

Regione
Molise



Provincia di
Campobasso



Comune di
San Martino
in Pensilis



Comune di
Larino



Comune di
Ururi



Committente:



RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L.
via Andrea Doria, 41/G - 00192 Roma
P.IVA/C.F. 06400370968
PEC: rwerenewablesitaliasrl@legalmail.it

Titolo del Progetto:

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA
DI 35 MW DENOMINATO "PIANI DELLA CISTERNA" SITUATO NEL COMUNE DI
SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)**

Documento:

PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI

N° Documento:

PESMP_19

ID PROGETTO:

PESMP

DISCIPLINA:

PD

TIPOLOGIA:

R

FORMATO:

Elaborato:

RELAZIONE TECNICA ELETTRICA

FOGLIO:

1 di 1

SCALA:

Nome file:

Progettazione:



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

Progettista:

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

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

Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato



	“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)” RELAZIONE TECNICA ELETTRICA	DATA: GENNAIO 2024 Pag. 1 di 48
---	---	--

Sommario

1. PREMESSA	3
1.1 Scopo del documento.....	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO	5
3.1 Iniziativa	9
3.2 Attenzione per l'ambiente	9
4. DESCRIZIONE TECNICA DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO	10
4.1 Aerogeneratori	10
4.2 Cavidotti.....	16
4.3 Modalità di connessione alla rete	16
5. DESCRIZIONE DEL TRACCIATO DEL CAVIDOTTO	17
5.1 Dimensionamento dei cavidotti in MT	18
5.2 Scelte progettuali cavidotto MT	20
5.3 Risultati dimensionamento cavidotto MT	22
5.4 Descrizione delle linee	23
5.5 Scelte progettuali cavidotto AT	29
5.6 Cabina di Raccolta e Smistamento.....	29
5.7 SSE Utente	30
6. POSA DEL CAVO	43
7. RICOPERTURA E RIPRISTINO	44
8. MESSA A TERRA DEI RIVESTIMENTI METALICCI	44
9. L'IMPIANTO DI TERRA.....	45
10. SISTEMA DI MONITORAGGIO	45
11. ANALISI DEL RISCHIO DI ELETTROCUZIONE	46

	“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)” RELAZIONE TECNICA ELETTRICA	DATA: GENNAIO 2024 Pag. 2 di 48
---	---	--

11.1 Misure di protezione contro i contatti diretti	46
11.2 Misure di protezione contro i contatti indiretti.....	48
11.3 Protezioni contro le fulminazioni dirette	48

1. PREMESSA

1.1 Scopo del documento

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 Molise, necessaria all'ottenimento dell'Autorizzazione Unica atta alla costruzione ed all'esercizio di impianti di produzione di elettricità da 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 del Parco Eolico “Piani della cisterna” situato nel comune di San Martino in Pensilis (CB).

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 RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L. intende realizzare nel comune di San Martino in Pensilis (CB), un parco eolico della potenza nominale di 35 MW.

Il parco in progetto sarà costituito da 5 aerogeneratori tripala ad asse orizzontale di marca Siemens Gamesa, modello SG170.7.0 MW, ciascuno dalla potenza di 7.0MW per una potenza complessiva pari a 35 MW.

Ai fini della connessione dell'impianto eolico alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), previa apposita richiesta inoltrata a TERNA S.p.A., la Proponente riceveva la Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) identificata dal Codice Pratica n. 64725 e riportata nell'ALLEGATO A1 alla Comunicazione prot. n. P20230064725 ricevuta a mezzo PEC del 20/06/2023, la quale prevede che l'impianto sarà collegato in antenna a 150 kV con una nuova Stazione Elettrica di trasformazione 380/150 kV della RTN da inserire sulla linea RTN a 380 kV “Larino” (nel seguito “S.E. RTN”) da ubicarsi nel Comune di Larino (CB).

Il parco oggetto di realizzazione sarà costituito da 5 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, un ampliamento della sottostazione elettrica lato utente presente nel territorio di Ururi. 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 2010. Questo decreto introduce: alla Parte II, il regime giuridico delle Autorizzazione, 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;

	<p>“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)” RELAZIONE TECNICA ELETTRICA</p>	<p>DATA: GENNAIO 2024 <i>Pag. 5 di 48</i></p>
---	--	---

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 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 ricade in provincia di Campobasso (CB), nel Comune di San Martino in Pensilis (CB).

Il parco eolico è composto da 5 aerogeneratori tutti rientranti nell'agro del Comune di San Martino in Pensilis (CB), mentre il cavidotto per il collegamento dell'impianto alla sottostazione, si estende anche nel territorio del comune di Ururi.

L'area di progetto su cui verrà realizzato il parco eolico è caratterizzata da orografia tipica delle zone collinari locali, priva di complicazioni eccessive e con un'altezza media compresa tra 46 e 161 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 saranno posizionate lungo la direzione prevalente del vento ossia NW.

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).

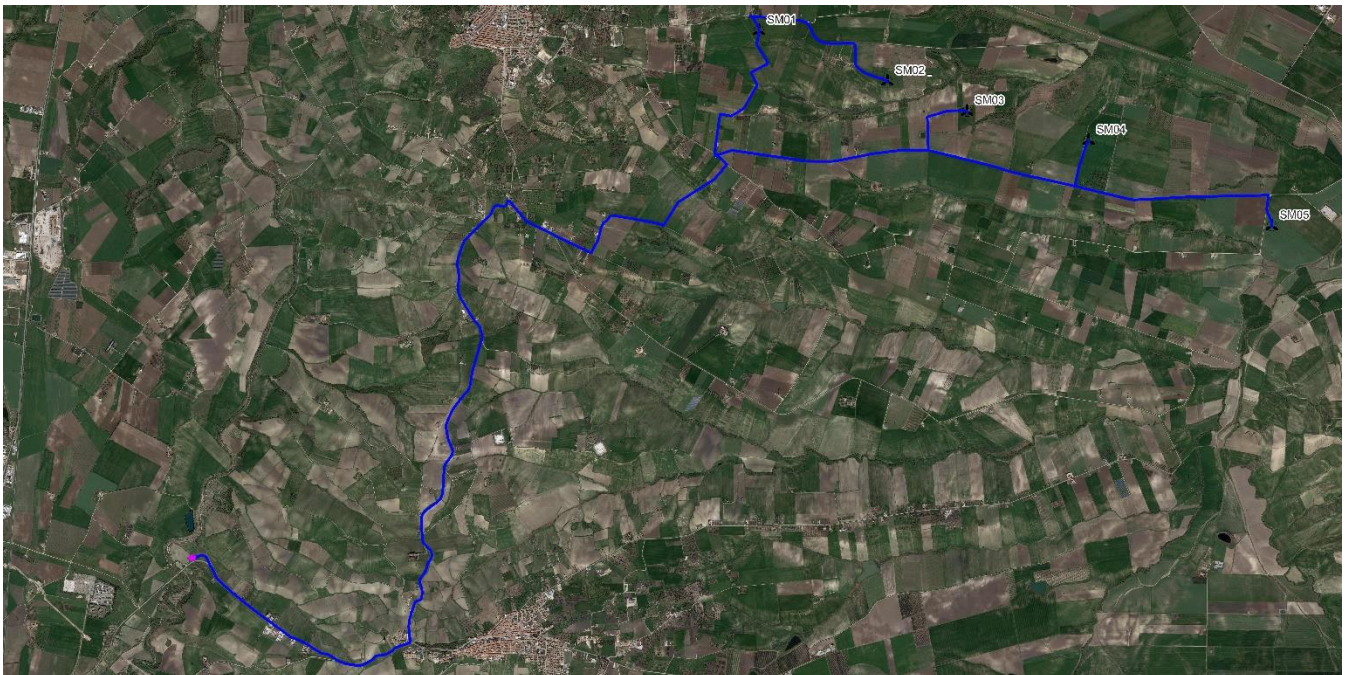


Figura 1 - Inquadramento area parco eolico su base ortofoto

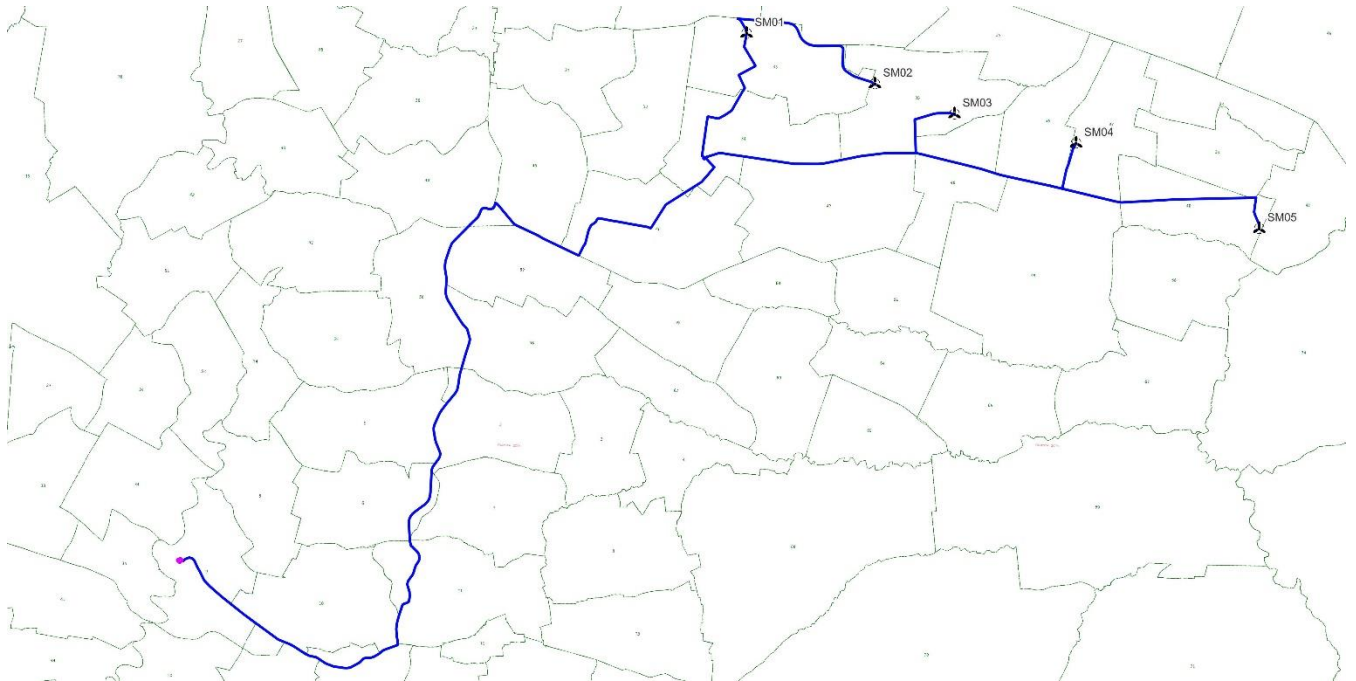


Figura 2 - Inquadramento area parco eolico su catastale

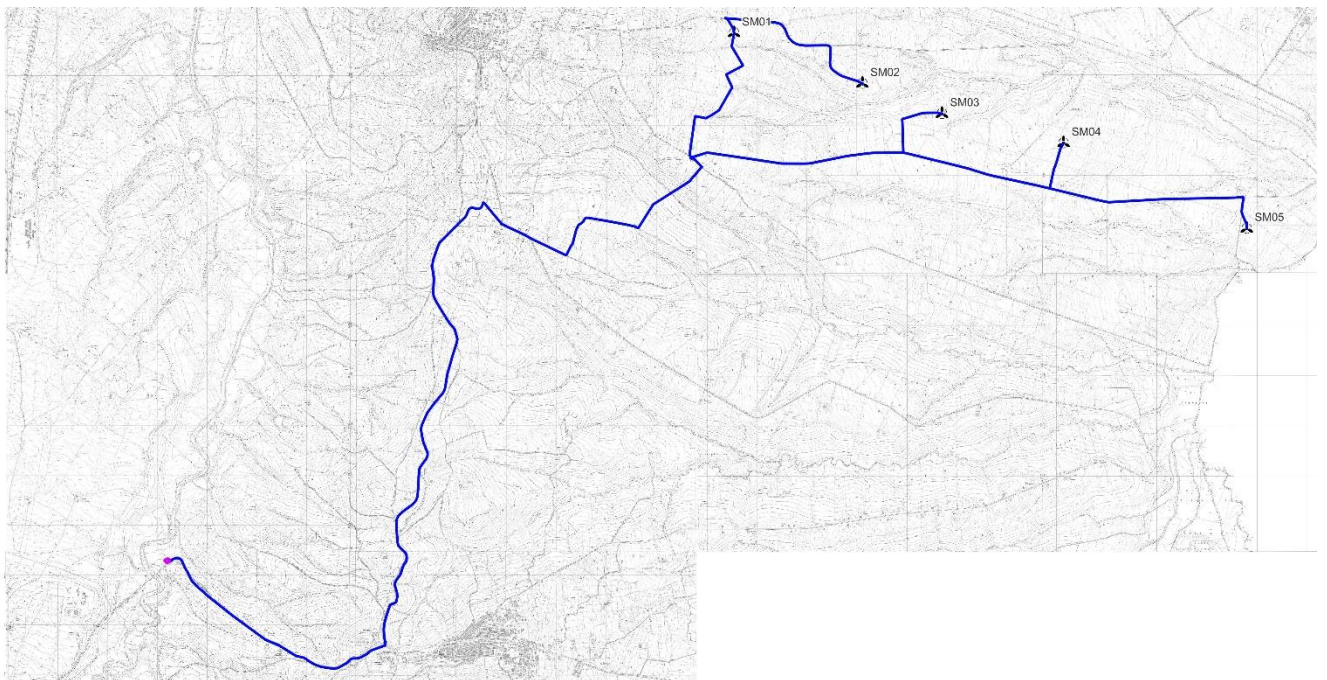


Figura 3 - Inquadramento area parco e sottostazione su CTR

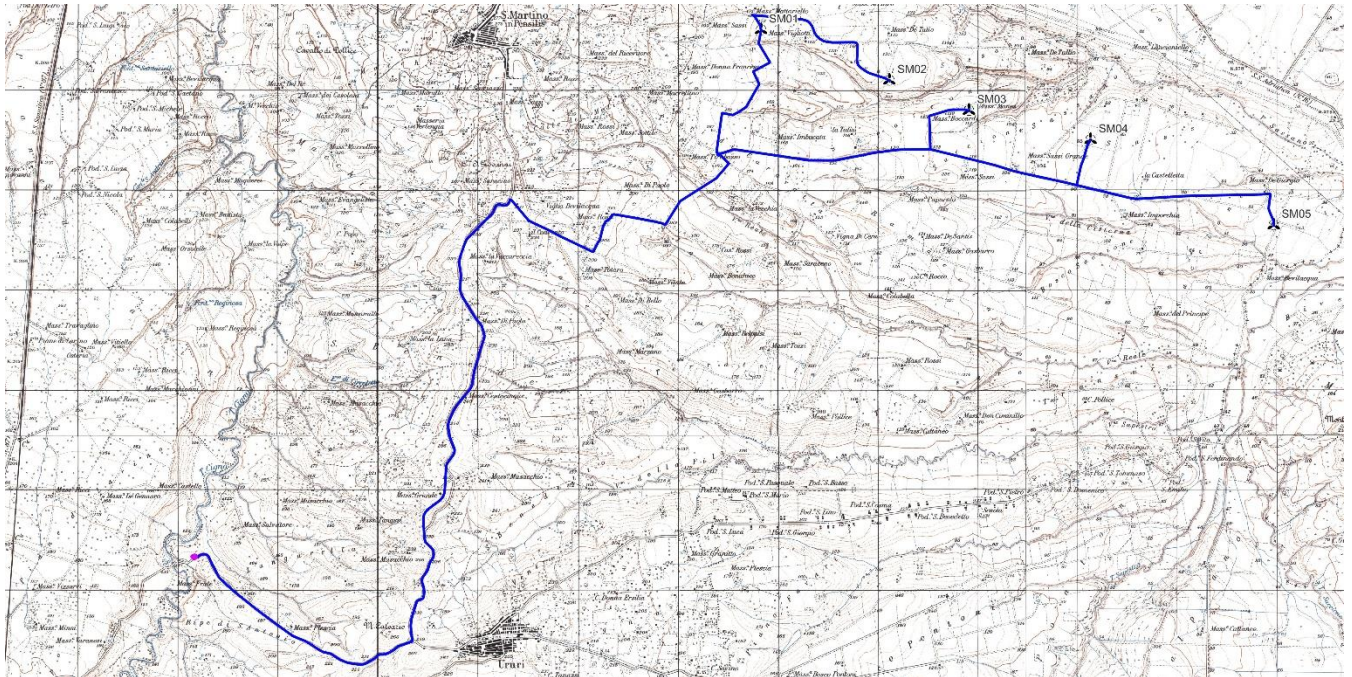


Figura 4 - Inquadratura area parco e sottostazione su IGM

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

- potenza installata totale: 35 MW;
- potenza della singola turbina: 7 MW;
- n. 5 turbine;
- n. 1 “Cabina di Raccolta e Smistamento”;
- Ampliamento della “SSE lato utente di trasformazione”.

	“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)” RELAZIONE TECNICA ELETTRICA	DATA: GENNAIO 2024 Pag. 9 di 48
---	---	--

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

Aerogeneratore	Foglio	Particella
SM01	33	90
SM02	35	124
SM03	35	61
SM04	37	5
SM05	40	74

Tabella 1 - Fogli e particelle aerogeneratori

3.1 Iniziativa

Con la realizzazione dell'impianto 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 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.

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 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 7 MW della Siemes-Gamesa (SG 7-170 -MOD 7 MW) o similare.

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

Altezza al Mozzo	115 m
Diametro Rotore	170 m
Lunghezza singola Pala	85 m
Superficie del rotore	22,698 mq
Numero Pale	3
Velocità di Rotazione Max a regime del Rotore	9.22 rpm
Potenza Nominale Turbina	7000 kW
Cut-Out	25 m/s
Cut-in	3 m/s

Tabella 2 - Caratteristiche principali dell'aerogeneratore 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**

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 autodiagnostico.

- **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.

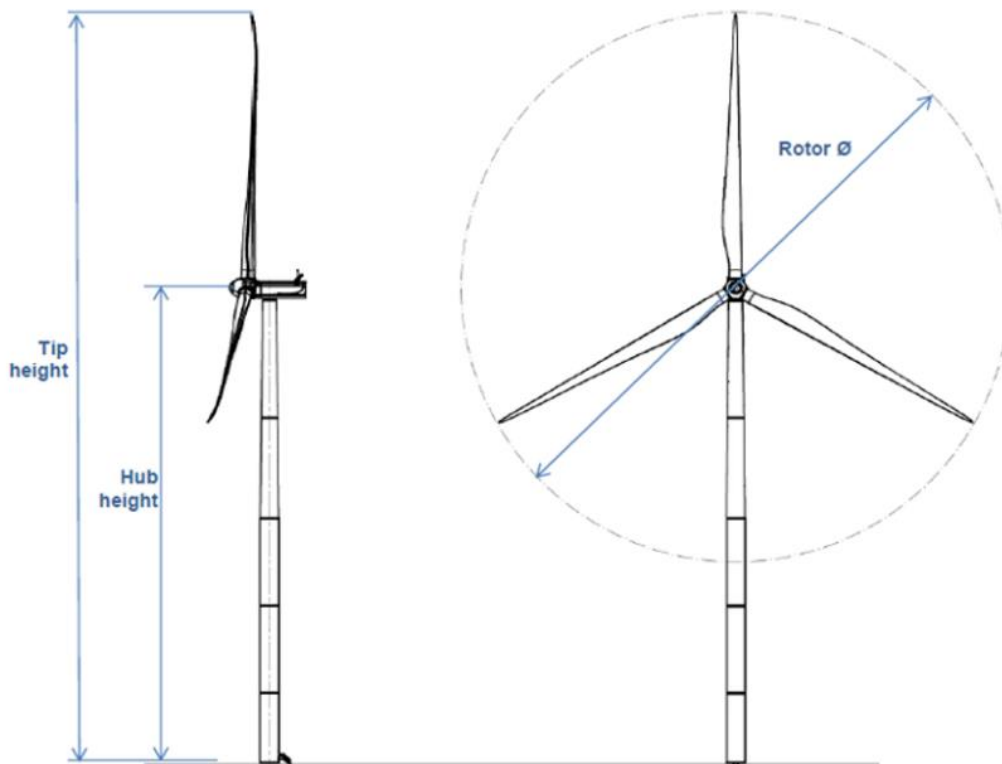


Figura 5 – Esempio Aerogeneratore

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 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.

	“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)” RELAZIONE TECNICA ELETTRICA	DATA: GENNAIO 2024 Pag. 14 di 48
---	---	---

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.

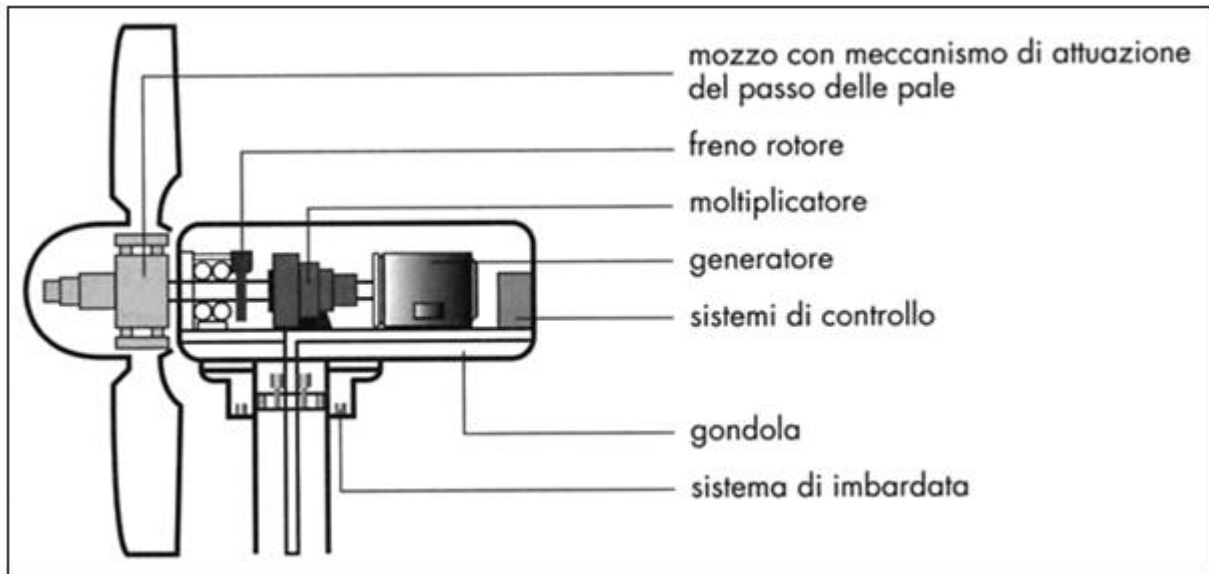


Figura 6 - Schema di principio di un aerogeneratore

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 sottostazione di trasformazione lato utente è stato previsto, un ampliamento di questa, con l’introduzione di un nuovo locale di controllo e con la sostituzione del trasformatore esistente da 30/40 MVA con un trasformatore da 75 MVA, il cui compito sarà aumentare la tensione da 30kV a 150kV. In uscita dalla sottostazione elettrica lato utente l’impianto in oggetto si collegherà in antenna all’ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) 380/150 kV della RTN denominata “Larino”, come da STMG, mediante un cavidotto AT esistente.

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:

- ✓ il sistema MT a 30 kV, esercito con neutro isolato;
- ✓ il sistema AT, esistente, a 150 kV, esercito con neutro connesso a terra.

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 35 MW.

La soluzione tecnica minima generale elaborata prevede che la centrale venga collegata a 150 kV in antenna all'ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) 380/150 kV della RTN denominata "Larino" come da STMG.

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 150 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 150 kV nella suddetta stazione costituisce/constituiscono 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'elettrodotto 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 11927 metri; per quanto riguarda invece il cavidotto a 30kV di collegamento tra Cabina di raccolta e smistamento fino alla SSE Utente esso si estende per circa 10728 metri.

Tratta			Generazione	
Da	A	Lunghezza (km)	Pn (MW)	Vn (kV)
SM05	SM04	2.758	7	30
SM04	SM03	2.726	14	30
SM02	SM01	1.912	7	30
SM03	Cabina di raccolta e smistamento	2.885	21	30
SM01	Cabina di raccolta e smistamento	1.646	14	30
Cabina di raccolta e smistamento	SSE	10.728	35	30

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 poter effettuare un dimensionamento idoneo al caso in esame, la quale tenga conto del tipo di posa è stata utilizzata la seguente relazione matematica:

$$I_z = I_0 k_1 k_2 k_3 k_4$$

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 o interrati direttamente;
- 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:

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

Dove:

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

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 AFUMEX per le connessioni tra gli aereogeneratori e la connessione tra la cabina di raccolta e smistamento e la cabina di trasformazione lato utente:

MEDIA TENSIONE - BASSISSIMA EMISIONE DI FUMI E GAS TOSSICI / MEDIUM VOLTAGE - VERY LOW EMISSION OF SMOKE AND TOXIC GASES

RG7H1M1 Afumex™
MV Power 105



Unipolare 12/20 kV e 18/30 kV
Single core 12/20 kV and 18/30 kV

Norma di riferimento
HD 620 CEI 20-13

Descrizione del cavo

Anima

Conduttore a corda rotonda compatta di rame rosso

Semiconduttivo interno

Elastomerico estruso

Isolante

Miscela speciale di gomma ad alto modulo

Semiconduttivo esterno

Elastomerico estruso pelabile a freddo

Schermatura

A filo di rame rosso

Guaina

AFUMEX, colore rosso

Marcatura

PRYSMIAN(**) AFUMEX MV power 105

<ensione> <sez.> CEI 20-22III Cat. C. <anno>

(**) sigla sito produttivo

Applicazioni

Temperatura di sovraccarico massima 140 °C

Coefficiente K per temperature di corto circuito di 300 °C: K=152

N.B. Il cavo rispetta le prescrizioni della norma HD 620 per

quanto riguarda l'isolante, per tutte le altre caratteristiche rispetta le prescrizioni della CEI 20-13.

Accessori idonei

Terminali

ELTI (pag. 114), ELTI-1C (pag. 115), ELTO-1C (pag. 118),

STI RR (pag. 122), STI GT (pag. 124), STE GT (pag. 126),

FMCS 250 (pag. 128), FMCE (pag. 130), FMCTS-400 (pag. 132),

FMCTXs-630/C (pag. 136)

Giunti

ECOSPEED™ (pag. 140), RETRACFIT (pag. 142)

Standard

HD 620 CEI 20-13

Cable design

Core

Compact stranded bare copper conductor

Inner semi-conducting layer

Extruded elastomeric compound

Insulation

Special high module rubber compound

Outer semi-conducting layer

Extruded cold strippable elastomeric compound

Screen

Bare copper wire

Sheath

AFUMEX; colour red

Marking

PRYSMIAN(**) AFUMEX MV power 105

<rated voltage> <cross-sect.> CEI 20-22III Cat. C. <year>

(**) production site label

Applications

Overload maximum temperature 140 °C

K coefficient for short-circuit temperatures at 300 °C: K=152

N.B. according to the HD 620 standard for insulation, and the

CEI 20-13 for the other characteristics.

Suitable accessories

Terminations

ELTI (pag. 114), ELTI-1C (pag. 115), ELTO-1C (pag. 118),

STI RR (pag. 122), STI GT (pag. 124), STE GT (pag. 126),

FMCS 250 (pag. 128), FMCE (pag. 130), FMCTS-400 (pag. 132),

FMCTXs-630/C (pag. 136)

Joints

ECOSPEED™ (pag. 140), RETRACFIT (pag. 142)

RG7H1M1 Afumex[®]
MV Power 105
Unipolare 12/20 kV e 18/30 kV
Single core 12/20 kV and 18/30 kV

Unipolare - conduttore di rame / Single core - copper conductor - RG7H1M1

sezione nominale	diametro indicativo conduttore	diametro sull'isolante	diametro esterno massimo	peso indicativo del cavo	raggio minimo di curvatura
conductor cross-section	approximate conductor diameter	diameter over insulation	maximum outer diameter	approximate weight	minimum bending radius
(mm ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)

sezione nominale	posa in aria		posa interrata		
	in piano	a trifoglio	in piano p=1 °C m/W	a trifoglio p=1 °C m/W	a trifoglio p=2 °C m/W
conductor cross-section	open air installation flat	trefoil	underground installation flat	trefoil	trefoil
(mm ²)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)

Dati costruttivi / Construction charact. - 12/20 kV

25	6,0	17	23,3	780	300
35	7,0	17	23,4	850	300
50	8,1	18	24,0	980	380
70	9,8	19	25,3	1190	400
95	11,4	21	26,7	1470	430
120	12,9	22	28,4	1740	450
150	14,2	24	30,0	2030	470
185	15,8	25	32,0	2440	490
240	18,2	28	34,6	3040	530
300	20,5	31	37,4	3700	560
400	22,9	33	40,3	4500	600
500	26,2	37	43,7	5690	660
630	29,9	41	48,3	7210	720

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 12/20 kV

25	203	175	172	160	132	128
35	248	212	206	199	158	152
50	297	253	244	235	185	179
70	373	310	299	288	225	218
95	455	385	358	345	268	260
120	525	445	406	392	304	294
150	595	506	454	440	339	329
185	680	581	512	496	381	370
240	802	688	591	574	438	428
300	916	790	664	647	491	481
400	1049	912	747	732	551	543
500	1203	1054	840	829	617	609
630	1370	1212	937	923	687	682

Dati costruttivi / Construction charact. - 18/30 kV

50	8,1	25	31,2	1380	450
70	9,8	25	31,7	1500	480
95	11,4	26	32,5	1810	500
120	12,9	27	33,4	2050	520
150	14,2	28	34,6	2340	540
185	15,8	29	35,8	2700	570
240	18,2	31	38,4	3320	600
300	20,5	34	41,4	4020	640
400	22,9	37	44,3	4910	680
500	26,2	40	47,9	6080	730
630	29,9	45	52,9	7690	790

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 18/30 kV

50	291	256	240	232	186	180
70	365	319	295	285	226	219
95	445	388	353	342	269	261
120	518	450	403	390	304	295
150	584	508	450	430	339	330
185	669	582	507	493	380	371
240	788	688	586	571	437	428
300	898	789	658	643	490	481
400	1027	909	740	724	550	542
500	1177	1050	831	818	615	610
630	1337	1207	928	919	684	684

Figura 7 – Scheda tecnica cavi MT

	“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)” RELAZIONE TECNICA ELETTRICA	DATA: GENNAIO 2024 Pag. 22 di 48
---	---	---

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

- Posa di tipo interrato;
- Cavi posati a trifoglio: $K1=0.86$;
- Profondità di posa pari a 1.2m: $K2=0.98$;
- Resistività termica del terreno pari a 1.2 Km/W: $K3= 0.93$;
- Temperatura di servizio pari a 30°C: $k4= 0.93$.

5.3 Risultati dimensionamento cavidotto MT

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

Tratta			Generazione		Sezione	Caduta di tensione
Da	A	Lunghezza (km)	Pn (MW)	Vn (kV)	(mmq)	(%)
SM05	SM04	2.758	7	30	95	0.7
SM04	SM03	2.726	14	30	95	1.38
SM02	SM01	1.912	7	30	95	0.48
SM03	Cabina di raccolta e smistamento	2.885	21	30	95	2.19
SM01	Cabina di raccolta e smistamento	1.646	14	30	95	0.83
Cabina di raccolta e smistamento	SSE	10.728	35	30	300	2.82

Tabella 3-Cavi MT previsti in progetto

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 (18/30kV).

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 polietilene 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 AFUMEX 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 variabile a seconda del numero di terne previste da progetto con un minimo di circa 40 centimetri di larghezza, ponendo sul fondo dello scavo, opportunamente livellato, un letto di sabbia fine o di terreno scavato se dalle buone caratteristiche geomeccaniche.

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 reinterro 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.

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).

	“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)” RELAZIONE TECNICA ELETTRICA	DATA: GENNAIO 2024 Pag. 24 di 48
---	---	---

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 variabile in funzione del numero di terne previste da progetto;
- 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 variabile dove previsto da progetto
- 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.



Figura 8 - Sezione di scavo Cavo MT su strada asfaltata

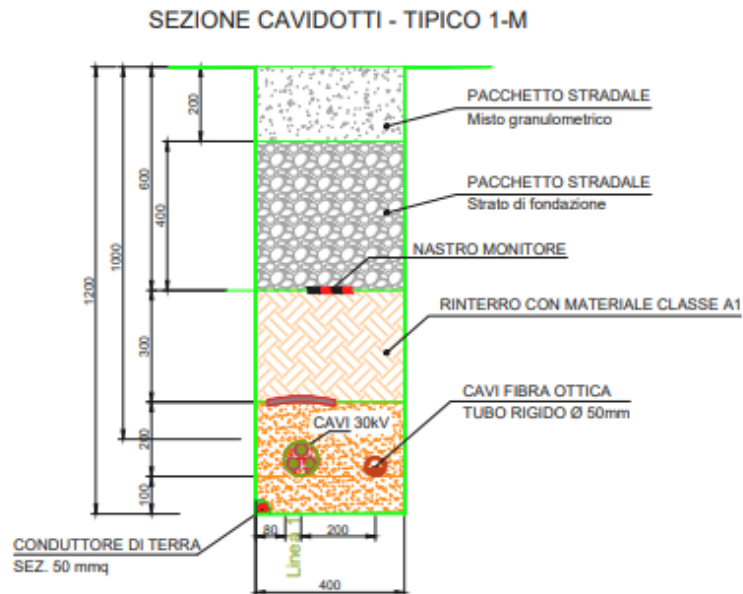


Figura 9 - Sezione di scavo Cavo MT + cavo segnale e corda di rame su strada sterrata

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.

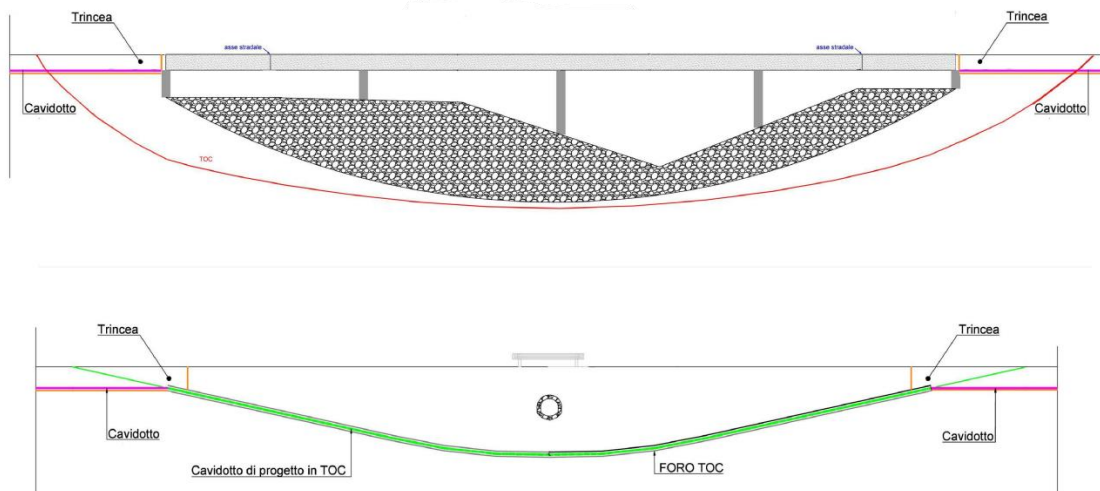


Figura 11 – Sezione tipo TOC

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.

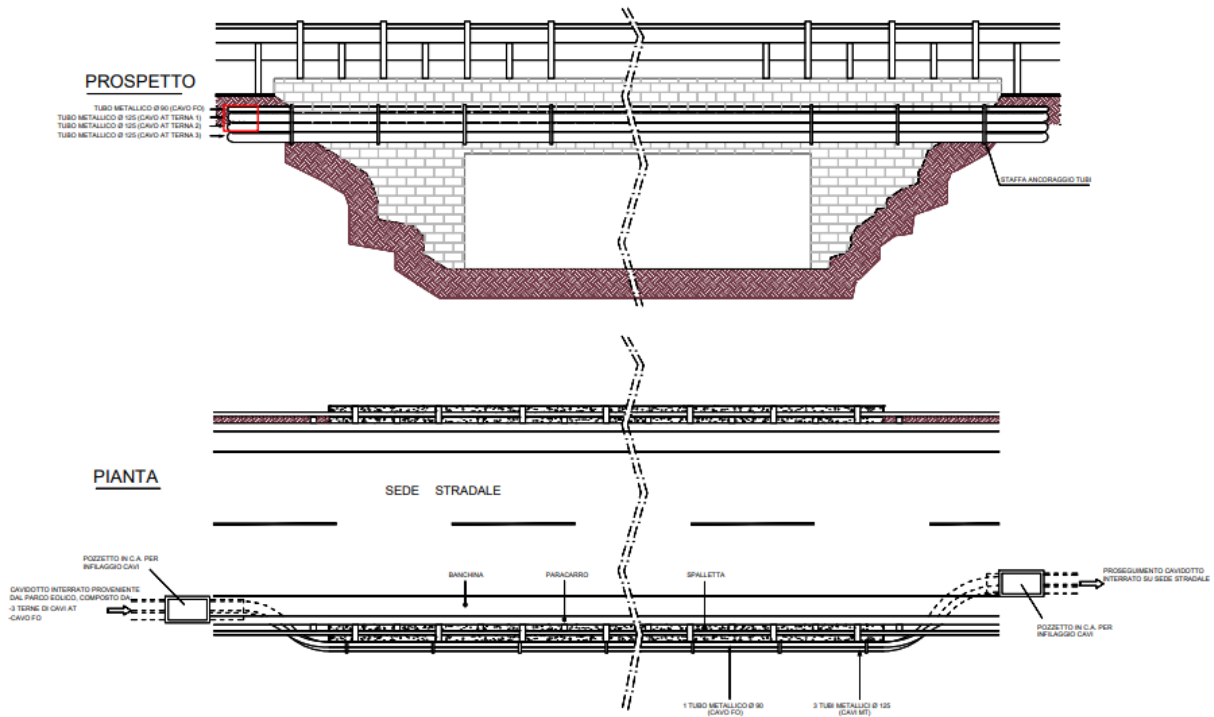


Figura 12 – Staffaggio tipo su ponte

5.5 Scelte progettuali cavidotto AT

In seguito alla trasformazione 150/30 kV che avverrà all'interno della Sottostazione Elettrica lato Utente di Ururi, per la quale sarà previsto un ampliamento, la connessione in antenna a 150 kV con la nuova Stazione Elettrica di trasformazione 380/150 kV della RTN da inserire sulla linea RTN a 380 kV “Larino” (nel seguito “S.E. RTN”) da ubicarsi nel Comune di Larino (CB), avverrà tramite un elettrodotto AT esistente per il quale saranno previste in fase esecutiva opere di adattamento.

5.6 Cabina di Raccolta e Smistamento

È prevista la realizzazione di una cabina di raccolta e smistamento di dimensioni indicative 10 m x 4 m alla quale convergono i cavidotti interrati a 30 kV con cavo con conduttori di fase in rame provenienti dagli aerogeneratori SM03, SM01.

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:

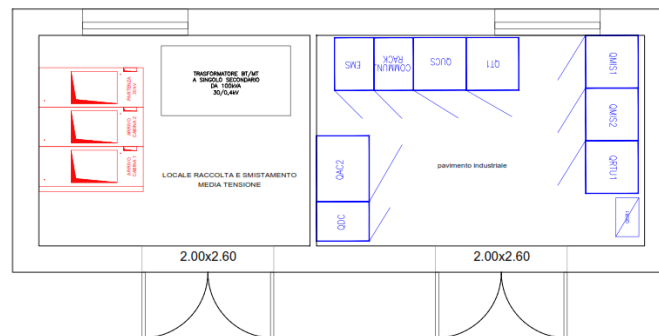


Figura 13 - Tipico Cabina di Raccolta e Smistamento

5.7 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.

In merito al progetto in oggetto, verranno eseguite delle opere di ampliamento della già presente Sottostazione elettrica nel territorio di Ururi (foglio catastale n.9, particella n.191 e n.22) con l'introduzione un ulteriore locale di controllo e con la sostituzione del trasformatore esistente da 30/40 MVA con un trasformatore da 75 MVA, i quali aspetti verranno chiariti in fase di progettazione esecutiva, il cui compito sarà aumentare la tensione da 30kV a 150kV. L'ampliamento della SSE Utente esistente avrà lo scopo di collegare il parco eolico in antenna a 150 kV con la sezione a 150 kV all'ampliamento della stazione elettrica di trasformazione (SE) 380/150 kV della RTN denominata "Larino".

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 150 kV mediante un nuovo trasformatore trifase di potenza 150/30 kV; Pn = 75MVA.

	<p>“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)” RELAZIONE TECNICA ELETTRICA</p>	<p>DATA: GENNAIO 2024 Pag. 31 di 48</p>
---	--	---

5.7.1 Sistema di protezione, monitoraggio, comando e controllo

All'interno dell'ampliamento della Sottostazione verrà predisposto un nuovo locale tecnico di dimensioni all'incirca di $(21 \times 4,5) m^2$ posto a spalla, a distanza di 2m, rispetto a quello esistente ed a una distanza di 3m della recinzione prevista.

La stazione sarà controllata da: un sistema centralizzato di controllo in sala quadri e un sistema di telecontrollo da una o più postazioni remote.

I sistemi di controllo, di protezione e di misura centralizzati sono installati nell'edificio di stazione ed interconnessi tra loro e con le apparecchiature installate tramite cavi a fibre ottiche e hanno la funzione di connettere l'impianto con i sistemi remoti di telecontrollo, di provvedere al controllo e all'automazione a livello di impianto di tutta la stazione, alla restituzione dell'oscillografia e alla registrazione cronologica degli eventi. Dalla sala quadri centralizzata è possibile il controllo della 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 150 kV, al fine di modificare l'assetto della rete verso la condizione più opportuna per garantire la migliore continuità e la qualità del servizio.

	“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)” RELAZIONE TECNICA ELETTRICA	DATA: GENNAIO 2024 Pag. 32 di 48
---	---	---

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 pannello per l’alloggiamento delle protezioni elettriche di rete, che agiranno sugli interruttori a 150 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 150/30 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 teletrasmissione in tempo reale.

5.7.2 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 disinserzione 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;

	“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)” RELAZIONE TECNICA ELETTRICA	DATA: GENNAIO 2024 Pag. 34 di 48
---	---	---

- 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 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.

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.

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 30 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

	<p>“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)” RELAZIONE TECNICA ELETTRICA</p>	<p>DATA: GENNAIO 2024 Pag. 36 di 48</p>
---	--	---

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.
- 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

5.7.3 Trasformatore 150/30

Il trasformatore trifase con isolamento in olio minerale, previsto in sostituzione a quello già esistente, è del tipo in olio per trasmissione in alta tensione, con tensione primaria 150 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).

	<p>“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)” RELAZIONE TECNICA ELETTRICA</p>	<p>DATA: GENNAIO 2024 Pag. 37 di 48</p>
---	--	---

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 nuovo trasformatore è stimabile attorno alle 91,3 t.

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

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 m³, 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 150/30 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.

5.7.4 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 150 kV.

	“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)” RELAZIONE TECNICA ELETTRICA	DATA: GENNAIO 2024 Pag. 38 di 48
---	---	---

5.7.5 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.

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 stato realizzato mediante conduttori in tubo in lega di alluminio conforme con le seguenti caratteristiche:

- Tensione: 150 kV
- Diametro (est/int) [mm]: 100/86

Le sbarre sono costituite da 3 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.

5.7.6 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
I_g (kA)	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 mm² 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 mm².
- intorno agli edifici di stazione, la posa di un anello perimetrale costituito da conduttore da 125 mm².
- 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 mm².

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 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.

5.7.7 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

All’interno dell’ampliamento della Sottostazione di Ururi è previsto l’introduzione di un nuovo locale di controllo. I fabbricati sono costituiti da un edificio a pianta rettangolare, delle dimensioni esterne di 21 m x 4,5 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.

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

	<p>“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)” RELAZIONE TECNICA ELETTRICA</p>	<p>DATA: GENNAIO 2024 Pag. 42 di 48</p>
---	--	---

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 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 (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

vengono 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 METALICCI

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.

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.

	<p>“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)” RELAZIONE TECNICA ELETTRICA</p>	<p>DATA: GENNAIO 2024 Pag. 45 di 48</p>
---	--	---

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 mm² 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.

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.

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:

- ✓ 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;

	“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)” RELAZIONE TECNICA ELETTRICA	DATA: GENNAIO 2024 Pag. 47 di 48
---	---	---

- ✓ 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).

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 mm², 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.