



# IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE EOLICA DENOMINATO "TRUNCU REALE" DA REALIZZARSI IN LOCALITA' TRUNCU REALE (SS)

**OPERA DI PUBBLICA UTILITA'**  
**VALUTAZIONE IMPATTO AMBIENTALE ai sensi del D.Lgs 3 aprile 2006, n.152 ALL. II**

COMMITTENTE

# FIMENERGIA

INDIRIZZO

**VIA L. BUZZI, 6, 15033 CASALE MONFERRATO (AL)**  
**T. +390292875126 (ufficio operativo)**

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

RESPONSABILE DEL PROGETTO

## FAVERO ENGINEERING

VIA GIOVANNI BATTISTA PIRELLI, 27  
20124 MILANO (MI)  
+390292875126

**Ing. FRANCESCO FAVERO**  
Ing. ALESSANDRO LUNARDI  
Ing. STEFANO PAVESI  
Ing. SIMONE SCORRANO  
Ing. GIOVANNI LANIA  
Paes. RICCARDO GORETTI  
Paes. RICCARDO BIGLIARDI  
Dott. ANGELO GIGLIOTTI

CONSULENZA TECNICO-AMBIENTALE

## bia energia viva

PIAZZA DELL'ANNUNZIATA 7  
09123 CAGLIARI (CA)  
+39 347 596 5654 - energhiabia@pec.it

Ing. BRUNO MANCA  
Ing. ALESSANDRA SCALAS  
Ing. ILARIA GIOVAGNORIO  
Ing. SILVIA EXANA  
Dott. GIOVANNI LOVIGU  
Dott. GIULIO CASU  
Dott. GIORGIO LAI  
FEDERICA ZACCHEDDU

CONSULENTI

**ACUSTICA:** Ing. CARLO FODDIS - Ing. IVANO DISTINTO  
Viale Europa 54, 09045, Quartu San'Elena (CA) - + 39 070 2348760 - cf@fadssystem.net  
**AGRO - PEDOLOGIA:** Dott. Nat. NICOLA MANIS  
Via Picasso 26, 09036, Guspini (SU) - +39 347805917 - nicolamanis@pecagrotecnici.it  
**ARCHEOLOGIA:** Archeologo dott. FABRIZIO DELUSSU  
Via Depretis 7, 08022, Dorgali (NU) - + 39 3475012131 - archeologofabriziodelussu@gmail.com  
**CHIROTTEROFAUNA:** Dott. Nat. Ermanno Pidinchedda  
Via G. Leopardi 1, 07100, Sassari (SS) - + 39 328 1612483 - ermannonpidinchedda@gmail.com  
**FAUNISTICA:** Dott. Nat. MAURIZIO MEDDA  
Via Lunigiana 17, 09122, Cagliari (CA) - +39 393 8236806 - meddamaurizio@libero.it  
**FLORISTICA:** Dott. Agr. Nat. FABIO SCHIRRU  
Via Solomardi 34, 09040, San Basilio (SU) - +39 347 4998552 - fabio.schirru@pecagrotecnici.it  
**GEOLOGIA, GEOTECNICA E IDRAULICA:** Dott. Geol. COSIMA ATZORI  
Via Bologna, 30 09033 Decimomannu (CA) - +39 070 7346008 - cosima.atzori@gaiaconsulting.eu

REV.	DATA	DESCRIZIONE	PREPARATO	CONTROLLATO	APPROVATO
00	GIUGNO 2023	PRIMA EMISSIONE	Ing. S. Scorrano	Ing. S. Pavesi	Ing. F. Favero
01					
02					
03					
04					

ELABORATO

TITOLO **RELAZIONE TECNICA IMPIANTO ELETTRICO**

DETTAGLI DEL DISEGNO

SCALA GENERALE

SCALA PARTICOLARE

-

-

ARCHIVIO

FILE

DTG\_021

STILE DI STAMPA

FAVERO ENGINEERING.ctb

CODIFICA

FASE PROGETTUALE

# DEFINITIVO

CATEGORIA

# DTG

PROGRESSIVO

# 0 2 1

REVISIONE

# 00

## **Sommario**

1	PREMESSA.....	2
2	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	3
3	PRESCRIZIONI GENERALI.....	5
3.1	Protezione contro le sovracorrenti.....	5
3.2	Protezione contro i contatti indiretti .....	5
3.3	Protezione contro i contatti diretti .....	5
3.4	Scelta dei materiali in relazione al rischio di incendio .....	5
4	CRITERI DI DIMENSIONAMENTO.....	7
4.1	Cavi elettrici.....	7
4.2	Dispositivi di protezione contro le sovracorrenti .....	7
5	CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL'IMPIANTO .....	8
5.1	Caratteristiche elettriche generali.....	8
5.2	Aerogeneratore: impianto elettrico .....	9
5.2.1	Generatore .....	9
5.2.2	Convertitore.....	9
5.2.3	Trasformatore.....	9
5.2.4	Impianto di terra .....	9
5.3	Sistema di accumulo .....	10
5.3.1	Architettura del sistema.....	10
5.3.2	Collegamento MT.....	11
5.3.3	Cabina ausiliari (C.AUX) .....	12
5.3.4	Cabina Sistema di accumulo (CS) .....	13
5.4	Sottostazione elettrica .....	14
5.4.1	Sezione in alta tensione a 150 kV.....	15
5.4.2	Sezione in media tensione a 30 KV .....	23
5.4.3	Sistema di protezione, monitoraggio, comando e controllo .....	23
5.4.4	Servizi ausiliari in c.a. e c.c. ....	24
5.4.5	Impianto di terra .....	24
5.5	Rete elettrica in media tensione .....	26

## **1 PREMESSA**

Il presente documento costituisce la relazione elettrica generale del progetto di un impianto di produzione di energia da fonte eolica, della potenza complessiva di 64 MW, denominato "Truncu Reale", da realizzarsi a Sassari (SS) connesso alla rete elettrica mediante sottostazione, collegata in antenna alla nuova Stazione Elettrica di Terna.

L'impianto è costituito da 9 aerogeneratori da 7,2 MW (limitati a 7,1 MW) e da un sistema di accumulo con batterie di capacità pari a 201 MWh e potenza di 36 MW.

Per la connessione dell'impianto alla rete elettrica nazionale, si fa riferimento al preventivo di connessione alla rete AT di Terna S.p.A. per l'impianto in progetto, accettato dalla società FIMENERGIA S.R.L., con codice di Codice Pratica: 202201984.

## **2 RIFERIMENTI NORMATIVI**

Le caratteristiche degli impianti, nonché dei loro componenti, dovranno rispondere alle norme tecniche, a quelle di legge ed ai regolamenti vigenti ed in particolare dovranno essere conformi a:

- Legge 1° marzo 1968, n. 186 “disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici, ed elettronici”;
- D.Lgs. n.81 del 09 aprile 2008 e sue modifiche: "Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro";
- D.M. n. 37 del 22 gennaio 2008 “installazione degli impianti”;
- Delibera AEEG 11/04/2007 n. 88/07: “Disposizioni in materia di misura dell’energia elettrica prodotta da impianti di generazione”.
- Marcatura CE o dichiarazione CE ove richiesta;
- Dichiarazione di conformità di tutti gli impianti eseguiti;
- Prescrizioni delle Autorità Locali di controllo ASL e di vigilanza INAIL (ARPA) e VV. F.;
- Prescrizioni e indicazioni delle società per l’esercizio telefonico;

Norme CEI, CEI-EN, in caso di mancanza di riferimenti nazionali e/o europei, quelle IEC (International Electrotechnical Commission), UNEL-UNI/ISO- CEE, in particolare:

- CEI 0-2 - Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;
- CEI 64-8 - Impianti elettrici utilizzatori.
- CEI 11-1 - Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata.
- CEI 11-4 – Esecuzione delle linee elettriche aree esterne.
- CEI 11-37 - Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV.
- CEI 99-2 - Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata.
- CEI 99-3 - Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kVca
- CEI 20-22/0 - Prova di non propagazione dell'incendio - Generalità.
- CEI 11-17 - Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica; linee in cavo.
- CEI 17-113 - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).
- CEI 70-1 - Gradi di protezione degli involucri (Codice IP).

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

Di tutte le norme anche non espressamente citate sarà considerato valido l'ultimo aggiornamento, compresi gli eventuali supplementi, modifiche ed integrazioni.

Sono altresì da tenere in considerazione le indicazioni del Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale:

- Guida Tecnica Allegati Terna A.70 e A 72.
- Delibera AEEG 08/03/2012 n. 84/12: “Interventi urgenti relativi agli impianti di produzione di energia elettrica, con particolare riferimento alla generazione distribuita, per garantire la sicurezza del sistema elettrico nazionale”.

### **3 PRESCRIZIONI GENERALI**

#### **3.1 Protezione contro le sovracorrenti**

Ogni condotta sarà protetta contro le correnti di sovraccarico e cortocircuito, con interruttori magnetotermici installati a monte di ogni rispettivo circuito di illuminazione e forza motrice, in conformità alla Norma CEI 64-8/7 – par. 433 e 434.

#### **3.2 Protezione contro i contatti indiretti**

La protezione contro eventuali contatti indiretti, mediante l'interruzione automatica del circuito di alimentazione, sarà realizzata in conformità a quanto richiesto dalla Norma CEI 64-8 par. 413.1.3. relativo ai sistemi "TN". I circuiti di alimentazione luce e forza motrice saranno protetti a monte nel quadro elettrico con dispositivi di protezione a corrente differenziale ad alta sensibilità ( $I_d = 0.03 \text{ A}$ ), coordinati con l'impianto dispersore di terra.

#### **3.3 Protezione contro i contatti diretti**

La protezione contro eventuali contatti diretti sarà realizzata mediante l'isolamento delle parti attive e con l'utilizzo di involucri che si possono rimuovere solo con idonei attrezzi (CEI 64-8/7 par. 412).

#### **3.4 Scelta dei materiali in relazione al rischio di incendio**

Nel seguito sono indicate le caratteristiche dei materiali e delle tipologie installative in relazione al rischio di incendio:

- Quadri elettrici: involucri e strutture di sostegno in lamiera d'acciaio zincato e/o materiali termoplastici autoestinguenti; i cablaggi interni saranno realizzati con cavi non propaganti l'incendio. Tutti i materiali plastici utilizzati per canalette, morsettiere, involucri di apparecchiature, supporti etc. saranno di tipo autoestinguente.

- Cavi elettrici: rispondenti al regolamento UE 305/11 prodotti da costruzione CPR con classe di reazione al fuoco Cca-s3, d1, a3.

Tutti i materiali plastici (tubazioni, cassette ecc.) saranno di tipo autoestinguente.

## **4 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO**

Il dimensionamento dell'impianto elettrico dei servizi ausiliari sarà effettuato con riferimento ai seguenti dati:

- Potenza assorbita dagli utilizzatori
- Coefficiente di contemporaneità di servizio
- Massima caduta di tensione ( $\Delta V\%$ ) in conformità alle Norme CEI 64-8/7 par. 525.

### **4.1 Cavi elettrici**

La sezione dei cavi è determinata riferendosi alle tabelle CEI – UNEL vigenti, in base al tipo di cavo ed alle condizioni di posa, oltre che alla corrente “I<sub>b</sub>” assorbita dal circuito utilizzatore ed alla massima caduta di tensione ammessa.

### **4.2 Dispositivi di protezione contro le sovracorrenti**

A monte di ogni circuito sono stati installati interruttori automatici magnetotermici, aventi le seguenti caratteristiche:

- Potere d'interruzione (P.d.I.) adeguato al valore di corrente di cortocircuito (I<sub>cc</sub>) presunta nel punto di installazione (quadro elettrico).
- Portata nominale “I<sub>n</sub>” in funzione del carico “I<sub>b</sub>” del circuito sotteso.
- Caratteristiche di intervento idonee per la protezione delle condutture, in modo da soddisfare le condizioni di protezione:
  - a)  $I_z \geq I_n \geq I_b$  (Protezione contro i sovraccarichi, Rif. CEI 64 – 8/4 – Par. 433.2)
  - b)  $I^2 t \leq K^2 S^2$  (Protezione contro i cortocircuiti, Rif. CEI 64 – 8/4 – Par. 434.3)

dove:

I<sub>z</sub> = portata in regime del cavo

I<sub>n</sub> = corrente nominale dell'interruttore (se l'interruttore è regolabile la corrente “I<sub>n</sub>” corrisponde alla corrente di regolazione)

I<sub>b</sub> = corrente assorbita dal circuito utilizzatore



## **5 CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL'IMPIANTO**

### **5.1 Caratteristiche elettriche generali**

La centrale eolica per la produzione di energia elettrica in oggetto avrà le seguenti caratteristiche generali:

- N° 9 aerogeneratori Vestas V172 di potenza nominale pari a 7,2 MWp; in particolare, alloggiato all'interno della navicella le tre principali macchine elettriche della turbina: generatore, convertitore, trasformatore;
- N° 6 unità di accumulo composte ciascuno da 90 moduli batterie e 14 moduli di conversione, gestione e protezione, per installazione outdoor, 2 trasformatori e una cabina per installazione dei quadri;
- N° 1 Sottostazione utente posizionata in adiacenza alla stazione elettrica AT di nuova realizzazione per l'installazione di N° 1 Stallo AT con trasformazione 30/150 kV e connessione alla rete TERNA;
- Rete elettrica a 30 kV che collega gli aerogeneratori e il sistema di accumulo alla sottostazione;

## **5.2 Aerogeneratore: impianto elettrico**

L'aerogeneratore integra le apparecchiature elettriche per la produzione e la gestione dell'energia. In particolare, la turbina integra un generatore a magneti permanenti e un convertitore full-scale ottimizzati per lavorare in ogni condizione. Quando la velocità del vento è ridotta, il sistema regola la velocità del rotore e l'angolazione delle pale per massimizzare la produzione. Invece, a regimi di vento elevati, il sistema di regolazione permette invece al generatore di operare a circa la potenza nominale.

### **5.2.1 Generatore**

Il generatore è di tipo trifase a magneti permanenti, con 36 poli. La potenza nominale è pari a 7,2 MW. La tensione del rotore, a velocità nominale, è pari a  $3 \times 800$  V

### **5.2.2 Convertitore**

Il convertitore controlla sia il generatore che la potenza consegnata in rete. Il convertitore effettua la conversione dalla frequenza variabile del generatore a frequenza fissa, con potenza attiva e reattiva accettabili per la rete. La potenza apparente nominale è pari a 7750 kVA.

### **5.2.3 Trasformatore**

Il trasformatore è di tipo trifase a due avvolgimenti, con potenza nominale pari a 8400 kVA. Trasformazione dai 720 V lato turbina, ai 30 kV lato rete.

L'aerogeneratore è inoltre corredato da innumerevoli sistemi ausiliari (motori, pompe, ventilatori, sensoristica...), per gestione e controllo, alimentati da altri trasformatori operanti a bassa tensione, installati sia in navicella, sia alla base della torre.

### **5.2.4 Impianto di terra**

La base della torre viene ancorata alla fondazione mediante una serie di barre pre-tese (*anchor cages*), alla quale saranno collegati una serie di cavi in rame, collegati a terra con picchetti.

### **5.3 Sistema di accumulo**

A progetto è prevista l'installazione di un sistema per lo stoccaggio dell'energia prodotta dagli aerogeneratori. Il sistema di accumulo andrà ad assorbire i picchi di energia prodotta dall'impianto fotovoltaico andando poi, successivamente, ad immettere in rete l'energia accumulata in un secondo momento. Questo approccio è assimilabile al Peak shaving dell'energia prodotta, così facendo si va a ridurre lo squilibrio generato dall'immissione di tanta energia sulla rete. Si specifica anche che, per i motivi suddetti, il sistema di accumulo non andrà in alcun modo ad aumentare la potenza in immissione dell'impianto.

Il sistema si basa su un accumulo di tipo elettrochimico tramite batterie, installate in prossimità della WTG 9. Si tratta di un sistema di tipo "outdoor", adatto ad installazioni all'aperto con gradi di protezione IP55.

#### **5.3.1 Architettura del sistema**

Ogni unità sarà composta da:

- Cabina impianto di accumulo (CS) per il contenimento dei quadri MT e BT;
- N.2 trasformatori MT/BT 30000/690 V, di potenza nominale 3150kVA;
- N.6 unità di conversione (C-cab) con tensione di uscita in corrente continua fino a 1500V, di potenza nominale 1000kVA, per una potenza totale di 6MVA;
- N.6 unità di distribuzione DC (DC-cab), i quali forniscono i dispositivi per la connessione di tutti i pacchi batteria garantendo anche la loro protezione;
- N.2 unità di monitoraggio e controllo (M-cab), che agiscono da hub di comunicazione e raccolta informazioni;
- N. 90 unità batteria (B-cab), ogni blocco batteria, del tipo LFP, ha una capacità nominale di 372,7 kWh, per una capacità totale di 33,5 MWh.

In Figura è riportato uno schema esplicativo dell'unità di accumulo.

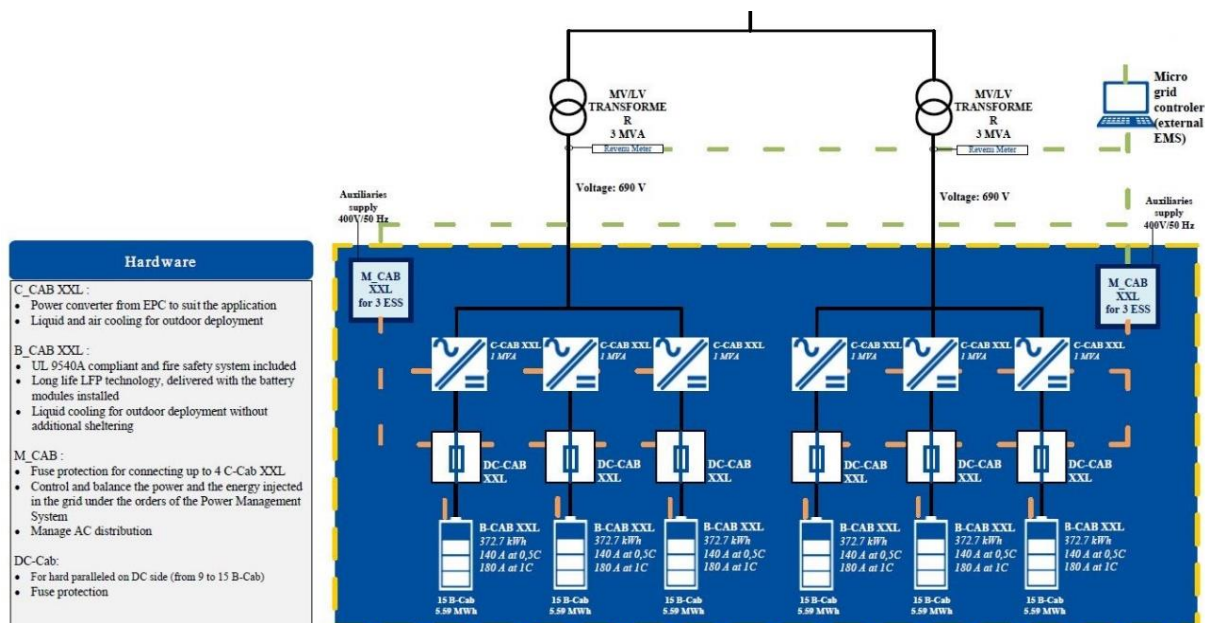


Figura 1: Architettura del sistema



Figura 2: disposizione moduli "cab" outdoor

In progetto sono previste 6 unità di accumulo come quelle precedenti, ciascuno con una potenza di 6MVA e una capacità di 33,5 MWh, per un totale di 36MVA e 201MWh.

### 5.3.2 Collegamento MT

Il sistema di accumulo, sarà collegato alla Cabina Utente posizionata nella sottostazione elettrica. Da questa partiranno 2 terne di cavi interrati tipo ARE4H5EX (3x1x240) mmq fino alla cabina Q.AUX all'interno del campo di accumulo. Alla cabina Q.AUX si collegheranno tutte le cabine dei sistemi singoli (CS1, CS2...)

### **5.3.3 Cabina ausiliari (C.AUX)**

La cabina ausiliari avrà dimensioni esterne di 6700x2480xh2590, sarà costituita da un unico vano e sarà completa di:

- n. 2 Porte e n. 4 finestre di aerazione;
- n. 3 aspiratori eolici in acciaio inox;
- n. 14 elementi in VTR per scomparti MT (800x250x40);
- n. 1 elemento in VTR per la copertura del cunicolo di accesso alla vasca di fondazione (1000x600x40);
- Quadro bassa tensione Q-AUX.S per alimentazione servizi ausiliari e impianto luci, FM e alimentazione Q-AUX di ogni cabina CS;
- Il trasformatore MT/BT 30/0,400 kV, di potenza nominale di 50 kVA;
- UPS 2000VA autonomia 1h per alimentazione servizi ausiliari;
- Impianto illuminazione e prese;
- Rete di terra;
- n. 1 sistema passacavo a parete (minimo 80mm) con la possibilità di sigillare cavi precablati (sono previsti 4 cavi da 10mm) per antenna.
- n.1 quadro Rack.

La cabina sarà posata su fondazione prefabbricata tipo vasca sulle cui pareti verticali verranno predisposti opportuni diaframmi a frattura prestabilita per i cavi in entrata ed in uscita dalla cabina elettrica. Verranno altresì predisposti dei punti per il collegamento equipotenziale di messa a terra.

La cabina sarà allestita con:

- N°1 Scomparto "IM" Arrivo linea con sezionatore;
- N°3 scomparto "DM1A" Protezione linea" per cabine accumulo;
- N°1 scomparto "DM1A" Protezione trasformatore".

#### **5.3.4 Cabina Sistema di accumulo (CS)**

Le cabine sistemi di accumulo avrà dimensioni esterne di 5700x2480xh2590, sarà costituita da un unico vano e sarà completa di:

- n. 1 Porte e n. 2 finestre di aerazione;
- n. 2 aspiratori eolici in acciaio inox;
- n. 14 elementi in VTR per scomparti MT (800x250x40);
- n. 1 elemento in VTR per la copertura del cunicolo di accesso alla vasca di fondazione (1000x600x40);
- Quadro bassa tensione Q-AUX per alimentazione servizi ausiliari e impianto luci e FM. Il quadro Q-AUX sarà alimentato dal quadro Q-AUX.S;
- Quadro Q-SMI.690 per alimentazione delle unità di conversione C-cab a 690V dai trasformatori;
- UPS 2000VA autonomia 1h per alimentazione servizi ausiliari;
- Impianto illuminazione e prese;
- Rete di terra;
- n. 1 sistema passacavo a parete (minimo 80mm) con la possibilità di sigillare cavi precablati (sono previsti 4 cavi da 10mm) per antenna.

La cabina sarà posata su fondazione prefabbricata tipo vasca sulle cui pareti verticali verranno predisposti opportuni diaframmi a frattura prestabilita per i cavi in entrata ed in uscita dalla cabina elettrica. Verranno altresì predisposti dei punti per il collegamento equipotenziale di messa a terra.

La cabina sarà allestita con:

- N°2 Scomparto "IM" Arrivo/partenza linea con sezionatore;
- N°2 scomparto "DM1A" Protezione trasformatore".

## 5.4 Sottostazione elettrica

Nella sottostazione avverrà l'innalzamento della tensione da 30 a 150 kV. La SSE occuperà una superficie di circa 40 x 50 metri. Nel suo perimetro saranno installate diverse apparecchiature elettriche. La sezione a 150 kV sarà installata esternamente, mentre la sezione di media tensione all'interno di una cabina prefabbricata 15,5 x 4,5 metri. Anche i servizi ausiliari, in bassa tensione, saranno installati nella cabina.

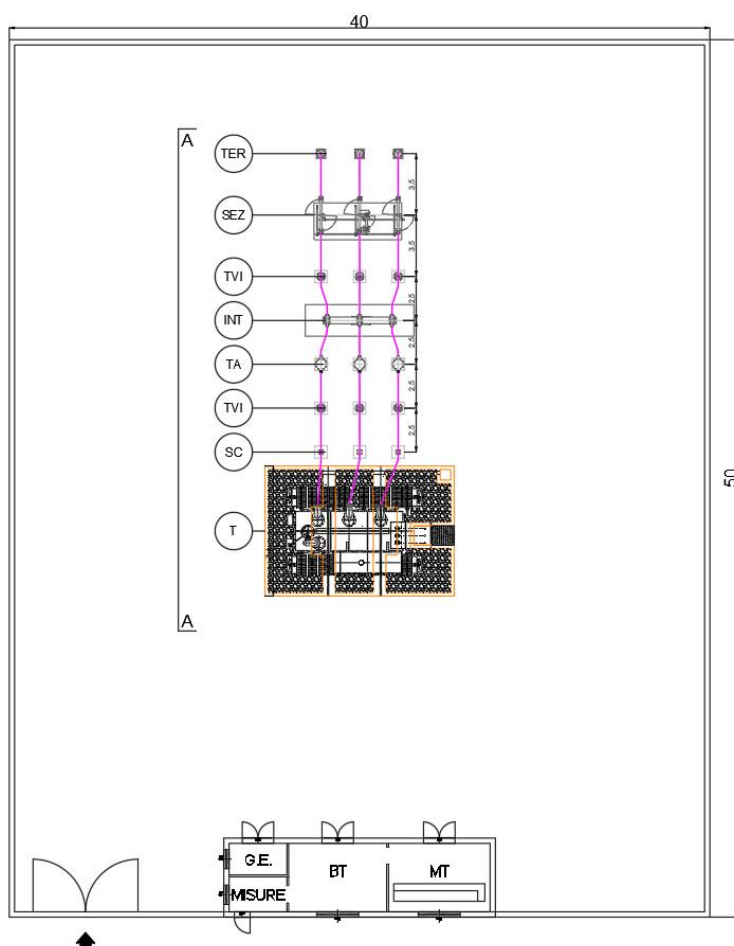


Figura 3: Planimetria Sottostazione utente

### LEGENDA:

- T: Trasformatore di potenza 150/30 kV 70 MVA ONAF
- SC: Scaricatore di sovratensione
- TA: Trasformatore di corrente
- TVI: Trasformatore di tensione
- INT: Interruttore
- SEZ: Sezionatore tripolare
- TER: Terminale colonnino porta sbarre

#### **5.4.1 Sezione in alta tensione a 150 kV**

La sezione in alta tensione a 150 kV sarà predisposta per alloggiare gli stalli di trasformazione e uno stallo di partenza linea, dal quale partirà una linea in cavo a 150 kV che si andrà a collegare allo stallo arrivo produttore presso della stazione alta tensione.

È prevista la realizzazione di n°1 stallo di trasformazione dotato di interruttore, scaricatore di sovratensione, sezionatori e trasformatori di misura (TA e TV) per le protezioni, secondo quanto previsto dagli standard e dalle prescrizioni Terna, e di uno stallo partenza linea con interruttore, sezionatore, TA, TVC e scaricatore di sovratensione.

Il posizionamento delle apparecchiature e dei componenti AT di stazione e le relative distanze di isolamento e di sicurezza, sono state definite nell'osservanza delle norme CEI e da quanto descritto nei documenti di unificazione Terna.

Le apparecchiature installate, inoltre, saranno corrispondenti alle prescrizioni delle Norme CEI generali (11-1) e specifiche.

Di seguito si riportano le caratteristiche tecniche dei componenti previsti, ricavate dall'allegato 3 del Codice di Rete Terna.



### 5.4.1.1 Interruttori tripolari in SF6

Gli interruttori tripolari in SF6 previsti presenteranno le caratteristiche elettriche riportate nella tabella seguente.

Tipo TERNA	Corrente di interruzione (kA)	
Y3/4-C	31,5	
Y3/4-P	31,5	
Y3/8-C	40	
Y3/8-P	40	
<b>GRANDEZZE NOMINALI</b>		
Tipo	Y3/4	Y3/8
Tensione nominale (kV)	170	
Livello di isolamento nominale:		
- tensione nominale di tenuta a impulso atmosferico (kV):	750	
- tensione nominale di tenuta a frequenza industriale (kV):	325	
Frequenza nominale (Hz)	50	
Corrente nominale (A)	2000	
Durata nominale di corto circuito (s)	1	
Tensioni nominali di alimentazione dei circuiti ausiliari:		
- corrente continua (V)	110	
- corrente alternata monofase/trifase a quattro fili (V)	230/400	
Potenza massima assorbita da ogni singolo circuito indipendente (CH, AP1, AP2, AP3, motore/i, climatizzazione):		
- corrente continua (W)	1500	
- corrente alternata monofase/trifase (VA)	850/2500	
Corrente di stabilimento nominale di corto circuito (kA)	80	100
Sequenza di manovra nominale	O-0,3 s-CO-1 min-CO	
Corrente di interruzione nominale di linee a vuoto (A)	83	
Corrente di interruzione nominale di cavi a vuoto (A)	180	
Corrente di interruzione nominale di batteria singola di condensatori (A)	400	
Corrente di interruzione nominale in discordanza di fase (kA)	8	10
Durata massima di interruzione (ms)	80	
Durata massima di stabilimento/interruzione (ms) (con bobina a lancio)	80	
Durata massima di stabilimento/interruzione (ms) (con bobina a mancanza)	120	
Durata massima di chiusura (ms)	150	
Forze statiche ai morsetti:		
- orizzontale longitudinale (N)	1250	
- orizzontale trasversale (N)	750	
- verticale (N)	1000	
Livello di qualificazione sismica	AF5	

Tabella 1: caratteristiche tecniche interruttori in SF6 150 kV

### 5.4.1.2 **Sezionatori orizzontali con lame di terra**

I sezionatori di linea, corredati di lame di terra, presenteranno le caratteristiche riportate nella tabella seguente.

Codifica Terna	Y21/2	Y21/4	Y21/6	Y21/8
Classe di corrente indotta del sezionatore di terra	A		B	
Salinità di tenuta a 98 kV (kg/m <sup>3</sup> )	56			
Tensione nominale (kV)	170			
Corrente nominale (A)	2000			
Frequenza nominale (Hz)	50			
Corrente nominale di breve durata:				
- valore efficace (kA)	31,5	40	31,5	40
- valore di cresta (kA)	80	100	80	100
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)	1			
Accoppiamento elettromagnetico (sezionatore di terra)				
- corrente induttiva nominale(A)	50		125	
- tensione induttiva nominale (kV)	1k		10	
Accoppiamento elettrostatico (sezionatore di terra)				
- corrente induttiva nominale (A)	0,4		5	
- tensione induttiva nominale (kV)	3		6	
Tensione di prova ad impulso atmosferico:				
- verso massa (kV)	650			
- sul sezionamento (kV)	750			
Tensione di prova a frequenza di esercizio:				
- verso massa (kV)	275			
- sul sezionamento (kV)	315			
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:				
- orizzontale longitudinale (N)	800			
- orizzontale trasversale (N)	250			
- verticale (N)	1000			
Tensione nominale di alimentazione:				
- motore (V <sub>cc</sub> )	110			
- circuiti di comando ed ausiliari (V <sub>cc</sub> )	110			
- resistenza di riscaldamento (V <sub>ca</sub> )	230			
Assorbimento massimo complessivo dei motori di comando di ciascun sezionatore (kW)	2			
Tempo di apertura/chiusura (s)	≤15			

Tabella 2: Caratteristiche tecniche sezionatore tripolare orizzontale con lame di terra 150 kV

Tipo TERNA	Corrente di interruzione (kA)	
Y3/4-C	31,5	
Y3/4-P	31,5	
Y3/6-C	40	
Y3/6-P	40	
<b>GRANDEZZE NOMINALI</b>		
Tipo	Y3/4	Y3/6
Tensione nominale (kV)	170	
Livello di isolamento nominale:		
- tensione nominale di tenuta a impulso atmosferico (kV):	750	
- tensione nominale di tenuta a frequenza industriale (kV):	325	
Frequenza nominale (Hz)	50	
Corrente nominale (A)	2000	
Durata nominale di corto circuito (s)	1	
Tensioni nominali di alimentazione dei circuiti ausiliari:		
- corrente continua (V)	110	
- corrente alternata monofase/trifase a quattro fili (V)	230/400	
Potenza massima assorbita da ogni singolo circuito indipendente (CH, AP1, AP2, AP3, motore/i, climatizzazione):		
- corrente continua (W)	1500	
- corrente alternata monofase/trifase (VA)	850/2500	
Corrente di stabilimento nominale di corto circuito (kA)	80	100
Sequenza di manovra nominale	O-0,3 s-CO-1 min-CO	
Corrente di interruzione nominale di linee a vuoto (A)	63	
Corrente di interruzione nominale di cavi a vuoto (A)	160	
Corrente di interruzione nominale di batteria singola di condensatori (A)	400	
Corrente di interruzione nominale in discordanza di fase (kA)	8	10
Durata massima di interruzione (ms)	60	
Durata massima di stabilimento/interruzione (ms) (con bobina a lancio)	80	
Durata massima di stabilimento/interruzione (ms) (con bobina a mancanza)	120	
Durata massima di chiusura (ms)	150	
Forze statiche ai morsetti:		
- orizzontale longitudinale (N)	1250	
- orizzontale trasversale (N)	750	
- verticale (N)	1000	
Livello di qualificazione sismica	AF5	

Tabella 3: caratteristiche tecniche interruttori in SF6 150 Kv

### 5.4.1.3 Scaricatori

Gli scaricatori, adatti per applicazioni a 150 kV, presenteranno le caratteristiche riportate nella tabella seguente:

Tipo Terna	Y56	Y57	Y58	Y59
Tensione della rete 50Hz (max tensione)	380 kV (420 kV)	220 kV (245 kV)	132 kV (145 kV)	150 kV (170 kV)
Tensione servizio continuo Uc	265 kV	156 kV	94 kV	108 kV
Max tensione temporanea 1 s	366 kV	219 kV	132 kV	156 kV
Max tensione residua con impulsi atmosferici (20 kA - 8/20 $\mu$ s)	830 kV	520 kV	-	-
Max tensione residua con impulsi atmosferici (10 kA - 8/20 $\mu$ s)	-	-	336 kV	396 kV
Max tensione residua con impulsi fronte ripido (20 kA - 1 $\mu$ s)	955 kV	600 kV	-	-
Max tensione residua con impulsi fronte ripido (10 kA - 1 $\mu$ s)	-	-	386 kV	455 kV
Max tensione residua con impulsi manovra (30/60 $\mu$ s)	2000 A: 720 kV	2000 A: 440 kV	1000 A: 270 kV	1000 A: 318 kV
Classe di scarica della linea (IEC)	4	4	3	3
Corrente nominale scarica	20 kA	20 kA	10 kA	10 kA
Valore di cresta impulsi forte corrente	100 kA	100 kA	100 kA	100 kA
Corrente nominale di corto circuito	63 kA	50 kA	40 kA	40 kA

Tabella 4: Caratteristiche tecniche scaricatori 150 kV

#### 5.4.1.4 *Trasformatori di corrente*

Le caratteristiche dei TA vengono riportate nella tabella seguente

GRANDEZZE NOMINALI		
Corrente termica di breve durata ( $I_{\text{B}}$ )	(kA)	40
Tensione nominale ( $U_{\text{m}}$ )	(kV)	170
Frequenza nominale	(Hz)	50
Rapporto di trasformazione nominale: T38 T37	(A/A) (A/A)	400/5 800/5 1600/5 200/5 400/5
Numero di nuclei	(n)	3
Corrente termica nominale permanente	(A)	1,2 $I_{\text{p}}$
Corrente termica nominale di emergenza 1 h	(A)	1,5 $I_{\text{p}}$
Corrente dinamica nominale ( $I_{\text{d}}$ )	(p.u.)	2,5 $I_{\text{m}}$
Resistenza secondaria II e III nucleo a 75°C	( $\Omega$ )	$\leq 0,4$
Prestazioni e classi di precisione: I nucleo II e III nucleo	(VA/Cl.) (VA/Cl.)	30/0,2 50/0,5 30/5P30
Fattore di sicurezza (I nucleo)	-	$\leq 10$
Tensione di tenuta a impulso atmosferico	(kV)	850
Tensione di tenuta a frequenza industriale	(kV)	360
Tensione di tenuta a impulso di manovra	(kV)	-

Tabella 5: Caratteristiche tecniche trasformatori amperometrici

### 5.4.1.5 *Trasformatori di tensione capacitivi*

I TV capacitivi presenteranno le caratteristiche riportate nella tabella seguente

GRANDEZZE NOMINALI				
Codice TERNA	Y41/1	Y43/1	Y46/1	Y44/1
Tensione primaria nominale [kV]	380 / $\sqrt{3}$	220 / $\sqrt{3}$	150 / $\sqrt{3}$	132 / $\sqrt{3}$
Tensione secondaria nominale [V]	100 / $\sqrt{3}$			
Frequenza nominale [Hz]	50			
Prestazione nominale e classe di precisione [VA/Cl.]	50/0,2 – 75/0,5 – 100/3P			
Capacità nominale [pF]	4000÷10000			
Tensione massima per l'apparecchiatura [kV]	420	245	170	145
Tensione di tenuta a frequenza industriale [kV]	630	460	325	275
Tensione di tenuta ad impulso atmosferico [kV]	1425	1050	750	650
Tensione di tenuta ad impulso di manovra [kV]	1050	-	-	-
Carico di tenuta meccanica sui terminali AT [N]	3000	2500	2000	2000
Carico di tenuta meccanica sulla flangia [N]	-	-	4000	4000

Tabella 6: Caratteristiche tecniche trasformatori di tensione capacitivi

### 5.4.1.6 *Trasformatori di tensione induttivi*

I TV di tipo induttivo presenteranno le seguenti caratteristiche.

GRANDEZZE NOMINALI				
Codice TERNA	Y41/2	Y43/2	Y46/2	Y44/2
Tensione primaria nominale [kV]	380/ $\sqrt{3}$	220/ $\sqrt{3}$	150/ $\sqrt{3}$	132/ $\sqrt{3}$
Tensione secondaria nominale [V]	100/ $\sqrt{3}$			
Numero avvolgimenti secondari [n]	1			
Frequenza nominale [Hz]	50			
Prestazione nominale e classe di precisione [VA/Cl.]	50/0,2			
Tensione massima per l'apparecchiatura [kV]	420	245	170	145
Tensione di tenuta a frequenza industriale [kV]	630	460	325	275
Tensione di tenuta ad impulso atmosferico [kV]	1425	1050	750	650
Tensione di tenuta ad impulso di manovra [kV]	1050	-	-	-
Carico di tenuta meccanica sui terminali AT [N]	3000	2500	2000	2000

Tabella 7: Caratteristiche tecniche trasformatori di tensione induttivi

#### 5.4.1.7 **Trasformatore trifase in olio minerale**

Il trasformatore sarà di tipo trifase isolato in olio, conforme alle prescrizioni della norma CEI 14-4, con rapporto di trasformazione nominale pari a 30 kV/150kV e potenza nominale pari a 80 MVA.

Avrà il nucleo magnetico realizzato con lamierini al Fe e Si a cristalli orientati a bassa cifra di perdita ed elevata permeabilità, 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 saranno realizzati con conduttori in rame elettrolitico E-Cu 99.9%, ricotto o ad incrudimento controllato, con isolamento in carta di pura cellulosa.

Sarà dotato di variatore di rapporto di trasformazione sotto carico lato AT in modo tale da mantenere costante la tensione di uscita al variare della tensione primaria.

Per lo smaltimento del calore prodotto per effetto delle perdite nel rame e nel ferro sarà dotato di un sistema di raffreddamento del tipo ONAF.

L'olio utilizzato per l'isolamento sarà di tipo minerale esente da PBC; a richiesta si potrà utilizzare un trasformatore con fluido isolante silconico ininfiammabile.

Il trasformatore sarà 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 e rulli di scorrimento orientabili.

Le principali caratteristiche elettriche sono di seguito elencate:

- Tensione massima 170 kV
- Frequenza 50 Hz
- Rapporto di trasformazione 150kV/30kV
- Livello d'isolamento nominale all'impulso atmosferico 750 kV
- Livello d'isolamento a frequenza industriale 325 kV
- Tensione di corto circuito 12,5 %
- Collegamento avvolgimento Primario Stella
- Collegamento avvolgimento Secondario Triangolo
- Potenza in servizio continuo (ONAF) 80 MVA

#### **5.4.2 Sezione in media tensione a 30 KV**

La sezione in media tensione è costituita dal quadro MT a 30 kV, che prevede:

- un sistema con due semi-sbarre, con relativo congiuntore;
- montanti arrivo linea da impianto eolico;
- n° 1 partenza trasformatore AT/MT;
- alimentazione trasformatore servizi ausiliari;
- sezione misure

Le caratteristiche elettriche dei componenti MT sono di seguito elencate:

- tensione di esercizio nominale  $V_n$ : 30 kV
- tensione di isolamento nominale: 36 kV
- frequenza nominale: 50 Hz
- corrente nominale in servizio continuo  $I_n=1440$  A

#### **5.4.3 Sistema di protezione, monitoraggio, comando e controllo**

La stazione sarà controllata attraverso 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 saranno 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.



#### **5.4.4 Servizi ausiliari in c.a. e c.c.**

Il sistema dei servizi ausiliari in c.a. è costituito da:

- quadro MT;
- trasformatori MT/BT;
- quadro BT centralizzato di distribuzione.

I servizi ausiliari in c.c. a 110 V sono alimentati da due raddrizzatori carica-batteria in tampone con una batteria prevista per un'autonomia di 4 ore. Ciascuno dei due raddrizzatori è in grado di alimentare i carichi di tutto l'impianto e contemporaneamente di fornire la corrente di carica della batteria; in caso di anomalia su un raddrizzatore i carichi saranno commutati automaticamente sull'altro.

Il sistema dei servizi ausiliari in c.c. è costituito da: batteria, raddrizzatori, quadro di distribuzione centralizzato e quadri di distribuzione nei chioschi (comuni per c.a. e c.c.).

#### **5.4.5 Impianto di terra**

L'impianto di terra delle stazioni elettriche sarà realizzato conformemente alle normative di riferimento ed alle prescrizioni antinfortunistiche vigenti.

Il dispersore sarà costituito da una rete di conduttori in corda di rame di sezione 70 mm<sup>2</sup> interrati ad una profondità di circa 0,7 m. Esso interesserà tutta l'area interna alla recinzione delle stazioni. La rete sarà composta da maglie regolari di lato massimo 8 m, con infittimenti (maglie di lato inferiore) in corrispondenza delle apparecchiature A.T. e degli edifici contenenti le apparecchiature di protezione e controllo.

Le apparecchiature A.T. saranno collegate al dispersore ciascuna mediante due o quattro corde di rame di sezione 50 mm<sup>2</sup>.

La suddetta soluzione costruttiva, unitamente al dimensionamento di dettaglio che verrà eseguito nell'ambito del progetto esecutivo in conformità alle norme CEI 11.1, garantirà il rispetto dei requisiti richiesti dalle stesse norme.

Per il contenimento delle tensioni di passo e di contatto entro i valori limite verranno individuate le aree in cui potrebbe essere necessario adottare provvedimenti particolari (dispersori integrativi, bitumazione, ecc.). I valori delle tensioni di passo e di contatto verranno comunque verificati strumentalmente a costruzione ultimata. In ogni caso, qualora risultasse la presenza di zone periferiche con tensioni di contatto superiori ai limiti, si procederà all'adozione di uno o più dei cosiddetti provvedimenti "M" di cui all'Allegato D della Norma CEI 11-1.

La compatibilità elettromagnetica dei sistemi sarà assicurata dall'infittimento delle maglie del dispersore in corrispondenza delle apparecchiature A.T. e dalla presenza di conduttori di terra multipli per gli stessi (in particolare per i trasformatori di misura).

## 5.5 Rete elettrica in media tensione

La distribuzione dell'energia avverrà in media tensione a 30 kV. Per la distribuzione in MT saranno utilizzati cavi aventi le seguenti caratteristiche: terna di cavi intrecciati ad elica con conduttori in alluminio isolati in gomma polietilene reticolato XLPE, con schermo metallico continuo in alluminio sotto guaina di PVC di colore rosso tipo ARE4H5EX 18/30 kV. Solo per la connessione alla RTN sarà utilizzato un cavidotto in AT 150 kV. Tutte le linee MT verranno posate con interrimento un letto in sabbia vagliata. Le condutture interrate saranno rese riconoscibili mediante un nastro per segnalazione di cavi elettrici.



*Figura 4: Cavi di media tensione ARE4H5EX*