

# PARCO EOLICO "MONTE ARGENTU"

COMUNE DI NURRI

PROVINCIA DEL SUD SARDEGNA (SU)



## STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

**Elaborato:**

PROGETTO DEFINITIVO OPERE ELETTRICHE

**RELAZIONE GENERALE PROGETTO ELETTRICO**

Codice elaborato:

**NU\_PE\_A001**

Data: Gennaio 2023

**Il committente:** Sardeolica s.r.l.

**Coordinamento:** FAD SYSTEM SRL - Società di ingegneria

Dott. Ing. Ivano Distinto

Dott. Ing. Carlo Foddis

**Elaborato a cura di:**

Fad System srl

rev.	data	descrizione revisione	rev.	data	descrizione revisione
00	18/10/2021	Emissione per consegna			
01	30/01/2023	Revisione con riduzione numero aerogeneratori			

## INDICE

1	GENERALITÀ.....	3
2	DATI DEL SITO DI INSTALLAZIONE.....	5
3	DESCRIZIONE GENERALE.....	6
4	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	7
5	AEROGENERATORE.....	10
6	CAVIDOTTI MT.....	11
6.1	ATTRAVERSAMENTI DEI CORSI D'ACQUA.....	12
6.2	ATTRAVERSAMENTI STRADALI.....	15
6.3	PASSAGGIO CAVIDOTTI IN ZONE A RISCHIO IDROGEOLOGICO.....	15
7	SCELTA DEL TIPO DI CAVO.....	16
8	STRUTTURA DELLA RETE MT.....	17
9	CRITERI NEL DIMENSIONAMENTO DEI CAVI MT.....	17
10	PROTEZIONE DELLA RETE MT.....	18
11	IMPIANTO DI TERRA AEROGENERATORI.....	19
12	SOTTOSTAZIONE MT/AT.....	19
13	RACCORDO AT.....	20
14	RETE TELEMATICA.....	21

## 1 GENERALITÀ

Il parco eolico in progetto si estende interamente all'interno del territorio comunale di Nurri ed è posizionato tra le strade statali SS198 e SS128 e le provinciali SP 10 e SP 65. La realizzazione della sottostazione elettrica produttore è prevista in prossimità della stazione elettrica TERNA sita sempre nel comune di Nurri.

Il progetto del Parco Eolico si inquadra nell'ambito della ricerca di fonti energetiche alternative da utilizzare per la produzione d'energia elettrica.

L'intervento proposto prevede l'installazione di 6 aerogeneratori tripala ad asse orizzontale per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza nominale di 6.000 kW ciascuno, per una potenza nominale complessiva di 36 MW.

L'energia elettrica prodotta dai generatori verrà convogliata, attraverso una rete a 30 kV realizzata con cavo interrato, alla sottostazione 30/150 kW An=60 MVA sita nel territorio comunale di Nurri e poi immessa sulla rete a 150 kV del Gestore Della Rete mediante la stazione elettrica di TERNA. La sottostazione produttore verrà collegata ad uno dei due stalli disponibili nella stazione TERNA attraverso un collegamento in antenna con cavo interrato con tensione nominale 150 kV.

Le opere di rete previste dalla soluzione tecnica minima generale (STMG) per la connessione dell'impianto alla RTN sono indicate nel preventivo per la connessione del 20/12/2019 (rif. TERNA/P2019 0089875-20/12/2019 – Codice pratica 201901246), e prevedono che il futuro Parco eolico Monte Argentu venga collegato in antenna a 150 kV su un futuro stallo a 150kV della SE di smistamento RTN denominata "Nurri", previa realizzazione dei seguenti interventi:

- 1) futura SE RTN 150 kV da inserire in entra-esce alla linea 150 kV RTN "Goni-Eaf Armungia";
- 2) futura SE RTN 150 kV da inserire in entra-esce alla linea 150 kV RTN "Muravera-Selargius";
- 3) nuovo elettrodotto a 150 kV di collegamento tra le due stazioni suddette;
- 4) potenziamento/rifacimento e rimozioni delle limitazioni sulle attuali linee a 150 kV "Goni-Ulassai", "Isili-Flumendosa 2", "Arbatax - Flumendosa" e "Arbatax - Lanusei";

- 5) futura SE RTN 150 kV denominata "Selegas", in corrispondenza dell'incrocio delle direttrici "Goni - S. Miali" e "Villassar - Nurri" (di cui al Piano di Sviluppo Terna);
- 6) nuova SE a 150 kV da realizzare presso l'attuale Cabina primaria di Goni (di cui al Piano di Sviluppo Terna);
- 7) nuovo elettrodotto a 150 kV "Selargius - Goni" (di cui al Piano di Sviluppo Terna);
- 8) rimozione delle limitazioni sulle attuali linee a 150 kV "Santu Miali - Goni" e "Santu Miali - Villassar" (di cui al Piano di Sviluppo Terna);

Il progetto delle infrastrutture elettriche e lo Studio di impatto ambientale relativi al Parco eolico Monte Argentu si riferiscono ai soli interventi relativi all'impianto di utenza.

A seguito di un tavolo tecnico convocato da Terna il 18/02/2020, è stato definito che:

- le opere previste ai punti 1), 2), 3) e i potenziamenti delle attuali linee a 150 kV "Isili-Flumendosa 2" e "Arbatax - Flumendosa" previste al punto 4) sono in capo alla capofila Ecoenergy Project 2 S.r.l. (Queequeg Renewables);
- il potenziamento della linea "Arbatax-Lanusei previsto al punto 4) è in capofila a Sardeolica che è in attesa di benestare da parte di Terna;
- il potenziamento della linea "Goni-Ulassai" è già stato realizzato da Terna.

Non appena le opere di rete saranno validate da Terna, Sardeolica integrerà la documentazione presentata ai fini autorizzativi.

Il sito è prevalentemente adibito all'allevamento estensivo in grado quindi di coesistere con la presenza di turbine eoliche. A tal proposito si fa rilevare che, a parità di potenza installata, l'utilizzo di turbine eoliche di grande taglia determina una minima occupazione del suolo, lasciando inalterata la destinazione d'uso attuale.

Il progetto è stato ideato secondo i seguenti criteri:

- scelta di aerogeneratori di grande taglia per minimizzare l'occupazione del suolo a parità di produzione energetica;
- utilizzo di torri che hanno al loro interno il trasformatore BT/MT;
- ottimizzazione dei percorsi dei cavidotti interrati delle linee MT, posizionandoli lungo la viabilità esistente o di nuova realizzazione;
- ottimizzazione dell'ubicazione del punto di connessione.

- torri, navicelle e pali realizzati con colori che si inseriscono armonicamente nell'ambiente circostante, fatte salve altre tonalità derivanti da disposizioni di sicurezza;
- viabilità interna di impianto, la cui nuova realizzazione sarà ridotta al minimo prevedendo per quanto possibile l'utilizzo della viabilità esistente, eventualmente risistemata;
- cavidotti interni di impianto che saranno interrati ad una profondità minima di 1,20 m.

Oltre all'installazione dei macchinari (aerogeneratori), per la realizzazione dell'impianto sono anche da prevedersi le seguenti opere ed infrastrutture:

*opere civili:* comprendenti l'esecuzione dei plinti di fondazione delle macchine eoliche, tutte le opere civili necessarie per la realizzazione della sottostazione di trasformazione MT/AT (es. realizzazione dei plinti per le apparecchiature elettriche, la realizzazione dell'edificio di quadri e controllo nella sottostazione), nonché la realizzazione delle piazzole degli aerogeneratori, l'adeguamento/ampliamento della rete viaria esistente nel sito per la realizzazione della viabilità di servizio interna all'impianto;

*opere elettromeccaniche:* comprendenti l'installazione degli aerogeneratori, le apparecchiature elettromeccaniche, l'esecuzione dei collegamenti elettrici in cavidotti interrati e della rete di terra, nonché la realizzazione del sistema di monitoraggio e controllo della centrale e dei singoli aerogeneratori.

## 2 DATI DEL SITO DI INSTALLAZIONE

Nel seguito sono riportati i dati che verranno adottati per la progettazione elettrica di massima dell'impianto eolico.

*Caratteristiche elettriche generali (per la scelta delle apparecchiature elettriche)*

L'impianto può essere suddiviso in due diverse sezioni, in relazione al livello di tensione che le caratterizza:

### Sezione AT

tensione nominale 150 kV

tensione massima 170 kV

frequenza nominale 50 Hz

potere di interruzione interruttori 31.5 kA

corrente di breve durata interruttori 31.5 kA

condizioni ambientali limite -25/+40°C

salinità di tenuta superficiale degli isolamenti:

elementi 150 kV 56 g/l

### Sezione MT

Tensione nominale di esercizio 30 kV

Tensione massima 36 kV

Frequenza nominale 50 Hz

Livello di isolamento:

Tensione nominale di tenuta:

o frequenza industriale (50Hz/60s) 70 kV efficace

o impulso atmosferico (1.2/50µs) 145-170kV picco

Corrente nominale delle sbarre principali 1600 A

Corrente ammissibile di breve durata interruttori 25 kA

Durata nominale di cortocircuito 1 s

Tensione ausiliari 110 Vdc

## **3 DESCRIZIONE GENERALE**

La centrale eolica è costituita da dieci aerogeneratori con potenza unitaria di 6000 kW a tensione generazione di 800 V.

La generazione asincrona di ogni turbina eolica alimenta un convertitore di potenza da 6550 kVA a frequenza variabile tensione in ingresso 800 V e tensione di uscita 720 V posto in serie al trasformatore elevatore 720/30000 V di potenza 7000 kVA e gli ausiliari per il controllo e la protezione del sistema. Il trasformatore BT/MT con la

relativa quadristica di media tensione fa parte dell'aerogeneratore ed è interamente installato all'interno dell'aerogeneratore stesso.

Per veicolare l'energia prodotta da ogni aerogeneratore alla rete elettrica nazionale si prevede di realizzare un insieme di linee elettriche in media tensione che colleghi l'impianto con la stazione di consegna MT/AT, come da layout elettrico delle tavole allegate.

I collegamenti degli aerogeneratori alla sottostazione di trasformazione avvengono tramite due linee principali comprendenti ciascuna tre aerogeneratori. Non sono presenti cabine di smistamento.

Si intende realizzare tali collegamenti con cavi airbag interrati ad una profondità minima di 1,20 m che, per le loro caratteristiche in relazione a quelle del terreno interessato, rappresentano una soluzione ottimale per minimizzare l'impatto ambientale e paesaggistico. Sempre in tale ottica, per la realizzazione dei cavidotti si seguiranno percorsi su strade esistenti.

L'energia prodotta dalla centrale eolica verrà fornita alla rete elettrica nazionale mediante la realizzazione di una sottostazione di trasformazione MT/AT che fornisce l'energia alla tensione di 150 kV.

#### 4 RIFERIMENTI NORMATIVI

In particolare per gli aspetti generali degli impianti si è tenuto conto della Legge n. 186 del 1 Marzo del 1968 e delle seguenti Norme in materia dell'attualmente in vigore:

- Norma CEI 0-16 Regole Tecniche di Connessione (RTC) per Utenti attivi ed Utenti passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica
- Norma CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici
- Norma CEI 99-2 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata
- Norma CEI 99-3 Messa a terra degli impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata
- Norma CEI 11-4+Ec. Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne.
- Norma CEI 11-17+Var.V1 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo

- Norma CEI EN 62271-100 Interruttori a corrente alternata ad alta tensione
- Norma CEI EN 62271-102 Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata per alta tensione
- Norma CEI EN 60898-1 Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari
- Norma CEI 20-22 Prove d'incendio sui cavi elettrici
- Norma CEI 20-37 Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi;
- Norma CEI EN 61009-1 Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari
- Norma CEI 33-2 Condensatori di accoppiamento e divisori capacitivi
- Norma CEI 36-12 Caratteristiche degli isolatori portanti per interno ed esterno destinati a sistemi con tensioni nominali superiori a 1000 V
- Norma CEI EN 60044-1+Var. A1/A2 Trasformatori di corrente
- Norma CEI EN 60044-2 Trasformatori di tensione induttivi
- Norma CEI EN 60044-5 Trasformatori di tensione capacitivi
- Norma CEI 41-1 Relè elettrici a tutto o niente e di misura. Norme generali.
- Norma CEI 57-2 Bobine di sbarramento per sistemi a corrente alternata
- Norma CEI 57-3 Dispositivi di accoppiamento per impianti ad onde convogliate
- Norma CEI 64-2 Impianti elettrici in luoghi con pericolo di esplosione
- Norma CEI 64-8+Var. V1/V2 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua
- Norma CEI 79-2;AB Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione – Norme particolari per le apparecchiature
- Norma CEI 79-3 Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione – Norme particolari per gli impianti.
- Norma CEI 79-4 Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione – Norme particolari per il controllo accessi.
- CEI EN 60335-2-103 Norme particolari per attuatori per cancelli, porte e finestre motorizzati.
- Norma CEI EN 60076-1 Trasformatori di potenza
- Norma CEI EN 60137 Isolatori passanti per tensioni alternate superiori a 1 kV



- Norma CEI EN 60721-3-3+ Var. A2 Classificazioni delle condizioni ambientali.
- Norma CEI EN 60721-3-4+ Var. A1 Classificazioni delle condizioni ambientali.
- Norma CEI EN 60068-3-3 Prove climatiche e meccaniche fondamentali Parte 3: Guida – Metodi di prova sismica per apparecchiature
- Norma CEI EN 60099-4 Scaricatori ad ossido di zinco senza spinterometri per reti a corrente alternata
- Norma CEI EN 60099-5+Var.A1 Scaricatori – Raccomandazioni per la scelta e l'applicazione
- Norma CEI EN 50110-1-2 Esercizio degli impianti elettrici
- Norma CEI 7-6 Norme per il controllo della zincatura a caldo per immersione su elementi di materiale ferroso destinati a linee e impianti elettrici
- Norma UNI EN ISO 2178 Misurazione dello spessore del rivestimento
- Norma UNI EN ISO 2064 Rivestimenti metallici ed altri rivestimenti inorganici. Definizioni e convenzioni relative alla misura dello spessore
- Norma CEI EN 60507 Prove di contaminazione artificiale degli isolatori per alta tensione in sistemi a corrente alternata
- Norma CEI EN 60694+Var.A1/A2 Prescrizioni comuni per l'apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione
- Norma CEI EN 60947-7-2 Morsetti componibili per conduttori di protezione in rame
- Norma CEI EN 60529+Var. A1 Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)
- Norma CEI EN 60168 Prove di isolatori per interno ed esterno di ceramica e di vetro per impianti con tensione nominale superiore a 1000 V
- Norma CEI EN 60383-1+Var.A11 Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V – Parte 1 Isolatori in materiale ceramico o in vetro per sistemi in corrente alternata
- Norma CEI EN 60383-2 Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V – Parte 2 Catene di isolatori e equipaggiamenti completi per reti in corrente alternata
- Norme CEI EN 61284 Linee aeree – Prescrizioni e prove per la morsetteria
- Norme UNI EN 54 Componenti di sistemi di rilevazione automatica di incendio;

- Norme UNI 9795 Sistemi automatici di rilevazione e di segnalazione manuale d'incendio;
- Norma CEI EN 61000-6-2 Immunità per gli ambienti industriali
- Norma CEI EN 61000-6-4 Emissione per gli ambienti industriali. Descrizione dell'impianto

## 5 AEROGENERATORE

Gli aerogeneratori individuati per la realizzazione del parco eolico sono del tipo trifase, con potenza nominale di 6000 kW e tensione nominale di 800 volt, sono posti in cima a torri tronco coniche in acciaio con un'altezza massima fuori terra, misurata al mozzo, di 125 m, il generatore è azionato da elica tripala con diametro di 162 metri.

L'aerogeneratore è essenzialmente costituito da un rotore a tre pale che capta l'energia del vento, avente il mozzo collegato ad una navicella in cui avviene il processo di trasformazione dell'energia cinetica del vento in energia elettrica, da una torre o sostegno che ha il compito di sostenere l'apparato di produzione (navicella + rotore) alla quota individuata attraverso le simulazioni di produttività come ideale.

L'aerogeneratore ipotizzato per le valutazioni progettuali è stato scelto tra quelli maggiormente efficienti e sofisticati presenti attualmente sul mercato, tuttavia in fase di installazione si potrà sostituire con uno simile a parità di caratteristiche dimensionali e tecnico-produttive.

### *Dati tecnici:*

Potenza unitaria: 6250 kW

Frequenza 0 – 138 Hz

Numero pale: 3

Diametro del rotore: 162 m.

Tipo di sostegno: tubolare metallico.

Altezza da terra del rotore: 125 m.

Fondazioni: piastra in C.A. dimensioni di circa 30 m diametro, completamente interrata ad una profondità massima di 4,11 m.

## 6 CAVIDOTTI MT

I cavi di potenza e segnalazione, individuati con apposito nastro segnalatore, saranno posati direttamente in una trincea oppure su letto di sabbia o terra vagliata. I cavi saranno posati, in conformità alla norma CEI 11-17, lungo i margini delle strade interne ed esterne al parco.

I cavi, come già detto, per tutto il tracciato seguiranno la viabilità esistente e di progetto.

La lunghezza totale delle trincee per la posa dei cavi è di circa 14.080 m la loro larghezza varia da 1,0 m nel tratto dove coesistono le 3 terne che va dagli aerogeneratori alla sottostazione produttore, mentre nei restanti tratti la larghezza sarà pari a 0,6 m, nei tratti con 2 terne di cavi e 0,5 m nei tratti con una sola terna.

Nel tratto che dall'ultimo aerogeneratore porta alla sottostazione di trasformazione la trincea ospiterà esclusivamente le tre terne di cavi airbag, una da 630 mmq e due da 400 mmq, mentre nelle tratte di interconnessione tra gli aerogeneratori, oltre i cavi airbag, è prevista l'installazione di un tritubo dal diametro di 50 mm destinato ad ospitare la rete di controllo degli aerogeneratori e di una corda in rame per l'interconnessione della rete di terra degli aerogeneratori.

Tutte le giunzioni dei cavi di potenza saranno realizzate all'interno dello scavo e successivamente segnalati con le Ball Marker ed eventuali cippi di segnalazione in cls. Le giunzioni della fibra ottica avverranno in appositi pozzetti in cls con coperchio carrabile. Prima della messa in servizio delle linee elettriche dovranno essere eseguite le prove di isolamento dei cavi MT prescritte dalla Norma CEI 11-7, mentre le fibre ottiche verranno testate tramite Optical time domain reflectometers (OTDR).

Il reale posizionamento del cavidotto rispetto alla sede stradale dovrà essere opportunamente definito in sede di progetto esecutivo, nella parte di strada asfaltata verrà privilegiato il suo posizionamento al lato del nastro stradale in modo da evitare il taglio del manto bituminoso. Qualora nella realizzazione dello scavo per il passaggio dei cavi dovessero essere interessati manufatti di ogni tipo (manto stradale, cunette in cemento e non, guardrail ecc.) dovrà essere previsto il loro ripristino ante operam. Si riportano di seguito le caratteristiche generali dell'elettrodotta interrato di parco:

- scavo della profondità di circa 1,20 metri e larghezza della base da circa 50 cm a circa 110 cm a seconda del numero di cavi presenti;
- se lo scavo è eseguito su roccia, prima di posare i cavi, si dovrà aumentare la profondità dello scavo di 10 cm e realizzare un letto di sabbia o terra vagliata, altrimenti si potrà posare direttamente il cavo nello scavo;
- se il materiale di risulta è costituito da pietrame di grosse dimensioni si dovranno ricoprire i cavi con un primo strato circa 10 cm di sabbia o terreno di scavo vagliato, altrimenti si potrà utilizzare direttamente la terra dello scavo;
- posa del nastro monitore;
- strato finale di completamento in terreno proveniente dallo scavo.

Nel tracciato stradale che interconnette tra loro gli aerogeneratori, lo scavo dovrà contenere, oltre quanto già descritto, una corda in Cu nuda da 50 mmq per tutta la sua lunghezza, collegata all'anello della rete di terra di ciascuna torre presente nel parco.

Nel corso dei lavori della posa dell'elettrodotta interrato, l'impresa dovrà assicurare la circolazione stradale e mantenere agibili i transiti e gli accessi carrai o pedonali lungo il tracciato. Le aree di lavoro dovranno essere delimitate secondo le disposizioni previste dal Codice della Strada e/o da particolari regolamenti imposti dalle Vigilanze Comunali competenti e dovranno essere complete di segnalazioni sia diurne che notturne segnalanti l'esistenza di scavi aperti.

## 6.1 ATTRAVERSAMENTI DEI CORSI D'ACQUA

Nella realizzazione del cavidotto di collegamento degli aerogeneratori alla sottostazione di trasformazione si dovranno percorrere alcune strade comunali ricadenti nel comune di Nurri.

Il cavidotto lungo il suo tracciato incontra il Rio Gravelloni e il Rio Arroglasia, e alcuni corsi d'acqua costituiti da dei piccoli ruscellamenti (tavola NU\_PE\_T002) che presentano un regime occasionale, con riattivazioni in concomitanza ad eventi pluviometrici intensi.

I singoli punti di interferenza sono stati oggetto di un rilievo di dettaglio, che ha consentito di individuare le più consone soluzioni progettuali al fine di evitare

qualsivoglia interferenza tra opera in rete e deflussi superficiali. La dislocazione dell'attraversamento del corso d'acqua è riportato nella tavola NU\_PE\_T002



Punto di attraversamento n°1 - Rio Arroglasia



Punto di attraversamento n°2



Punto di attraversamento n°3 - Rio Gravelloni



Punto di attraversamento n°4

Gli attraversamenti dei Rio Gravelloni e Rio Arroglasia, che mantengono una portata d'acqua per una buona parte dell'anno, sono previsti tramite perforazione orizzontale teleguidata. Questo tipo di posa permette di installare l'elettrodotto al di sotto dei corsi d'acqua senza impatto sulla superficie.

Tutti gli altri attraversamenti verranno realizzati eseguendo lo scavo su un lato della strada con mezzi meccanici, posando i cavi, rinfiancandoli e ricoprendoli con la terra di risulta dello stesso scavo (tavola NU\_PE\_T005).

Si prevede di attraversare tutti gli alvei in subalveo, garantendo rispetto al fondo alveo un franco di ricoprimento del cavidotto di almeno 1 m

Se durante la fase realizzativa dello scavo si dovesse incontrare una eventuale coltre detritica o alluvionale sarà necessario approfondire preventivamente lo scavo a sezione obbligata per la posa dei cavi fino ad attestarsi su terreni in posto.

## **6.2 ATTRAVERSAMENTI STRADALI E FERROVIARIO**

Il cavidotto, lungo il suo tracciato oltre i suddetti corsi d'acqua, incrocia anche alcune strade asfaltate e una strada ferrata, gli attraversamenti verranno realizzati secondo le indicazioni degli enti proprietari, in assenza di indicazioni verranno previsti gli attraversamenti indicati nella tavola NU\_PE\_T005.

## **6.3 PASSAGGIO CAVIDOTTI IN ZONE A RISCHIO IDROGEOLOGICO**

Lungo il percorso seguito del cavidotto elettrico si incontrano per brevissimi tratti alcune aree a rischio idrogeologico classificate come Hg1 e Hg4.

Per l'attraversamento delle aree Hg1 con il cavidotto elettrico non ci sono disposizioni legislative particolari. Mentre l'attraversamento delle aree Hg4 è consentito, nel caso di infrastrutture a rete di interesse pubblico, previo studio di compatibilità geologica-geotecnica (allegata allo studio di compatibilità ambientale), esclusivamente nei casi di allacciamenti a reti principali e nuovi sottoservizi a rete interrati lungo tracciati stradali esistenti e a opere connesse compresi i nuovi attraversamenti. Nel nostro caso il cavidotto all'interno delle aree Hg1 Hg4 sarà interrato e seguirà integralmente la rete viaria.



Pericolo Geomorfologico Rev. 42 (Pericolo Frana PAI)

Hg0

Hg1

Hg2

Hg3

Hg4

## 7 SCELTA DEL TIPO DI CAVO

Per la scelta del tipo di cavo si considera che il sistema elettrico sia di categoria A dal punto di vista del funzionamento con una fase a terra (comprende quei sistemi in cui si permette il funzionamento con una fase a terra per una durata non superiore ad un'ora).

Si ottengono i seguenti valori per il cavo MT:

- tensione massima 30 kV;
- durata massima per ogni singolo caso di funzionamento con fase a terra fino a 1 ora.





Il cavo sarà del tipo ARE4H5(AR)E o ARE4H5(AR)EX 18/30 kV le cui caratteristiche sono conformi alla norma HD 620/IEC 60502-2 con la seguente composizione: anima costituita da conduttore a corda rotonda compatta di alluminio, semiconduttore interno in mescola estrusa, isolante in mescola di polietilene reticolato (qualità DIX 8), semiconduttore interno in mescola estrusa, semiconduttore esterno in mescola estrusa, rivestimento protettivo in nastro semiconduttore igroespandente, schermatura a nastri di alluminio avvolto a cilindro longitudinale, protezione meccanica in materiale Polimerico (AirBag) e guaina in polietilene colore rosso (qualità DMP 2). I cavi sopra descritti hanno una temperatura massima di funzionamento in condizioni ordinarie di 90°C, ed una temperatura massima ammissibile in corto circuito di 250°C.

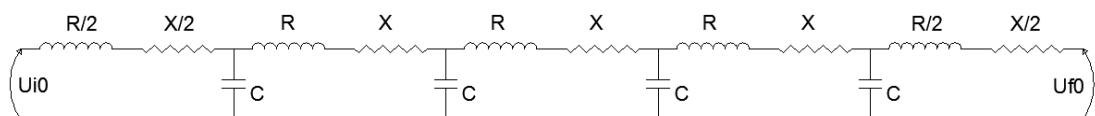
Per una buona affidabilità del sistema i cavi saranno corredati di adeguate terminazioni e giunzioni.

## 8 STRUTTURA DELLA RETE MT

La tavola NU\_PE\_T001 mostra la struttura della rete MT di raccolta dell'energia elettrica prodotta dagli aerogeneratori. Quanto riportato nella tavola appartiene alla fase definitiva del progetto e non ha carattere esecutivo. Sarà cura dell'offerente, in collaborazione con l'ufficio tecnico, progettare la struttura della rete dopo aver svolto le relative analisi tecnico-economiche.

## 9 CRITERI NEL DIMENSIONAMENTO DEI CAVI MT

Per linee elettriche in cavo a frequenze industriali aventi lunghezze minori alla decina di Km e tensioni di esercizio uguali o inferiore a 30 kV si possono trascurare gli effetti delle capacità equivalenti specifiche. Tuttavia, poiché nel nostro caso si tratta di una linea di circa 10 km di lunghezza, si dovranno considerare le capacità della linea.



Per fare ciò immaginiamo di suddividere la linea in diversi tronchi di lunghezza  $L = L_{tot}/6$  secondo lo schema riportato in figura.

Dove  $R=R'*L$ ,  $X=X'*L$  e  $C=C'*L$  con  $R'$ ,  $X'$  e  $C'$  sono rispettivamente la resistenza, la reattanza e la capacità chilometriche della linea.

Dai calcoli che verranno chiaramente omessi si evince che la c.d.t. è di circa il 2 % tra la sbarra MT in sottostazione e l'aerogeneratore più distante.

La sezione dei cavi di ciascun tronco di linea viene calcolata in modo da essere adeguata all'energia da trasportare nelle condizioni di massima generazione delle turbine. I cavi saranno scelti in maniera tale da garantire la corretta portata dei cavi nelle reali condizioni di posa e una caduta di tensione  $DV_{max}$  inferiore al 4% in ciascuna linea, valore ampiamente contenute entro i limiti determinati dalle regolazioni di tensione consentite dai trasformatori (22.1-33.0 kV). Infine sarà eseguita una stima che permette di quantificare la sezione minima del cavo in condizioni di corto circuito calcolata sulla sbarra del quadro MT di sottostazione.

Di seguito si riportano le tabelle dei calcoli preliminari.

#### LINEA B

LINEA	CORRENTE NOMINALE [A]	POTENZA TURBINA [MW]	TENSIONE [KV]	COSFI	SEZIONE CAVO	PORTATA REALE [A]	PORTATA NOMINALE [A]	NUMERO TERNE CAVI	RESISTIVITA TERRENO	PROFONDITA DI POSA [m]	TEMPERATURA ESTERNA	DV%	LUNGHEZZA [km]	SEZIONE MINIMA	TEMPO DI INTERVENTO INTERRUITTORE [s]	CORRENTE DI CC [kA]
L( T N05-SST)	117,97	6,00	30,00	0,98	400,00	317,84	526,00	3,00	1,50	1,20	30,00	0,71	10,60	86,21	1,00	7,50

#### LINEA C

LINEA	CORRENTE NOMINALE [A]	POTENZA TURBINA [MW]	TENSIONE [KV]	COSFI	SEZIONE CAVO	PORTATA REALE [A]	PORTATA NOMINALE [A]	NUMERO TERNE CAVI	RESISTIVITA TERRENO	PROFONDITA DI POSA [m]	TEMPERATURA ESTERNA	DV%	LUNGHEZZA [km]	SEZIONE MINIMA	TEMPO DI INTERVENTO INTERRUITTORE [s]	CORRENTE DI CC [kA]
L( T N07-SST)	235,93	6,00	30,00	0,98	400,00	301,54	526,00	4,00	1,50	1,20	30,00	1,36	9,75	86,21	1,00	7,50
L( T N06-T N07)	117,97	6,00	30,00	0,98	95,00	161,89	243,00	2,00	1,50	1,20	30,00	0,41	1,39	59,31	1,00	5,16

#### LINEA D

LINEA	CORRENTE NOMINALE [A]	POTENZA TURBINA [MW]	TENSIONE [KV]	COSFI	SEZIONE CAVO	PORTATA REALE [A]	PORTATA NOMINALE [A]	NUMERO TERNE CAVI	RESISTIVITA TERRENO	PROFONDITA DI POSA [m]	TEMPERATURA ESTERNA	DV%	LUNGHEZZA [km]	SEZIONE MINIMA	TEMPO DI INTERVENTO INTERRUITTORE [s]	CORRENTE DI CC [kA]
L( T N08-SST)	353,90	6,00	30,00	0,98	630,00	390,97	682,00	4,00	1,50	1,20	30,00	1,18	9,35	86,21	1,00	7,50
L( T N08-T N09)	235,93	6,00	30,00	0,98	240,00	315,30	407,00	1,00	1,50	1,20	30,00	0,25	1,02	64,94	1,00	5,65
L( T N09-T N010)	117,97	6,00	30,00	0,98	95,00	188,25	243,00	1,00	1,50	1,20	30,00	0,41	1,38	62,64	1,00	5,45

## 10 PROTEZIONE DELLA RETE MT

La rete dovrà essere protetta dal corto circuito e dal guasto a terra; il sovraccarico in questa tipologia di impianto non desta particolari problemi (perché in teoria non esiste). Gli interruttori di MT, isolati in SF6, saranno equipaggiati con i seguenti relè di protezione:

50 protezione istantanea da corto circuito

51 protezione ritardata da corto circuiti

67N protezione da guasti monofase a terra (relè direzionale di terra)

## 11 IMPIANTO DI TERRA AEROGENERATORI

Tutti gli aerogeneratori saranno interconnessi tra loro tramite un conduttore di terra realizzato con corda di rame da 50 mm<sup>2</sup>, avente conduttori elementari di sezione non inferiore a 1,8 mm<sup>2</sup>.

### *Impianto di terra aerogeneratore*

Ogni aerogeneratore sarà dotato di un impianto di terra con resistenza massima di 10 Ω così come richiesto dall'azienda costruttrice degli aerogeneratori.

L'impianto verrà realizzato con conduttori di rame nudo da 50 mm<sup>2</sup>. Dovrà essere eseguito uno schema di collegamento a due anelli, di cui uno sarà annegato nella fondazione e collegato con i ferri di armatura ed uno nel terreno vegetale circostante. Il secondo anello, posto ad una profondità di 0,5 m, è collegato in quattro punti a quello inferiore con delle corde di rame giuntate con morsetti a compressione. Ai vertici dell'ultimo anello verranno connessi dei dispersori verticali in acciaio zincato di dimensioni 50x50x3 mm e lunghezza di almeno 2 m ciascuno, dotati di piastra superiore per la connessione elettrica della corda di unione all'anello

Saranno utilizzati morsetti a compressione in rame per le giunzioni tra i vari anelli conduttori trasversali e morsetti a pettine in rame stagnato o ottone per il collegamento degli anelli di rame ai ferri di armatura.

## 12 SOTTOSTAZIONE MT/AT

La sottostazione MT/AT sarà ubicata nel punto indicato negli elaborati grafici di progetto e sarà descritta in una apposita relazione. Si riportano in questa sede le principali apparecchiature che costituiscono la sottostazione.

La sottostazione di trasformazione di Utenza 150/30 kV è costituita da un montante di trasformazione AT/MT e un montante linea con arrivo linea in cavo AT caratterizzati dalle seguenti apparecchiature di alta tensione:

*Montante di trasformazione*

- a) n. 2 Sezionatori orizzontali tripolari con lame di terra;
- b) n. 3 Trasformatori di tensione capacitivi unipolari;
- c) n. 1 Interruttore uni-tripolare in SF<sub>6</sub>;
- d) n. 3 Trasformatori di corrente unipolari;
- f) n. 3 Scaricatori di tensione unipolari;
- h) n. 1 Trasformatore AT/MT ;
- i) n. 2 Portali sbarra

*Montante di linea*

- a) n. 3 Terminali per cavo AT;
- b) n. 3 Scaricatori di sovratensione;
- c) n. 1 Sezionatori orizzontali tripolari con lame di terra;
- d) n. 3 Trasformatori di tensione capacitivi unipolari;
- e) n. 1 Interruttore uni-tripolare in SF<sub>6</sub>;
- f) n. 3 Trasformatori di corrente unipolari;
- g) n. 2 Portali sbarra

### **13 RACCORDO AT**

Il collegamento tra la Stazione elettrica di proprietà TERNA e la sottostazione produttore 150/30 kV sarà realizzato attraverso la costruzione di un raccordo di lunghezza di circa 90 m in cavo AT interrato. La linea AT sarà formata da una terna di conduttori unipolari tipo ARE4H1H5E 87/150 kV in alluminio da 1600 mm<sup>2</sup>.

Le modalità di realizzazione saranno conformi alle norme CEI per l'esecuzione di linee interrate in cavo AT.

## 14 RETE TELEMATICA

La rete telematica interna al parco si divide in rete per il controllo degli aerogeneratori e rete per la gestione delle apparecchiature elettriche.

Il compito della rete per la gestione delle apparecchiature elettriche è quello di trasmettere i segnali provenienti dai relè di protezione che equipaggiano le apparecchiature di intervento. Tutti i relè (a microprocessore) possono segnalare il loro intervento tramite contatti, sono dotati di autodiagnostica interna che in caso di guasto del relè segnala l'anomalia sul relè stesso ed a distanza tramite un contatto. Inoltre il relè viene bloccato evitando scatti intempestivi dovuti al malfunzionamento dello stesso.

La rete telematica è parte integrante del sistema SCADA. Un sistema SCADA è in generale definito su due livelli funzionali:

1. livello periferico;
2. livello centrale.

Il livello periferico prevede la presenza di terminali multifunzione di protezione controllo e monitoraggio locale. Per terminali multifunzione si intende un dispositivo che integra le funzioni di protezione e controllo e possiede integrato nel terminale stesso un mimico locale da cui è possibile effettuare la supervisione (gestione allarmi locale, event recorder locale, misure e posizione organi) e il controllo (manovre di apertura e chiusura organi) del singolo feeder a cui è dedicato. Il terminale è completamente configurabile sia da locale, attraverso computer portatile, che da remoto. Questo insieme di dispositivi si interfaccia con un livello funzionale superiore il livello centrale.

Il livello centrale è costituito dal server di stazione dalle postazioni operatore e da software applicativo. In condizioni di funzionamento normale il sistema viene gestito dall'operatore attraverso la postazione operatore. In condizioni di emergenza, il livello periferico è funzionalmente completamente indipendente dal livello centrale.

Il livello più elevato è quello costituito dai PC di stazione, mentre il secondo livello, connesso al primo tramite un bus di comunicazione, è quello del campo con le unità di protezione e controllo che si interfacciano direttamente con le apparecchiature dell'impianto. I due livelli potranno essere tra loro indipendenti nel caso di avaria della

fibra ottica o della apparecchiatura di controllo, conservando al livello di campo funzioni di comando, controllo, allarmi e misure.

Questo è quindi un sistema a logica distribuita che consente una elevata affidabilità e flessibilità, riferendosi con quest'ultimo termine sia alla possibilità di interfaccia con il mondo esterno, sia alla possibilità di estensioni future dello stesso sistema.

Il compito di controllo degli aerogeneratori è quello di trasmettere i segnali relativi allo stato di funzionamento dei singoli aerogeneratori (la tipologia ed il numero di questi sono definiti dal produttore dell'aerogeneratore) alla postazione centrale.

Le funzioni principali del sistema SCADA per il controllo degli aerogeneratori sono le seguenti:

controllo in tempo reale della potenza attiva e reattiva dell'intero impianto eolico;

controllo e monitoraggio delle turbine, della strumentazione meteorologica e delle apparecchiature di sottostazione;

report di produttività degli impianti in modalità scritta e grafica;

relazione completa sul funzionamento del modulo del generatore;

calcolo della disponibilità;

informazioni on-line di ogni turbina: stato, potenza, velocità del vento, voltaggio, temperature e allarmi attivi;

dati disponibili su intervalli di 10 minuti, inclusi i valori medi, massimi e minimi, le deviazioni standard;

report della curva di potenza, incluse le curve di propagazione, nonché di riferimento e distribuzione del vento da unità multiple;

interfaccia grafica di semplice utilizzo basata su standard di Windows;

connessione Client per l'accesso a più parchi eolici;

login di sicurezza con profili di accesso personalizzati;

controllo remoto di una singola turbina o di un gruppo di turbine.