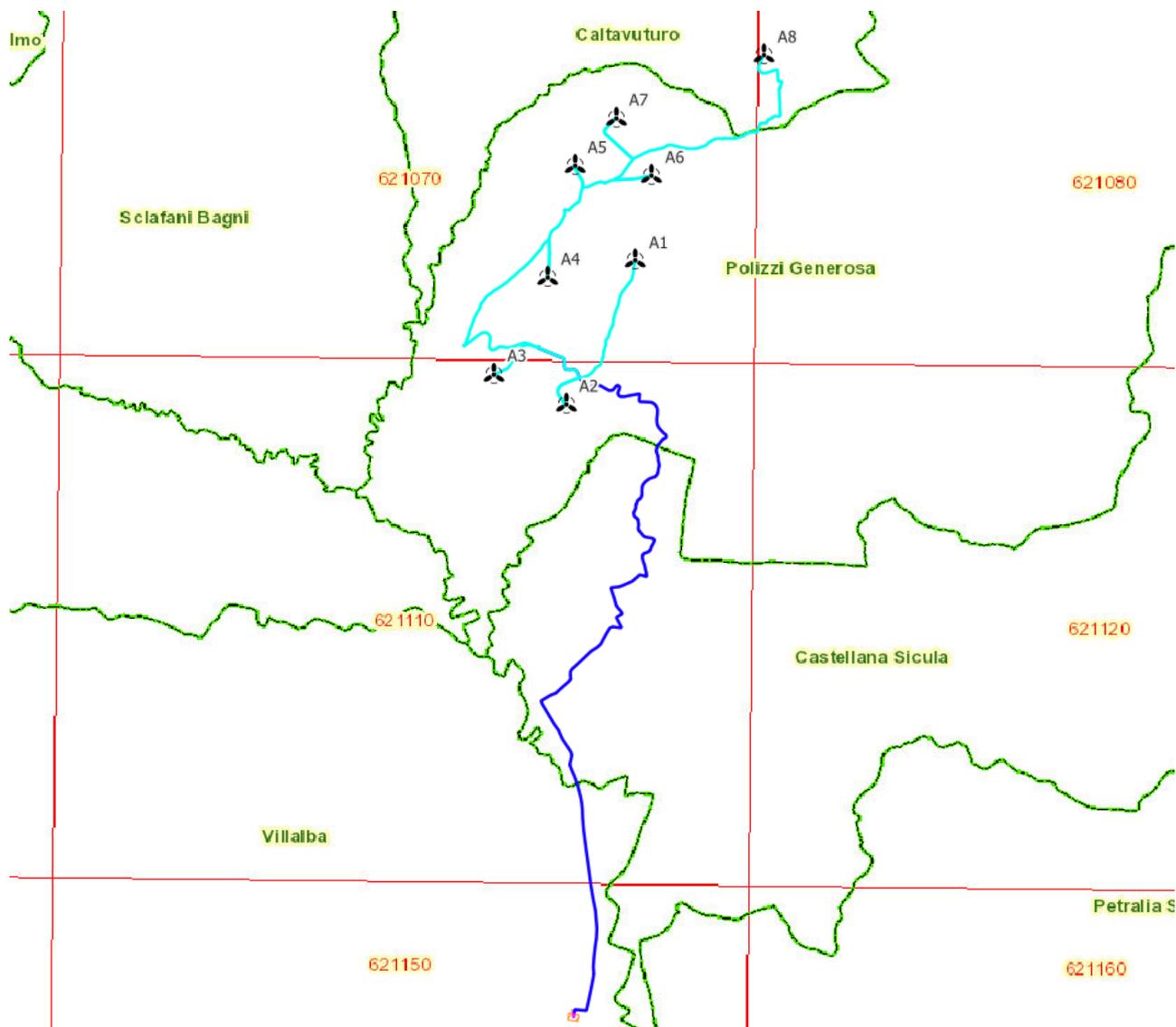
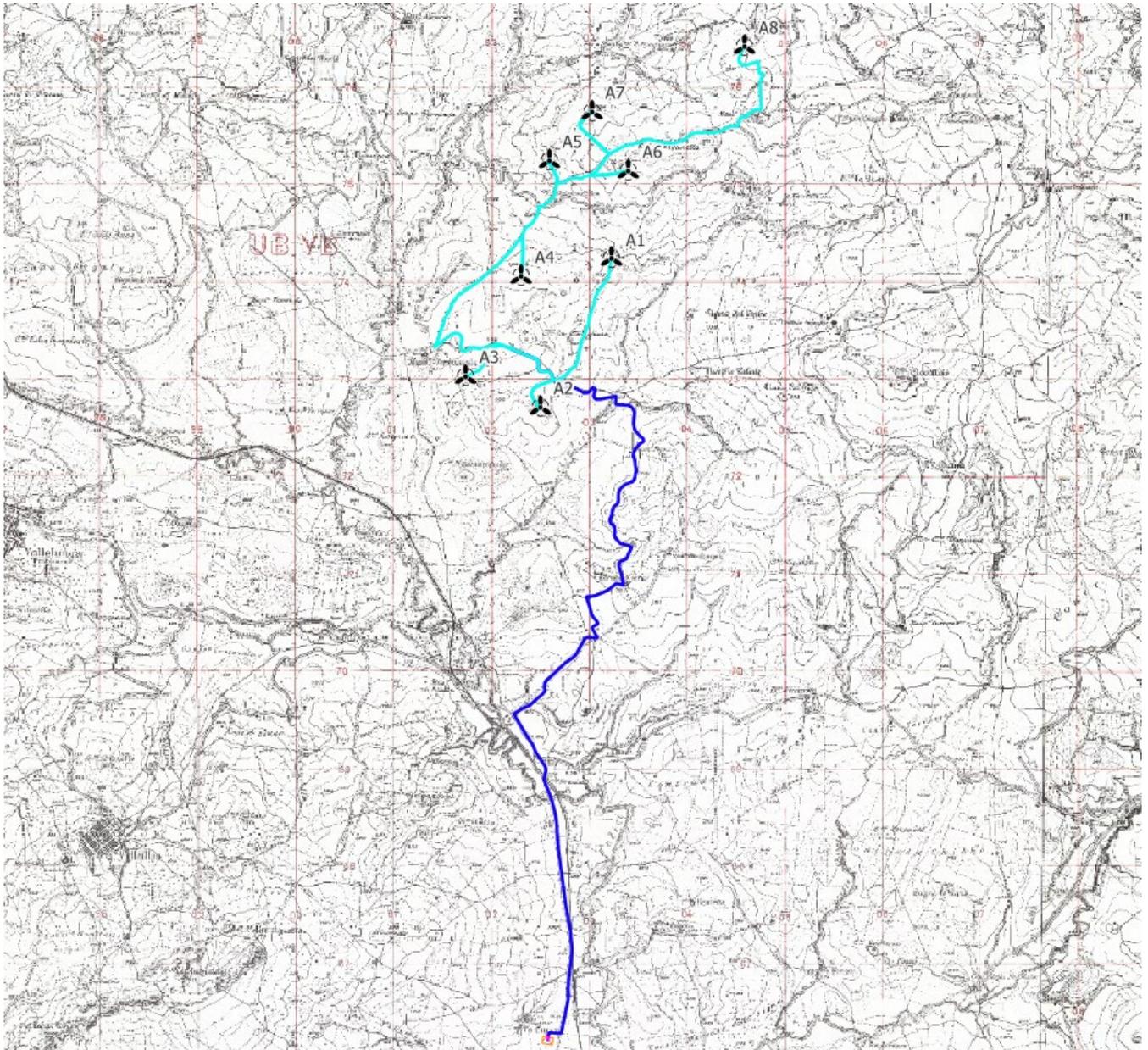


Figura 3 - Inquadramento area parco e sottostazione su CTR

**RELAZIONE TECNICA ELETTRICA**



*Figura 4 - Inquadramento area parco e sottostazione su IGM*



Il parco eolico per la produzione di energia elettrica oggetto di studio avrà le seguenti caratteristiche:

- potenza installata totale: 52,8 MW;
- potenza della singola turbina: 6,60 MW;
- n. 8 turbine;
- n. 1 “Cabina di raccolta e smistamento”;
- n. 1 SSE di trasformazione lato utente;
- n.1 “Nuova stazione elettrica di trasformazione RTN”.

I fogli e le particelle interessati dall’installazione dei nuovi aerogeneratori sono sintetizzati nella Tabella seguente.

Aerogeneratore	Foglio	Particella
A1	63	91
A2	69	61
A3	69	9
A4	62	1
A5	63	98
A6	63	7
A7	63	155
A8	38	16

*Tabella 1 – Fogli e particelle aerogeneratori*

### 3.1 Iniziativa

Con la realizzazione dell’impianto eolico “Caterina II”, si intende conseguire un significativo risparmio energetico, mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal vento, tale tecnologia nasce dall’esigenza di coniugare:

- ✓ la compatibilità con esigenze paesaggistiche e di tutela ambientale;
- ✓ nessun inquinamento acustico;
- ✓ un risparmio di combustibile fossile;
- ✓ una produzione di energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti.

Il progetto mira a contribuire al soddisfacimento delle esigenze di “Energia Verde” e allo “Sviluppo

 <p><b>AEI WIND PROJECT XI S.R.L.</b> P.I. 17264821004 Via Savoia 78, 00198 Roma</p>	<p><b>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 52,8 MW denominato “CATERINA II” situato nei comuni di Caltavuturo, Polizzi Generosa, Castellana Sicula, in provincia di Palermo (PA) e di Villalba, in provincia di Caltanissetta (CL)</b></p> <p><b>RELAZIONE TECNICA ELETTRICA</b></p>	<p><b>DATA:</b> <b>DICEMBRE 2023</b> <b>Pag. 12 di 60</b></p>
---	--	---

Sostenibile” invocate dal Protocollo di Kyoto, dalla Conferenza sul clima e l’ambiente di Copenaghen 2009 e dalla Conferenza sul clima di Parigi del 2015.

### 3.2 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.

L'Italia non possiede riserve significative di fonti fossili, ma da esse ricava circa il 90% dell'energia che consuma, con una rilevante dipendenza dall'estero. I costi della bolletta energetica, già alti, per l'aumento della domanda internazionale rischiano di diventare insostenibili per la nostra economia con le sanzioni previste in caso di mancato rispetto degli impegni di Kyoto, Copenaghen e Parigi.

La transizione verso un mix di fonti di energia e con un peso sempre maggiore di rinnovabili è, pertanto, strategica per un Paese come il nostro dove, tuttavia, le risorse idrauliche e geotermiche sono già sfruttate appieno.

Negli ultimi 10 anni grazie agli incentivi sulle fonti rinnovabili lo sviluppo delle energie verdi nel nostro paese ha subito un notevole incremento soprattutto nel fotovoltaico e nell’eolico, portando l’Italia tra i paesi più sviluppati dal punto di vista dell’innovazione energetica e ambientale.

La conclusione di detti incentivi ha frenato lo sviluppo soprattutto dell’eolico, creando notevoli problemi all’economia del settore.

La società proponente AEI WIND PROJECT X S.R.L, con sede amministrativa in Via Savoia 78 (RN), si pone come obiettivo di attuare la “grid parity” nell’eolico, grazie all’installazione di impianti di elevata potenza, nuovi aerogeneratori, che abbattano i costi fissi e rendono l’energia prodotta dell’eolico conveniente e sullo stesso livello delle energie prodotte dalle fonti fossili.

## 4. DESCRIZIONE TECNICA DEI COMPONENTI DELL’IMPIANTO

### 4.1 Aerogeneratori

Le pale di un aerogeneratore sono fissate al mozzo e vi è un sistema di controllo che ne modifica costantemente l’orientamento rispetto alla direzione del vento, per offrire allo stesso sempre il

 <p><b>AEI WIND PROJECT XI S.R.L.</b> P.I. 17264821004 Via Savoia 78, 00198 Roma</p>	<p><b>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 52,8 MW denominato “CATERINA II” situato nei comuni di Caltavuturo, Polizzi Generosa, Castellana Sicula, in provincia di Palermo (PA) e di Villalba, in provincia di Caltanissetta (CL)</b></p> <p><b>RELAZIONE TECNICA ELETTRICA</b></p>	<p><b>DATA:</b> <b>DICEMBRE 2023</b> <b>Pag. 13 di 60</b></p>
---	--	---

medesimo profilo alare garantendo, indipendentemente dalla direzione del vento, un verso orario di rotazione.

L'aerogeneratore previsto per la realizzazione del parco eolico è la turbina da 6.6 MW della Siemes-Gamesa SG 6.6-170 -MOD 6,6 MW\_v2, o similare.

Nella tabella che segue sono sintetizzate le principali caratteristiche dell'aerogeneratore previsto nel parco eolico “CATERINA II”.

Altezza al Mozzo	155 m
Diametro Rotore	170 m
Lunghezza singola Pala	83.5 m
Superficie del rotore	22,698 m <sup>2</sup>
Numero Pale	3
Velocità di Rotazione Max a regime del Rotore	11.20 rpm
Potenza Nominale Turbina	6600 kW
Cut-Out	25 m/s
Cut-in	3 m/s

*Tabella 2 - Caratteristiche principali dell'areogeneratore previsto nel parco eolico.*

- **Rotore-Navicella**

Il rotore è una costruzione a tre pale, montata sopravento rispetto alla torre. L'uscita di potenza è controllata da pitch e regolazione della domanda di coppia. La velocità del rotore è variabile ed è progettata per massimizzare la potenza durante mantenendo i carichi e il livello di rumore.

La navicella è stata progettata per un accesso sicuro a tutti i punti di servizio durante il servizio programmato. Inoltre, la navicella è stata progettata per la presenza sicura dei tecnici dell'assistenza nella navicella durante le prove di servizio con la turbina eolica in piena attività.

Ciò consente un servizio di alta qualità della turbina eolica e fornisce ottimali condizioni di risoluzione dei problemi.

- **Lame**

Le lame sono generalmente costituite da infusione di fibra di vetro e componenti stampati pultrusi in carbonio. La struttura della lama utilizza gusci aerodinamici contenenti cappucci di longheroni incorporati, legati a due reti di taglio principali in balsa epossidica / fibra di vetro.

- **Mozzo del rotore**

Il mozzo del rotore è solitamente fuso in ghisa sferoidale ed è montato sull'albero lento della trasmissione con un collegamento a flangia. Il mozzo è sufficientemente grande da fornire spazio ai tecnici dell'assistenza durante la manutenzione delle radici e del passo delle pale cuscinetti dall'interno della struttura.

- **Copertura della navicella**

 <p>AEI WIND PROJECT XI S.R.L. P.I. 17264821004 Via Savoia 78, 00198 Roma</p>	<p><b>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 52,8 MW denominato “CATERINA II” situato nei comuni di Caltavuturo, Polizzi Generosa, Castellana Sicula, in provincia di Palermo (PA) e di Villalba, in provincia di Caltanissetta (CL)</b></p> <p><b>RELAZIONE TECNICA ELETTRICA</b></p>	<p>DATA: DICEMBRE 2023 Pag. 15 di 60</p>
--	--	--

Lo schermo meteorologico e l'alloggiamento attorno ai macchinari nella navicella sono realizzati con pannelli laminati rinforzati con fibra di vetro.

- **Torre**

La turbina eolica è montata di serie su una torre d'acciaio tubolare rastremata. Altre tecnologie di torri sono disponibili per altezze del mozzo più elevate. La torre ha salita interna e accesso diretto al sistema di imbardata e navicella. È dotata di pedane e illuminazione elettrica interna.

- **Controllore**

Il controller per turbine eoliche è un controller industriale basato su microprocessore. Il controllore è completo di quadro e dispositivi di protezione ed è autodiagnosi.

- **Convertitore**

Collegato direttamente al rotore, il convertitore di frequenza è un sistema di conversione 4Q back to back con 2 VSC in un collegamento CC comune.

Il Convertitore di Frequenza consente il funzionamento del generatore a velocità e tensione variabili, fornendo potenza a frequenza e tensione costanti al trasformatore MT.

- **SCADA**

L'aerogeneratore fornisce la connessione al sistema SGRE SCADA. Questo sistema offre il controllo remoto e una varietà di visualizzazioni di stato e report utili da un browser Web Internet standard.

Le viste di stato presentano informazioni tra cui dati elettrici e meccanici, stato operativo e di guasto, dati meteorologici e dati della stazione di rete.

- **Monitoraggio delle condizioni della turbina**

Oltre al sistema SCADA SGRE, la turbina eolica può essere dotata dell'esclusiva configurazione di monitoraggio delle condizioni SGRE. Questo sistema monitora il livello di vibrazione dei componenti principali e confronta gli spettri di vibrazione effettivi con una serie di spettri di riferimento stabiliti. Revisione dei risultati, analisi dettagliata e la riprogrammazione può essere eseguita utilizzando un browser web standard.

- **Sistemi operativi**

La turbina eolica funziona automaticamente. Si avvia automaticamente quando la coppia aerodinamica raggiunge un certo valore.



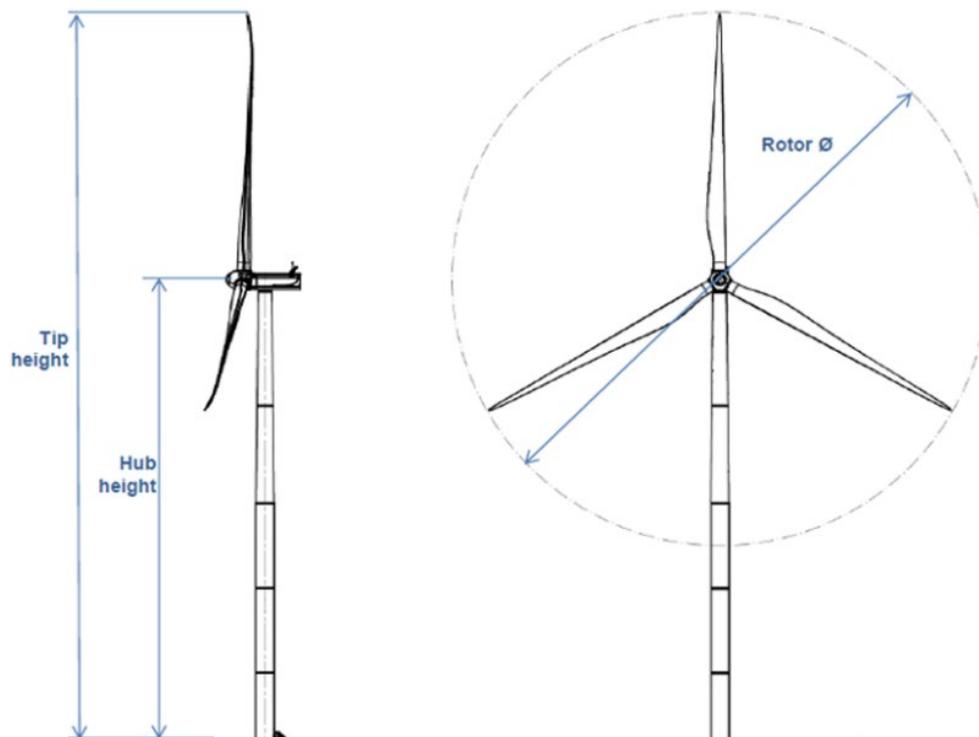
Al di sotto della velocità del vento nominale, il controller della turbina eolica fissa i riferimenti di passo e coppia per operare nel punto aerodinamico ottimale (massima produzione) tenendo conto della capacità del generatore.

Una volta superata la velocità del vento nominale, la richiesta di posizione del passo viene regolata per mantenere una produzione di energia stabile pari al valore nominale.

Se è abilitata la modalità declassamento per vento forte, la produzione di energia viene limitata una volta che la velocità del vento supera un valore di soglia definito dalla progettazione, fino a quando non viene raggiunta la velocità del vento di interruzione e la turbina eolica smette di produrre energia.

Se la velocità media del vento supera il limite operativo massimo, l'aerogeneratore viene spento per beccheggio delle pale.

Quando la velocità media del vento scende al di sotto della velocità media del vento di riavvio, i sistemi si ripristinano automaticamente.



*Figura 5 – Esempio Aerogeneratore*

La navicella ospita i principali componenti del generatore eolico.

La navicella è ventilata e illuminata da luci elettriche. Un portello fornisce l'accesso alle pale e mozzo.

Inoltre all'interno della navicella si trova anche una gru che può essere utilizzata per il sollevamento di

**RELAZIONE TECNICA ELETTRICA**

strumenti e di altri materiali.

L'accesso dalla torre alla navicella avviene attraverso il fondo della navicella.

La turbina eolica è montata su una torre tubolare in acciaio, con un'altezza di circa 155 m, e ospita alla sua base il sistema di controllo.

È costituita da più sezioni tronco-coniche che verranno assemblate in sito. Al suo interno saranno inserite la scala di accesso alla navicella e il cavedio in cui saranno posizionati i cavi elettrici necessari al trasporto dell'energia elettrica prodotta.

L'accesso alla turbina avviene attraverso una porta alla base della torre che consentirà l'accesso al personale addetto alla manutenzione.

La torre, il generatore e la cabina di trasformazione andranno a scaricare su una struttura di fondazione in cemento armato di tipo diretto che verrà dimensionata sulla base degli studi geologici e dell'analisi dei carichi trasmessi dalla torre.

L'aerogeneratore ad asse orizzontale è costituito da una torre tubolare che porta alla sua sommità la navicella che supporta le pale e contenente i dispositivi di trasmissione dell'energia meccanica, il generatore elettrico e i dispositivi ausiliari.

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).

Opportuni cavi convogliano al suolo, in un quadro all'interno della torre, l'energia elettrica prodotta e trasmettono i segnali necessari per il controllo remoto del sistema aerogeneratore.

Tutte le funzioni dell'aerogeneratore sono monitorate e controllate da un'unità di controllo basata su microprocessori. Le pale possono essere manovrate singolarmente per una regolazione ottimale della potenza prodotta, questo fa sì che anche a velocità del vento elevate, la produzione d'energia viene mantenuta alla potenza nominale.

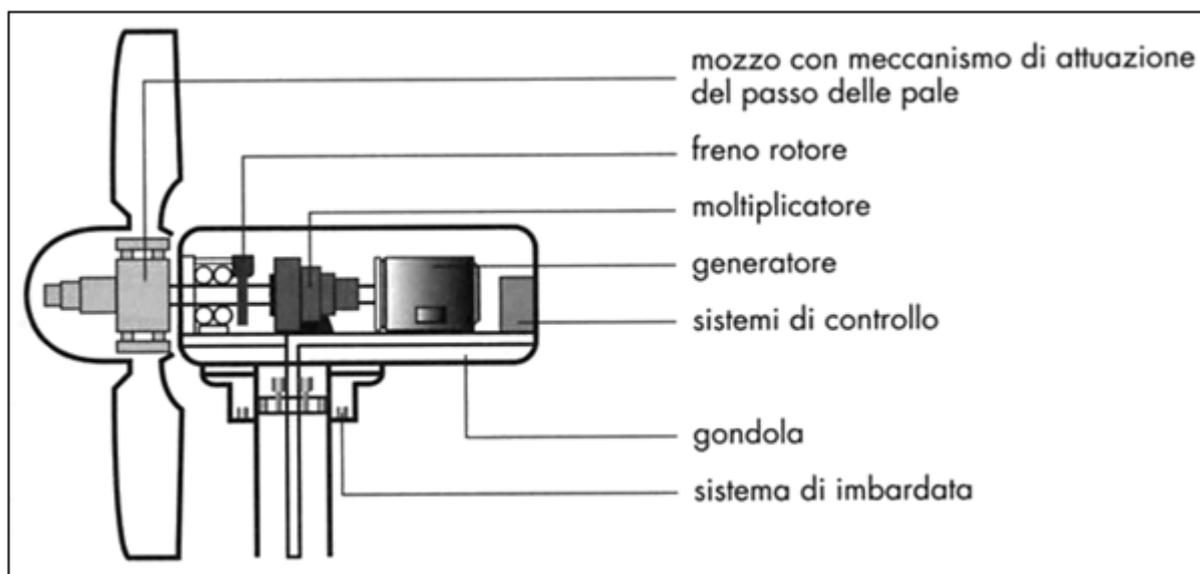
La turbina è anche dotata di un sistema meccanico di frenatura che, all'occorrenza, può arrestarne la rotazione. In caso di ventosità pericolosa, per la tenuta meccanica delle pale, l'aerogeneratore dispone anche di un freno aerodinamico, un sistema in grado di ruotare le pale fino a 90° attorno al proprio asse che le posiziona in maniera tale da offrire la minima superficie possibile all'azione del vento.

Le verifiche di stabilità del terreno e delle strutture di fondazione saranno eseguite con i metodi ed i



procedimenti della geotecnica, tenendo conto delle massime sollecitazioni sul terreno che la struttura trasmette.

Le massime sollecitazioni sul terreno saranno calcolate con riferimento ai valori nominali delle azioni. Il piano di posa delle fondazioni sarà ad una profondità tale da non ricadere in zona ove risultino apprezzabili le variazioni stagionali del contenuto d’acqua.



*Figura 6 - Schema di principio di un aerogeneratore*

## 4.2 Cavidotti

Gli aerogeneratori sono connessi tra loro tramite una linea MT a 30 kV; successivamente i cavidotti saranno raccolti e smistamenti in corrispondenza della “Cabina di raccolta e smistamento”. In uscita dalla cabina di raccolta e smistamento, è stato previsto un unico cavidotto interrato a 30 kV per connettere poi l’impianto alla stazione elettrica di trasformazione di competenza dell’utente. All’interno della cabina di trasformazione lato utente è stato previsto l’installazione di un trasformatore elevatore, il cui compito sarà aumentare la tensione da 30kV a 36kV. Il cavo in uscita dal trasformatore sarà posato un cavo AT il quale provvederà alla connessione in antenna all’ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) 380/150/36 kV della RTN, da inserire in entra-esce sul futuro elettrodotto RTN a 380 kV della RTN “Chiaramonte Gulfi-Ciminna”, come da STMG.

Ogni aerogeneratore è dotato di tutte le apparecchiature e circuiti di potenza nonché di comando, protezione, misura e supervisione.

L’impianto elettrico in oggetto comprende sistemi di categoria 0, I, II e III ed è esercito alla frequenza di 50Hz. Si distinguono le seguenti parti:

 <p><b>AEI WIND PROJECT XI S.R.L.</b> P.I. 17264821004 Via Savoia 78, 00198 Roma</p>	<p align="center"><b>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 52,8 MW denominato “CATERINA II” situato nei comuni di Caltavuturo, Polizzi Generosa, Castellana Sicula, in provincia di Palermo (PA) e di Villalba, in provincia di Caltanissetta (CL)</b></p> <p align="center"><b>RELAZIONE TECNICA ELETTRICA</b></p>	<p align="right">DATA: DICEMBRE 2023 Pag. 19 di 60</p>
---	--	--

- ✓ il sistema MT a 30 kV, esercito con neutro isolato;
- ✓ il sistema AT a 36 kV, esercito con neutro isolato.

### 4.3 Modalità di connessione alla rete

La STMG è definita dal Gestore sulla base di criteri finalizzati a garantire la continuità del servizio e la sicurezza di esercizio della rete su cui il nuovo impianto si va ad inserire, tenendo conto dei diversi aspetti tecnici ed economici associati alla realizzazione delle opere di allacciamento.

In particolare il Gestore analizza ogni iniziativa nel contesto di rete in cui si inserisce e si adopera per minimizzare eventuali problemi legati alla eccessiva concentrazione di iniziative nella stessa area, al fine di evitare limitazioni di esercizio degli impianti di generazione nelle prevedibili condizioni di funzionamento del sistema elettrico.

La STMG contiene unicamente lo schema generale di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), nonché i tempi ed i costi medi standard di realizzazione degli impianti di rete per la connessione. L’Autorità per l’energia elettrica, il gas e rete idrica con la delibera ARG/elt99/08 (TICA) e s.m.i. stabilisce le condizioni per l’erogazione del servizio di connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi per gli impianti di produzione di energia elettrica.

Il campo di applicazione è relativo anche ad impianti di produzione e si prefigge di individuare il punto di inserimento e la relativa connessione, dove per inserimento s’intende l’attività d’individuazione del punto nel quale l’impianto può essere collegato, e per connessione s’intende l’attività di determinazione dei circuiti e dell’impiantistica necessaria al collegamento.

L’impianto eolico di riferimento avrà una potenza di 52,8 MW.

La soluzione tecnica minima generale elaborata prevede che la centrale venga collegata in antenna a 36 kV con la sezione a 36 kV di una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) 380/150/36 kV alla RTN, da inserire in entra-esce sul futuro elettrodotto RTN a 380 kV della RTN ““Chiamonte Gulfi - Ciminna””.

Ai sensi dell’art. 21 dell’allegato A alla deliberazione Arg/elt/99/08 e s.m.i. dell’Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente, il nuovo/i elettrodotto/i a 36 kV per il collegamento in antenna della centrale sulla Stazione Elettrica della RTN costituisce/constituiscono impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo/i arrivo produttore a 36 kV nella suddetta stazione

**RELAZIONE TECNICA ELETTRICA**

costituisce/costituiscono impianto di rete per la connessione.

## 5. DESCRIZIONE DEL TRACCIATO DEL CAVIDOTTO

Il tracciato del cavidotto in cavo interrato è stato studiato in armonia con quanto dettato dall'art.121 del T.U. 11/12/1933 n° 1775, comparando le esigenze della pubblica utilità delle opere con gli interessi sia pubblici che privati coinvolti.

Esso utilizza maggiormente corridoi già impegnati dalla viabilità stradale principale e secondaria esistente, con posa dei cavi il più possibile al margine della sede stradale.

L'elettrodotta è stato progettato in modo tale da recare minor sacrificio possibile alle proprietà interessate, avendo cura di vagliare le situazioni esistenti sui fondi da asservire rispetto anche alle condizioni dei terreni limitrofi.

Il cavidotto si estende, per quanto concerne la parte relativa fino alla Cabina di raccolta e smistamento (cavidotto a 30kV), per circa 16080 metri; per quanto riguarda invece il cavidotto a 30kV di collegamento tra Cabina consegna fino alla SSE Utente esso si estende per circa 9710 metri.

Tratta			Generazione	
Da	A	Lunghezza (km)	Pn (kW)	Vn (kV)
A8	A7	3,46	6600	30
A7	A6	3,46	13200	30
A6	A5	1,07	19800	30
A5	A4	1,42	26400	30
A4	Cabina raccolta e smistamento	2,96	33000	30
A3	Cabina raccolta e smistamento	0,66	6600	30
A1	A2	1,94	6600	30
A2	Cabina raccolta e smistamento	1,11	13200	30
Cabina di raccolta e smistamento	SSE lato utente di trasformazione	9,71	52800	30
SSE lato utente di trasformazione	Nuova stazione elettrica RTN	0,04	52800	36



### 5.1 Dimensionamento dei cavidotti in MT

Il dimensionamento dei cavidotti in MT a 30kV, sono stati eseguiti utilizzando la seguente relazioni matematiche le quali dovranno essere soddisfatte contemporaneamente:

$$I_b \leq I_z$$

$$\Delta V\% \leq 4\%$$

dove:

- $I_b$  è la corrente di impiego del cavo;
- $I_z$  è la portata del cavo, calcolata tenendo conto del tipo di cavo e delle condizioni di posa;

$\Delta V\%$  è la massima caduta di tensione calcolata tenendo conto della lunghezza del cavidotto oggetto di progettazione.

Per determinare la portata del cavo sono state ipotizzate le seguenti condizioni di posa:

$$I_z = I_0 k_1 k_2 k_3 k_4$$

Dove:

- $I_0$ : rappresenta la portata nominale del cavo;
- $k_1$ : fattore di correzione per gruppi di circuiti installati sullo stesso piano in tubi interrati;
- $k_2$ : fattore di correzione per differenti valori di profondità di posa;
- $k_3$ : fattore di correzione per temperatura di esercizio diverse da 20°C;
- $k_4$ : fattore di correzione valori di resistività termica del terreno diverse da 1 Km/W.

Il calcolo della caduta di tensione percentuale è stato svolto attraverso l'utilizzo della seguente relazione:

$$\Delta V\% = \frac{\sqrt{3} I l}{V_n} (r_l \cos\varphi + x_l \sin\varphi) \leq 4\%$$

Dove:

- $r_l$ : rappresenta la resistenza per unità di lunghezza specifica di quel cavo alla temperatura di esercizio;

 <p><b>AEI WIND PROJECT XI S.R.L.</b> P.I. 17264821004 Via Savoia 78, 00198 Roma</p>	<p align="center"><b>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 52,8 MW denominato “CATERINA II” situato nei comuni di Caltavuturo, Polizzi Generosa, Castellana Sicula, in provincia di Palermo (PA) e di Villalba, in provincia di Caltanissetta (CL)</b></p> <p align="center"><b>RELAZIONE TECNICA ELETTRICA</b></p>	<p align="right">DATA: DICEMBRE 2023 Pag. 22 di 60</p>
---	--	--

- $x_l$ : rappresenta a reattanza per unità di lunghezza specifica del cavo alla frequenza di 50Hz;
- $l$ : lunghezza del cavidotto;
- $I$ : intensità di corrente;
- $V_n$ : tensione nominale concatenata.

## 5.2 Scelte progettuali

Il dimensionamento dei cavidotti è stato svolto, considerando il seguente cavo unipolare di potenza, con anima in rame rosso flessibile, isolato in XLPE di qualità G7 con guaina in PVC per le connessioni tra gli aereogeneratori e la connessione tra la cabina di raccolta e smistamento e la cabina di trasformazione lato utente:

**RELAZIONE TECNICA ELETTRICA**

**CAVI MEDIA TENSIONE - ENERGIA  
MEDIUM VOLTAGE CABLES - POWER**

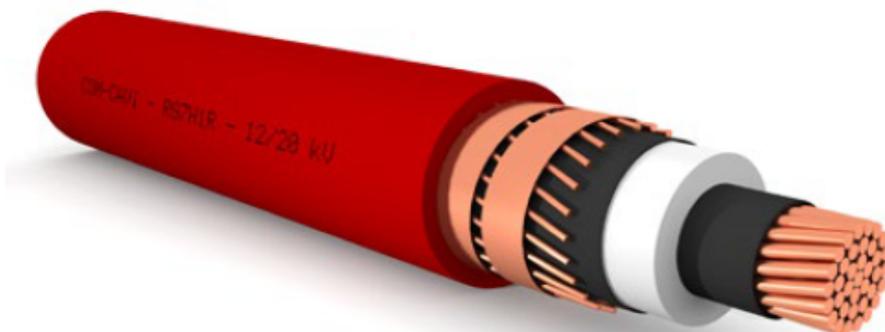
**RG7H1R 1.8/3 kV - 26/45 kV**

**MEDIA TENSIONE - SENZA PIOMBO  
MEDIUM VOLTAGE - LEAD-FREE**



**RIFERIMENTO NORMATIVO/STANDARD REFERENCE**

Costruzione e requisiti/Construction and specifications	IEC 60502 CEI 20-13
Misura delle scariche parziali/Measurement of partial discharges	CEI 20-16 IEC 60885-3
Propagazione fiamma/Flame propagation	CEI EN 60332-1-2



La immagine sono parametrici illustrati e sono protetti da copyright ©

**DESCRIZIONE:**

Cavi unipolari isolati in gomma HEPR di qualità G7, sotto guaina di PVC.

**CARATTERISTICHE FUNZIONALI:**

- Tensione nominale  $U_0/U$ : 1,8/3 ÷ 26/45 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 12 volte il diametro del cavo.
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 60 N/mm<sup>2</sup> di sezione del rame

**CONDIZIONI DI IMPIEGO:**

Adatto per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze. Per posa in aria libera, in tubo o canale. Ammessa la posa interrata anche non protetta, in conformità all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17.

**DESCRIPTION:**

Single-core cables, insulated with HEPR rubber of G7 quality, under PVC sheath.

**FUNCTIONAL CHARACTERISTICS**

- Nominal voltage  $U_0/U$ : 1,8/3 ÷ 26/45 kV
- Maximum operating temperature: 90°C
- Min. operating temperature: -15°C (without mechanical shocks)
- Minimum installation temperature: 0°C
- Maximum short circuit temperature: 250°C
- Recommended minimum bending radius: 12 times the cable diameter.
- Recommended maximum tensile stress: 60 N/mm<sup>2</sup> of the cross-section of the copper

**USE AND INSTALLATION**

Suitable for energy transmission between transformer rooms and big power users. For laying on air, into tube or open pass. Can be laid underground, also if not protected, complying with art. 4.3.11 of CEI 11-17 standard.



RELAZIONE TECNICA ELETTRICA

Caratteristiche tecniche/Technical characteristics  
U max: 52 kV

Formazione Size	Ø indicativo conduttore Approx. conduct. Ø	Spessore medio isolante Average insulation thickness	Ø esterno max Max outer Ø	Peso indicativo cavo Approx. cable weight	Portata di corrente Current rating			
					A			
					in aria In air		interroto* buried*	
n° x mm²	mm	mm	mm	kg/km	a trifoglio trefoil	in piano flat	a trifoglio trefoil	in piano flat
1 x 70	9,7	10,3	41,9	2150,0	280,0	315,0	255,0	260,0
1 x 95	11,4	10,3	43,8	2490,0	340,0	380,0	300,0	310,0
1 x 120	12,9	10,0	44,8	2735,0	395,0	440,0	355,0	365,0
1 x 150	14,3	9,5	45,1	3020,0	445,0	495,0	385,0	395,0
1 x 185	16,0	9,3	47,1	3395,0	510,0	570,0	440,0	450,0
1 x 240	18,3	9,3	49,2	4025,0	600,0	665,0	510,0	520,0
1 x 300	21,0	9,0	52,2	4725,0	695,0	760,0	570,0	580,0
1 x 400	23,2	9,0	54,8	5635,0	800,0	875,0	650,0	655,0
1 x 500	26,1	9,0	58,6	6825,0	930,0	1010,0	735,0	740,0
1 x 630	30,3	9,0	62,7	8260,0	1070,0	1180,0	835,0	845,0

\*Resistività termica del terreno 100°C cm/W  
\* Ground thermal resistivity 100°C cm/W

Caratteristiche elettriche/Electrical characteristics

Formazione Size	Resistenza elettrica a 20°C Max. electrical resistance at 20°C	Resistenza apparente a 90°C e 50Hz Conductor apparent resistance at 90°C and 50Hz		Reattanza di fase Phase reactance		Capacità a 50Hz Capacity at 50Hz
		a trifoglio trefoil	in piano flat	a trifoglio trefoil	in piano flat	
		Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	
1 x 70	0,268	0,342	0,342	0,15	0,21	0,15
1 x 95	0,193	0,246	0,246	0,14	0,20	0,16
1 x 120	0,153	0,198	0,198	0,14	0,20	0,18
1 x 150	0,124	0,159	0,158	0,13	0,19	0,20
1 x 185	0,0991	0,128	0,127	0,13	0,19	0,21
1 x 240	0,0754	0,0985	0,0972	0,12	0,18	0,23
1 x 300	0,0601	0,0797	0,0779	0,12	0,18	0,26
1 x 400	0,0470	0,0638	0,0616	0,11	0,17	0,28
1 x 500	0,0366	0,0517	0,0499	0,11	0,17	0,31
1 x 630	0,0283	0,0425	0,0389	0,10	0,16	0,34

Figura 7 – Scheda tecnica cavi MT

**RELAZIONE TECNICA ELETTRICA**

Per quanto riguarda il tipo di posa scelto, è stato considerato:

- Posa di tipo interrato;
- Cavi posati a trifoglio a contatto:  $K1=0.7$ ;
- Profondità di posa pari a 1.2m:  $K2=0.96$ ;
- Resistività termica del terreno pari a 1 Km/W:  $K3= 0.96$ ;
- Temperatura di servizio pari a 25°C:  $k4= 1.08$ .

**5.3 Risultati dimensionamento**

Nella seguente tabella viene riportata una sintesi dei calcoli svolti per il dimensionamento dei cavidotti:

Nelle seguenti tabelle vengono riportate in sintesi i calcoli svolti per il dimensionamento dei cavidotti, in funzione dei tratti analizzati:

CIRCUITO			A8 A7	A7 A6	A6 A5	A5 A4	A4 Cabina raccolta e smistamento	A3 Cabina raccolta e smistamento	A1 A2	A2 Cabina raccolta e smistamento	Cabina di raccolta e smistamento SSE lato utenza di trasformazione
TIPO CAVO			RG7HR 26/45 kv	RG7HR 26/45 kv	RG7HR 26/45 kv	RG 7HR 26/45 kv	RG7HR 36/45 kv	RG 7HR 36/45 kv	RG 7HR 26/45 kv	RG 7HR 26/45 kv	RG 7HR 26/45 kv
Tensione trasporto	Vn	kV	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Cosφ			0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
Potenza nominale	Pn	MW	6,6	13,2	39,8	264	33	6,6	6,6	13,2	52,8
Corrente di impiego	I <sub>0</sub>	A	127,02	254,03	381,05	508,07	635,09	127,02	127,02	254,03	1016,14
Numero di cavi in parallelo			1	1	1	1	2	1	1	1	2
Sezione cavo	S	mm <sup>2</sup>	70,00	130,00	300,00	500,00	240,00	70,00	70,00	130,00	630,00
Lunghezza linea	L	km	3,46	3,46	1,07	1,42	2,36	0,66	1,94	1,11	9,71
Resistenza della linea [20°C]	R <sub>L</sub>	Ω / km	0,27	0,12	0,06	0,04	0,08	0,27	0,27	0,12	0,03
Resistenza della linea [90°C]	R <sub>L</sub>	Ω / km	0,342	0,159	0,080	0,052	0,099	0,342	0,342	0,159	0,048
Reattanza della linea	X <sub>L</sub>	Ω / km	0,15	0,13	0,12	0,11	0,12	0,15	0,15	0,13	0,1
Caduta di tensione	ΔV	V	280,278	282,586	75,408	96,218	203,040	59,463	157,150	90,352	560,303
	Δy	%	0,93%	0,84%	0,25%	0,32%	0,68%	0,28%	0,52%	0,30%	1,67%
ΔV% ≤4%			VERIFICATO	VERIFICATO	VERIFICATO	VERIFICATO	VERIFICATO	VERIFICATO	VERIFICATO	VERIFICATO	VERIFICATO
Materiali e Isolamento											
Portata nominale	I <sub>0</sub>	A	355	385	570	735	510	355	355	385	835
Temperatura terreno	T	°C	25	25	25	25	25	25	25	25	25
seimo	nr		1	1	1	1	1	1	1	1	1
distanza	m		a contatto	a contatto	a contatto	a contatto	a contatto	a contatto	a contatto	a contatto	a contatto
Profondità di posa	m		1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Resistività termica	°C m/W		1	1	1	1	1	1	1	1	1
Fattori di correzione											
K1			0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
K2			0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
K3			0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
K4			1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
Portata cavo	I <sub>0</sub>	A	177,67	268,24	397,14	512,10	730,66	177,67	177,67	268,24	1163,54
I <sub>0</sub> ≤ I <sub>12</sub>			VERIFICATO	VERIFICATO	VERIFICATO	VERIFICATO	VERIFICATO	VERIFICATO	VERIFICATO	VERIFICATO	VERIFICATO

Tabella 3-Cavi MT previsti in progetto

 <p><b>AEI WIND PROJECT XI S.R.L.</b> P.I. 17264821004 Via Savoia 78, 00198 Roma</p>	<p align="center"><b>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 52,8 MW denominato “CATERINA II” situato nei comuni di Caltavuturo, Polizzi Generosa, Castellana Sicula, in provincia di Palermo (PA) e di Villalba, in provincia di Caltanissetta (CL)</b></p> <p align="center"><b>RELAZIONE TECNICA ELETTRICA</b></p>	<p align="right">DATA: DICEMBRE 2023 Pag. 26 di 60</p>
---	--	--

#### 5.4 Descrizione delle linee

L'energia prodotta da ogni aerogeneratore sarà, alle caratteristiche di frequenza 50Hz e di tensione 30kV, e sarà convogliata secondo la configurazione “entra-esci” in corrispondenza di ogni torre per poi confluire verso la Cabina di raccolta e smistamento con dei cavi di sezione adatta alla potenza trasportata, ed aventi caratteristiche di isolamento funzionali alla tensione di trasmissione (26/45kV).

La connessione tra la Cabina di raccolta e smistamento, passando mediante la configurazione “entra-esci”, alla SSE Utente avverrà mediante un cavidotto MT interrato.

I cavi utilizzati saranno del tipo con conduttori a corda rotonda compatta in rame, con isolamento in mescola di politene reticolato di colore naturale rispondente alle Norme CE 20-11, provvisti di strati semiconduttivi interni ed esterni in mescola estrusa all'isolante primario, lo schermo metallico sarà costituito da fili di rame rosso, la guaina esterna è costituita da una mescola termoplastica in PVC di qualità Rz di colore rosso.

I suddetti cavi saranno interrati ad una profondità di circa 1,2 metri e la posa sarà effettuata realizzando una trincea a sezione costante di circa 70 centimetri di larghezza, ponendo sul fondo dello scavo, opportunamente livellato, un letto di sabbia fine o di terreno escavato se dalle buone caratteristiche geomeccaniche.

Sul fondo dello scavo sarà posato il conduttore di protezione costituito da una corda di rame stagnata avente una sezione di 95 mmq o in alluminio di sezione equivalente, tale conduttore sarà interamente ricoperto dalla terra compattata.

Al di sopra di tale strato si poseranno quindi i conduttori a media tensione con posa a trifoglio, il cui verso di avvolgimento sarà invertito ogni 500 metri circa in modo da compensare le reattanze di linea.

I cavi saranno poi ricoperti da uno strato di circa 15/20 centimetri di terra vagliata e compattata.

Al di sopra di tale strato saranno posate per tutta la lunghezza dello scavo, ed in corrispondenza dei cavi, delle beole in CLS rosso, aventi la funzione di protezione da eventuali colpi di piccone o altro attrezzo da scavo, in caso di dissotterramenti futuri, nonché quella di indicare la posizione dei cavi stessi. Dopo la posa delle beole, si procederà al reitro dello scavo con la terra proveniente dallo scavo stesso debitamente compattata, fino ad una quota inferiore di 15 centimetri al piano campagna.

A tale quota si poserà quindi, una rete di plastica rossa o altro mezzo indicativo simile (nastri plastificati rossi, etc) atto a segnalare la presenza dei cavi sottostanti.

 <p><b>AEI WIND PROJECT XI S.R.L.</b> P.I. 17264821004 Via Savoia 78, 00198 Roma</p>	<p><b>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 52,8 MW denominato “CATERINA II” situato nei comuni di Caltavuturo, Polizzi Generosa, Castellana Sicula, in provincia di Palermo (PA) e di Villalba, in provincia di Caltanissetta (CL)</b></p> <p><b>RELAZIONE TECNICA ELETTRICA</b></p>	<p><b>DATA:</b> <b>DICEMBRE 2023</b> <b>Pag. 27 di 60</b></p>
---	--	---

In caso di percorso totalmente su terreno vegetale, lo scavo sarà completato con il rinterro di altro terreno vegetale, proveniente dallo scavo stesso, fino alla quota del piano campagna. In caso di attraversamenti stradali o di percorsi lungo una strada, la trincea di posa verrà realizzata secondo le indicazioni dei diversi Enti Gestori (Amm.ne Comunale e/o Provinciale).

Tutto il percorso dei cavi sarà opportunamente segnalato con l’infissione periodica (ogni 50 metri circa) di cartelli metallici indicanti l’esistenza dei cavi in MT sottostanti.

Tali cartelli potranno essere, eventualmente, sostituiti da mattoni collocati a filo superiore dello scavo e riportanti le indicazioni relative ai cavi sottostanti (Profondità di posa, Tensione di esercizio).

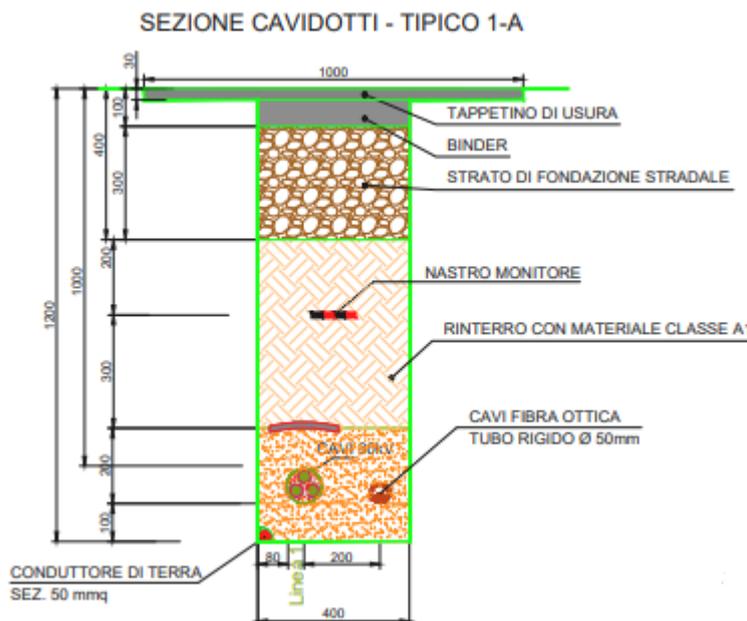
Ogni cinquecento metri, o a distanza diversa, dipendente dalle lunghezze commerciali dei cavi, si predisporranno delle camere cavi, costituite da pozzetti di ispezione 80cmx80cm, adatte ad eseguire le giunzioni necessarie fra le diverse tratte di cavi.

Si riporta un riepilogo delle indicazioni.

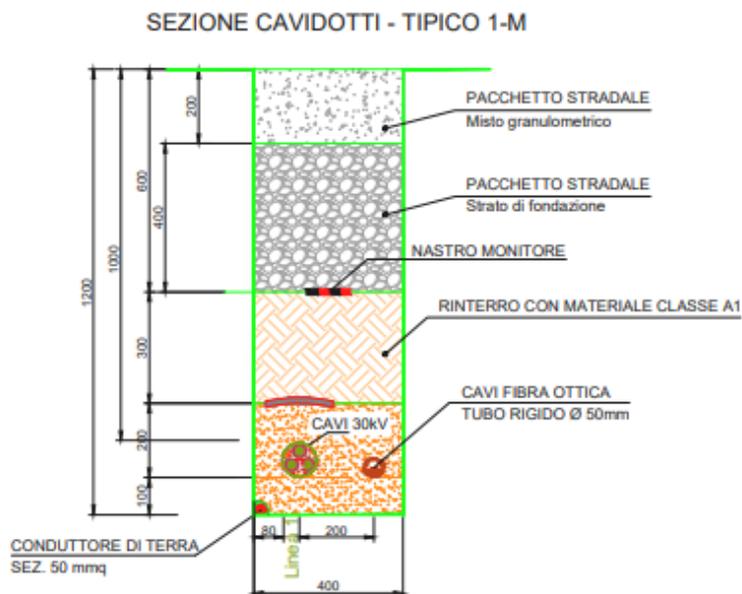
In sintesi, il sistema di linee interrate a servizio del parco, che per la quasi totalità del suo sviluppo segue il percorso delle piste di accesso, è realizzato con le seguenti modalità:

- scavo a sezione ristretta obbligata (trincea) con dimensioni di circa 70 x 120 cm di altezza;
- letto di sabbia di circa 10 cm, per la posa delle linee MT;
- tubazioni in PVC, idonee per il contenimento di cavi MT 30 kV, diametro 240/300 mm;
- cavi tripolari MT 30 kV, collocati all’interno delle tubazioni protettive di contenimento;
- rinfilanco e copertura delle tubazioni PVC (contenenti i cavi MT) con sabbia, per almeno 10 cm;
- corda nuda in rame, per la protezione di terra, e tubazioni PVC per il contenimento dei cavi di segnale e della fibra ottica, posati direttamente sulla sabbia, all’interno dello scavo;
- riempimento per almeno 20 cm con sabbia;
- nastro in PVC di segnalazione;
- rinterro con n materiale proveniente dallo scavo o con materiale inerte.

**RELAZIONE TECNICA ELETTRICA**

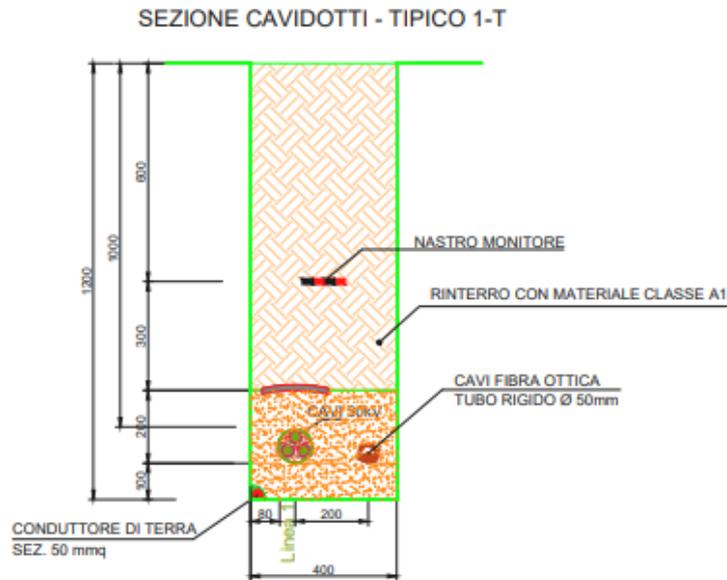


*Figura 8 - Sezione di scavo Cavo MT su strada asfaltata*



*Figura 9 - Sezione di scavo Cavo MT + cavo segnale e corda di rame su strada sterrata*

**RELAZIONE TECNICA ELETTRICA**



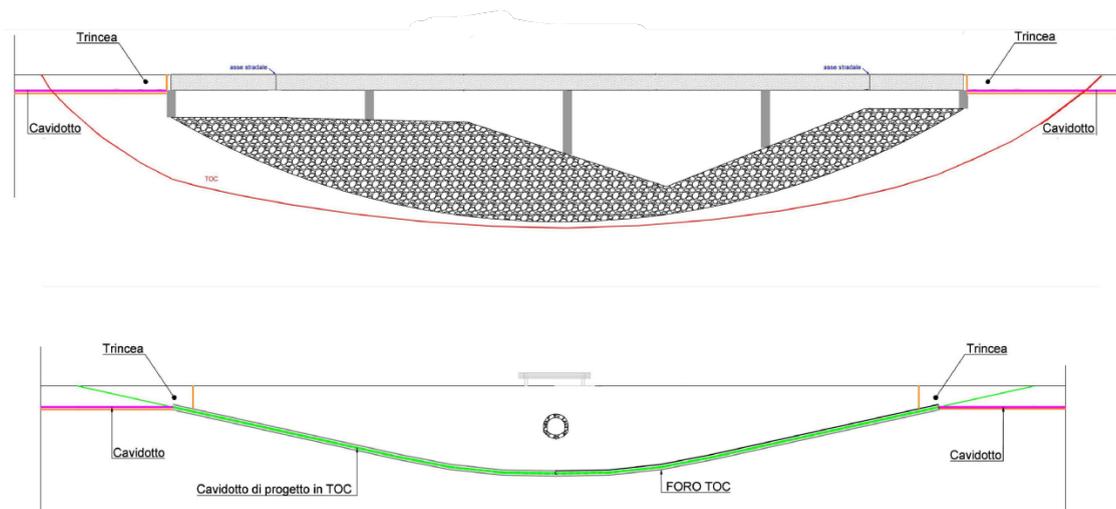
*Figura10 - Sezione di scavo Cavo MT + cavo segnale e corda di rame su terreno*



Il progetto prevede, in corrispondenza di tutti gli attraversamenti con i corpi idrici naturali di superare l'interferenza mediante la tecnica delle Trivellazioni Orizzontali Controllate (T.O.C), che consente di superare le aree tutelate e a pericolosità idrogeologica attraverso l'immissione dei cavi con metodologia “noding” (senza scavo). Questa tecnologia permette di effettuare la posa di cavi con un sistema di aste teleguidate che perforano il sottosuolo creando lo spazio necessario alla posa.

In tali sezioni la profondità di posa della TOC è di circa 20 m, in funzione della profondità della frana, o del complesso di frane, che ivi si realizzano.

Tali profondità sono sicuramente tali da non essere raggiunte da erosioni d'alveo localizzate o diffuse che possono verificarsi in corrispondenza di dinamiche d'alveo.



*Figura 11 – Sezione tipo TOC*

Il progetto prevede in corrispondenza degli attraversamenti esistenti lo staffaggio a struttura esistente al di sopra dell'intradosso; le verifiche idrauliche relative alle opere previste in progetto sono state finalizzate all'analisi dell'interazione tra le correnti di piena e gli attraversamenti.



RELAZIONE TECNICA ELETTRICA

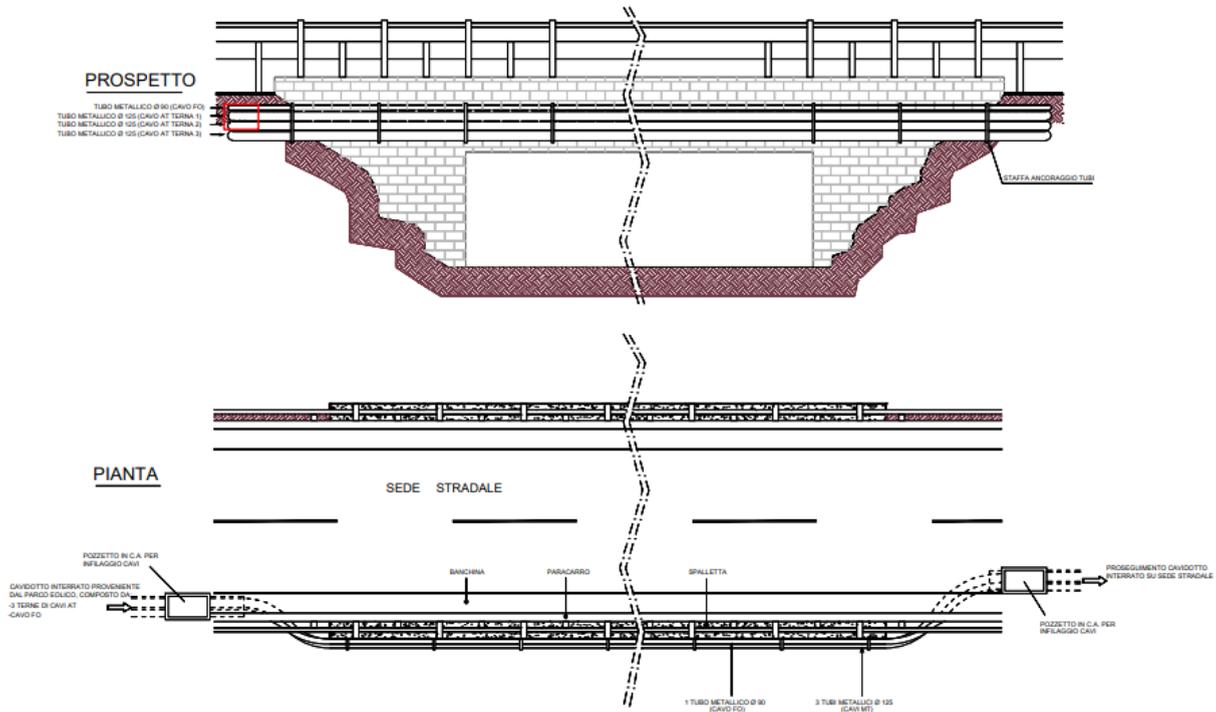


Figura 12 – Staffaggio tipo su ponte

### 5.5 Dimensionamento del cavidotto in AT

Il dimensionamento del cavidotto in AT a 36kV, è stato eseguito utilizzando le seguenti relazioni matematiche le quali dovranno essere soddisfatte contemporaneamente:

$$I_b \leq I_z$$

$$\Delta V\% \leq 4\%$$

dove:

- $I_b$  è la corrente di impiego del cavo;
- $I_z$  è la portata del cavo, calcolata tenendo conto del tipo di cavo e delle condizioni di posa;

$\Delta V\%$  è la massima caduta di tensione calcolata tenendo conto della lunghezza del cavidotto oggetto di progettazione.

Per determinare la portata del cavo sono state ipotizzate le seguenti condizioni di posa:

$$I_z = I_0 k_1 k_2 k_3 k_4$$

Dove:

- $I_0$ : rappresenta la portata nominale del cavo;
- $k_1$ : fattore di correzione per gruppi di circuiti installati sullo stesso piano in tubi interrati;
- $k_2$ : fattore di correzione per differenti valori di profondità di posa;
- $k_3$ : fattore di correzione per temperatura di esercizio diverse da 20°C;
- $k_4$ : fattore di correzione valori di resistività termica del terreno diverse da 1 Km/W.

Il calcolo della caduta di tensione percentuale è stato svolto attraverso l'utilizzo della seguente relazione:

$$\Delta V\% = \frac{\sqrt{3} I l}{V_n} (r_l \cos\varphi + x_l \sin\varphi) \leq 4\%$$

Dove:

- $r_l$ : rappresenta la resistenza per unità di lunghezza specifica di quel cavo alla temperatura di

 <p>AEI WIND PROJECT XI S.R.L. P.I. 17264821004 Via Savoia 78, 00198 Roma</p>	<p><b>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 52,8 MW denominato “CATERINA II” situato nei comuni di Caltavuturo, Polizzi Generosa, Castellana Sicula, in provincia di Palermo (PA) e di Villalba, in provincia di Caltanissetta (CL)</b></p> <p><b>RELAZIONE TECNICA ELETTRICA</b></p>	<p>DATA: DICEMBRE 2023 Pag. 33 di 60</p>
--	--	--

esercizio;

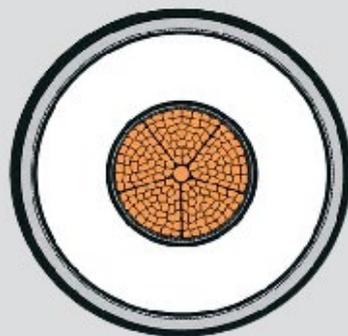
- $x_l$ : rappresenta a reattanza per unità di lunghezza specifica del cavo alla frequenza di 50Hz;
- $l$ : lunghezza del cavidotto;
- $I$ : intensità di corrente;
- $V_n$ : tensione nominale concatenata.

### 5.6 Scelte progettuali

Il dimensionamento del cavidotto è stato svolto, considerando il seguente cavo unipolare di potenza, con anima in rame, isolato in XLPE con guaina in PVC per la connessione in antenna a 36kV tra la stazione di trasformazione lato utente e la Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) 380/150/36 kV della RTN, da inserire in entra-esce sul futuro elettrodotto RTN a 380 kV della RTN “Chiaramonte Gulfi-Ciminna”:



## High Voltage Cables



### HXLMK / AHXLMK

#### Single core XLPE insulated power cable with lead sheath

- 1 **Conductor**  
Longitudinally watertight segmental stranded and compacted copper or aluminium
- 2 **Binder tapes**  
Semiconducting waterblocking tapes and binder tapes
- 3 **Conductor screen**  
Extruded semiconducting copolymer compound
- 4 **Insulation**  
Extruded superclean XLPE compound
- 5 **Insulation screen**  
Extruded semiconducting copolymer compound
- 6 **Bedding**  
Semiconducting waterblocking tapes
- 7 **Metallic sheath**  
Extruded lead, alloy E
- 8 **Outer sheath**  
Extruded PE, PVC or HFFR



RELAZIONE TECNICA ELETTRICA

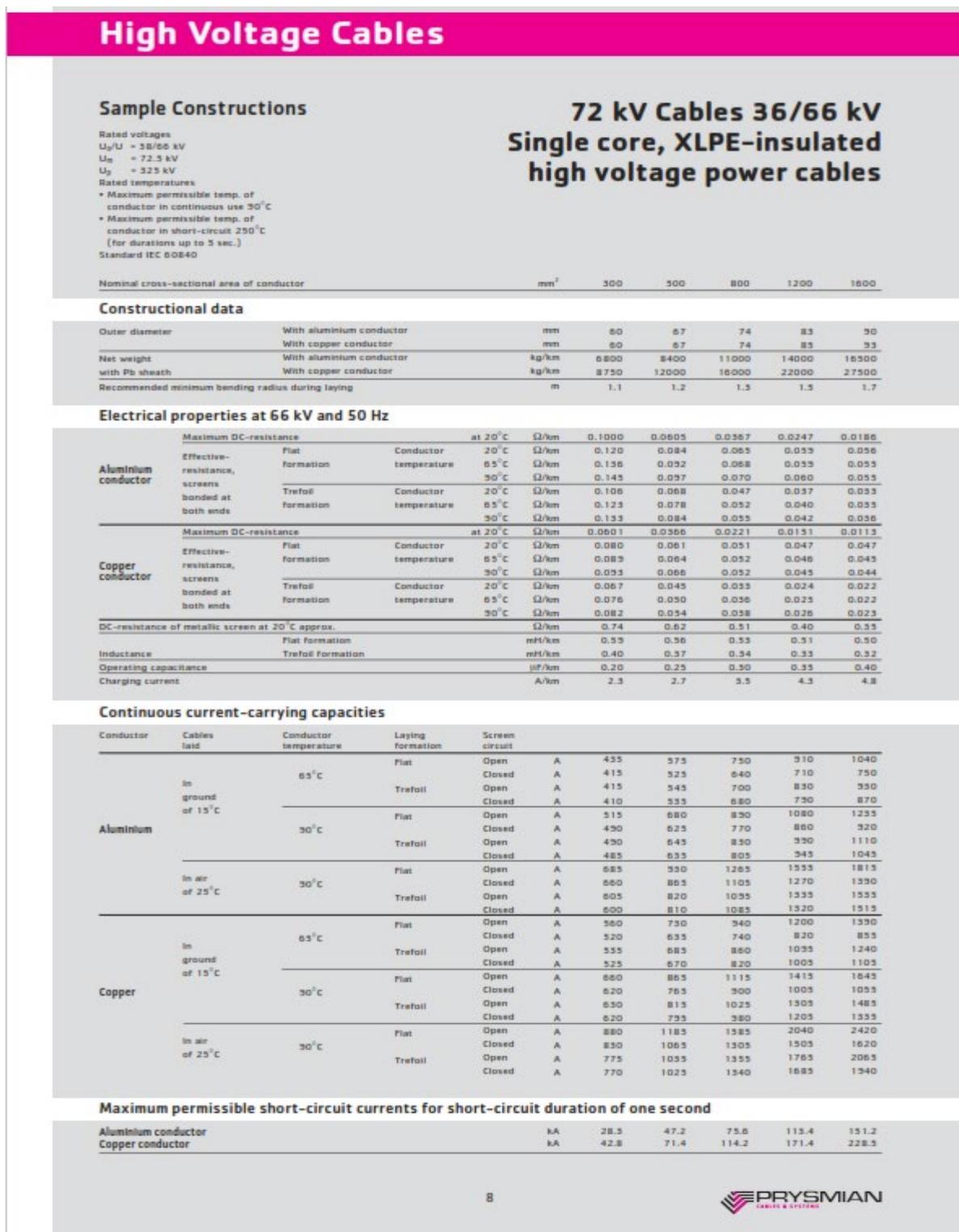


Figura 8 – Scheda tecnica cavo AT

Per quanto riguarda il tipo di posa scelto, è stato considerato:

- Posa di tipo interrato;

RELAZIONE TECNICA ELETTRICA

- Cavi posati a trifoglio a contatto;
- Profondità di posa pari a 1.3m;
- Resistività termica del terreno pari a 1 Km/W;
- Temperatura di servizio pari a 25°C.

### 5.7 Risultati dimensionamento

Nella seguente tabella viene riportata una sintesi del calcolo svolto per il dimensionamento del cavidotto:

CIRCUITO			SSE lato utente di trasformazione Nuova stazione elettrica RTN
TIPO CAVO			HXLMK da 38/66kV Umax 72,5kV
Tensione trasporto	Vn	KV	36
Cosfi			0,97
Sinfi			0,24
Potenza nominale	Pn	MW	52,8
Corrente di impiego	I <sub>b</sub>	A	846,78
Tipo di posa			Interrato
Tipo di disposizione			A trifoglio
Numero di cavi in parallelo			2
Sezione cavo	S	mm <sup>2</sup>	300
Lunghezza linea	L	km	0,451
Resistenza della linea [20°C]	R <sub>L</sub>	Ω / km	0,067
Resistenza della linea [90°C]	R <sub>L</sub>	Ω / km	0,082
Reattanza della linea	X <sub>L</sub>	Ω / km	0,126
Caduta di tensione	ΔV	V	36,41
	ΔV	%	0,10%
ΔV% ≤ 4%			VERIFICATO
Materiale isolamento			XLPE
Portata nominale	I <sub>0</sub>	A	630
Temperatura terreno	T	°C	25
Numero di gruppo di cavi (o Terne)			1
Numero di tubi			1
Resistività termica		°C m/W	1
Profondità di posa		m	1,3
distanza		mm	a contatto
Fattori di correzione			
K1			0,93
K2			0,8
K3			1
K4			0,97
Portata cavo	I <sub>z</sub>	A	909,32
I <sub>b</sub> ≤ I <sub>z</sub>			VERIFICATO

Tabella 4-Cavo AT previsto da progetto

 <p><b>AEI WIND PROJECT XI S.R.L.</b> P.I. 17264821004 Via Savoia 78, 00198 Roma</p>	<p align="center"><b>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 52,8 MW denominato “CATERINA II” situato nei comuni di Caltavuturo, Polizzi Generosa, Castellana Sicula, in provincia di Palermo (PA) e di Villalba, in provincia di Caltanissetta (CL)</b></p> <p align="center"><b>RELAZIONE TECNICA ELETTRICA</b></p>	<p align="right">DATA: DICEMBRE 2023 Pag. 37 di 60</p>
---	--	--

## 5.8 Cabina di Raccolta e Smistamento

È prevista la realizzazione di una cabina di raccolta e smistamento di dimensioni indicative 10,5 m x 6 m alla quale convergono i cavidotti interrati a 30 kV con cavo con conduttori di fase in rame provenienti dagli aerogeneratori A4, A3 e A2.

Questa cabina ha il compito di raccogliere, smistare l'energia in essa confluita ad una tensione di 30kV fino alla SSE Utente.

La realizzazione della cabina comporterà l'esecuzione delle seguenti attività:

- Livellamento del terreno (scavi e riporti) di ubicazione della sottostazione
- Realizzazione di fondazioni in cemento armato gettato in opera
- Realizzazione di vie cavi
- Realizzazione edificio cabina

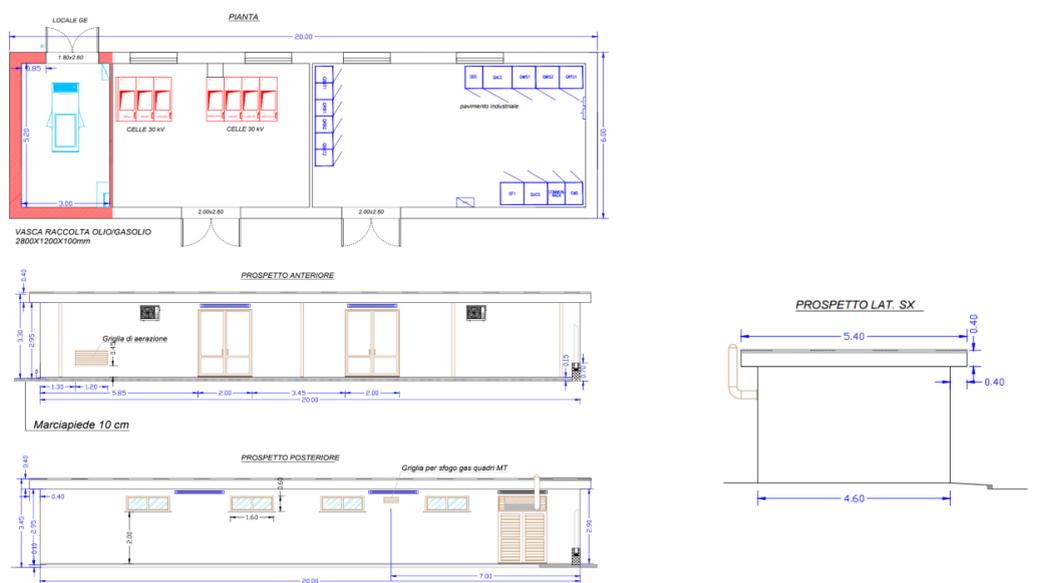
L'ubicazione della cabina è scelta in modo da:

- ✓ Evitare di interessare centri abitati, nuclei e insediamenti rurali ed abitazioni isolate, tenendo conto anche d'eventuali trasformazioni ed espansioni urbanistiche programmate, in atto o prevedibili;
- ✓ Evitare l'interferenza con le zone di pregio ambientale, naturalistico, paesaggistico e archeologico;
- ✓ Recare minor danno possibile alle proprietà interessate, avendo cura di vagliare le situazioni esistenti sui fondi da asservire rispetto anche alle condizioni dei terreni limitrofi;

Per la sua realizzazione non è previsto l'abbattimento degli arbusti ad essa adiacenti.

La tipica cabina di smistamento è schematizzata in pianta nella seguente figura:

**RELAZIONE TECNICA ELETTRICA**



*Figura 9 - Tipico Cabina di Raccolta e Smistamento*

## 5.9 SSE Utente

In corrispondenza della Cabina di raccolta e consegna, l’energia elettrica viene trasferita con unico cavidotto a 30kV, alla SSE Utente.

Questa rappresenta il punto di raccolta dell’energia prodotta dal campo eolico e consente il trasporto dell’energia prodotta fino al punto di consegna della rete di trasmissione nazionale.

La SSE Utente sarà realizzata allo scopo di collegare il parco eolico in antenna a 36 kV con la sezione a 36 kV ad una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) 380/150/36 kV della RTN, da inserire in entra – esce sul futuro elettrodotto RTN a 380 kV della RTN “Chiaramonte Gulfi - Ciminna”

La stazione di utenza, completa di relative apparecchiature ausiliarie (quadri, sistemi di controllo e protezione, trasformatore ausiliario), sarà ubicata nel comune di Villalba (PA), con dimensioni 40,00 x 40,00 m ed occupa un’area di circa 1600 m<sup>2</sup>.

L’energia prodotta prima di essere immessa alla futura Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) viene elevata alla tensione di 30/36 kV mediante un trasformatore trifase di potenza 36/30 kV; Pn = 90MVA.

Il quadro all’aperto della SSE di Utente è composto da:

- stallo AT;
- trasformatore 36/30;

**RELAZIONE TECNICA ELETTRICA**

- Sale quadri allestite in container.

Sono stati inoltri predisposti gli spazi per l’eventuale installazione di elementi di compensazione per la potenza reattiva; la posizione dell’edificio quadri consente di agevolare l’ingresso dei cavi MT nella stazione e sarà di dimensione adeguate nel rispetto delle leggi vigenti e rispettive regole tecniche.

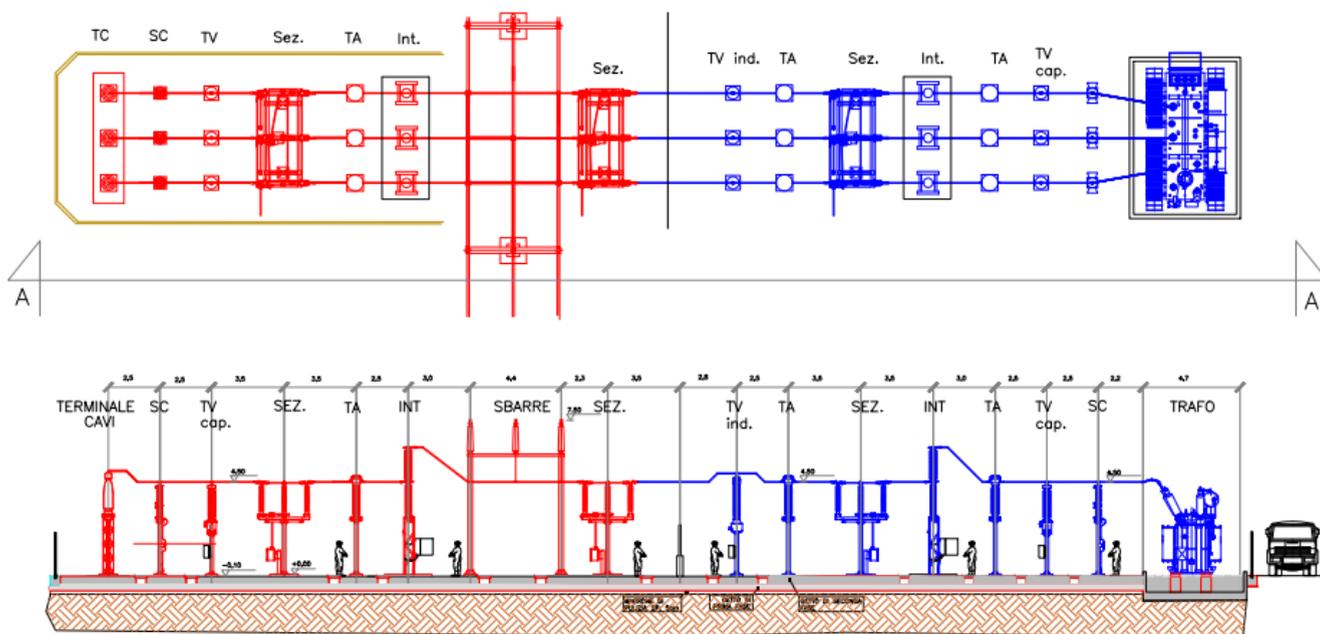
I montanti essenzialmente sono così equipaggiati:

- Stallo AT 36kV di arrivo produttore in CP Chiamonte Gulfi - Ciminna già autorizzata con Determinazione

La stazione elettrica di utenza è inoltre dotata di:

- Sistema di Protezione Comando e Controllo – SPCC;
- Servizi Ausiliari di Stazione;
- Palo antenna TLC;
- Sezione MT, sino alle celle MT di partenza verso il campo eolico.

ESTRATTO PIANTA (scala 1:100)

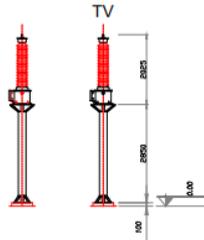




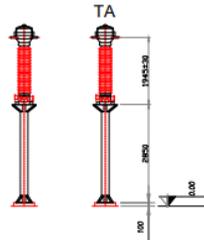
**RELAZIONE TECNICA ELETTRICA**

**PARTICOLARI APPARECCHIATURE**

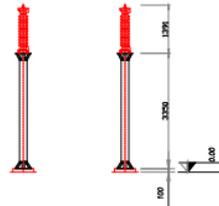
SOSTEGNO CON TV



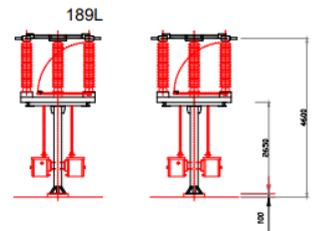
SOSTEGNO CON TA



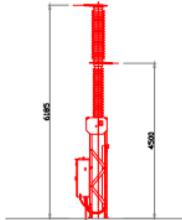
SOSTEGNO CON SCARICATORE



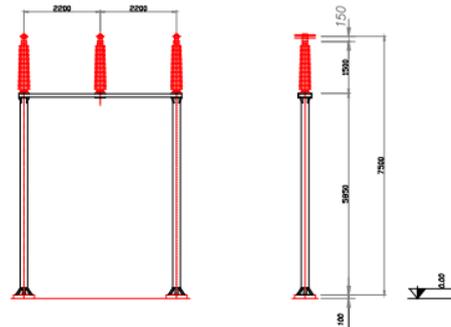
SOSTEGNO CON SEZIONATORE



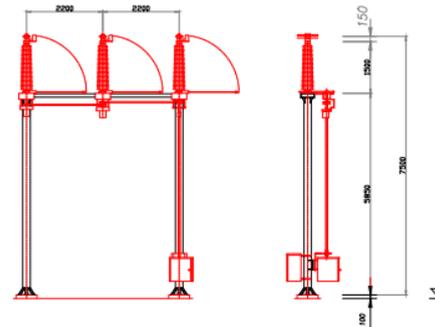
SOSTEGNO CON INTERRUOTORE



SOSTEGNO PORTALE SBARRE



SOSTEGNO PORTALE SBARRE CON SEZIONATORE TERRA SBARRE





 <p><b>AEI WIND PROJECT XI S.R.L.</b> P.I. 17264821004 Via Savoia 78, 00198 Roma</p>	<p align="center"><b>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 52,8 MW denominato “CATERINA II” situato nei comuni di Caltavuturo, Polizzi Generosa, Castellana Sicula, in provincia di Palermo (PA) e di Villalba, in provincia di Caltanissetta (CL)</b></p> <p align="center"><b>RELAZIONE TECNICA ELETTRICA</b></p>	<p align="right">DATA: DICEMBRE 2023 Pag. 42 di 60</p>
---	--	--

stazione qualora venga a mancare il sistema di teletrasmissione o quando questo è messo fuori servizio per manutenzione.

In sala quadri la situazione dell’impianto (posizione degli organi di manovra), le misure e le segnalazioni sono rese disponibili su un display video dal quale è possibile effettuare le manovre di esercizio.

Il sistema di controllo e protezione della sottostazione, installato all’interno della cabina elettrica di sottostazione, è necessario per il buon funzionamento degli organi di alta tensione e per la gestione dei dati di interfaccia con il Gestore della Rete e dovrà essere totalmente conforme alle specifiche riportate nell’allegato A68 di Terna; inoltre, se sarà necessario, in questo pannello dovrà essere implementato il sistema di logiche di gestione automatica dell’impianto (interblocchi elettronici, ecc).

Pertanto, il sistema di controllo dovrà essere in grado di ricevere dati da Terna, secondo quanto prescritto dalle Regole di Connessione di Terna stessa e attualizzarli verso le apparecchiature AT, nei tempi e nei modi che saranno stabiliti in fase di realizzazione dell’opera in funzione delle specifiche caratteristiche dei componenti.

Questi segnali, ai sensi delle suddette regole di connessione, serviranno in special modo per gestire le manovre degli interruttori (ed eventualmente degli organi di sezionamento) a 380 kV, al fine di modificare l’assetto della rete verso la condizione più opportuna per garantire la migliore continuità e la qualità del servizio.

Sarà inoltre necessario un sistema di misura, in grado di monitorare costantemente le principali grandezze elettriche nelle varie parti d’impianto, riassumendole in questo pannello per renderle disponibili al sistema di gestione dell’impianto e al Gestore della Rete, con particolare attenzione per:

- Tensione
- Corrente
- Potenza Attiva trasferita su ogni stallo
- Potenza Reattiva trasferita su ogni stallo

Inoltre, sulla base degli accordi che saranno presi con le Autorità competenti, potrebbe essere richiesto un pannello di misura di tipo Fiscale, per il computo dell’energia elettrica direttamente assorbita dalla sottostazione. Oltre al controllo a distanza e alla gestione automatica locale, dovrà essere previsto un

 <p><b>AEI WIND PROJECT XI S.R.L.</b> P.I. 17264821004 Via Savoia 78, 00198 Roma</p>	<p align="center"><b>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 52,8 MW denominato “CATERINA II” situato nei comuni di Caltavuturo, Polizzi Generosa, Castellana Sicula, in provincia di Palermo (PA) e di Villalba, in provincia di Caltanissetta (CL)</b></p> <p align="center"><b>RELAZIONE TECNICA ELETTRICA</b></p>	<p align="right">DATA: DICEMBRE 2023 Pag. 43 di 60</p>
---	--	--

pannello per l'alloggiamento delle protezioni elettriche di rete, che agiranno sugli interruttori a 380 kV della nuova sottostazione ed eventualmente su quelli immediatamente adiacenti (anche all'altro capo delle linee a 380 kV).

Pertanto dovranno essere previsti i seguenti relè di protezione per ciascun interruttore di linea:

- ✓ relè di massima corrente istantanea/ritardata (codice ANSI 50/51)
- ✓ relè di protezione per discordanza poli
- ✓ relè di mancata apertura interruttore (codice ANSI 50BF), che agirà sulle bobine di apertura degli interruttori adiacenti, se necessario anche a livelli di tensione diversi)
- ✓ relè di protezione distanziometrica (codice ANSI 21L)
- ✓ relè di autorichiusura (codice ANSI 79)
- ✓ relè di massima tensione (codice ANSI 59)
- ✓ relè di minima tensione (codice ANSI 27)
- ✓ relè di blocco per l'intervento delle protezioni (codice ANSI 86)
- ✓ relè di allarme, che raccoglie gli interventi delle protezioni elettriche originanti un allarme (codice ANSI 74)
- ✓ relè di scatto verso terzi (codice ANSI 94)

In più, per il trasformatore 36/30 dovranno essere previsti gli spazi per alloggiare:

- ✓ relè di protezione differenziale totale del trasformatore (Codice ANSI 87T)
- ✓ relè di protezione direzionale di terra (Codice ANSI 64T) per il neutro
- ✓ relè di blocco trasformatore (Codice ANSI 86T), che raccoglie gli interventi delle protezioni elettriche originanti uno scatto
- ✓ relè di allarme trasformatore (Codice ANSI 74T), che raccoglie gli interventi delle protezioni elettriche originanti un allarme

Sia il sistema di controllo che quello di misura che quello di protezione dovranno essere alimentati da sorgente ininterrompibile, in modo da permettere la messa in sicurezza dell'impianto in caso di fuori servizio dell'alimentazione principale.

Tali apparati dovranno essere in grado di mettere a disposizione i segnali registrati per la

 <p><b>AEI WIND PROJECT XI S.R.L.</b> P.I. 17264821004 Via Savoia 78, 00198 Roma</p>	<p align="center"><b>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 52,8 MW denominato “CATERINA II” situato nei comuni di Caltavuturo, Polizzi Generosa, Castellana Sicula, in provincia di Palermo (PA) e di Villalba, in provincia di Caltanissetta (CL)</b></p> <p align="center"><b>RELAZIONE TECNICA ELETTRICA</b></p>	<p align="right">DATA: DICEMBRE 2023 Pag. 44 di 60</p>
---	--	--

teletrasmissione in tempo reale.

### 5.9.2 UPS & Gruppo Elettrogeno

Al fine di garantire la continuità dell'alimentazione dei servizi ausiliari anche in condizioni di funzionamento anomalo della stazione (black out), il sistema dovrà sempre assicurare almeno il funzionamento dei dispositivi di protezione, degli automatismi e la manovra degli organi di sezionamento e di interruzione.

L'alimentazione in corrente continua dovrà essere realizzata mediante gruppi raddrizzatoricarica batteria. In caso di mancanza della sorgente alternata, la capacità della batteria dovrà essere tale da assicurare il corretto funzionamento dei circuiti alimentati almeno per il tempo necessario affinché il personale possa intervenire. Si riporta di seguito un elenco generale delle principali utenze privilegiate di una stazione elettrica; queste dovranno essere alimentate, in caso di black-out totale tramite il gruppo elettrogeno (commutato automaticamente, con disinserimento delle utenze non essenziali per il funzionamento dell'impianto).

In corrente alternata dovranno essere alimentati i seguenti carichi:

- raddrizzatori;
- illuminazione e f.m. privilegiata (sia in campo che nell'edificio);
- motori di manovra dei sezionatori (se alimentati in c.a.);
- motori per il comando degli interruttori;
- motori degli aerotermini dei trasformatori, se necessario e se presenti;
- raddrizzatori delle teletrasmissioni.

In corrente continua dovranno essere alimentati i seguenti carichi:

- protezioni elettriche;
- comando e controllo delle apparecchiature e macchinario principale;
- motori di manovra dei sezionatori (se alimentati in c.c.);
- pannelli vari.

Si precisa che le protezioni elettriche “principali” e le protezioni elettriche “di riserva” devono essere

 <p><b>AEI WIND PROJECT XI S.R.L.</b> P.I. 17264821004 Via Savoia 78, 00198 Roma</p>	<p align="center"><b>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 52,8 MW denominato “CATERINA II” situato nei comuni di Caltavuturo, Polizzi Generosa, Castellana Sicula, in provincia di Palermo (PA) e di Villalba, in provincia di Caltanissetta (CL)</b></p> <p align="center"><b>RELAZIONE TECNICA ELETTRICA</b></p>	<p align="right">DATA: DICEMBRE 2023 Pag. 45 di 60</p>
---	--	--

alimentate da circuiti di alimentazione distinti; deve essere prevista per tutte le utenze in c.c. l'alimentazione di tipo radiale con la possibilità (a livello di singolo chiosco) di “soccorso alimentazioni”.

#### **- Criteri generali per il dimensionamento del sistema di alimentazione in c.c.**

Ai fini del dimensionamento del sistema c.c. si dovrà ipotizzare il verificarsi contemporaneo delle seguenti condizioni:

- a) guasto su una batteria, resta quindi una sola batteria in servizio che alimenta l'intero impianto;
- b) mancanza dell'alimentazione in c.a. per 4 ore;
- c) apertura contemporanea di tutti gli interruttori di una semisbarra, considerando l'intervento della Mancata Apertura Interruttore (MAI) su tutta la sezione.

Durante la fase di scarica, le batterie dovranno essere in grado di fornire la corrente permanente richiesta dal sistema in c.c. per la durata di 8 ore, nonché di fornire, per la durata convenzionale di trenta secondi e dopo le assunte quattro ore, la corrente transitoria richiesta dal sistema in c.c., relativa alla peggiore delle ipotesi di cui sopra. Durante il funzionamento delle batterie è opportuno che la tensione misurata ai morsetti non scenda mai al di sotto di 99 V.

#### **- Servizi ausiliari in c.c.**

L'alimentazione dei servizi in corrente continua sarà assicurata da un idoneo sistema raddrizzatore/batterie a 110 Vcc.

Le caratteristiche di raddrizzatore e batterie saranno:

Raddrizzatore:

- Ingresso (c.a.): 3 x 400 / 230 Vca
- Uscita (c.c.): 125 Vcc +10%, -15% Corrente nominale: 40 A
- Batteria: Capacità: 120 Ah
- Autonomia minima (guasto c.a.): 8 h

Tali dimensionamenti sono indicativi ed andranno verificati in funzione delle reali caratteristiche dei dispositivi che saranno forniti dall'impresa esecutrice dei lavori.

 <p>AEI WIND PROJECT XI S.R.L. P.I. 17264821004 Via Savoia 78, 00198 Roma</p>	<p><b>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 52,8 MW denominato “CATERINA II” situato nei comuni di Caltavuturo, Polizzi Generosa, Castellana Sicula, in provincia di Palermo (PA) e di Villalba, in provincia di Caltanissetta (CL)</b></p> <p><b>RELAZIONE TECNICA ELETTRICA</b></p>	<p>DATA: DICEMBRE 2023 Pag. 46 di 60</p>
--	--	--

Le apparecchiature alimentate alla tensione di 110 Vcc funzionano ininterrottamente.

Il processo di carica delle batterie sarà gestito automaticamente, senza la necessità di alcun tipo di vigilanza o controllo, quindi più sicuro per il mantenimento di un servizio permanente.

Le apparecchiature saranno idonee a funzionare con temperature interne all’edificio comprese tra 10°C e 40°C. In condizioni di normale funzionamento (corrente alternata presente), il raddrizzatore fornisce sia la corrente di funzionamento degli ausiliari in corrente continua, sia la corrente di mantenimento o di carica necessaria per la batteria.

In assenza di corrente alternata di alimentazione, la batteria deve essere in grado di alimentare i circuiti ausiliari in corrente continua per il tempo prefissato.

#### **- Generatore diesel di emergenza**

Dovrà essere prevista la fornitura e l’installazione di un Gruppo Elettrogeno di emergenza, in bassa tensione, ovvero a 400 V 50 Hz, trifase con neutro disponibile, necessario per l’alimentazione dei carichi in caso di black-out delle linee di alimentazione a 25 kV.

L’autonomia minima di questo generatore non dovrà essere inferiore a 10 ore, considerando le condizioni più gravose di funzionamento per tutta la durata del servizio.

Tale generatore dovrà alimentare direttamente il quadro elettrico LV-00, mediante sistema di intervento automatico per minima tensione di sbarra dello stesso quadro, in modo da sopperire anche agli interventi intempestivi delle protezioni sugli arrivi linea a 15 kV.

Sarà dotato di un sistema di parallelo breve per permettere il ripristino dell’alimentazione da linea normale senza buchi di tensione.

Sarà alloggiato all’esterno dell’edificio SA/SQ, in un container o edificio in muratura, dotato di tutte le apparecchiature di illuminazione e sicurezza previste per l’edificio principale.

Il dimensionamento del generatore verrà verificato in sede di esecuzione dei lavori, sulla base dei carichi realmente necessari per la continuità del servizio della sottostazione, considerando un margine del 20% sulla potenza installata che dovrà essere alimentata.

#### **- Composizione minima degli impianti tecnologici**

- impianti luce e FM interni ai locali.

 <p><b>AEI WIND PROJECT XI S.R.L.</b> P.I. 17264821004 Via Savoia 78, 00198 Roma</p>	<p align="center"><b>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 52,8 MW denominato “CATERINA II” situato nei comuni di Caltavuturo, Polizzi Generosa, Castellana Sicula, in provincia di Palermo (PA) e di Villalba, in provincia di Caltanissetta (CL)</b></p> <p align="center"><b>RELAZIONE TECNICA ELETTRICA</b></p>	<p align="right">DATA: DICEMBRE 2023 Pag. 47 di 60</p>
---	--	--

- Sistema di illuminazione esterna dell’impianto
- Impianto di illuminazione Impianto F.M.
- Sistema di rivelazione di fumi/incendio
- Impianto di climatizzazione
- Impianto con termocamere e speed dome tracking
- Impianto di telecomunicazione composto da palo antenna, parabola e relativi armadi per le apparecchiature

### 5.9.3 Trasformatore 36/30

Il trasformatore trifase con isolamento in olio minerale, è del tipo in olio per trasmissione in alta tensione, con tensione primaria 36 KV e secondaria 30 kV, è costruito secondo le norme CEI 14-4, con nucleo magnetico a lamierini al Fe e Si a cristalli orientati a bassa cifra di perdita ed elevata permeabilità. I nuclei sono realizzati a sezione gradinata con giunti a 45° e montati a strati sfalsati (esecuzione step lap) per assicurare una riduzione delle perdite a vuoto ed un migliore controllo del livello di rumore.

Gli avvolgimenti sono realizzati con conduttori in rame elettrolitico E Cu 99.9%, ricotto o ad incrudimento controllato, con isolamento in carta di pura cellulosa.

Allo scopo di mantenere costante la tensione dell'avvolgimento secondario al variare della tensione primaria il trasformatore è stato corredato di un commutatore di prese sull'avvolgimento collegato alla rete elettrica soggetto a variazioni di tensione.

Lo smaltimento dell'energia termica prodotta nel trasformatore per effetto delle perdite nel circuito magnetico e negli avvolgimenti elettrici è del tipo ONAN/ONAF (circolazione naturale dell'olio e dell'aria/circolazione naturale dell'olio e forzata dell'aria).

Le casse d'olio sono in acciaio elettrosaldato con conservatore e radiatori, gli isolatori passanti sono in porcellana. La macchina è riempita con olio minerale esente da PCB.

Il trasformatore è dotato di valvola di svuotamento dell'olio a fondo cassa, valvola di scarico delle sovrappressioni sul conservatore d'olio, livello olio, pozzetto termometrico, morsetti per la messa a terra della cassa, golfari di sollevamento, rulli di scorrimento orientabili.

Il peso complessivo del trasformatore è stimabile attorno alle 65/70 t.

Il collegamento delle fasi è gruppo tipo stella/triangolo (YNd11).

 <p><b>AEI WIND PROJECT XI S.R.L.</b> P.I. 17264821004 Via Savoia 78, 00198 Roma</p>	<p align="center"><b>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 52,8 MW denominato “CATERINA II” situato nei comuni di Caltavuturo, Polizzi Generosa, Castellana Sicula, in provincia di Palermo (PA) e di Villalba, in provincia di Caltanissetta (CL)</b></p> <p align="center"><b>RELAZIONE TECNICA ELETTRICA</b></p>	<p align="right">DATA: DICEMBRE 2023 Pag. 48 di 60</p>
---	--	--

All'interno della stazione è stata prevista l'installazione fissa del Trasformatore di potenza, con presenza di liquido isolante combustibile in quantità superiore a 1 mc; La suddetta attività è individuata al Punto 48 dell'allegato I al Decreto del Presidente della Repubblica 1° agosto 2011, n. 151: Centrali termoelettriche, macchine elettriche fisse con presenza di liquidi isolanti combustibili in quantitativi superiori a 1 m<sup>3</sup>, in particolare trattasi di attività 48.1.B.

La macchina elettrica è installata su apposita fondazione all'aperto alla stessa quota della strada di ingresso dell'impianto. Come previsto da normativa, la macchina è provvista di un adeguato sistema di contenimento nel caso di fuoriuscita del liquido isolante, opportunamente dimensionato al fine di contenere completamente la quantità di olio contenuta all'interno della stessa.

La vasca di raccolta dell'olio è stata realizzata in modo tale da contenere interamente il liquido contenuto nel trasformatore. La vasca è dotata di uno strato di ghiaia con granulosità pari a circa 40-60 mm e ad altezza 400 mm al fine di consentire l'estinzione della fiamma eventualmente in propagazione con l'olio isolante in fuoriuscita. Le pareti della vasca sono in c.a., interamente impermeabili e rivestite in modo che il liquido fuoriuscito dal trasformatore in seguito a guasto o incendio non filtri nel terreno andando ad interessare eventuali falde presenti nel sottosuolo.

La quantità di olio contenuta all'interno del trasformatore è minore di 20 metri cubi.

La fondazione del trasformatore 36/30 avrà anche la funzione di vasca di raccolta per l'eventuale fuoriuscita di olio isolate. Le pareti della vasca saranno impermeabilizzate e l'olio eventualmente sversato verrà prelevato con autobotte e trattato come rifiuto da aziende specializzate ed autorizzate.

#### 5.9.4 Apparecchiature AT

Le caratteristiche principali delle apparecchiature AT della stazione di trasformazione sono dimensionate per sopportare la tensione massima nominale a frequenza industriale della rete a 36 kV e risultano dagli schemi unifilari allegati. Si riporta elenco apparecchiature del sistema sbarre AT principali 36 kV e montante:

- Trasformatore 36/30kV 90 MVA ONAN/ONAF;
- Scaricatori di sovratensione ad ossido metallico senza spinterometro;
- Trasformatori di corrente (TA) AT 36kV;
- Interruttore tripolare AT 36 kV isolato in SF6;

 <p><b>AEI WIND PROJECT XI S.R.L.</b> P.I. 17264821004 Via Savoia 78, 00198 Roma</p>	<p align="center"><b>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 52,8 MW denominato “CATERINA II” situato nei comuni di Caltavuturo, Polizzi Generosa, Castellana Sicula, in provincia di Palermo (PA) e di Villalba, in provincia di Caltanissetta (CL)</b></p> <p align="center"><b>RELAZIONE TECNICA ELETTRICA</b></p>	<p align="right">DATA: DICEMBRE 2023 Pag. 49 di 60</p>
---	--	--

- Trasformatori di tensione induttivi (TV) AT 36kV;
- N. 2 Sezionatori rotativi AT 36kV con lame di terra;
- Isolatori portanti AT.

#### **5.9.5 Carpenteria metallica, conduttori, isolatori e morsettiera**

I sostegni dei componenti e delle apparecchiature di stazione sono del tipo tubolare e tralicciato. Il tipo tubolare è stato utilizzato per la realizzazione dei sostegni delle apparecchiature AT, delle sbarre e degli isolatori per i collegamenti ad alta tensione, mentre quello tralicciato è stato utilizzato per i sostegni porta terminali aereo/cavo.

Tutti i sostegni sono rispondenti alle seguenti Norme e Decreti:

- CEI EN 61936-1 – Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata – Parte 1: prescrizioni comuni
- CEI 11-4 – Esecuzione delle linee elettriche esterne
- D.M. 21 Marzo 1998 – Norme tecniche per la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo delle linee elettriche aeree esterne
- D.M. 17 Gennaio 2018 – Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni
- UNI EN 1090-1 Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio – Parte 1 Requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali
- UNI EN 1090-2 Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio – Parte 2 Requisiti Tecnici per strutture di acciaio

Tutti i materiali per la costruzione dei sostegni sono individuati tra quelli indicati dalle Norme UNI EN 10025, con l’esclusione degli acciai Fe 490, Fe 590 e Fe 690. I collegamenti filettati per tutti i tipi di sostegno sono conformi alle Norme UNI 3740. Tutto il materiale ferroso è zincato a caldo secondo quanto prescritto dalla Norma CEI 7-6.

Tutti i sostegni sono completi di tutti gli accessori necessari e sono predisposti per la messa a terra, secondo quanto previsto dalla Norma CEI 11-4. Gli isolatori utilizzati per le sbarre, per i sezionatori (isolatori portanti e di manovra) e per le colonne portanti verranno realizzati in porcellana e saranno conformi alle Norme CEI 36-12 e CEI EN 60168.

 <p><b>AEI WIND PROJECT XI S.R.L.</b> P.I. 17264821004 Via Savoia 78, 00198 Roma</p>	<p align="center"><b>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 52,8 MW denominato “CATERINA II” situato nei comuni di Caltavuturo, Polizzi Generosa, Castellana Sicula, in provincia di Palermo (PA) e di Villalba, in provincia di Caltanissetta (CL)</b></p> <p align="center"><b>RELAZIONE TECNICA ELETTRICA</b></p>	<p align="right">DATA: DICEMBRE 2023 Pag. 50 di 60</p>
---	--	--

L'altezza degli isolatori è pari a 1500 mm, la lunghezza della linea di fuga è pari a 2300 o 3350 mm in funzione della salinità di tenuta (rispettivamente 14 o 56 g/l).

La morsettiera AT di stazione è conforme alle Norme CEI EN 61284 e comprende tutti i pezzi adottati per le connessioni delle sbarre, per le connessioni tra le apparecchiature e per quelle tra le apparecchiature e le sbarre, nonché quelli necessari per gli amarri di linea.

La morsettiera è dimensionata per le correnti di breve durata definite.

Il sistema di sbarre è realizzato mediante conduttori in tubo in lega di alluminio con le seguenti caratteristiche:

- diametro: 100/86 mm
- lunghezza campate: 11 m
- sbalzo alle estremità: 2 m

Il sistema di sbarre è stato realizzato mediante conduttori in tubo in lega di alluminio conforme con le seguenti caratteristiche:

- Tensione: 36 kV
- Diametro (est/int) [mm]: 100/86
- Lunghezza Campate [m]: 11
- Sbalzo all'estremità [m]: 2

Le sbarre sono costituite da 5 campate, ogni singola fase è costituita da una trave unica, vincolata su uno dei sostegni centrali e libera di scorrere sui restanti sostegni.

Per i collegamenti fra le apparecchiature sono stati impiegati conduttori in corda di alluminio crudo di diametro 36 mm.

#### **5.9.6 Dimensionamento della rete di terra**

L'impianto di terra deve essere rispondente alle prescrizioni del Cap. 10 della Norma CEI EN 61936-1, alla Norma CEI EN 50522 ed alle prescrizioni della Guida CEI 11-37.

Nel seguito sono illustrati alcuni aspetti generici di riferimento.

In considerazione delle definizioni della Norma CEI EN 61936-1 e in funzione del tempo di eliminazione



di un ipotetico guasto a terra pari a 0,5 s, si riportano di seguito i valori previsti per le correnti di guasto a terra così come indicato

Valore efficace della corrente di guasto a terra	Tensione nominale 380 kV	Tensione nominale 220 kV	Tensione nominale 132-150 kV
<b>I<sub>g</sub> (kA)</b>	63-50	50-40	40-31,5

Pertanto il dispersore dell’impianto ed i collegamenti dello stesso alle apparecchiature, dovranno essere realizzati secondo gli standard Terna S.p.A. per le stazioni a 150 kV e quindi dimensionati termicamente per una corrente di guasto di 31,5 kA per 0,5 sec.

L’impianto di terra della stazione elettrica sarà realizzato mediante:

- maglia realizzata con conduttori di rame nudo da 63 mm<sup>2</sup> interrati ad una profondità di almeno 0,70 metri il lato della maglia sarà di 5 metri;
- collegamento della maglia di terra alle apparecchiature mediante almeno due conduttori da 125 mm<sup>2</sup>.
- intorno agli edifici di stazione, la posa di un anello perimetrale costituito da conduttore da 125 mm<sup>2</sup>.
- al di sotto degli edifici ed all'interno del suddetto anello perimetrale viene realizzata una maglia più fitta (3 x 3 m) con conduttore da 63 mm<sup>2</sup>.

Nei punti sottoposti ad un maggiore gradiente di potenziale (portali, TA, TV, scaricatori) le dimensioni della maglia di terra saranno opportunamente diminuite come riportato nella tavola di progetto allegata.

Precauzioni particolari devono essere prese in presenza di tubazioni metalliche, cavi MT o AT schermati ed ogni altra struttura metallica interrata in vicinanza o interferente con l'area di stazione.

Inoltre si dovrà ricomprendere nella maglia di terra il cancello di ingresso e gli edifici di consegna MT posti al confine dell'impianto, vicino al cancello e si dovrà fare in modo che le tensioni di passo e contatto siano al di sotto di quanto prescritto dalle norme sia all'interno che all'esterno della recinzione di stazione.

Nei casi in cui la presenza di terreno con elevata resistività induca al collegamento delle funi di guardia delle linee in ingresso alla maglia di terra della stazione, bisognerà attenersi a quanto riportato alla CEI

 <p>AEI WIND PROJECT XI S.R.L. P.I. 17264821004 Via Savoia 78, 00198 Roma</p>	<p><b>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 52,8 MW denominato “CATERINA II” situato nei comuni di Caltavuturo, Polizzi Generosa, Castellana Sicula, in provincia di Palermo (PA) e di Villalba, in provincia di Caltanissetta (CL)</b></p> <p><b>RELAZIONE TECNICA ELETTRICA</b></p>	<p>DATA: DICEMBRE 2023 Pag. 52 di 60</p>
--	--	--

11-37.

Qualora, per la realizzazione della stazione elettrica siano previste opere di riempimento per il raggiungimento della quota di imposta, la maglia di terra dovrà essere comunque posata su un letto di terreno vegetale. Nel caso in cui la stazione elettrica risulti essere realizzata nelle immediate vicinanze dell’impianto/i di un nuovo Utente ad essa collegato (come accade, per esempio, se la stazione elettrica e il suddetto impianto/i risultano essere confinanti, separati da opportune delimitazioni), i rispettivi impianti di terra devono essere tra loro collegati galvanicamente mediante collegamenti ispezionabili e sezionabili (in pozzetti).

Se dovessero esserci aree con tensione di passo e contatto superiori a quanto previsto dalla norma, si potranno effettuare modifiche al progetto, quali:

- infittimento locale della maglia di terra;
- utilizzo di dispersori orizzontali e/o verticali per il controllo del potenziale;
- realizzazione di superfici ad elevata resistenza (stesura di ghiaia o asfalto);
- segregazione delle aree critiche.

Infine, nella realizzazione dell’impianto di terra si dovrà considerare l’estensione della maglia di terra anche nelle aree destinate alle eventuali future espansioni d’impianto, qualora previste.

#### 5.9.7 Caratteristiche tecniche civili

Gli interventi e le principali opere civili, realizzate preliminarmente all’installazione delle apparecchiature in premessa descritte, sono di seguito descritte.

Si prevede inoltre la sistemazione dell’area interessata dai lavori mediante sbancamento per l’ottenimento della quota di imposta della stazione e la costruzione delle fondazioni in calcestruzzo armato, di vari tipi e dimensioni, su cui sono state montate le apparecchiature e le macchine elettriche poste all’interno dello stallo;

#### - Fabbricati

I fabbricati sono costituiti da un edificio a pianta rettangolare, delle dimensioni esterne di 6,7 x 2,90 x 29,5 m con copertura piana, costituito da una sala quadri con le relative apparecchiature, un locale MT, un locale G.E. e un locale TSA con le relative apparecchiature.

 <p><b>AEI WIND PROJECT XI S.R.L.</b> P.I. 17264821004 Via Savoia 78, 00198 Roma</p>	<p><b>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 52,8 MW denominato “CATERINA II” situato nei comuni di Caltavuturo, Polizzi Generosa, Castellana Sicula, in provincia di Palermo (PA) e di Villalba, in provincia di Caltanissetta (CL)</b></p> <p><b>RELAZIONE TECNICA ELETTRICA</b></p>	<p><b>DATA:</b> <b>DICEMBRE 2023</b> <b>Pag. 53 di 60</b></p>
---	--	---

Il pavimento potrà essere realizzato di tipo flottante con area sottostante adibita al passaggio cavi.

#### - Vasca raccolta oli

In accordo con la norma CEI EN 61936-1 devono essere presi provvedimenti per contenere qualsiasi perdita da apparecchiature immerse in liquido per prevenire danni ambientali. Le norme o i regolamenti nazionali potrebbero specificare per quale contenuto minimo di liquido è prescritto il contenimento.

Nel progetto in oggetto è prevista fossa con serbatoio di raccolta separato.

Dove ci sono più fosse di raccolta, le tubazioni di drenaggio possono confluire in un unico serbatoio di raccolta; questo dovrebbe essere capace di contenere il liquido del trasformatore maggiore.

Le pareti e le tubazioni relative alle fosse e ai serbatoi di raccolta devono essere impermeabili al liquido.

Si deve verificare che la capacità delle fosse/serbatoi di raccolta dei liquidi isolanti e refrigeranti non sia ridotta eccessivamente dalla presenza dell'acqua.

Deve essere possibile il drenaggio o l'estrazione dell'acqua. È raccomandato un dispositivo che indichi il livello del liquido. Si deve fare attenzione al pericolo di gelo.

Si devono inoltre adottare le seguenti misure per la protezione delle vie d'acqua e della falda freatica:

- si deve impedire l'uscita del liquido isolante e refrigerante dalla fossa/serbatoio/pavimento
- l'acqua drenata dovrebbe fluire attraverso dispositivi di separazione dei liquidi; a questo scopo, si dovrebbe tenere conto dei rispettivi pesi specifici.

#### - Strade e piazzole

La viabilità interna, è stata realizzata in modo da consentire agevolmente l'esercizio e manutenzione dell'impianto, così come prescritto dalla Norma CEI 11-18.

Le piazzole per l'installazione delle apparecchiature saranno ricoperte con adeguato strato di ghiaione stabilizzato; tali finiture superficiali contribuiranno a ridurre i valori di tensione di contatto e di passo effettive in caso di guasto a terra sul sistema AT.

#### - Fondazioni

Le fondazioni per le apparecchiature sono state realizzate in calcestruzzo armato gettato in opera.

Le fondazioni di supporto le apparecchiature sono costituite da una piastra di base in c.a. a contatto con

 <p>AEI WIND PROJECT XI S.R.L. P.I. 17264821004 Via Savoia 78, 00198 Roma</p>	<p><b>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 52,8 MW denominato “CATERINA II” situato nei comuni di Caltavuturo, Polizzi Generosa, Castellana Sicula, in provincia di Palermo (PA) e di Villalba, in provincia di Caltanissetta (CL)</b></p> <p><b>RELAZIONE TECNICA ELETTRICA</b></p>	<p>DATA: DICEMBRE 2023 Pag. 54 di 60</p>
--	--	--

il terreno sulla quale è stato realizzato un batolo per l’ancoraggio delle apparecchiature mediante l’utilizzo di tirafondi in acciaio.

La fondazione di supporto per l’interruttore è costituita da una piastra in c.a. a contatto con il terreno sulla quale sono installati tirafondi disposti a maglia quadrata, per l’ancoraggio dell’apparecchiatura.

#### **- Smaltimento delle acque meteoriche e fognarie**

Per la raccolta delle acque meteoriche sarà realizzato un sistema di drenaggio superficiale che convoglierà la totalità delle acque raccolte dalle strade e dai piazzali in appositi collettori (tubi, vasche di prima pioggia, pozzi perdenti, ecc.).

Lo smaltimento delle acque meteoriche, è regolamentato dagli enti locali; pertanto, a seconda delle norme vigenti, si dovrà realizzare il sistema di smaltimento più idoneo, che potrà essere in semplice tubo, da collegare alla rete fognaria mediante sifone o pozzetti ispezionabili, da un pozzo perdente, da un sistema di sub- irrigazione o altro.

#### **- Ingresso e recinzioni**

Il collegamento dell’impianto alla viabilità sarà garantito dalla vicina strada provinciale di Leonessa, che sarà eventualmente adeguata al transito dei mezzi pesanti e d’opera.

Per l’ingresso alla stazione, è previsto un cancello carrabile largo m 7,00 ed un cancello pedonale, ambedue, sul lato nord-est della stazione, inseriti fra pilastri e pannellature in conglomerato cementizio armato. La recinzione perimetrale sarà essere conforme alla norma CEI 99-3.

#### **- Illuminazione**

L’illuminazione della stazione sarà realizzata pali tradizionali di tipo stradale, con proiettori orientabili.

## **6. POSA DEL CAVO**

Una volta realizzata la trincea e bonificato eventuali sottoservizi interferenti, si procederà con la posa dei cavi, che arriveranno nella zona di posa avvolti su bobine.

La bobina viene comunemente montata su un cavalletto, piazzato ad una certa distanza dallo scavo in modo da ridurre l’angolo di flessione del conduttore quando esso viene posato sul terreno.

Durante le operazioni di posa o di spostamento, per non assoggettare i cavi a notevoli sforzi di trazione

 <p><b>AEI WIND PROJECT XI S.R.L.</b> P.I. 17264821004 Via Savoia 78, 00198 Roma</p>	<p align="center"><b>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 52,8 MW denominato “CATERINA II” situato nei comuni di Caltavuturo, Polizzi Generosa, Castellana Sicula, in provincia di Palermo (PA) e di Villalba, in provincia di Caltanissetta (CL)</b></p> <p align="center"><b>RELAZIONE TECNICA ELETTRICA</b></p>	<p align="right">DATA: DICEMBRE 2023 Pag. 55 di 60</p>
---	--	--

(che vanno fatti comunque sopportare al conduttore interno e non al mantello di protezione) e per non imprimere curvature troppo pronunciate, saranno adottate le seguenti precauzioni:

- Si opererà in modo che la temperatura dei cavi, per tutta la loro lunghezza e per tutto il loro tempo in cui essi possono venire piegati o raddrizzati, non sarà inferiore a 0°C;
- I raggi di curvatura dei cavi, misurati sulla generatrice interna degli stessi, non saranno mai inferiori a 15 volte il diametro esterno del cavo.

Nel caso in cui i cavi fossero stati precedentemente esposti a basse temperature, occorre che essi vengano posti per un certo tempo in ambienti a temperatura sensibilmente superiore e posati dopo che la guaina esterna degli avi abbia assunto una temperatura sensibilmente superiore allo zero.

## 7. RICOPERTURA E RIPRISTINO

Al termine delle fasi di posa e di rinterro si procederà alla realizzazione degli interventi di ripristino.

La fase comprende tutte le operazioni necessarie per riportare il terreno attraversato nelle condizioni ambientali precedenti la realizzazione dell’opera. In corrispondenza della viabilità perimetrale verrà ripristinato il manto di asfalto.

## 8. MESSA A TERRA DEI RIVESTIMENTI METALLICI

Lo schermo dei cavi a AT deve essere messo a terra ad entrambe le estremità della linea.

È vietato usare lo schermo dei cavi come conduttore di terra per altre parti dell’impianto.

Ai sensi della CEI 11-27 gli schermi dei cavi AT saranno sempre collegati a terra alle estremità e possibilmente nella mezzeria del tratto più lungo collegandoli alla corda di terra presente nello scavo.

Il conduttore dei cavi elettrici è protetto da uno strato di materiale dielettrico formato dall’unione di materiali “plastici”. Il suo scopo è quello di sopportare la tensione elettrica e prevenire il passaggio di corrente tra due conduttori (corto circuito).

L’isolante è costituito da gomma sintetica a base di polietilene reticolato (XLPE), ad alto modulo elastico e rispondente alla norma CEI 20-66.

Un conduttore e il suo relativo isolamento costituiscono l’anima del cavo elettrico.

 <p><b>AEI WIND PROJECT XI S.R.L.</b> P.I. 17264821004 Via Savoia 78, 00198 Roma</p>	<p align="center"><b>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 52,8 MW denominato “CATERINA II” situato nei comuni di Caltavuturo, Polizzi Generosa, Castellana Sicula, in provincia di Palermo (PA) e di Villalba, in provincia di Caltanissetta (CL)</b></p> <p align="center"><b>RELAZIONE TECNICA ELETTRICA</b></p>	<p align="right">DATA: DICEMBRE 2023 Pag. 56 di 60</p>
---	--	--

Lo schermo metallico esterno è rivestimento in materiale conduttore applicato sull'isolamento o sull'insieme delle anime. Le sue funzioni principali sono quelle avente sia lo scopo di confinare il campo elettrico generato dai conduttori e sia quello di proteggere dai disturbi elettromagnetici esterni; deve essere costituito da fili di rame ricotto non stagnato disposti secondo un'elica unidirezionale con nastro equalizzatore di rame non stagnato.

In ogni caso il rapporto tra la lunghezza dei fili rettificati e la corrispondente lunghezza dell'anima deve risultare maggiore di 1,02; è ammessa la presenza di eventuale nastro non igroscopico.

L'armatura è un rivestimento applicato sull'insieme delle anime che protegge il cavo elettrico da sollecitazioni meccaniche più o meno gravose le fasi di posa o durante il normale funzionamento. Inoltre, ha lo scopo di scaricare eventuali trazioni esercitate sul cavo.

La guaina avvolge l'anima dei cavi elettrici (provvista o meno di schermatura o di armatura) e ha lo scopo fondamentale di proteggere i cavi da sollecitazioni di tipo meccanico, chimico o ambientale: garantisce la protezione dei conduttori che trasportano la corrente o i segnali.

Come per l'isolamento, anche per la guaina si utilizzano mescole di materiali plastici che possono avere caratteristiche di resistenza meccanica, chimica e ambientale diverse a seconda delle situazioni in cui vengono utilizzati (alte o basse temperature, presenza di oli o di agenti chimici, sollecitazioni meccaniche) e dalla posa (fissa o mobile).

Il rivestimento protettivo esterno è una guaina in polietilene (PE) di colore nero con qualità Ez, rispondente alle norme CEI 20-66.

## 9. L'IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra sarà adeguato, conformemente alle prescrizioni della Norma CEI EN 50522 ed alle prescrizioni della CEI 99-5.

Per le connessioni agli armadi verranno impiegati conduttori di sezione adeguata.

La scelta finale deriverà dai calcoli effettuati in fase di progettazione esecutiva.

Potrà essere posata nello scavo degli elettrodotti AT una eventuale corda di terra in rame elettrolitico di sezione di 50 mm<sup>2</sup> per collegare l'impianto di terra della sottostazione con gli impianti di terra della centrale (torri eoliche e cabine elettriche).

La scelta finale deriverà dai calcoli effettuati in fase di progettazione esecutiva.

 <p>AEI WIND PROJECT XI S.R.L. P.I. 17264821004 Via Savoia 78, 00198 Roma</p>	<p><b>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 52,8 MW denominato “CATERINA II” situato nei comuni di Caltavuturo, Polizzi Generosa, Castellana Sicula, in provincia di Palermo (PA) e di Villalba, in provincia di Caltanissetta (CL)</b></p> <p><b>RELAZIONE TECNICA ELETTRICA</b></p>	<p>DATA: DICEMBRE 2023 Pag. 57 di 60</p>
--	--	--

## 10. SISTEMA DI MONITORAGGIO

Una rete di fibre ottiche consentirà di monitorare il funzionamento dell'impianto eolico, sia dalla cabina, sia da una postazione remota di monitoraggio e controllo che provvede normalmente alla risoluzione di oltre l'80% delle problematiche che si possono presentare nella ordinaria gestione del sito, riducendosi così sostanzialmente la necessità di interventi manutentivi e straordinari da realizzarsi in situ.

Il sistema di monitoraggio e controllo a distanza (Remote Monitoring and Control – RM&C), permette di rilevare, in pochi secondi, un messaggio di avviso o di errore da parte dell'impianto. Il servizio di RM&C è attivo 24 h su 24 h per 365 giorni all'anno ed è in grado di provvedere alla risoluzione dei problemi, direttamente online quando possibile, oppure mediante interventi diretti sull'impianto da parte di tecnici.

 <p><b>AEI WIND PROJECT XI S.R.L.</b> P.I. 17264821004 Via Savoia 78, 00198 Roma</p>	<p><b>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 52,8 MW denominato “CATERINA II” situato nei comuni di Caltavuturo, Polizzi Generosa, Castellana Sicula, in provincia di Palermo (PA) e di Villalba, in provincia di Caltanissetta (CL)</b></p> <p><b>RELAZIONE TECNICA ELETTRICA</b></p>	<p><b>DATA:</b> <b>DICEMBRE 2023</b> <b>Pag. 58 di 60</b></p>
---	--	---

## 11. ANALISI DEL RISCHIO DI ELETTROCUZIONE

Per elettrocuzione si intende la condizione di contatto tra corpo umano ed elementi in tensione con attraversamento del corpo da parte della corrente.

Condizione necessaria perché avvenga un infortunio per elettrocuzione è quella in cui si crei una differenza di potenziale tra due punti della superficie corporea.

Tale situazione potrebbe verificarsi nel caso di un contatto del corpo non isolato elettricamente da terra con un conduttore in tensione.

La gravità delle conseguenze dell'elettrocuzione dipende dall'intensità della corrente che attraversa l'organismo, dalla durata di tale evento, dagli organi coinvolti nel percorso e dalle condizioni del soggetto.

Per ciascuna delle sorgenti di cui ai capitoli precedenti, nonché per tutte le componenti in tensione del parco, è stato valutato il rischio di elettrocuzione nel caso si venga a contatto con parti in tensione.

In particolare, sono stati presi in esame i seguenti rischi:

- ✓ Contatti elettrici diretti;
- ✓ Contatti elettrici indiretti;
- ✓ Fulminazione diretta.

### 11.1 Misure di protezione contro i contatti diretti

Gli impianti verranno costruiti in maniera tale da evitare qualunque contatto non intenzionale con le parti attive del sistema o il raggiungimento di zone pericolose nelle immediate vicinanze delle parti attive. Per quanto riguarda le parti di impianto relative agli aerogeneratori e alla stazione di trasformazione, la norma CEI 11-1 le classifica come aree elettriche chiuse, per cui verranno applicate le misure di protezione previste al punto 7.1.3.2 della norma, ossia involucri, barriere, ostacoli e distanziamento, con le misure prescritte dalla norma.

Per quanto riguarda invece gli elettrodotti interrati, la norma li classifica come esterni ad aree elettriche chiuse, per cui verranno applicate le misure di protezione previste al punto 7.1.3.1 della norma, ossia involucri e distanziamento; si farà nello specifico uso di cavi con guaina e schermo di isolamento e si farà ricorso alla metodologia di posa tipo M indicata dalla norma CEI 11-17.

La protezione contro i contatti diretti è assicurata inoltre dall'utilizzo dei seguenti accorgimenti:

 <p><b>AEI WIND PROJECT XI S.R.L.</b> P.I. 17264821004 Via Savoia 78, 00198 Roma</p>	<p><b>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 52,8 MW denominato “CATERINA II” situato nei comuni di Caltavuturo, Polizzi Generosa, Castellana Sicula, in provincia di Palermo (PA) e di Villalba, in provincia di Caltanissetta (CL)</b></p> <p><b>RELAZIONE TECNICA ELETTRICA</b></p>	<p><b>DATA:</b> <b>DICEMBRE 2023</b> <b>Pag. 59 di 60</b></p>
---	--	---

- ✓ utilizzo di componenti dotati di marchio CE (Direttiva CEE 73/23);
- ✓ utilizzo di componenti aventi un idoneo grado di protezione alla penetrazione di solidi e liquidi;
- ✓ collegamenti effettuati utilizzando cavo rivestito con guaina esterna protettiva, idoneo per la tensione nominale utilizzata e alloggiato in condotto portacavi idoneo allo scopo.

In ogni caso verranno rispettate le prescrizioni riportate nella Norma CEI 64-8 Parte 4 “Prescrizioni per la sicurezza” e della Norma CEI 11-1 parte 7 “Misure di Sicurezza”).

 <p><b>AEI WIND PROJECT XI S.R.L.</b> P.I. 17264821004 Via Savoia 78, 00198 Roma</p>	<p><b>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 52,8 MW denominato “CATERINA II” situato nei comuni di Caltavuturo, Polizzi Generosa, Castellana Sicula, in provincia di Palermo (PA) e di Villalba, in provincia di Caltanissetta (CL)</b></p> <p><b>RELAZIONE TECNICA ELETTRICA</b></p>	<p><b>DATA:</b> <b>DICEMBRE 2023</b> <b>Pag. 60 di 60</b></p>
---	--	---

### 11.2 Misure di protezione contro i contatti indiretti

Per garantire la protezione dai contatti indiretti, l'intero impianto eolico nel suo complesso è dotato di un impianto di terra, dimensionato per garantire il rispetto dei parametri indicati dalla normativa.

Presso ciascun aerogeneratore verrà realizzato un proprio impianto di terra, a mezzo di anelli concentrici in alluminio interrati e connessi con le fondazioni dell'aerogeneratore, collegati alle sbarre di terra, presso le quali vengono connesse tutte le parti metalliche presenti all'interno dell'aerogeneratore. Per quanto riguarda l'elettrodotto interrato, verrà posato nel fondo dello scavo una treccia di rame della sezione di 50 mm<sup>2</sup>, tale da connettere tra loro tutte le maglie di terra intorno agli aerogeneratori, formando un unico impianto di terra.

A tale treccia verranno collegati tutti gli schermi dei cavi presso i giunti. Infine, presso la sottostazione di trasformazione, verrà realizzato un impianto di terra al quale verranno connesse tutte le parti metalliche non in tensione, così pure il centro stella del trasformatore.

Verranno inoltre installati dispositivi di protezione tali da garantire l'intervento automatico in caso di guasto. La protezione contro i contatti indiretti è quindi assicurata dai seguenti accorgimenti:

- ✓ collegamento al conduttore di protezione PE di tutte le masse, ivi compresi i centri stella dei trasformatori AT/BT installati presso gli aerogeneratori, ad eccezione degli involucri metallici delle apparecchiature di Classe II;
- ✓ i dispositivi di protezione intervengono in caso di primo guasto verso terra con un ritardo massimo di 0,4 secondi, oppure entro 5 secondi con la tensione sulle masse in quel periodo non superiore a 50 V.

In ogni caso verranno rispettate le prescrizioni riportate nella Norma CEI 64-8 Parte 4 “Prescrizioni per la sicurezza” e della Norma CEI 11-1 parte 7 “Misure di Sicurezza”).

### 11.3 Protezioni contro le fulminazioni dirette

Gli aerogeneratori implementano già al loro interno un sistema di protezione contro le fulminazioni, costituito da un sistema di captazione, realizzato con un anello di alluminio disposto sulle pale, da una linea di drenaggio e da una rete di terra realizzata intorno alla fondazione dell'aerogeneratore.