

# REGIONE SARDEGNA

Province di Oristano (OR) e Nuoro (NU)

COMUNI DI SUNI, SINDIA, SAGAMA E TINNURA



REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROL.	APPROV.
1	EMISSIONE PER ENTI ESTERNI	05/11/21	BASSO G.	FURNO C.	NASTASI A.
0	EMISSIONE PER COMMENTI	29/10/21	BASSO G.	FURNO C.	NASTASI A.

Committente:

**INFRASTRUTTURE S.p.A.**



Via Privata Maria Teresa, 8 – 20123 Milano (MI) Tel.: +39 02 3657 0800  
P.IVA: 11513930153; web: [www.infrastrutture.eu](http://www.infrastrutture.eu); PEC: [infrastrutture@legalmail.it](mailto:infrastrutture@legalmail.it)

Società di Progettazione:

*Ingegneria & Innovazione*



Via Jonica, 16 – Loc. Belvedere – 96100 Siracusa (SR) Tel. 0931.1663409  
Web: [www.antexgroup.it](http://www.antexgroup.it) e-mail: [info@antexgroup.it](mailto:info@antexgroup.it)

Progetto:

**PARCO EOLICO DI "SUNI"**

Progettista/Resp. Tecnico:

**Dott. Ing. Cesare Furno**  
Ordine degli Ingegneri  
della Provincia di Catania  
n° 6130 sez. A

Elaborato:

RELAZIONE SISTEMA DI POTENZA PER LA CONNESSIONE DEGLI  
AEROGENERATORI ALLA RTN – SE

Progettista elettrico:

**Dott. Ing. Giuseppe Basso**  
Ordine degli Ingegneri  
della Provincia di Siracusa  
n° 1860 sez. A

Scala:

NA

Nome DIS/FILE:

C20021S05-PD-RT-10-01

Allegato:

1/1

F.to:

A4

Livello:

**DEFINITIVO**

*Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl.  
È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta.  
La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.*



**INDICE**

1. PREMESSA.....	3
2. SCOPO.....	3
3. SOLUZIONE DI CONNESSIONE ALLA RTN – (CODICE PRATICA: 202001860) .....	3
4. OPERE ELETTRICHE PER LA CONNESSIONE ALLA RTN .....	4
5. RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI .....	6
6. SOTTOSTAZIONE ELETTIRCA DI TRASFORMAZIONE 33/150 kV – “Infrastrutture” .....	7
7. IMPIANTO UTENTE PER LA CONNESSIONE .....	9
8. CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA SSEU.....	9
8.1. Apparecchiature AT .....	9
8.2. Macchinario .....	11
8.2.1. Trasformatore di potenza:.....	11
8.2.2. Interruttore 170 kV:.....	11
8.2.3. Sezionatore orizzontale 145-170 kV con lame di terra: .....	12
8.2.4. Trasformatore di tensione capacitivi:.....	12
8.2.5. Trasformatore di tensione induttivi: .....	12
8.3. Sostegni, isolatori, morsetti, connessioni.....	13
8.4. Rete di terra.....	13
8.5. Fabbricati .....	14
8.6. SISTEMI DI PROTEZIONE E DI REGOLAZIONE E CONTROLLO .....	14
8.7. Installazioni elettromeccaniche.....	17
8.8. Varie.....	17
8.9. Rumore .....	18
8.10. Campi elettrici ed elettromagnetici.....	18
8.11. Criteri di isolamento .....	18
8.12. Livelli di corto circuito e correnti di regime permanente.....	19

## 1. Premessa

Su incarico di INFRASTRUTTURE SpA, la società Antex Group Srl ha redatto il progetto definitivo relativo alla realizzazione di un impianto eolico nei comuni di Suni, Sindia Sagama e Tinnura, nelle provincie di Oristano e Nuoro.

Il progetto prevede l'installazione di n. 10 nuovi aerogeneratori nei terreni dei comuni di Suni (n°3 aerogeneratori), Sindia (n°5 aerogeneratori), Sagama (n°1 aerogeneratore) e Tinnura (n°1 aerogeneratore), con potenza unitaria di 6 MW, e potenza complessiva di impianto di 60 MW.

Gli aerogeneratori saranno collegati alla nuova Stazione di trasformazione Utente, posta nel comune di Macomer, tramite cavidotti interrati con tensione nominale pari a 33 kV.

La stazione di trasformazione utente riceverà l'energia proveniente dall'impianto eolico a 33 kV e la eleverà alla tensione di 150 kV.

Tutta l'energia elettrica prodotta verrà ceduta alla rete tramite collegamento in antenna a 150 kV su una nuova Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione 380/150kV della RTN da inserire in entra-esce alla linea RTN 380 kV "Ittiri - Selargius".

Le attività di progettazione definitiva e di studio di impatto ambientale sono state sviluppate dalla società di ingegneria Antex Group Srl.

Antex Group Srl è una società che fornisce servizi globali di consulenza e management ad Aziende private ed Enti pubblici che intendono realizzare opere ed investimenti su scala nazionale ed internazionale.

È costituita da selezionati e qualificati professionisti uniti dalla comune esperienza professionale nell'ambito delle consulenze ingegneristiche, tecniche, ambientali e gestionali.

Sia Antex che Infrastrutture pongono a fondamento delle attività e delle proprie iniziative, i principi della qualità, dell'ambiente e della sicurezza come espressi dalle norme ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001 nelle loro ultime edizioni.

Difatti, in un'ottica di sviluppo sostenibile proprio e per i propri clienti e fornitori, le Aziende citate posseggono un proprio Sistema di Gestione Integrato Qualità-Sicurezza-Ambiente.

## 2. SCOPO

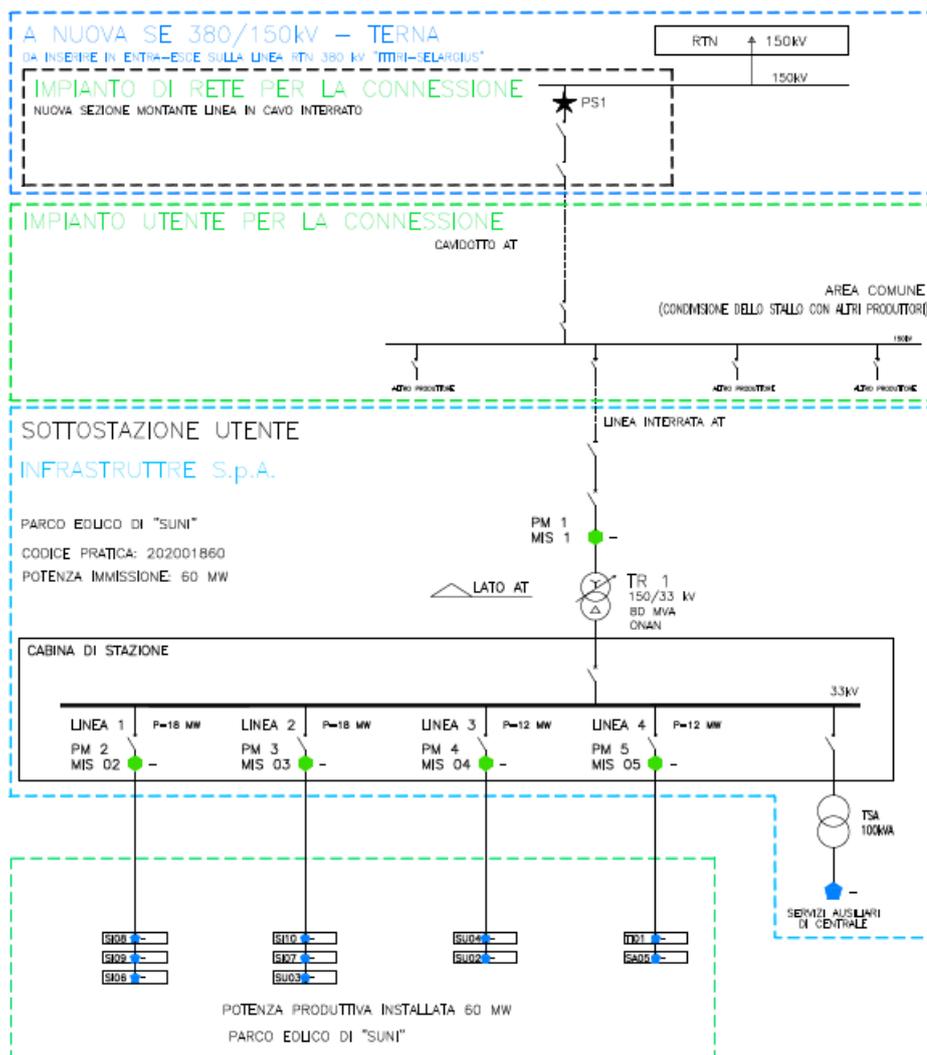
Scopo della presente relazione tecnica è la descrizione delle opere necessarie per la realizzazione di una sottostazione elettrica (SSE) di trasformazione utente 33/150 kV al fine di connettere alla RTN l'impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica, denominato Parco Eolico di "Sunì".

## 3. SOLUZIONE DI CONNESSIONE ALLA RTN – (CODICE PRATICA: 202001860)

La soluzione di connessione alla RTN proposta dal Gestore di Rete Terna S.p.A. e accettata dal proponente dell'impianto Infrastrutture S.p.A. (CODICE PRATICA: 202001860), prevede l'inserimento dell'impianto nella RTN mediante collegamento in antenna a 150 kV sulla sezione a 150 kV di una futura Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione RTN

380/150 kV da inserire in entra-esce alla linea RTN 380 kV "Ittiri-Selargius". Inoltre, al fine di razionalizzare l'utilizzo delle strutture di rete, sarà necessario condividere lo stallo in stazione con altri impianti di produzione. La soluzione di connessione alla RTN è dettagliata nell'Allegato A1 – STMG PER LA CONNESSIONE (CODICE PRATICA: 202001860).

Viene di seguito mostrato lo schema a blocchi per la connessione dell'impianto eolico alla RTN:



**La potenza in immissione richiesta per l'impianto in esame è pari a 60,0 MW.**

**Codice Pratica: 202001860.**

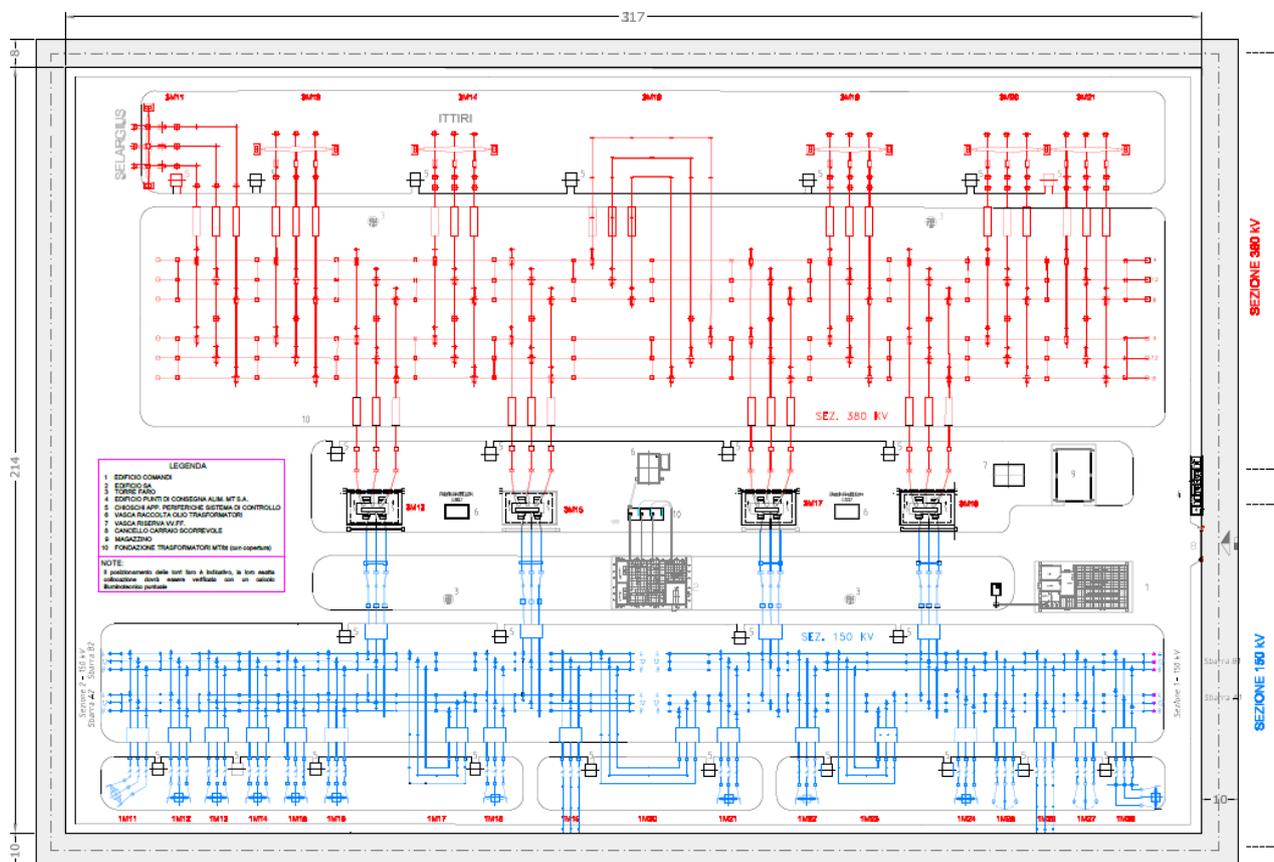
La potenza nominale dell'impianto è pari a 60 MW.

#### 4. OPERE ELETTRICHE PER LA CONNESSIONE ALLA RTN

Al fine di connettere l'impianto in esame alla RTN occorre realizzare i seguenti impianti:

- Impianto di rete per la connessione alla RTN – Nuova SE 380/150 kV: Nuova Stazione Elettrica di Trasformazione 380/150 kV della RTN (da inserire in entra-esce alla linea RTN a 380 kV “Ittiri-Selargius”).
- Impianto di rete per la connessione alla RTN – Raccordi aerei entra-esce alla linea RTN 380 kV “Ittiri-Selargius”: Nuovi raccordi aerei a 380 kV al fine di realizzare la connessione in entra-esce alla linea RTN a 380 kV “Ittiri-Selargius”.
- Impianto di rete per la connessione alla RTN – Stallo arrivo linea AT: Realizzazione di stallo AT per arrivo cavidotto interrato a 150 kV da realizzare sulla sezione a 150 kV all’interno della nuova SE di Trasformazione della RTN 380/150 kV.
- Impianto utente per la connessione alla RTN – Raccordo interrato: Realizzazione di un cavidotto interrato a 150 kV tra la nuova SE di Trasformazione 380/150 kV e l’Area Comune (ai produttori).
- Impianto utente per la connessione alla RTN - Area Comune Produttori: Opere di condivisione dello stallo in stazione con altri produttori.
- Impianto utente per la connessione alla RTN: Nuova SSE Utente “Infrastrutture” di trasformazione 33/150 kV e raccordo mediante collegamento in cavidotto interrato AT a semplice terna a 150 kV all’Area Comune Produttori.

Viene di seguito mostrata la planimetria elettromeccanica della Nuova SE RTN 380/150 kV in fase di autorizzazione:



*N.B.: Tutti i materiali, le apparecchiature, i manufatti ed i componenti utilizzati per la progettazione, sono indicativi e potranno essere soggetti a variazioni dovute all'evoluzione tecnologica degli stessi ed alle disponibilità di mercato, pur mantenendo le loro caratteristiche funzionali indicate nel progetto.*

## 5. RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI

Di seguito sono riportati i principali riferimenti normativi applicati nella progettazione dell'impianto o comunque di supporto:

- Decreto Legislativo 16 marzo 1999, n. 79/99: "Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica";
- Delibera Autorità per l'energia elettrica ed il gas n. 281 del. 19 dicembre 2005: "Condizioni per l'erogazione del servizio di connessione alle reti elettriche con tensione nominale superiore ad 1 kV i cui gestori hanno obbligo di connessione di terzi";
- Delibera Autorità per l'energia elettrica ed il gas n. 168 del 30 dicembre 2003: "Condizioni per l'erogazione del pubblico servizio di dispacciamento dell'energia elettrica sul territorio nazionale e per l'approvvigionamento delle relative risorse su base di merito economico, ai sensi degli articoli 3 e 5 del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79" e relativo Allegato A modificato con ultima deliberazione n.20/06;
- Delibera Autorità per l'energia elettrica ed il gas n. 39 del 28 febbraio 2001: "Approvazione delle regole tecniche adottate dal Gestore della rete di trasmissione nazionale ai sensi dell'articolo 3, comma 6, del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79";
- Delibera Autorità per l'energia elettrica ed il gas n. 333 del 21 dicembre 2007: "Testo integrato della regolazione della qualità dei servizi di distribuzione, misura e vendita dell'energia elettrica" – TIQE;
- Delibera Autorità per l'energia elettrica ed il gas n. 348 del 29 dicembre 2007: "Testo integrato delle disposizioni dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas per l'erogazione dei servizi di trasmissione, distribuzione e misura dell'energia elettrica per il periodo di regolazione 2008-2011 e disposizioni in materia di condizioni economiche per l'erogazione del servizio di connessione" e relativi allegati: Allegato A, di seguito TIT, Allegato B, di seguito TIC;
- Delibera Autorità per l'energia elettrica ed il gas ARG/elt 99/08 del 23 luglio 2008: "Testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica (Testo integrato delle connessioni attive – TICA)";
- Delibera Autorità per l'energia elettrica ed il gas ARG/elt 179/08 del 11 dicembre 2008: "Modifiche e integrazioni alle deliberazioni dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas ARG/elt 99/08 e n. 281/05 in materia di condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica";
- 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";
- DLgs n. 81 del 09/04/2008 TESTO UNICO SULLA SICUREZZA per la Prevenzione degli Infortuni sul Lavoro;

 <b>INFRASTRUTTURE</b>	<b>PARCO EOLICO DI "SUNI"</b>  RELAZIONE SISTEMA DI POTENZA PER LA CONNESSIONE DEGLI AEROGENERATORI ALLA RTN - SE	 Ingegneria & Innovazione	
		05/11/2021	REV: 1

- DM n. 37 del 22/01/2008 Norme per la sicurezza degli impianti;
- Dlg 791/77 "Attuazione della direttiva 73/23/CEE riguardanti le garanzie di sicurezza del materiale elettrico";
- Legge n° 186 del 01/03/68;
- DPR 462/01;
- Direttiva CEE 93/68 "Direttiva Bassa Tensione";
- Direttiva 2004/108/CE, CEI EN 50293 "Compatibilità Elettromagnetica";
- Norma CEI 64-8: "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata a 1500 V in corrente continua;
- CEI 17-44 Ed. 3a 2000 (CEI EN 60947-1) CEI 17-44;V1 2002 (CEI EN 60947-1/A1) CEI 17-44; V2 2002 (CEI EN 60947-1/A2) "Apparecchiature a bassa tensione - Parte 1: Regole generali";
- CEI 70-1 Ed. 2a 1997 (CEI EN 60529) CEI 70-1;V1 2000 (CEI EN 60529/A1) "Grado di protezione degli involucri (Codice IP)";
- CEI EN 60439-1 "Normativa dei quadri per bassa tensione";
- CEI 20-22 II, 20-35, 20-37 I, 23-48, 23-49, 23-16, 23-5;
- CEI 23-51 "Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare";
- CENELEC EUROPEAN "Norme del Comitato Elettrotecnico Europeo";
- CEI – UNEL 35011 "Sistema di codifica dei cavi";
- CEI 214-9 "Requisiti di progettazione, installazione e manutenzione";
- Norma CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo";
- UNI 10349 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati Climatici;
- UNI 8477/1 Energia solare. Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia Valutazione dell'energia raggiante ricevuta;
- Legge 46/1990, DPR 447/91 (regolamento attuazione L.46/90) per la sicurezza elettrica;
- Per le strutture di sostegno: DM MLP 12/2/82.

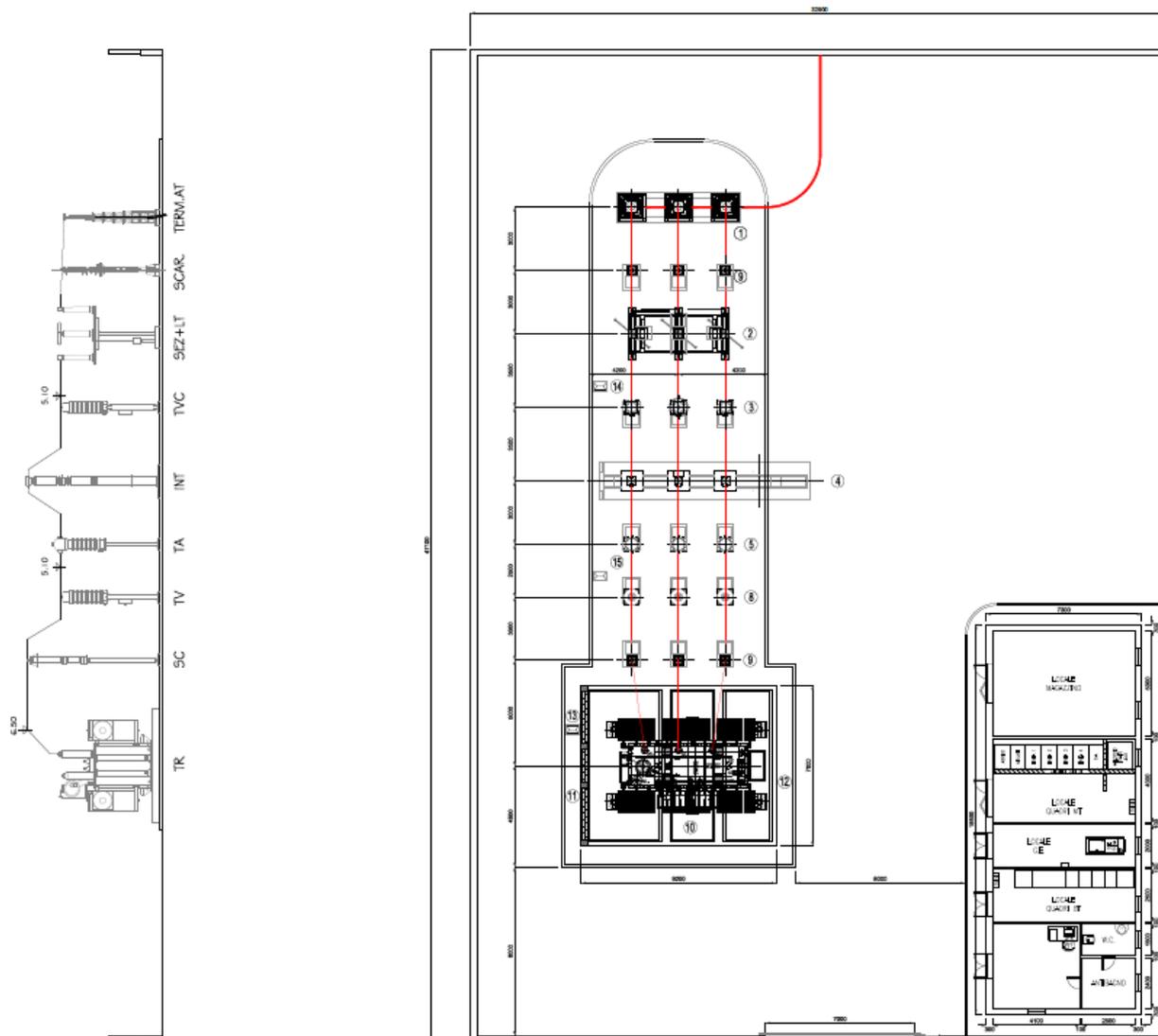
L'elenco normativo è riportato soltanto a titolo di promemoria informativo; esso non è esaustivo per cui eventuali leggi o norme applicabili, anche se non citate, verranno comunque applicate.

## 6. SOTTOSTAZIONE ELETTIRCA DI TRASFORMAZIONE 33/150 kV – "Infrastrutture"

La stazione di trasformazione utente, riceve l'energia proveniente dall'impianto eolico e la eleva alla tensione di 150kV. La stazione utente sarà costituita da due sezioni, in funzione dei livelli di tensione: la parte di media tensione, contenuta all'interno della cabina di stazione e dalla parte di alta tensione costituita dalle apparecchiature elettriche con isolamento in aria, ubicate nell'area esterna della stazione utente. La cabina di stazione sarà costituita dai locali contenenti i quadri di MT con gli scomparti di arrivo/partenza linee dall'impianto eolico, dagli scomparti per alimentare il trasformatore

BT/MT dei servizi ausiliari di cabina, dagli scomparti misure e protezioni MT e dallo scomparto MT per il collegamento al trasformatore MT/AT, necessario per il collegamento RTN.

Viene di seguito riportata la planimetria elettromeccanica della SSEU in fase di autorizzazione:



Lo schema elettrico unifilare, lo schema a blocchi impianto e la planimetria elettromeccanica sono illustrate nei seguenti elaborati:

- C20021S05-PD-EE-30-01 - Schema a blocchi impianto
- C20021S05-PD-OC-25-01 - Elettromeccanica SSEU
- C20021S05-PD-OC-26-01 - Schema elettrico unifilare SSEU

 <b>INFRASTRUTTURE</b>	<b>PARCO EOLICO DI "SUNI"</b> RELAZIONE SISTEMA DI POTENZA PER LA CONNESSIONE DEGLI AEROGENERATORI ALLA RTN - SE	 Ingegneria & Innovazione	
		05/11/2021	REV: 1

## 7. IMPIANTO UTENTE PER LA CONNESSIONE

La connessione della SSE Utente - "Infrastrutture" alla RTN sarà realizzato mediante collegamento in antenna a 150 kV sulla sezione a 150 kV di una futura SE di Trasformazione 380/150 kV di Terna da inserire in entra-esce alla linea RTN 380 kV "Ittiri-Selargius", previa condivisione dello stallo in stazione con altri produttori (mediante l'Area Comune ai produttori).

La connessione in antenna si configura con lo schema di inserimento IS2 (inserimento in stazione adiacente) mediante cavidotto interrato in AT, con sezione pari a 400mm<sup>2</sup>, alla nuova SE.

## 8. CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA SSEU

La stazione di trasformazione è costituita da uno stallo trasformatore elevatore. Lo stallo trasformatore è costituito dalle seguenti apparecchiature:

- Trasformatore elevatore 33/150 kV da 80 MVA ONAN;
- Scaricatori di sovratensione per reti a 150 kV con sostegno;
- Trasformatori di corrente e di tensione con sostegni, per misure e protezioni,
- Armadio di smistamento in prossimità dei TA e TV;
- Interruttore tripolare 170 kV;
- Sezionatore tripolare orizzontale 145-170 kV con lame di terra.
- Scaricatore di sovratensione;
- Terminali per cavi AT.

L'impianto viene completato dalla sezione MT/BT, la quale risulterà composta da:

- Quadri MT a 33 kV, completi di:
  - Scomparti di sezionamento linee di campo;
  - Scomparti misure;
  - Scomparti protezione generale;
  - Scomparto trafo ausiliari;
- Trasformatore MT/BT servizi ausiliari 33/0,4 kV da 100 kVA;
- Quadri servizi ausiliari;
- Quadri misuratori fiscali;
- Sistema di monitoraggio e controllo.

### 8.1. Apparecchiature AT

Le caratteristiche principali (dati nominali e vincoli di ingombro) delle apparecchiature AT risultano dalle tabelle riassuntive allegate al presente documento e da quanto previsto dall'allegato A3 del Codice di Rete redatto da TERNA "Requisiti e caratteristiche di riferimento delle Stazioni RTN".

Gli interruttori sono del tipo in esafluoruro di zolfo (SF<sub>6</sub>), per installazione all'esterno, conformi alla Norma CEI 17-1 (1998). Essi sono comandabili sia localmente (prova), sia a distanza (servizio). L'armadio di comando è dotato di un commutatore di scelta servizio a chiave, a due posizioni (servizio/prova) e di pulsanti di comando chiusura/apertura (manovre tripolari).

I sezionatori, del tipo per installazione all'esterno, sono provvisti di meccanismi di manovra a motore e manuali e sono conformi alla Norma CEI EN 60129. Essi sono previsti con comando tripolare ed armadio di comando unico. Oltre all'armadio di comando, è previsto un armadio di interfaccia con il sistema di protezione e controllo e SA della stazione (comandi, segnali e alimentazioni) che contiene un commutatore di scelta servizio. In caso di sezionatori combinati con sezionatori di terra, sono previsti armadi separati per ciascun apparecchio. Il commutatore di scelta servizio può assumere le tre posizioni Servizio/Prova/Manuale che abilitano rispettivamente i comandi remoti, quelli a mezzo di pulsanti locali e le operazioni manuali tramite manovella. Tutti i comandi sono condizionati da un consenso elettrico di "liceità manovra" proveniente dall'esterno. I sezionatori combinati con sezionatori di terra sono dotati di un dispositivo di interblocco meccanico diretto che consente la manovra del sezionatore di terra solo con sezionatore aperto e di eseguire le manovre del sezionatore solo con sezionatore di terra aperto.

I trasformatori di corrente, del tipo per installazione all'aperto, sono conformi alla Norma CEI 38-1 (1998). Essi possono essere del tipo con isolamento in carta-olio o del tipo con isolamento in SF<sub>6</sub>. I TA in SF<sub>6</sub> soddisfano le disposizioni del DM 10/9/81 relative alla "Disciplina dei contenitori a pressione di gas con membrature miste di materiale isolante e materiale metallico e contenenti parti attive di apparecchiature elettriche"; è prevista una valvola di sicurezza per le sovrappressioni interne ed un manodensostato per il controllo della pressione: allarme (necessità di rabbocco) e blocco (messa fuori servizio del TA in corrispondenza alla densità minima a cui è garantito il livello di isolamento nominale. I TA con isolamento in carta-olio sono provvisti di dispositivo di compensazione delle variazioni del volume dell'olio isolante in tutto il campo di temperatura prescritto, che impedisce il contatto dell'olio con l'atmosfera e l'insorgere di sovrappressioni o depressioni all'interno del trasformatore stesso. Gli isolatori sono in porcellana di colore bruno rispondenti alle Norme CEI 36-8 (1998).

I trasformatori di tensione di tipo capacitivo, per installazione all'esterno, sono conformi alle Norme CEI 38-2 (1998). Il dielettrico è costituito da carta o da carta e polipropilene. Il liquido impregnante è biodegradabile e compatibile con l'ambiente. Il divisore capacitivo è sigillato e provvisto al suo interno di dispositivo di compensazione delle variazioni di volume del liquido isolante. Gli isolatori delle singole unità capacitive sono in un solo pezzo, in porcellana di colore bruno rispondenti alle Norme CEI 36-8 (1998).

Il dispositivo di accoppiamento e gli organi di sbarramento consentono l'iniezione nella linea elettrica di segnali dall'apparato ad onde convogliate senza indurre rischi per il personale e per gli stessi apparati e con le minime perdite di potenza possibili. L'organo di sbarramento da installare è completo di dispositivi di protezione e di dispositivi di accordo ed è dimensionato per le correnti nominali in regime permanente e di breve durata definite. L'organo di sbarramento è installato su trasformatore di tensione, mentre il

dispositivo di accoppiamento è installato in una cassetta montata sul sostegno del TVC, completa di sezionatore di messa a terra e scaricatore.

Tutte le apparecchiature saranno rispondenti alla Norme tecniche CEI citate e alle prescrizioni Terna. Le caratteristiche elettriche della sezione AT saranno le seguenti:

- Tensione di esercizio: 150 kV;
- Tensione massima di sistema: 170 kV;
- Frequenza: 50 Hz;
- Tensione di tenuta alla frequenza industriale:
  - Fase-fase e fase-terra: 325 kV;
  - Sulla distanza di isolamento: 375 kV;
- Tensione di tenuta ad impulso (1.2-50us):
  - Fase-fase e fase-terra: 750 kV;
  - Sulla distanza di isolamento: 860 kV;
- Corrente nominale sulle sbarre: 2000 A;
- Corrente nominale di stallo: 1250 A;
- Corrente di corto circuito: 31,5 kA.

## 8.2. Macchinario

### 8.2.1. Trasformatore di potenza:

- Potenza nominale 80 MVA
- Tensione nominale 33/150 kV
- Vcc% 12,5%
- Commutatore sotto carico variazione del  $\pm 10\%$  Vn con +5 e -5 gradini
- Raffreddamento ONAN
- Gruppo YNd11
- Potenza sonora 92 db (A)

### 8.2.2. Interruttore 170 kV:

- Tensione nominale: 170 kV;
- Livello di isolamento nominale:
  - Tensione nominale di tenuta a impulso atmosferico: 750 kV;
  - Tensione nominale di tenuta a frequenza industriale: 325 kV;
- Frequenza noimnale: 50 Hz;

- Corrente nominale: 2000 A;
- Durata nominale di corto circuito: 1 s;
- Tensioni nominali di alimentazione dei circuiti ausiliari:
  - Corrente continua: 110 V;
  - Corrente alternata monofase/trifase: 230/400 V;

**8.2.3. Sezionatore orizzontale 145-170 kV con lame di terra:**

- Salinità di tenuta a 98 kV: 56 kg/m<sup>3</sup>;
- Tensione nominale: 170 kV;
- Corrente nominale: 2000 A;
- Frequenza noimnale: 50 Hz;
- Corrente nominale di breve durata:
  - Valore efficace: 31,5 kA;
  - Valore di crescita: 100 kA;
- Durata ammissibile della corrente di breve durata: 1 s;
- Tensione di prova ad impulso atmosferico:
  - Verso massa: 650 kV;
  - Sul sezionamento: 750 kV;
- Tensione di prova a frequenza di esercizio:
  - Verso massa: 275 kV;
  - Sul sezionamento: 315 kV;
- Tensioni nominali di alimentazione:
  - motore: 110 Vcc;
  - circuiti di comando ed ausiliari: 110 Vcc;
  - resistenza di riscaldamento: 230 Vca;
- Tempo di apertura/chiusura: < 15 s.

**8.2.4. Trasformatore di tensione capacitivi:**

- Rapporto di trasformazione nominale 150.000:RADQ(3) / 100:RADQ(3) V;
- Rapporto di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s: 1,5;

**8.2.5. Trasformatore di tensione induttivi:**

- Tensione nominale: 150.000:RADQ(3) / 100:RADQ(3) V;
- Rapporto di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s: 1,5.

 <b>INFRASTRUTTURE</b>	<b>PARCO EOLICO DI "SUNI"</b> RELAZIONE SISTEMA DI POTENZA PER LA CONNESSIONE DEGLI AEROGENERATORI ALLA RTN - SE	 Ingegneria & Innovazione		
		05/11/2021	REV: 1	Pag.13

### 8.3. Sostegni, isolatori, morsetti, connessioni

I sostegni dei componenti e delle apparecchiature di stazione sono di tipo tubolare. Il tipo tubolare viene utilizzato per la realizzazione dei sostegni delle apparecchiature AT, delle sbarre e degli isolatori per i collegamenti ad alta tensione. Tutti i sostegni sono rispondenti alle seguenti Norme e Decreti:

- Norme CEI 7-6 e 11-4
- Norme UNI 3740 e 7091
- Norme UNI EN 10025 e 10045/1
- Norma CNR UNI 10011
- DM 1086 del 05/11/71

Gli isolatori utilizzati per le sbarre, per i sezionatori (isolatori portanti e di manovra) e per le colonne portanti sono realizzati in porcellana e sono 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 morsetteria 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 amari di linea. La morsetteria è dimensionata per le correnti di breve durata definite.

Per i collegamenti tra le apparecchiature vengono impiegati conduttori in corda di alluminio crudo di diametro 36 mm e tubi in lega di alluminio 100/86 mm.

### 8.4. Rete di terra

La rete di terra della stazione interesserà l'area recintata dell'impianto.

Il dispersore dell'impianto ed i collegamenti dello stesso alle apparecchiature, saranno realizzati secondo l'unificazione TERNA per le stazioni a 132÷150 kV e quindi dimensionati termicamente per una corrente di guasto di 50 kA per 0,5 sec.

Il dispersore sarà costituito da una maglia realizzata in corda di rame da 63 mm<sup>2</sup> interrata ad una profondità di circa 0,7 m composta da maglie regolari di lato adeguato.

Il lato della maglia sarà scelto in modo da limitare le tensioni di passo e di contatto a valori non pericolosi, secondo quanto previsto dalla norma CEI 99-2.

Nei punti sottoposti ad un maggiore gradiente di potenziale le dimensioni delle maglie saranno opportunamente infittite, come pure saranno infittite le maglie nella zona apparecchiature per limitare i problemi di compatibilità elettromagnetica.

Tutte le apparecchiature saranno collegate al dispersore mediante due o quattro corde di rame con sezione di 125 mmq.

 <b>INFRASTRUTTURE</b>	<b>PARCO EOLICO DI "SUNI"</b> RELAZIONE SISTEMA DI POTENZA PER LA CONNESSIONE DEGLI AEROGENERATORI ALLA RTN - SE	 Ingegneria & Innovazione	
		05/11/2021	REV: 1

Al fine di contenere i gradienti in prossimità dei bordi dell'impianto di terra, le maglie periferiche presenteranno dimensioni opportunamente ridotte e bordi arrotondati.

I ferri di armatura dei cementi armati delle fondazioni, come pure gli elementi strutturali metallici saranno collegati alla maglia di terra della stazione

### 8.5. Fabbricati

All'interno della Stazione di Trasformazione sarà presente la cabina di stazione avente le seguenti caratteristiche generali:

#### Cabina di Stazione:

Destinata a contenere i quadri di comando e controllo della stazione, gli apparati di tele-operazione e i vettori, gli uffici ed i servizi per il personale di manutenzione, sarà formato da un corpo di dimensioni in pianta 18,50 x 7,30 m ed altezza fuori terra di 3,50 m.

La costruzione dell'edificio è di tipo tradizionale con struttura in c.a. e tamponature in muratura di laterizio rivestite con intonaco di tipo civile. La copertura a tetto piano, opportunamente coibentata ed impermeabilizzata. Gli infissi realizzati in alluminio anodizzato naturale.

Particolare cura è osservata ai fini dell'isolamento termico impiegando materiali isolanti idonei in funzione della zona climatica e dei valori minimi e massimi dei coefficienti volumici globali di dispersione termica, nel rispetto delle norme di cui alla Legge n. 373 del 04/04/1975 e successivi aggiornamenti nonché alla Legge n. 10 del 09/01/1991 e successivi regolamenti di attuazione.

Tale edificio conterrà seguenti locali:

- locale quadri MT @ 30 kV e trafo servizi ausiliari;
- locale gruppo elettrogeno;
- locale sala di controllo;
- locale quadri BT e misure;
- locale magazzino.

### 8.6. SISTEMI DI PROTEZIONE E DI REGOLAZIONE E CONTROLLO

Il sistema scelto per la protezione, il comando e controllo dell'impianto apparterrà ad una generazione di apparecchiature in tecnologia digitale, aventi l'obiettivo di integrare le funzioni di acquisizione dati, controllo locale e remoto, protezione ed automazione. Esso sarà conforme all'allegato A17 del Codice di Rete redatto da TERNA "Sistemi di controllo e protezione delle centrali eoliche".

Il sistema di protezione della Centrale Eolica include gli apparati di norma dedicati alla protezione degli impianti e della rete sia per guasti interni, che per i guasti esterni.

La Centrale deve essere in grado di restare connessa alla rete in caso di guasti esterni ad eccezione dei casi in cui la selezione del guasto comporti la perdita della connessione.

Gli aerogeneratori di una Centrale Eolica devono poter sostenere il regime transitorio provocato da guasti successivi in rete tali che l'energia non immessa a causa dei guasti stessi negli ultimi 30 minuti sia inferiore a  $P_n \cdot 2s$ .

Nell'ipotesi che tali guasti siano correttamente eliminati dalle protezioni di rete e che la loro profondità e durata siano compatibili con la caratteristica FRT, le protezioni di Centrale non devono comandare anticipatamente la separazione della Centrale dalla rete stessa o la fermata degli aerogeneratori.

Ogni Centrale Eolica deve contribuire all'eliminazione dei guasti in rete nei tempi previsti dal sistema di protezione in accordo a quanto definito nel Codice di Rete.

Per l'eliminazione dei guasti interni alla Centrale, che potrebbero coinvolgere altri impianti della rete, si deve prevedere la rapida apertura degli interruttori generali. Inoltre, la Centrale deve essere dotata di protezioni in grado di individuare guasti esterni il cui intervento dovrà essere coordinato con le altre protezioni di rete, in accordo con quanto descritto nel documento [A.11]. Anche l'intervento delle protezioni per guasti esterni deve prevedere l'apertura degli interruttori generali e contemporaneamente degli interruttori di ogni aerogeneratore.

Le tarature delle protezioni contro i guasti esterni sono definite dal Gestore e devono essere impostate sugli apparati a cura del Titolare dell'impianto, assicurando la tracciabilità delle operazioni secondo procedure concordate.

Le tarature delle protezioni contro i guasti interni, che prevedono un coordinamento con le altre protezioni della rete, devono essere concordate con il Gestore in sede di accordo preliminare alla prima entrata in esercizio della Centrale.

In ogni caso, il Gestore può richiedere giustificate modifiche o integrazioni di tali requisiti con l'obiettivo di mantenere, o aumentare, il livello di continuità del prelievo, dell'alimentazione e la sicurezza dell'esercizio, caratteristici della rete di connessione.

Con periodicità minima di 4 anni l'Utente dovrà provvedere alla verifica degli apparati di protezione e mantenere un registro di tali prove, da fornire a Terna su richiesta.

Il sistema di protezione, e le relative tarature, hanno anche l'obiettivo di mantenere la stabilità dell'intero sistema elettrico. Pertanto, tutte le tarature richieste dal Gestore, o proposte dal Titolare, dovranno essere coerenti con il campo di funzionamento garantito indicato al paragrafo 6.3 "Insensibilità alle variazioni di tensione". All'interno di tale campo l'impianto deve poter funzionare senza danneggiamenti.

Nel seguito sono forniti i requisiti di protezione degli impianti ed i valori di taratura degli apparati che normalmente sono prescritti per le Centrali Eoliche.

Alle Centrali Eoliche costituite da aerogeneratori full-converter è richiesto di sostenere richiuse rapide e lente in rete senza controllo di sincronismo e quindi anche in condizione di rete asincrona.

Per le Centrali Eoliche costituite da aerogeneratori DFIG è previsto nella porzione di rete adiacente l'impiego di richiusura rapida unipolare e richiusura lenta automatica con controllo di sincronismo.

 <b>INFRASTRUTTURE</b>	<b>PARCO EOLICO DI "SUNI"</b> RELAZIONE SISTEMA DI POTENZA PER LA CONNESSIONE DEGLI AEROGENERATORI ALLA RTN - SE	 Ingegneria & Innovazione	
		05/11/2021	REV: 1

Il sistema di regolazione e controllo avrà le seguenti le principali funzionalità, (richieste agli impianti eolici):

- Controllo della produzione
- Modalità di avviamento e riconnessione alla rete
- Regolazione della potenza reattiva
- Regolazione della potenza attiva
- Inerzia
- Sistemi di teledistacco della produzione

Le caratteristiche costruttive della centrale e dei sistemi di gestione della potenza, devono essere tali da garantire una immissione di potenza attiva controllabile. Al solo fine di garantire la sicurezza della rete il Gestore può, nei casi sotto indicati, richiedere una limitazione temporanea della produzione, compreso l'annullamento dell'immissione in rete. A tale scopo è necessario che la riduzione, attuata dall'Utente e sotto la sua responsabilità, avvenga senza ritardi ed in tempi brevi, ovvero entro un massimo di 15 minuti dall'invio della comunicazione [A64].

Le cause della limitazione della produzione dovute a motivi di sicurezza si possono, a titolo esemplificativo e non esaustivo, così riassumere:

- Congestione di rete in atto e/o rischio di sovraccarico sulla RTN
- Problematiche di adeguatezza del sistema elettrico
- Possibili problemi di tensione
- Rischi potenziali di instabilità del sistema elettrico

La limitazione deve essere attuata dall'Utente da remoto e comunque entro 15 minuti. Deve essere possibile in ogni condizione di esercizio dell'impianto, a partire da qualsiasi punto di funzionamento, nel rispetto del valore di potenza massima imposto dal Gestore.

Deve essere possibile ridurre la produzione secondo gradini di ampiezza massima pari al 5% della potenza installata.

L'ordine di riduzione da parte del Gestore verrà inviato per via telematica o per il tramite di procedure che garantiscano la tracciabilità della richiesta. Sarà poi l'Utente ad eseguire l'ordine.

L'Utente può richiedere al Gestore l'invio diretto, con modalità indicate dal medesimo Gestore, di un telesegnale (set-point) che imponga all'impianto il valore di potenza immessa in rete ai fini dell'erogazione di eventuali servizi di rete (ad esempio la regolazione secondaria di frequenza).

Per le apparecchiature periferiche di protezione e controllo sono previsti dei chioschi prefabbricati posizionati nelle immediate vicinanze dei TA e degli interruttori.

### 8.7. Installazioni elettromeccaniche

La stazione di trasformazione è costituita da uno stallo trasformatore elevatore. Lo stallo trasformatore è costituito dalle seguenti apparecchiature:

- Trasformatore elevatore 150/33 kV da 80 MVA, ONAN;
- Scaricatori di sovratensione per reti a 150 kV con sostegno;
- Trasformatori di corrente e di tensione con sostegni, per misure e protezioni,
- Armadio di smistamento in prossimità dei TA e TV;
- Interruttore tripolare 170 kV;
- Sezionatore tripolare orizzontale 145-170 kV con lame di terra.
- Scaricatore di sovratensione;
- Terminali per cavi AT.

Le distanze adottate dal progetto, come da standard TERNA, tengono conto delle normali esigenze di esercizio e manutenzione e sono le seguenti:

- distanza tra le fasi per le sbarre, le apparecchiature ed i conduttori: m 2,20
- altezza minima dei conduttori di stallo: 4,50 m

In particolare si evidenzia che le distanze verticali adottate tra elementi in tensione ed il suolo sono tali da assicurare la possibilità di circolazione in sicurezza delle persone su tutta l'area della stazione e quella dei normali mezzi di manutenzione sulla viabilità interna.

Si riserva la facoltà di apportare al progetto esecutivo modifiche di dettaglio, dettate da esigenze tecniche ed economiche contingenti al fine di migliorare l'assetto complessivo dell'opera e comunque senza variazioni sostanziali del progetto in essere e nel rispetto di tutta la normativa vigente in materia.

### 8.8. Varie

Le fondazioni delle varie apparecchiature saranno realizzate in conglomerato cementizio armato.

Le aree interessate dalle apparecchiature elettriche saranno sistemate con finitura a ghiaietto, mentre le strade e piazzali di servizio destinati alla circolazione interna, saranno pavimentati con binder e tappetino di usura in conglomerato bituminoso e delimitati da cordoli in calcestruzzo prefabbricato.

Per la raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche, sarà realizzato un sistema di drenaggio superficiale che convoglierà la totalità delle acque raccolte in due distinte vasche di prima pioggia per essere successivamente conferite ad un corpo ricettore compatibile con la normativa in materia di tutela delle acque.

Le acque di scarico dei servizi igienici provenienti dall'edificio quadri, saranno raccolte in un apposito serbatoio a vuotamento periodico di adeguate caratteristiche.

Per l'ingresso alla stazione, sarà previsto un cancello carrabile largo 7,00 metri ed un cancello pedonale, ambedue inseriti fra pilastri e pannellature in conglomerato cementizio armato.

La recinzione perimetrale sarà costituita da manufatti prefabbricati in cls, di tipologia aperto/chiuso.

Per l'illuminazione esterna della Stazione sono previste n. 2 torri faro a corona mobile equipaggiate con proiettori orientabili.

### 8.9. Rumore

Nella stazione è previsto esclusivamente macchinario statico che costituisce quindi una modesta sorgente di rumore. In ogni caso, la stazione viene realizzata in ottemperanza alla legge 26.10.95 n. 447, al DPCM 01.03.91 ed in modo da contenere il rumore prodotto al di sotto dei limiti previsti dal DPCM 14.11.97.

### 8.10. Campi elettrici ed elettromagnetici

Data la standardizzazione dei componenti e della disposizione geometrica, si possono estendere alla stazione elettrica i rilievi sperimentali eseguiti nelle stazioni TERNA, per la misura dei campi elettromagnetici al suolo nelle diverse condizioni di esercizio, con particolare riguardo ai punti dove è possibile il transito del personale (viabilità interna).

Per quanto concerne il valore del campo elettrico al suolo, i valori massimi si presentano in corrispondenza delle uscite linea AT con punte di 12,5 kV/m, che si riducono a meno di 0,5 kV/m già a circa 20 m dalla proiezione dell'asse della linea.

Per quanto concerne il campo magnetico al suolo, questo risulta massimo sempre in corrispondenza delle medesime linee, con valori variabili in funzione delle condizioni di esercizio; anche ipotizzando correnti di linea di 1500 A (valore cautelativo corrispondente alla massima portata delle linee a 150 kV), si hanno valori del campo magnetico al suolo di circa 50-60  $\mu\text{T}$  che si riducono a meno di 15  $\mu\text{T}$  già a 20 m di distanza dalla proiezione dell'asse linea.

Tali valori si riducono notevolmente in corrispondenza della recinzione di stazione.

Il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare con Decreto del 29 maggio 2008, pubblicato sul Supplemento ordinario n°160 alla Gazzetta Ufficiale del 5 luglio 2008 n°156, oltre ad approvare la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti introdotta dal D.P.C.M. 08.07.2003, afferma nel paragrafo 5.2.2 che la fascia di rispetto per le stazioni primarie rientra nei confini dell'area di pertinenza dell'impianto stesso.

E' inoltre opportuno tenere presente che nella stazione, essendo esercita tramite teleconduzione, non è prevista la presenza di personale se non per interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria.

### 8.11. Criteri di isolamento

E' previsto un unico livello di isolamento esterno di 650 kVcr a impulso atmosferico e di 275 kV a f. i. con distanze minime di isolamento in aria fase-terra e fase-fase di 130 cm. Per gli isolamenti interni sono previsti due livelli di isolamento, 750 kVcr a impulso atmosferico e 325 kV a f.i.. La protezione dell'isolamento delle apparecchiature degli stalli linea, ad interruttore aperto, è assicurata da spinterometri,

 <b>INFRASTRUTTURE</b>	<b>PARCO EOLICO DI "SUNI"</b> RELAZIONE SISTEMA DI POTENZA PER LA CONNESSIONE DEGLI AEROGENERATORI ALLA RTN - SE	 Ingegneria & Innovazione	
		05/11/2021	REV: 1

montati sulle catene di amarro delle linee, caratterizzati da una tensione di scarica 50% ad impulso atmosferico pari a 560 kVcr. I calcoli delle frecce e delle sollecitazioni dei conduttori di energia, dei sostegni e delle relative fondazioni, le distanze di rispetto dei conduttori e dei sostegni sono rispondenti alla legge n° 339 del 28/6/1986 ed alle norme contenute nei Decreti del Ministero dei LL.PP. del 21/3/1988 e del 16/1/1991; per quanto concerne le distanze tra conduttori di energia e fabbricati adibiti ad abitazione o ad altra attività che comporti tempi di permanenza prolungati, queste sono conformi al dettato del DPCM 23/4/1992 ed al decreto attuativo della Legge n. 36 del 22 febbraio 2001.

### 8.12. Livelli di corto circuito e correnti di regime permanente

Il livello di corto circuito trifase per il dimensionamento della stazione (potere interruzione interruttori, corrente di breve durata dei sezionatori e TA, caratteristiche meccaniche degli isolatori portanti, sbarre e collegamenti e dimensionamento termico della rete di terra dell'impianto) è di 31,5 kA.

Le correnti di regime previste sono:

- Per le sbarre: 1250 A
- Per gli stalli: 2000 A
- Le correnti limite di funzionamento previste sono:
- Linea e arrivo gruppo: 1250 A
- Sbarre: 2000 A
- Corrente di c.to c.to di progetto: 31,5 kA
- Frequenza: 50 Hz

Con tali valori si possono coprire tutte le esigenze locali della rete previste dal GRTN.

**Il Progettista:**

*Ing. Giuseppe Basso*