



loc. Morge

**REALIZZAZIONE E GESTIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO
 DELLA POTENZA NOMINALE DI 53.69 MW CON RELATIVE
 OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE**

PROPONENTE	<p>soc. ARAN 1 srl via Fratelli Ruspoli 8 00198 Roma</p>	
PROGETTISTA	 - Salerno - Direttore Tecnico ing. Teodoro Bottiglieri	  Studio Tecnico geom. Benedetto Cuorpo

OGGETTO	PROGETTO DEFINITIVO		data	febbrai 2023
	RELAZIONE CABINE ELETTRICHE		scala	
			formato	A4
	elaborato	E_2.1		

Legenda

1	PREMESSA	2
2	CABINE – DESCRIZIONE DELLE OPERE	2
	2.1 Monoblocchi e relative opere edili	2
	2.2 Sistema elettrico cabine di sottocampo	7
	2.3 Sistema elettrico della cabina generale di raccolta	10
3	VERIFICHE ELETTRICHE	12
	3.1 Dimensionamenti di massima della rete di terra	12
	3.2 Tensioni di passo e contatto	13
	3.3 Sistema di protezione, monitoraggio e controllo	13
	3.4 Campi elettromagnetici interni	14
	3.5 Rumore	15
4	OPERE VARIE	15
	4.1 Accessi	15
	4.2 Fondazione e cunicoli cavi	15
	4.3 Smaltimento acque pluviali	16
	4.4 Illuminazione	16
	4.5 Antincendio	16
	4.6 Movimento terra	16
5	NORME DI RIFERIMENTO	17

1 PREMESSA

La società proponente, nell'ambito delle proprie attività piano di sviluppo di fonti energetiche rinnovabili e in aderenza ai piani di sviluppo nazionali e regionali, prevede di realizzare un impianto fotovoltaico ubicato nel Comune di Furci (Ch) loc.Morge, con una potenzialità della sorgente di 53.69 mW.

L'allacciamento dell'impianto di produzione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) ha avuto l'autorizzazione preventiva da parte di Terna spa con l'emissione dell'STMG , numero di tracciabilità **202102837** , che prevede che l'impianto fotovoltaico debba essere collegato all'ampliamento a 36 kV della stazione di rete 380/150 kV ubicata in loc. S. Salvo dello stesso Comune Furci della cui progettazione è stata incaricata la stessa soc. Aran 1 srl in qualità di "capogruppo".

La società proponente ha accettato la soluzione di connessione alla RTN proposta da Terna spa e, nell'ambito della procedura prevista dal Regolamento del Gestore per la connessione degli impianti alla RTN, oltre a redigere il progetto dell'impianto fotovoltaico , è stata incaricata da Gestore di Rete a predisporre, in qualità di "capogruppo", tutte le attività tecniche/amministrative per il predetto ampliamento della stazione a 36 kV .

L'impianto fotovoltaico sarà costituito da n. 11 sottocampi , indipendenti tra loro, con un sistema di inverter " diffuso", cioè utilizzo di inverter da 215 kW, a cui convergono 9 stringhe cadauno, sottese a loro volta ad una cabina di trasformazione 0,8/36 kV .

L'energia in c.a. prodotta convergerà , con idonei cavidotti, ad un'unica cabina di raccolta da cui , con unico cavidotto, sarà trasportata alla sottostazione Terna ampliamento della 36/150 kV.

Il presente documento fornisce la descrizione generale del sistema elettrico di trasformazione e delle relative cabine di sottocampo e di raccolta.

2 CABINE - DESCRIZIONE DELLE OPERE

2.1 Monoblocchi e relative opere edili

Le cabine utilizzate saranno prefabbricati identificati come monoblocchi tridimensionale ad unico getto in cemento armato vibrato, composte da

- un monoblocco pavimento e pareti cabina;
- un monoblocco tetto

RELAZIONE CABINE ELETTRICHE

- un monoblocco vasca di appoggio

I prefabbricati hanno dimensioni standard da permettere il trasporto senza permessi speciali, le dimensioni sono riportate nei grafici allegati; essi sono realizzati in modo da garantire un'adeguata protezione dall'esterno, dagli agenti atmosferici.

Dal punto di vista costruttivo dispongono di una doppia armatura interna con rete elettrosaldata, sia a pavimento che a parete.

I casseri sono dotati di un sistema idraulico per le movimentazioni e la sformatura, e di impianto di vibrazione pneumatica e elettrica a frequenza variabile per la compattazione del calcestruzzo.

L'elevata resistenza a compressione del calcestruzzo e della doppia armatura creano ulteriori vantaggi:

- Possibilità di giuntare più box poichè la realizzazione di cabine elettriche di trasformazione avviene affiancando più box singoli, oppure aprendo le due pareti adiacenti e collegando internamente le cabine elettriche creando un unico locale;
- Flessibilità sulle aperture esterne e sui fori pavimento;
- Altezza utile interna fino a mt 3,25, che permette di inserire trasformatori di grossa taglia.

STRUTTURA IN ELEVAZIONE

La struttura in elevazione è composta da un monoblocco, ottenuto con un unico getto, che realizza il pavimento, le tre pareti laterali e la soletta di copertura, al quale viene fissata una parete laterale di tamponamento.

In questo modo si ottiene una struttura scatolare assolutamente in grado di sopportare non solo le sollecitazioni relative ai carichi di progetto, ma anche le sollecitazioni legate alle fasi intermedie quali il sollevamento, il trasporto e la messa in opera.

Quindi le nostre cabine possono essere sollevate, trasportate e messe in opera complete di tutte apparecchiature elettriche previste, compreso il trasformatore.

La struttura monoblocco ha pareti interne lisce, senza nervature con spessore di cm. 9 con sezioni orizzontali costanti su tutta la superficie. E prevedono l'impermeabilizzazione in copertura già in fase di assemblaggio direttamente in stabilimento in modo da garantirne la massima affidabilità.

L'impermeabilizzazione è realizzata mediante una guaina bituminosa ardesiata saldata a caldo, con flessibilità a freddo -10° C, spessore 4 mm. escluso ardesia. La copertura garantisce un coefficiente medio di trasmissione del calore di 3.1 W/°C mq.

I serramenti saranno di tipo omologato ed assicura un grado di protezione verso l'esterno IP33 norma CEI EN 60529.

Per consentire l'installazione in ogni tipo di condizione ambientale le strutture prevedono un rivestimento murale plastico quarzo gomma ad effetto bucciato con colorazioni tenui che di adattano all'ambiente esterno

BASAMENTO DI FONDAZIONE

Il basamento di fondazione è realizzato da una struttura prefabbricata monoblocco di tipo "a vasca" in grado di garantire la massima flessibilità per quanto riguarda la distribuzione dei cavi all'interno della cabina elettrica e al tempo stesso assicurare una corretta distribuzione dei carichi sul terreno (carico max ammissibile del terreno δt 8 N/cmq.).

Diaframmi a frattura prestabilita permetteranno di collegare il basamento di fondazione ai rispettivi cavidotti. Il diaframma a frattura prestabilita garantisce la tenuta stagna della vasca di fondazione fino a quando il diaframma non verrà rimosso per il passaggio dei cavi.

Il basamento di fondazione a vasca garantisce inoltre il contenimento dell'olio in caso di sversamenti accidentali dal trasformatore (nel caso specifico si utilizzeranno trasformatori in resina)

Al fine di preservare l'integrità e l'efficienza delle apparecchiature elettriche evitando la presenza di umidità e i relativi fenomeni di condensa, le superfici interne ed esterne del basamento, vengono trattate con una emulsione di guaina bituminosa liquida.

Nell'intento di assicurare la massima affidabilità del sistema, una volta rimossi i diaframmi a frattura prestabilita per il passaggio dei cavi, per assicurare la tenuta stagna della vasca di fondazione è consigliato l'utilizzo di passanti stagni URD 200 e/o similare.

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI

Calcestruzzo	Classe	C32/40
	Classe di esposizione UNI 11104	XC4
	Rete elettrosaldata ad aderenza migliorata	B450C
	Acciaio in barre ad aderenza migliorata	B450C

Bulloni e Viti

8,8

CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE

Le cabine sono progettate in conformità con le specifiche tecniche di omologazione e in applicazione al D.M. 17.01.2018, tenendo conto delle condizioni sismiche più conservative in modo da consentirne l'installazione su tutto il territorio nazionale.

I carichi di progetto considerati nel calcolo delle strutture sono:

a) pressione del vento pari a **$q(z) = 190 \text{ daN/m}^2$** , corrispondente ai seguenti parametri: altitudine m. 1000 sul livello del mare; macrozonazione zona 4; periodo di ritorno $T_r = 50$ anni;

b) azione del carico di neve sulla copertura pari a **$q_s = 480 \text{ daN/m}^2$** , corrispondente ai seguenti parametri: altitudine m. 1000 sul livello del mare; macrozonazione zona I; periodo di ritorno $T_r = 50$ anni; coefficiente di esposizione **$CE = 1,0$** (classe topografica normale); coefficiente di forma **$m = 0,8$** (copertura piana).

c) Azione sismica:

Parametri sismici

Vita nominale (anni)	50	Classe d'uso	secondo
Categoria suolo	D		
Fattore struttura "q"	3	Classe duttilità	bassa

Parametri spettro elastico_ sisma SLD

Probabilità (Pvr)	0,63	Pericolo ritorno (anni)	50
Accelerazione A_g/g	0,07	Periodo T_c	0,27
F_o	2,52	F_y	0,88
Fattore stratigrafia S	1,80	Periodo T_b	0,22
Periodo T_c	0,65	Periodo T_d	1,87

Parametri spettro elastico – Sisma SLV

RELAZIONE CABINE ELETTRICHE

Probabilità (Pvr)	0,10	Pericolo ritorno (anni)	475
Accelerazione Ag/g	0,28	Periodo Tc	0,42
Fo	2,28	Fy	1,62
Fattore stratigrafia S	1,45	Periodo Tb	0,27
Periodo Tc	0,81	Periodo Td	2,71

Lo spettro di progetto è definito dal periodo di vibrazione: $T_B < T < T_c$. La spinta del vento e l'azione sismica sono considerate separatamente l'una dall'altra, in conformità alla Legge 2 Febbraio 1974 n. 64, art. 10.

d) sollecitazioni dovute al sollevamento ed al trasporto del box completo di apparecchiature (escluso il trasformatore) pari a circa 1200 daN.

e) carico permanente, uniformemente distribuito a pavimento di 600 daN/mq.

f) carico mobile, lato scomparti MT, da poter posizionare ovunque, sul fronte quadri, di 3000 daN, distribuito su quattro appoggi situati ai vertici di un quadrato di 1 m. di lato.

g) carico mobile, lato trasformatore, da poter posizionare nell'area destinata al trasformatore stesso, di 4500 daN, distribuito su quattro appoggi situati ai vertici di un quadrato di 1 m. di lato.

Per quanto concerne la valutazione del copri ferro si considera un ambiente aggressivo determinato seguendo i criteri di cui al prospetto seguente (Circolare 2 Febbraio 2009 n. 617).

Barre da c.a. / Elemento a piastra

C min	C0	C \geq C0	Cmin \leq C \leq C0
C28/35	C40/50	30	30

Barre da c.a. / Altri elementi

C \geq C0	Cmin \leq C \leq C0
35	35

2.2 Sistema elettrico cabine di sottocampo

TRASFORMATORE

Le cabine elettriche di trasformazione di sottocampo conterranno un trasformatore/elevatore di tensione di potenza 3500 kVA 0,8/36 kV.

Saranno trasformatori in resina di alta qualità e ad alte prestazioni, in grado di garantire un funzionamento sicuro grazie alla struttura non infiammabile, ignifuga, priva di gas tossici e a basso livello di rumore, inoltre saranno a prova di umidità e manterranno le stesse prestazioni per temperature molto basse.

Essi saranno conformi alle norme nazionali e internazionali seguenti:

- TS EN
- IEC
- IEEE
- CENELEC EN
- DIN EN50588-1

In conclusione sono apparecchiature non infiammabili, con nessun impatto ambientale, infatti i materiali isolanti saranno privi di alogeni e nitrogeni.

L'assenza di liquidi di raffreddamento (olio) non comporterà rischio di perdite., e la stessa manutenzione sarà effettuata in maniera rapida ed efficace anche grazie alle basse scariche parziali.

Dal punto di vista elettrico hanno notevole resistenza agli alti impulsi e resistenza ai cortocircuiti grazie all'alto livello di isolamento. , nonché alte prestazioni in caso di sovraccarichi di breve durata come succede per i trasformatori di distribuzione in olio, e , infine, alta resistenza meccanica ai cortocircuiti.

I trasformatori sono provvisti di sistema di controllo delle temperature per il controllo delle temperature in eccesso non previste dovute ad alte temperature ambientali e a sovraccarichi.

I sensori di temperatura (PT 100 o PTC) sono posizionati all'interno dell'area più calda dell'avvolgimento di bassa tensione. I sensori sono collegati al relé di temperatura del

RELAZIONE CABINE ELETTRICHE

trasformatore. Il relé è dotato di un allarme e di contatti per lo sgancio e per l'attivazione / disattivazione del ventilatore. In caso di raggiungimento del livello di temperatura impostato per tutte le funzioni, è possibile l'azionamento del relé per l'allarme, lo sgancio e l'attivazione / disattivazione del ventilatore.

E' presente un sistema di ventilazione che ne aumenta la capacità del 40% , i ventilatori possono essere attivati o disattivati attraverso dei sensori posti nell'avvolgimento di bassa tensione.

Sono presenti attenuatori antivibrazione al fine di isolare il corpo del trasformatore contro la trasmissione della rumorosità all'interno dell'ambiente .

Dal punto di vista costruttivo gli avvolgimenti di media tensione sono composti da cavi rettangolari o tondi in alluminio o in rame e da materiale isolante di classe F .. Gli avvolgimenti di media tensione vengono colati sottovuoto per ottenere una struttura senza spazi vuoti e trattati lentamente per ottenere bobine senza alcuna crepa.

La tecnologia di avvolgimento a foglio viene utilizzata per la bassa tensione grazie ai vantaggi che ne derivano. L'avvolgimento di bassa tensione è prodotto in fogli di rame; questa tecnologia riduce le forze assiali durante i cortocircuiti e i materiali isolanti preimpregnati con classe di isolamento ,assicurano il controllo delle forze radiali in caso di cortocircuito.

Il nucleo è composto da acciaio al silicio di primissima qualità. laminato a freddo e a grani orientati. I nuclei sono sovrapposti con tecnologia step-lap e progettati per avere una bassa induzione magnetica per ottenere perdite in assenza di carico, livelli di rumorosità e corrente di eccitazione ridotti. Sono protetti da un rivestimento in resina anticorrosione e da una vernice resistente alle alte temperature.

La colata degli avvolgimenti di media tensione per i trasformatori in resina è del tipo sotto vuoto ,con utilizzo di resine epossidiche ad alta qualità. È previsto l'utilizzo di resina al quarzo come materiale di riempimento.

I trasformatori hanno strutture di assemblaggio che mantengono unite le bobine e i nuclei. Le bobine sono supportate da ganci in plastica rinforzata in fibra di vetro per resistere alle vibrazioni e ai cortocircuiti. Le ruote permettono al trasformatore di essere spostato sia per il lungo che di lato. Tutte le parti in acciaio sono rivestite in epossido con vernice anticorrosione.

Le macchine saranno equipaggiati con idonei rifasatori statici per un immediato equilibrio delle fasi della potenza prodotta.

DISPOSITIVO GENERALE DI PROTEZIONE

In ogni cabina , sulla linea a 36 kV, si procederà alla posa in opera di un PI (Protezione Interfaccia).ai sensi delle norme CEI 0-16.

Il dispositivo è un'apparecchiatura di manovra e sezionamento la cui apertura comandata dal (Sistema di Protezione di Interfaccia) assicura la separazione di una porzione di rete Utente (generatore e carichi privilegiati) permettendo il funzionamento in isola.

E' tipicamente costituito: - interruttore tripolare in esecuzione esaltabile con sganciatore di apertura a mancanza di tensione; - interruttore tripolare con sganciatore di apertura a mancanza di tensione ed un sezionatore installato a monte e/o a valle dell'interruttore (Foglio interpretativo F1 edizione 2009 04) .

Esso sarà installato in apposito armadio metallico nel comparto della cabina adiacente il trasformatore,

SEZIONATORI VOR

Come si evince dagli schemi progettuali sono presenti sezionatori in uscita dal trasformatore che sono apparecchiature che rispondono alle norme CEI-EN 60265, 62271-102. Le caratteristiche di questi apparecchi sono:

l' ermeticità, infatti l'involucro isolante è riempito di SF6 a una pressione relativa di 0,4 bar ed è del tipo "sistema a pressione sigillato" secondo la definizione della norma CEI EN 60694 allegato E.

la sicurezza, infatti le sovrapressioni accidentali saranno limitate dalla rottura della membrana di sicurezza posizionata nella parte posteriore dell'involucro e i gas saranno canalizzati verso il retro dell'unità, senza alcun rischio per l'eventuale operatore.

L'apparecchio può assumere 3 posizioni: chiuso, aperto, messa a terra

y chiuso , in tale posizione l'interruttore di manovra-sezionatore o il sezionatore, garantisce il collegamento elettrico di potenza tra le sbarre principali e la linea.

y aperto in tale posizione garantisce il sezionamento tra le sbarre e la linea.

y messa a terra garantisce la messa a terra della linea.

Tale messa a terra, nel caso dell'interruttore di manovra-sezionatore, possiede, conformemente alle norme, il potere di chiusura su cortocircuito

L'interruttore SF1-SFset utilizza il principio dell'autocompressione dell'SF6. Inizialmente i contatti principali ed i contatti rompiarco sono chiusi:

Precompressione Durante il movimento di apertura il pistone provoca una leggera compressione dell'SF6 all'interno della camera di compressione.

RELAZIONE CABINE ELETTRICHE

Interruzione dell'arco A seguito della formazione dell'arco elettrico tra i contatti rompiarco, una ridotta quantità di gas viene convogliata sull'arco stesso attraverso l'ugello isolante. Il raffreddamento dell'arco è ottenuto per convezione forzata quando si interrompono correnti deboli; quando invece si interrompono correnti elevate, è l'effetto di espansione termica a causare il movimento dei gas caldi verso le parti fredde dell'apparecchio.

La distanza tra i contatti rompiarco assicura, al primo passaggio per lo zero, la definitiva interruzione dell'arco.

Ulteriore iniezione di gas fresco L'iniezione di gas fresco continua fino alla completa apertura dei contatti.

2.3 Sistema elettrico cabina generale di raccolta

La cabina generale di raccolta , ubicata all'ingresso del campo fotovoltaico lato più vicino alla sottostazione Terna, ha la funzione di riunire le linee provenienti dai sottocampi e convogliare l'energia con un unico cavidotto alla stazione di consegna.

La cabina sarà composta da due comparti, uno ad esclusivo inserimento delle apparecchiature di linea e l'altro per i misuratori della corrente prodotta.

SEZIONATORI DI LINEA

Come si evince dai grafici inerenti lo schema unifilare e topografico , i cavi in arrivo saranno sezionati con sezionatori di media tensione VOR in SF₆. Un analogo sezionatore sarà inserito anche sulla linea di partenza del cavidotto dalla cabina.

Come si evince dagli schemi progettuali sono presenti sezionatori in uscita dal trasformatore che sono apparecchiature che rispondono alle norme CEI-EN 60265, 62271-102. Le caratteristiche di questi apparecchi sono:

l' ermeticità, infatti l'involucro isolante è riempito di SF₆ a una pressione relativa di 0,4 bar ed è del tipo "sistema a pressione sigillato" secondo la definizione della norma CEI EN 60694 allegato E.

la sicurezza, infatti le sovrappressioni accidentali saranno limitate dalla rottura della membrana di sicurezza posizionata nella parte posteriore dell'involucro e i gas saranno canalizzati verso il retro dell'unità, senza alcun rischio per l'eventuale operatore.

L'apparecchio può assumere 3 posizioni: chiuso, aperto, messa a terra

y chiuso , in tale posizione l'interruttore di manovra-sezionatore o il sezionatore, garantisce il collegamento elettrico di potenza tra le sbarre principali e la linea.

y aperto in tale posizione garantisce il sezionamento tra le sbarre e la linea.

RELAZIONE CABINE ELETTRICHE

y messa a terra garantisce la messa a terra della linea.

Tale messa a terra, nel caso dell'interruttore di manovra-sezionatore, possiede, conformemente alle norme, il potere di chiusura su cortocircuito

L'interruttore SF1-SFset utilizza il principio dell'autocompressione dell'SF6. Inizialmente i contatti principali ed i contatti rompiarco sono chiusi:

Precompressione Durante il movimento di apertura il pistone provoca una leggera compressione dell'SF6 all'interno della camera di compressione.

Interruzione dell'arco A seguito della formazione dell'arco elettrico tra i contatti rompiarco, una ridotta quantità di gas viene convogliata sull'arco stesso attraverso l'ugello isolante. Il raffreddamento dell'arco è ottenuto per convezione forzata quando si interrompono correnti deboli; quando invece si interrompono correnti elevate, è l'effetto di espansione termica a causare il movimento dei gas caldi verso le parti fredde dell'apparecchio.

La distanza tra i contatti rompiarco assicura, al primo passaggio per lo zero, la definitiva interruzione dell'arco.

Ulteriore iniezione di gas fresco L'iniezione di gas fresco continua fino alla completa apertura dei contatti.

DISPOSITIVO GENERALE DI PROTEZIONE

Le linee provenienti dai singoli sottocampi e sezionati con VOR si collegheranno su blindosbarra in rame protetta da 1500 A su cui è connesso anche in sistema di protezione ed interfaccia in aderenza alle norme CEI 0-16.

In ogni cabina , sulla linea a 36 kV, si procederà alla posa in opera di un PI (Protezione Interfaccia).ai sensi delle norme CEI 0-16.

Il dispositivo è un'apparecchiatura di manovra e sezionamento la cui apertura comandata dal (Sistema di Protezione di Interfaccia) assicura la separazione di una porzione di rete Utente (generatore e carichi privilegiati) permettendo il funzionamento in isola.

E' tipicamente costituito: - interruttore tripolare in esecuzione esaltabile con sganciatore di apertura a mancanza di tensione; - interruttore tripolare con sganciatore di apertura a mancanza di tensione ed un sezionatore installato a monte e/o a valle dell'interruttore (Foglio interpretativo F1 edizione 2009 04) .

Esso sarà installato in apposito armadio metallico nel comparto della cabina adiacente il trasformatore.

QUADRO DI SERVIZIO CON TRASFORMATORE

RELAZIONE CABINE ELETTRICHE

Dallo schema unifilare si evince anche la presenza di un quadro di servizio connesso ad un trasformatore trifase , in resina, da 100 KVA che deriva l'alimentazione dalla barra generale.

Il quadro di servizio serve essenzialmente ad alimentare tutti i circuiti necessari alla funzionalità dell'impianto, quali l'impianto di illuminazione , il telecontrollo ecc. , nonché l'UPS necessario per la funzionalità del relè del dispositivo di protezione e gli stessi servizi in cabina.

Il quadro sarà del tipo murale con un interruttore generale 4P magnetotermico differenziate di linea e n. 4 interruttori automatici per singola linea .

Il trasformatore sarà inserito in apposito armadio metallico , ed elettricamente protetto nelle linee di ingresso ed uscita.

3 VERIFICHE ELETTRICHE

3.1 Dimensionamento di massima della rete di terra

La rete di terra sarà dimensionata in accordo alla Norma CEI 11-1.. In particolare si procederà:

- al dimensionamento termico del dispersore e dei conduttori di terra in accordo all'Allegato B della Norma CEI 11-1;
- alla definizione delle caratteristiche geometriche del dispersore, in modo da garantire il rispetto delle tensioni di contatto e di passo secondo la curva di sicurezza di cui alla Fig.C-2 della Norma CEI 11-1.

3.9.1 Dimensionamento termico del dispersore

Il dispersore sarà realizzato con corda nuda in rame, la cui sezione può essere determinata con la seguente formula:

$$A = I/K * \sqrt{t/(\ln((\Theta_f + \beta)/(\Theta_i + \beta)))}$$

dove:

A = sezione minima del conduttore di terra, in mmq

I = corrente del conduttore, in A

t = durata della corrente di guasto, in s

K = 226 *A s/mm².(rame)

β= 234,5 °C

Θ_i = temperatura iniziale in °C (20 °C)

Θ_f = temperatura finale in °C (300 °C)

Assumendo un tempo $t = 0,5 \text{ s}$, si ottengono i seguenti valori di sezione minima, in funzione del valore di corrente di guasto a terra:

I_g [kA]	S teorica [mmq]	S scelta [mmq]
1	30	50

In alternativa, tutte le apparecchiature saranno collegate al dispersore mediante due o quattro corde di rame con sezione di 35 mm².

3.2 Tensioni di passo e contatto

La definizione della geometria del dispersore al fine di garantire il rispetto dei limiti di tensione di contatto e di passo sarà effettuata in fase di progetto esecutivo, quando saranno noti i valori di resistività del terreno, da determinare con apposita campagna di misure. In via preliminare, sulla base degli standard normalmente adottati e di precedenti esperienze, può essere ipotizzato un dispersore orizzontale a maglia, con lato di maglia di 5 m. In caso di terreno non omogeneo con strati superiori ad elevata resistività si potrà procedere all'installazione di dispersori verticali (picchetti) di lunghezza sufficiente a penetrare negli strati di terreno a resistività più bassa, in modo da ridurre la resistenza di terra dell'intero dispersore. 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.

3.3 Sistema di protezione, monitoraggio, comando e controllo

La cabina fa capo ad : un sistema centralizzato di controllo in sala quadri e un sistema di telecontrollo da una o più postazioni remote.

I sistemi di controllo, di protezione e di misura centralizzati sono installati nel box 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.

3.4 Campi elettromagnetici interni

Le cabine sono realizzate per rispettare i valori di campo elettrico e magnetico, previsti dalla normativa statale vigente (Legge 36/2001 e D.P.C.M. 08/07/2003).

Si rileva inoltre che, comunque, in esse non è prevista la presenza di personale, se non per interventi di manutenzione ordinaria o straordinaria.

Limiti permessi

Secondo il decreto DPCM del 8/07/2003 si adottano i seguenti limiti in materia di elettrodotti (da intendersi espressi in valore efficace):

Campo elettrico:

- 5 kV/m in aree frequentate da persone per una parte significativa del giorno,
- 10 kV/m in aree in cui l'esposizione è limitata a poche ore al giorno.

I valori di campo elettrico sono riferiti al campo elettrico non perturbato, in assenza di persone, animali o cose.

Campo magnetico:

- 100 .T per zone di transito di persone.
- 1000 .T per zone di transito limitato.

E. da notare che generalmente per tali impianti le fasce di rispetto, determinate dal luogo in cui i valori dell'induzione magnetica sono entro i limiti ammessi, sono interne alla recinzione dell'impianto, come si legge, tra l'altro, al paragrafo 5.2.2 del Decreto MATT 29 maggio 2008.

Le apparecchiature previste e le geometrie dell'impianto sono analoghe a quelle di altri impianti già in esercizio, dove sono state effettuate verifiche sperimentali dei campi elettromagnetici al suolo nelle diverse condizioni di esercizio, con particolare attenzione alle zone di transito del personale (strade interne).

I valori di campo elettrico al suolo risultano massimi in prossimità delle apparecchiature e con valori attorno a qualche kV/m, ma si riducono a meno di 1 kV/m a ca. 10 m di distanza da esse.

RELAZIONE CABINE ELETTRICHE

I valori di campo magnetico al suolo sono massimi nelle stesse zone di cui sopra ed in corrispondenza delle vie cavi, ma variano in funzione delle correnti in gioco: con correnti sulle linee pari al valore di portata massima in esercizio normale delle linee si hanno valori pari a qualche decina di microtesla, che si riducono a meno di 3 μ T a circa 4 m di distanza dall'asse della linea interrata (si veda in appendice).

I valori nelle prossimità della cabina sono notevolmente ridotti ed ampiamente sotto i limiti di legge.

3.5 Rumore

Le sole apparecchiature che rappresentano una sorgente di rumore permanente sono i trasformatori delle cabine di sottocampo , per il quali si può considerare un livello di pressione sonora $L_p(A)$ a vuoto alla tensione nominale non superiore a 72 dB(A) a 0.3 metri in funzionamento ONAN e 78 dB(A) a 2 metri , esso però non viene percepito all'esterno nelle immediate vicinanze della cabina.

Inoltre, gli interruttori, durante le manovre (di brevissima durata e pochissimo frequenti), possono provocare un rumore trasmissibile all'esterno. In ogni caso il rumore sarà contenuto nei limiti previsti dal DPCM 01-03-1991 e la legge quadro sull'inquinamento acustico del 26 ottobre 1995 n. 447.

4 OPERE VARIE

4.1 Accessi

Gli accessi alle cabine saranno facilmente fruibili e collegati alle piste interne di servizio con un tragitto molto breve in modo da permettere un entra-esce immediato dei vari cavi. Essi saranno strutturalmente realizzati similmente alle piste di servizio ovvero con ghiaione stabilizzato in modo da offrire un adeguato e costante assetto statico ai mezzi transitanti e permettere la permeabilità del suolo.

4.2 Fondazioni e cunicoli cavi

I cunicoli di entrata ed uscita dei cavi sono realizzati nell'ambito del monoblocco di cabina che ne costituisce la fondazione. Alla base del monoblocco di fondazione , a quota circa – 0,70 m di porrà in opera un basamento di misto cementato, di spessore cm 30 , quale base del monoblocco di fondazione , il tutto il modo da avere il piano della cabina ad una quota di cm 40 rispetto al piano di campagna.

RELAZIONE CABINE ELETTRICHE

I cavi saranno posti, per il tratto di entrata-uscita dalla cabina in idonee tubazioni in PVC di sezione adeguata e conformi alle norme vigenti anche in materia ambientale (CAM).

Internamente le coperture dei pozzetti e dei cunicoli facenti parte delle suddette fondazioni, saranno in PRFV con resistenza di 2000 daN.

I cunicoli per cavetteria saranno realizzati in calcestruzzo armato gettato in opera, oppure prefabbricati; le coperture in PRFV saranno carrabili con resistenza di 5000 daN.

4.3 Smaltimento acque meteoriche

Le acque meteoriche interessanti la copertura delle cabine saranno convogliate a terra mediante idonee tubazioni di discesa ed inserite in un pozzetto di sversante che le immetterà nel terreno circostante.

L'impianto di smaltimento sarà dotato di elementi a griglia per il contenimento di fogliame ed elemento solido vario, essi saranno oggetto di manutenzione periodica.

4.4 Illuminazione

L'illuminazione interna delle cabine è composta da lampade lineari a led da 18W disposte in modo da dare una uniforme luminosità all'ambiente anche in funzione del fatto che ogni cabina sarà dotata di schemi elettrici specifici nonché dei piani di manutenzione previsti per le apparecchiature.

L'illuminazione sarà derivata dalla linea di servizio con linea separata dalla linea FM e protetta con interruttore bipolare magnetotermico differenziale da 16 A.

4.5 Antincendio

E' prevista la posa in opera, per ogni cabina, di n. 1 estintore a polvere da 1 kG tipo ABC, conforme alle vigenti norme.

L'estintore sarà posto in sito segnalato e facilmente raggiungibile.

Sarà posta in opera, per ogni cabina, pulsante di emergenza esterno sottovetro frangibile per il distacco dell'impianto in caso di emergenza.

4.6 Movimenti di terra

I movimenti di terra per la posa delle cabine saranno lo stretto necessario per l'ubicazione del monoblocco di fondazione e, quindi, avranno una superficie pari alla base della cabina per una profondità di cm 70.

Il materiale di risulta sarà completamente riutilizzato in sito per rinterro e per la realizzazione degli accessi.

5 NORME DI RIFERIMENTO

D.M. 17.01.2018	Nuove norme tecniche per le costruzioni.
Legge 5 Novembre 1971 n. 1086	Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato
Legge 2 Febbraio 1974 n. 64	Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche
D.P.R. 6 Giugno 2001 n. 380	Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia
D.M. 16 Febbraio 2007	Modalità di determinazione della resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi
Legge 22 Febbraio 2001 n. 36	Esposizione ai campi elettromagnetici.
DPCM 8 Luglio 2003	Limiti di esposizione dei campi magnetici a 50 Hz
D.M. 22 gennaio 2008 n.37	Disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno di edifici.
CEI EN 62271-202	Sottostazioni prefabbricate ad alta tensione/bassa tensione
CEI 7-6	Norme per il controllo della zincatura a caldo per immersione su elementi di materiale ferroso destinati a linee e impianti elettrici
CEI EN 50522:2011-07	Messa a terra di impianti con tensione superiore a 1 kV.
CEI EN 61936-1 (CEI 99-2)	Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternate
CEI 99-4	Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale
CEI 0-16	Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica
CEI EN 60259	Gradi di protezione degli involucri (Codice IP).

RELAZIONE CABINE ELETTRICHE

DG 2092 Ed. 3 15 Settembre 2016	Cabine secondarie MT/BT fuori standard per la connessione alla rete elettrica e-distribuzione prefabbricate o assemblate in loco, cabine in muratura e locali cabina situati in edifici civili.
DG 2061 Ed. 8 15 Settembre 2016	Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 m.s.l.m
	Codice di Rete Terna allegati B1 e A2