

# PARCO EOLICO "MONTE ARGENTU"

COMUNE DI NURRI

PROVINCIA DEL SUD SARDEGNA (SU)



## STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

**Elaborato:**

PROGETTO DEFINITIVO OPERE ELETTRICHE

**RELAZIONE SOTTOSTAZIONE PRODUTTORE**

Codice elaborato:

**NU\_PE\_A002**

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

<b>1. INTRODUZIONE .....</b>	<b>3</b>
<b>2. PRESCRIZIONI E SPECIFICHE.....</b>	<b>5</b>
2.1 SPECIFICHE ELETTRICHE .....	5
2.2 CORRENTI DI CORTO CIRCUITO E CORRENTI TERMICHE NOMINALI .....	6
<b>3. LAYOUT SOTTOSTAZIONE.....</b>	<b>6</b>
<b>4. IMPIANTO DI TERRA.....</b>	<b>15</b>
4.1 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI.....	15
4.2 DIMENSIONAMENTO IMPIANTO DI TERRA.....	16
4.3 DIMENSIONAMENTO TERMICO DEI CONDUTTORI.....	17
<b>5. QUADRI MT .....</b>	<b>19</b>
<b>6. SERVIZI AUSILIARI.....</b>	<b>19</b>
<b>7. CAVI MT/BT .....</b>	<b>20</b>
<b>8. SERVIZI GENERALI .....</b>	<b>21</b>
8.1 IMPIANTI ILLUMINAZIONE ESTERNA.....	21
8.2 IMPIANTI TECNOLOGICI NEGLI EDIFICI .....	21
8.3 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE.....	22
8.4 IMPIANTI PRESE FM.....	23
8.5 IMPIANTI DI CONDIZIONAMENTO.....	23
8.6 IMPIANTI DI RILEVAZIONE INCENDIO.....	23
8.7 IMPIANTO ANTINTRUSIONE .....	24
<b>9. SISTEMA DI COMANDO E CONTROLLO .....</b>	<b>24</b>

## 1. INTRODUZIONE

La presente relazione ha lo scopo di descrivere le caratteristiche di progetto degli impianti e delle apparecchiature elettromeccaniche della Sottostazione di trasformazione di proprietà della società SARDEOLICA S.r.l. da realizzare in prossimità della stazione elettrica TERNA denominata "Nurri" sita nel comune di Nurri

La sottostazione di trasformazione in progetto è costituita da un montante di trasformazione e un montante di linea connesso in antenna alla stazione elettrica TERNA. All'interno della sottostazione verrà previsto lo spazio per un secondo montante di trasformazione che la società Sardeolica vorrebbe utilizzare per future iniziative sempre nell'ambito delle energie rinnovabili.

Nella progettazione si è tenuto conto dei seguenti riferimenti normativi da cui sono derivate le scelte progettuali:

- 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.

## 2. PRESCRIZIONI E SPECIFICHE

L'impianto in oggetto dovrà nella sua realizzazione far riferimento principalmente alle Norme CEI 99-2 e CEI 99-3.

### 2.1 SPECIFICHE ELETTRICHE

Per la sezione 150 kV è prevista una tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico di 750 kV e una tensione nominale di 325 kV a frequenza industriale di

breve durata alle quali corrisponde una distanza minima di isolamento in aria fase-terra e fase-fase di 1500 mm.

La protezione dell'isolamento delle apparecchiature degli stalli, ad interruttore aperto, viene assicurata dagli spinterometri montati sulle catene di amarro delle linee nel portale della stazione di TERNA.

## 2.2 CORRENTI DI CORTO CIRCUITO E CORRENTI TERMICHE NOMINALI

Il livello di corrente di corto circuito trifase per il dimensionamento della sezione 150 kV, previsto dal progetto standard TERNA (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 pari a 31,5 kA.

Valore efficace della corrente di corto circuito trifase	Tensione nominale 380 kV	Tensione nominale 220 kV	Tensione nominale 132/150 kV
<b>I<sub>cc</sub> (kA)</b>	50	50-40-31,5	40 - 31,5

Inoltre in considerazione delle definizioni della Norma CEI 99-3 e considerando il tempo di eliminazione di un ipotetico guasto a terra pari a 0,5 s, si riportano di seguito i valori previsti delle correnti di guasto a terra:

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

La corrente di regime è di 1250 A.

## 3. LAYOUT SOTTOSTAZIONE

La disposizione delle apparecchiature AT negli spazi della sottostazione sono in accordo con:

- Osservanza delle Norme CEI 99-2 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata";
- Osservanza delle Norme CEI 99-3 "Messa a terra degli impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata";

- Possibilità di circolazione delle persone in condizioni di sicurezza su tutta la superficie della stazione;
- Possibilità di circolazione, dei normali mezzi di manutenzione sulla viabilità interna;

Le distanze progettuali principali adottate, conformi alle specifiche Terna, sono indicate dalla seguente tabella:

<b>Principali distanze di progetto</b>	[m]
Larghezza degli stalli	11
Distanza tra le fasi per le sbarre e le apparecchiature	2,2

La sezione AT sarà composta da un montante trasformatore AT/MT e un montante linea con arrivo linea in cavo AT;

#### **Apparecchiature AT e componenti di stazione**

I principali componenti AT, che costituiscono l'impianto con tensione di 150 kV, saranno i seguenti:

##### *Stallo 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 SF6;
- 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

##### *Stallo 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 SF6;

- f) n. 3 Trasformatori di corrente unipolari;
- g) n. 2 Portali sbarra

Nel seguito vengono descritte le principali caratteristiche costruttive e funzionali delle apparecchiature e dei componenti principali di stazione.

### ***Interruttori***

Gli interruttori, i cui comandi sono unipolari, sono dotati di:

- n. 1 circuito di chiusura a lancio di tensione tripolare;
- n. 2 circuiti di apertura a lancio di tensione unipolari, tra loro meccanicamente e elettricamente indipendenti;
- n. 1 circuito di apertura a mancanza di tensione (escludibile).

Il ciclo di operazioni nominali è: O – 0.3 s – C, O- 1 min – C, O. Saranno previsti il blocco della chiusura ed il blocco della apertura o, in alternativa, l'apertura automatica con blocco in aperto, in funzione dei livelli delle grandezze controllate relative ai fluidi di manovra e d'interruzione. La "massima non contemporaneità tra i poli in chiusura" sarà  $\leq 5.0$  ms; la "massima non contemporaneità tra i poli in apertura" sarà  $\leq 3.3$  ms; la "massima non contemporaneità tra gli elementi di uno stesso polo" sarà  $\leq 2.5$  ms. Gli interruttori saranno comandabili sia localmente (prova), sia a distanza (servizio), tramite commutatore scelta servizio a chiave (servizio e prova). I pulsanti di comando di chiusura/apertura locali (manovre tripolari) saranno posti all'interno dell'armadio di comando. L'interfaccia degli interruttori verso il sistema di comando e controllo sarà effettuata tramite morsettiere.

### **Scheda sintetica Interruttori**

Mezzo di estinzione dell'arco:	gas SF6;
Tensione nominale e massima :	170 KV;
Tensione di esercizio :	150 KV.
Correnti	
- nominale:	1250/2000 A;
- di breve durata per 1 sec.:	31.5 KA eff.;
- di chiusura:	50 KA picco;
Tensioni di prova	

- a frequenza industriale:	325 KV eff.;
- ad impulso atmosferico:	750 KV picco;
Tempo totale di interruzione:	50 msec.
Comando:	a molla, per singolo polo.
Alimentazione circuiti ausiliari	
- circuito di comando:	110 V c.c.;
Isolatori	
- linea di fuga:	normale.

### **Sezionatori**

I sezionatori per installazione all'esterno saranno provvisti sia di meccanismi di manovra a motore che manuali. I sezionatori (150 kV) saranno corredati di un armadio unico per i tre poli predisposto per l'interfacciamento con il Sistema di Protezione e Controllo della stazione (comandi, segnali e alimentazioni). L'armadio dedicato all'interfacciamento con il Sistema Comando e Controllo della stazione conterrà un commutatore di scelta servizio che può assumere tre posizioni (Servizio/Prova/Manuale), che abilitano rispettivamente i comandi remoti, quelli locali (tramite i pulsanti di chiusura/apertura posti negli armadi di comando) e le operazioni manuali (tramite apposita manovella o leva di manovra). Per i sezionatori combinati con sezionatori di terra saranno previsti armadi separati per ciascun apparecchio. Tutti i comandi saranno condizionati da un consenso elettrico di "liceità manovra" proveniente dall'esterno. La manovra manuale è subordinata allo stato attivo di un Dispositivo Elettromeccanico di Consenso, attivo nella posizione "Manuale" del commutatore di scelta servizio, quando presente il consenso di "liceità manovra" proveniente dall'esterno. Tali sezionatori saranno dotati di un dispositivo di interblocco meccanico diretto che consente la manovra del sezionatore di terra solo con sezionatore aperto e la manovra del sezionatore solo con sezionatore di terra aperto. La rilevazione della posizione dei contatti principali dei sezionatori avverrà polo per polo per i sezionatori con comandi unipolari, mentre per quelli a comando tripolare può essere unica.

### Scheda sintetica sezionatori

Sezionatore tripolare orizzontale con lame di messa a terra completo di comandi a motore.

Sezionatore tripolare A.T. con lame di terra

Tipo di manovra : rotativo a 3 colonne;

Tensione nominale e massima : 170 KV;

Tensione di esercizio: 150 KV.

Correnti

- nominale (per lame di linea): 2000 A;

- di breve durata per 1 sec.: 31.5 KA eff.;

- di chiusura: 50 KA picco.

Tensioni di prova

- a frequenza industriale contro massa: 275 KV;

- a frequenza industriale sul sezionam.: 315 KV;

- ad impulso atmosferico contro massa: 650 KV;

- ad impulso atmosferico sul sezionam.: 750 KV.

Comandi: manuali.

Alimentazione circuiti ausiliari

- circuiti di comando 110V c.c.
- motore 110V c.c.
- resistenze anticondensa 230V, 50Hz, monofase

Sezionatore tripolare terra sbarre completo di comando a motore.

Tensione nominale 170 kV

Tensione di esercizio 150 kV

Correnti per lame di Terra

• di breve durata per 1 sec. 31.5 kA eff. (1 s)

• di breve durata di cresta 50 kA picco

Tensioni di prova

• a frequenza industriale contro massa 275 kV

• ad impulso atmosferico contro massa 650 Kv

Comando lame di Terra motore

Alimentazione circuiti ausiliari

• circuiti di comando 110V c.c.

• motore 110V c.c.

resistenze anticondensa 230V, 50Hz, monofase

**Trasformatori di corrente (TA)**

Esecuzione: monofase;  
Isolamento: in gas SF6/OIL;  
Tensione max di rif. per l'isolamento: 170 KV.  
Correnti  
-nominale primaria: 100 A;  
-nominale secondaria: 5 A;  
-nominale termica di corto circuito: 31.5 KA per 1 sec;  
-nominale dinamica di corto circuito: 50 KA picco;  
-massima continuativa: 120% In.  
Tensioni di prova  
-a frequenza industriale: 325 KV eff.;  
-ad impulso atmosferico: 750 KV picco.  
Avvolgimenti secondari: n. 3;  
-prestazione: 20 VA;  
-classe di precisione: 0,2-0,2-5p;  
-fattore limite di precisione: 10;  
-impiego protezione misura.  
- linea di fuga normale

**Scaricatore A.T. Tipo costruttivo: all'ossido di zinco senza**

Spinterometri;  
Tensione di esercizio continua: 110 KV;  
Corrente di scarica nominale: 10 KA;  
Classe di scarica di lunga durata  
secondo raccomandazioni IEC: .  $\geq 2$ ;  
Corrente relativa alle prove di  
sicurezza contro le esplosioni:  $\geq 31,5$  KA x 0,2 sec.;  
Corrente di tenuta con onda di  
breve durata 4/10 microsec.: 100 KA picco;  
Corrente di tenuta con onda di  
lunga durata 2000 microsec.: 400 A;

Tensione residua con onda di corrente 8/20 microsec.:	≤336 KV picco a 10 KA;
Isolatori	
-linea di fuga:	normale.
Accessori	
-terminali di linea	
-terminali di terra	
-base isolante	
-contascariche	

### **Trasformatore di tensione capacitivo**

Tipo costruttivo:	TVC capacitivo
Esecuzione:	monofase
Isolamento:	in olio
Tensione max di rif. per l'isolamento:	170 KV
Tensioni	150/rad3kV
-nominale primaria:	100/√3; 100/√3;
-nominale secondaria:	
Tensioni di prova	325 KV eff.;
-a frequenza industriale:	750 KV picco;
-ad impulso atmosferico:	n. 2;
Uscite secondare:	150 VA;
-prestazione:	0,2-0,2-3p;
-classe di precisione:	1500VA;
-potenza termica nominale:	protezione e misura;
-impiego:	608.2 daN.
Peso:	
Isolatori	normale.
-linea di fuga:	

### **Trasformatori di tensione misure UTF**

#### **(TV)**

Tipo costruttivo:	TVI induttivo
Esecuzione:	Monofase
Isolamento:	in olio
Tensione max di rif. per l'isolamento:	170 KV
Tensioni	150/rad3kV
-nominale primaria:	100/ $\sqrt{3}$ ;
-nominale secondaria:	
Tensioni di prova	325 KV eff.;
-a frequenza industriale:	750 KV picco;
-ad impulso atmosferico:	n. 1;
Uscite secondare:	150 VA;
-prestazione:	0,2;
-classe di precisione:	1500VA;
-potenza termica nominale:	misura;
-impiego:	
Isolatori	normale
-linee di fuga	

### **Trasformatore AT/MT di sottostazione**

Trasformatore trifase in olio minerale (secondo norme CEI 10-1 fasc. 434), per installazione all'esterno con raffreddamento naturale dell'aria e dell'olio (ONAN) con radiatori addossati al cassone (ONAF).

Regolazione della tensione primaria AT con commutatore sottocarico a 17 posizioni inserito sul centro stella.

Potenza nominale a tutti i rapporti:	50/60 MVA ONAN/ONAF
Rapporto di trasformazione a vuoto:	150 +/-10x1,2%/30 kV
Tensione di corto circuito percentuale:	Vcc 13%
Sistema di raffreddamento naturale (ONAN) con radiatori addossati al cassone (ONAF) e con valvole di intercettazione.	
Frequenza:	50 Hz

Temperatura ambiente: 40° C  
Sovratemperatura avvolgimenti/olio/nucleo magnetico: 65°/60°/75° Norme di esecuzione: CEI 14-4  
Gruppo vettoriale: YND 11  
Isolamento degli avvolgimenti per una tensione di prova ad impulso con onda intera 1,2/50 microsec.

Avvolgimento AT 650 kV

Avvolgimento MT 125 kV

a frequenza industriale

Avvolgimenti AT 275 kV

Avvolgimenti MT 50 kV

Il cassone del trasformatore sarà a perfetta tenuta d'olio in lamiera liscia saldata elettricamente, previsto per funzionamento con autoclave per il trattamento sottovuoto del trasformatore completo.

La verniciatura sarà conforme al ciclo ENEL ed avrà tinta RAL 7031.

Accessori meccanici:

- conservatore d'olio capace di contenere la variazione di volume d'olio del cassone
- conservatore d'olio per scomparto commutatore sottocarico distinto con valvola di scoppio
- indicatore di livello olio con tacche -20 + 20 e + 85° C e contatti elettrici di minimo livello
- dispositivi per l'immissione dell'olio
- dispositivi di spurgo
- dispositivi per la respirazione dell'aria
- valvole a farfalla d'intercettazione da disporre a monte e a valle dei relè a gas
- essiccatori d'aria al silicagel
- rubinetto per il prelievo dei campioni d'olio
- attacchi per apparecchiatura del trattamento dell'olio
- attacco per la pompa a vuoto
- valvole d'intercettazione lato cassone per ogni radiatore
- flange cieche con guarnizione per la chiusura delle valvole di cui la posizione precedente
- pozzetti per l'applicazione del termometro di controllo disposti sul coperchio del

cassone

- ganci e golfari per il sollevamento del trasformatore completo e della parte estraibile
- ganci per traino orizzontale in due direzioni ortogonali
- piastre appoggio martinetti piastre appoggio per piedini di stazione

Accessori elettrici:

- un termometro a quadrante per la misura della temperatura dell'olio, fissato al cassone munito di due contatti per la massima temperatura regolabili con circuiti elettrici indipendenti
- un relè a gas tipo buchholz da montare sul tubo di collegamento tra conservatore e coperchio con contatti di allarme e scatto
- un relè a flusso d'olio per il commutatore sottocarico con contatto di scatto
- due attacchi per la messa a terra della cassa
- un armadio metallico per la centralizzazione di tutti i circuiti ausiliari del trasformatore fissato al cassone; nell'armadio sarà contenuta una morsettiera a morsetti componibili su profilato; l'armadio sarà conforme alle norme IEC 144 con grado di protezione IP 44.

**Conduttori di collegamento**

Per i collegamenti fra le apparecchiature verranno impiegati conduttori in corda di alluminio crudo di diametro 36 mm conformi alla Tabella LC5 del Progetto Unificato TERNA; l'impiego dei conduttori in funzione della corrente massima è illustrato nella seguente tabella:

<b>Tipo di conduttore</b>	<b>Corrente da 0 a 1250 A</b>
Corda	Singola
Tubo	100/86 mm

## 4. IMPIANTO DI TERRA

### 4.1 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

Il sistema di protezione adottato contro i contatti indiretti è di tipo attivo e si basa sul concetto di equipotenzialità di tutte le parti metalliche degli impianti, lato AT e lato BT,

soggette a contatto delle persone e che per difetto di isolamento o per altre cause potrebbero trovarsi sotto tensione.

La protezione attiva prevede l'interruzione del circuito di guasto ed è attuata collegando in maniera certa, tramite conduttore di terra CT, le masse all'impianto di terra, quest'ultimo costituito dall'integrazione tra un sistema di dispersione artificiale e l'insieme dei dispersori di fatto.

Le parti di impianto da collegare ai collettori sono tutti i sostegni metallici delle apparecchiature di AT, gli scomparti metallici prefabbricati che contengono le apparecchiature di MT (sezionatore, interruttore automatico, ecc.), il centro stella, i nuclei, le guaine dei cavi MT di alimentazione, gli scomparti metallici prefabbricati che contengono le apparecchiature di BT dei quadri e il PEN.

Oltre alle parti sopra elencate, vanno collegati i conduttori di protezione "PE" delle prese a spina e degli apparecchi di illuminazione con parti metalliche comunque accessibili presenti nei locali costituenti le cabine.

#### 4.2 DIMENSIONAMENTO IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra sarà costituito da una rete magliata di conduttori in corda di rame dimensionato termicamente per la corrente  $I_{k1}$  di 40 kA, per una durata di 0.5 s.

Il lato di maglia è scelto in modo da limitare le tensioni di passo e di contatto (con riferimento alla reale corrente di guasto a terra comunicata da TERNA) a valori non pericolosi, secondo quanto previsto dalla norma CEI 99-3. L'impianto è costituito da maglie aventi lato di  $6\div 7$  m in tutta l'area di sottostazione. Le apparecchiature e le strutture metalliche di sostegno saranno connesse all'impianto di terra mediante opportuni conduttori in rame, il cui numero varia da 2 a 4 in funzione della tipologia del componente connesso a terra. Ad opera ultimata, le tensioni di passo e di contatto saranno misurate e, nel caso eccedano i limiti, verranno effettuate le necessarie modifiche all'impianto (dispersori profondi, asfaltature, ecc.). La rete di terra è costituita da conduttori in corda di rame nudo avente sezione  $63 \text{ mm}^2$  interrati ad una profondità di tra i 0.70 e 0.90 m. I conduttori di terra che collegano al dispersore le strutture metalliche, sono in rame di diametro 14.7 mm (sezione  $125 \text{ mm}^2$ ) collegati a due lati di maglia. I conduttori di rame vengono collegati tra loro con dei morsetti a compressione in rame; il collegamento ai sostegni è realizzato mediante capocorda e bullone. La messa a terra degli edifici è realizzata mediante un anello perimetrale di

corda di rame da  $125 \text{ mm}^2$  dal quale partono le cime emergenti portate nei vari locali. Alla rete di terra vengono collegati anche i ferri di armatura dell'edificio, delle fondazioni, e dei pozzetti; il collegamento sarà effettuato mediante corda di rame da  $63 \text{ mm}^2$  collegata all'acciaio dell'armatura di fondazione.

#### 4.3 DIMENSIONAMENTO TERMICO DEI CONDUTTORI

##### *Corrente circolante nella maglia*

Essendo le cime emergenti connesse alla maglia di terra tramite delle connessioni a "T" e supponendo che la corrente di guasto a terra del sistema 150 kV arrivi sul dispersore per mezzo delle due cime emergenti (tale assunzione è giustificata dal fatto che ogni carpenteria delle apparecchiature AT sarà collegata con almeno 2 cime emergenti), tale corrente si suddividerà inizialmente sulle due vie di ognuna della connessione a "T".

Assumendo che la corrente si ripartisca al 50 % nelle cime emergenti e in via cautelativa al 60% e 40 % nel conduttore di maglia a cui la cima è connessa (anziché al 50% in ciascun lato del conduttore di maglia), la massima corrente di guasto che può interessare un conduttore della rete primaria per un guasto a terra sul sistema 150 kV è

$$I = I_{k1} \cdot 0,5 = 40 \cdot 0,6 \cdot 0,5 = 12 \text{ kA}$$

$$t = 0,5$$

Il tipo di dispersore adottato è una rete magliata di conduttori di rame nudo CU-ETP uni 5649-71 sezione  $63 \text{ mm}^2$  collegati ad ogni incrocio mediante morsetti a compressione ed interrati a circa 0,8 m di profondità.

Essendo il tempo di eliminazione del guasto inferiore ai 5 secondi, il fenomeno di riscaldamento dei conduttori del dispersore durante il guasto può essere trattato come adiabatico; in tal caso la sezione dei conduttori può essere calcolata con la formula B-1 indicata dalla norma CEI 99-3:

$$A = \frac{I}{K} \cdot \sqrt{\frac{t}{\ln \frac{\Theta_f + \beta}{\Theta_i + \beta}}}$$

dove:

A è la sezione in millimetri quadri

I è la corrente del conduttore in ampere (valore efficace)

t è la durata in secondi della corrente di guasto

K è una costante che dipende dal materiale del componente percorso dalla corrente;

la tab. D-1 della norma CEI 99-3 indica i valori per i materiali più comuni assumendo una temperatura iniziale di 20°C

$\beta$  è il reciproco del coefficiente di temperatura del componente percorso dalla corrente a 0°C (anche questo riportato in tab. D-1 della CEI 99-3)

$\Theta_i$  è la temperatura iniziale in gradi Celsius

$\Theta_f$  è la temperatura finale in gradi Celsius

Con la corrente individuata, utilizzando i coefficienti della tab. D-1 della CEI 99-3 per conduttori in rame ed assumendo una temperatura finale di 300°C si ottiene

$$A=43,6$$

Tale sezione, termicamente idonea a portare la corrente di guasto, risulta inferiore alla sezione della maglia di terra (63 mm<sup>2</sup>), quindi il conduttore risulta termicamente verificato.

#### *Cime emergenti*

Per il dimensionamento delle cime emergenti si può utilizzare la stessa equazione utilizzata prima, ma con temperatura iniziale di 40°C.

Per le apparecchiature appartenenti al sistema 150 kV, saranno previsti due conduttori di terra di rame nudo, in grado di sopportare una corrente di guasto pari a 40 kA considerando sempre una ripartizione del 50%. La sezione minima richiesta è quindi:

$$A=74,6$$

Per le cime emergenti si adotta quindi la corda con sezione 125 mm<sup>2</sup>.

## 5. QUADRI MT

Il quadro MT di sottostazione è composto dai seguenti scomparti protetti con interruttori in SF6 con interblocchi a chiave:

- n.1 celle arrivo cavi trasformatore AT/MT da 1250 A
- n.1 cella di protezione trasformatore TSA lato MT da 630 A
- n.4 celle di arrivo da parco eolico da 630 A
- n.1 scomparti TV di sbarre.

## 6. SERVIZI AUSILIARI

L'esercizio dei servizi ausiliari prevede che l'alimentazione al sistema Vca-Vcc provenga dal trasformatore MT –BT TSA-1.

Le principali utenze in c.c. saranno le seguenti:

- protezioni elettriche;
- comando e controllo delle apparecchiature;
- misure;
- motori di manovra dei sezionatori;
- apparecchiature di diagnostica.

### ***Raddrizzatore per l'alimentazione dei S.A. in c.c.***

L'alimentazione dei S.A. in c.c. sarà a 110 V con il campo di variazione compreso tra +10%/-15%.

Lo schema di alimentazione dei S.A. in c.c. sarà composto da un raddrizzatore/batteria in tampone, dimensionato per erogare complessivamente la corrente permanente richiesta dall'impianto e la corrente di carica della batteria (sia di conservazione che rapida); la batteria assicurerà la manovrabilità dell'impianto, in assenza dell'alimentazione in c.a., con un'autonomia di ameno 10 ore. Le batterie saranno di tipo ermetico.

Alimentazione

Tensione nominale: 3x400V  
Frequenza: 50Hz

Ramo carica batterie

Tensione carica a fondo: 132 V  
Tensione carica tampone: 121 V  
Corrente massima erogata: 50 A  
Corrente di carica batteria : 25 A

Ramo utenze

Tensione utenze stabilizzata: 110 V  
Corrente utenze: 50 A  
Tensione max. uscita: 121 V

## 7. CAVI MT/BT

I cavi MT per il collegamento in posa interrata o in cunicolo tra il trasformatore di potenza ed il quadro MT installato nell'edificio di SSE saranno unipolari del tipo RG7H1R 15/20 kV completi di terminali per la connessione.

I cavi BT di potenza per il collegamento delle apparecchiature nell'area di sottostazione, saranno del tipo FG16OR16

I cavi di comando e controllo schermati saranno del tipo FR2OHH2R con lo schermo opportunamente collegato a terra.

Le sezioni minime dei conduttori dei cavi per le interconnessioni dei circuiti di segnalazione e comando delle apparecchiature AT e i quadri di potenza e controllo sono

- Circuiti di potenza 2,5 mm<sup>2</sup>
- Circuiti amperometrici/voltmetrici 4,0 mm<sup>2</sup>
- Circuiti di comando e segnalazione 1,5 mm<sup>2</sup>

Il dimensionamento dei sistemi di distribuzione c.a. e c.c. sarà effettuato secondo la normativa vigente (in particolare CEI 64-8), con riferimento alle caratteristiche dei

carichi, alle condizioni di posa ed alle cadute di tensione ammesse.

Tutti i cavi BT saranno posati o in cunicolo o in tubazioni in PVC a doppia parete del tipo FU 15R di opportuno diametro.

Nella distribuzione in tubo in corrispondenza degli incroci e dei cambi di direzione saranno previsti dei pozzetti in calcestruzzo 40x40 cm

## 8. SERVIZI GENERALI

### 8.1 IMPIANTI ILLUMINAZIONE ESTERNA

L'illuminazione delle aree esterne della stazione verrà realizzata con un sistema distribuito di pali alti 8/10 m in VTR e proiettori, opportunamente distanziati dalle parti in tensione ed in posizione tale da non ostacolare la circolazione dei mezzi.

I proiettori saranno del tipo con corpo di alluminio, a tenuta stagna, grado di protezione IP65, con lampada LED

Il valore medio di illuminamento minimo in prossimità delle apparecchiature di manovra dei sezionatori sarà di 30 lux con un fattore di uniformità Emin/Emax non inferiore a 0,25, supportato dal relativo calcolo illuminotecnico.

L'accensione dei proiettori per l'illuminazione esterna sarà manuale o automatica comandata da un relè crepuscolare.

### 8.2 IMPIANTI TECNOLOGICI NEGLI EDIFICI

Nell'edificio Comandi e S.A. saranno realizzati i seguenti impianti tecnologici:

- illuminazione e prese F.M.;
- riscaldamento e condizionamento;
- rilevazione incendi;
- controllo accessi e antintrusione;
- telefonico.

Gli impianti tecnologici saranno realizzati conformemente a quanto prescritto dalle norme CEI e UNI di riferimento.

Verranno, inoltre, impiegate apparecchiature e materiali provvisti di certificazione IMQ o di marchio Europeo internazionale equivalente. In alcuni locali (per esempio: servizi igienici, ripostigli, ecc.) gli impianti saranno soggetti agli adempimenti del decreto n°37 del 22/01/08. Gli impianti elettrici saranno di norma tutti "a vista", cioè con

apparecchiature, corpi illuminanti, tubazioni e canaline per i conduttori e scatole di derivazione del tipo "non incassato" nelle strutture murarie. L'alimentazione elettrica degli impianti tecnologici sarà derivata da interruttori automatici magnetotermici differenziali (secondo norme CEI EN 61009-1) ed installati in apposito armadio ubicato nell'edificio. Il sistema di distribuzione BT 230 V e 400 V c.a. adottato sarà tipo TN-S previsto dalle norme CEI 64-8. Tutti gli impianti elettrici saranno completi di adeguato impianto di protezione. Gli impianti elettrici avranno di norma il grado di protezione IP40 secondo norme CEI EN 60529. In alcuni locali particolari quali gruppo elettrogeno e servizi igienici, gli impianti saranno realizzati in conformità alle prescrizioni delle norme 64-8 con conseguente grado di protezione. I conduttori e i cavi saranno di tipo flessibile, non propaganti la fiamma e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi secondo CEI 20-22 e CEI 20-37, contrassegnati alle estremità e con sezioni dimensionate in accordo alle CEI 64-8. Ogni impianto (luce, FM, antintrusione, rilevazione incendi, telefonico, ecc.) sarà provvisto di distinte vie cavi. Le canaline e le tubazioni saranno in materiale isolante (PVC non plastificato) e con sezione utile pari almeno al doppio della sezione complessiva dei conduttori contenuti.

### 8.3 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE DEI FABBRICATI

Verranno previsti i seguenti tipi di illuminazione:

- illuminazione di 400 lux nella sala tecnica e sala quadri MT;
- illuminazione di 200 lux nei restanti locali dell'edificio.

L'illuminazione di sicurezza sarà realizzata con corpi illuminanti dotati di batteria e raddrizzatore propri che si accendono spontaneamente in mancanza dell'alimentazione elettrica (sia da trasformatori MT/BT che da GE).

Le plafoniere per l'illuminazione principale e supplementare saranno dotata di lampade LED. Per l'illuminazione di sicurezza saranno previste:

- parte delle plafoniere previste per l'illuminazione principale equipaggiate con accumulatore e carica batteria;
- plafoniere in materiale plastico e schermo diffondente in policarbonato con lampada LED e scritta: "uscita di sicurezza".

#### 8.4 IMPIANTI PRESE FM

Per consentire un'agevole e sicura alimentazione di apparecchi elettrici mobili verranno previsti i seguenti punti presa:

- prese monofase da 10 A e 16 A (presa standard a pettine 2P + T e presa UNEL 2P + T) in tutti gli ambienti;
- prese monofasi 2P + T e trifasi 3P + T da 32 A con interruttore di blocco e fusibili, per eventuali apparecchi di grande potenza.

Le prese FM fino a 32 A saranno alimentate da interruttori automatici magnetotermici differenziali installati negli armadi periferici.

#### 8.5 IMPIANTI DI CONDIZIONAMENTO

Nell'edificio comandi sarà realizzato un impianto di condizionamento mediante condizionatori a pompa di calore autonomi di tipo split a due sezioni con unità evaporante interna e unità motocondensante installata all'esterno, aventi potenzialità adeguate. Gli impianti di condizionamento garantiranno nei locali, ove sono installati, le seguenti condizioni:

- estate: da 25°C a 27°C
- inverno: da 18°C a 22°C

La regolazione della temperatura sarà automatica e comandata mediante termostati incorporati nelle unità interne.

#### 8.6 IMPIANTI DI RILEVAZIONE INCENDIO

Verranno realizzati nella sala comandi e servizi ausiliari ed avranno lo scopo di rilevare i principi d'incendio ed attivare le segnalazioni necessarie (locali e remote), per consentire gli interventi tendenti a ridurre al minimo i danni conseguenti. Gli impianti saranno conformi alle norme UNI EN 54 e UNI 9795 e saranno costituiti da:

- una centralina ad indirizzamento individuale munita di display dal quale si potranno acquisire le segnalazioni e gli allarmi relativi al sistema, completa di tutti i necessari circuiti funzionali (ingressi per le aree da controllare, autodiagnostica, segnalazioni con display, funzioni di prova, ecc.), morsettiera con contatti puliti liberi da tensione per le segnalazioni locali e remote. La centralina sarà provvista di batteria tampone

con autonomia minima di 24 ore.

- cavi di tipo schermato con proprie vie cavi;
- rilevatori ottici di fumo analogici.

## 8.7 IMPIANTO ANTINTRUSIONE

Verrà realizzato all'interno dell'edificio con protezione delle porte esterne, delle finestre e per il controllo interno. Previsto a scopo preminentemente antivandalico, consentirà l'invio in remoto della segnalazione di allarme per "intrusione estranei". L'impianto e i componenti saranno conformi alle norme CEI 79-2/3/4.

L'impianto sarà costituito da:

- sensori a contatti magnetici collegati alla centralina di allarme, installati sulle porte di accesso dall'esterno e sulle finestre;
- sensori volumetrici a raggi infrarossi passivi, collegati alla centralina di allarme, installati nella sala SA;
- centralina di allarme con batteria in tampone incorporata, completa di tutti i necessari circuiti funzionali (ingressi sensori provenienti dal campo, analisi segnali, segnalazioni con display, antimanomissione dei sensori esterni, ecc.), dispositivi antimanomissione, morsettiera con contatti puliti finali per le segnalazioni locali e remota di "intrusione estranei".

## 9. SISTEMA DI COMANDO E CONTROLLO

Nella sottostazione saranno previste unità di protezione e controllo del tipo a microprocessore, provviste di rete di comunicazione per interfaccia, al livello superiore di gestione, monitoraggio e controllo che potranno essere comuni con il sistema di supervisione del parco eolico. Il sistema di protezione e comando dovrà essere dotato di protocollo aperto affinché possa essere eventualmente interfacciamento con un qualunque sistema di supervisione.

Il sistema di supervisione e acquisizione dati di impianto (SCADA) avrà le seguenti funzioni principali:

- supervisione delle protezioni con alarm and event recorder;
- analisi delle perturbazioni di rete (disturbance recorder-oscilloperturbografia);
- monitoraggio dello stato delle apparecchiature elettriche (stato interruttori, rapporti

di trasformazione, misure, ecc...);

- comando di apertura e chiusura degli organi di sezionamento ed interruttori;
- comando del commutatore sottocarico del trasformatore;
- autodiagnostica online con watch-dog integrato;
- analisi configurazioni consentite e diagnostica;
- pagine video di impianto con pup-up a tendina e pulsanti per la gestione impianto.

La filosofia di controllo della sottostazione sarà basata su una ridondanza a tre livelli gerarchici:

- livello di campo: in alta tensione sugli interruttori e sezionatori ci sono i comandi diretti che rappresentano l'ultimo livello;
- livello di bay control unit: la BCU esegue il controllo e monitoraggio dello stallo in gestione fungendo da secondo livello operativo;
- livello di stazione: lo SCADA con interfaccia IEC 61850 provvede alla supervisione e gestione della sottostazione.

Sarà inoltre previsto il controllo remoto da un centro operativo cliente in posizione remota in modo da centralizzare il monitoraggio e la teleoperazione delle apparecchiature di sottostazione

Nella sala tecnica del fabbricato polivalente sono previste le apparecchiature di raccolta dati dell'intero sistema elettrico e di tutti gli aerogeneratori, complete di server, di stampanti e del software/hardware necessario per il corretto e completo funzionamento del sistema.

Tra le funzioni di protezione e controllo sono previste anche funzioni di sicurezza relative al Montanti trasformatori 150/30 kV (minima impedenza, carico squilibrato, funzione di blocco, ecc.), di gestione delle protezioni di macchina del trasformatore (minimo livello olio, valvola di sovrappressione, massima temperatura olio, ecc.), al sistema di sbarre 150 kV e al quadro MT 30 kV. I pannelli del quadro 30 kV sono provvisti di unità di protezione e controllo interfacciate al sistema centrale.