

## REGIONE MOLISE

PROVINCIA DI CAMPOBASSO  
COMUNE DI MONTENERO DI BISACCIA  
Contrada Montebello snc

**Impianto Agro – Fotovoltaico APIDOR**

### PROGETTO DEFINITIVO

Realizzazione impianto agro fotovoltaico denominato “APIDOR” con potenza di picco 12.480 kWp e potenza di immissione in rete 9.588 kW comprensivo delle opere di connessione alla rete di distribuzione 20kV

ELABORATO	<b>RELAZIONE SPECIALISTICA CABINE ELETTRICHE PREFABBRICATE MT / BT</b>	DATA	22/11/2021
N° PAGINE: 23	SCALA: ---	LIVELLO PROG.: PD	
CODICE ELABORATO: <b>RS06REL0008A0</b>	ID E-DISTRIBUZIONE: <b>T0737896</b>		
<i>Valutazione di Impatto Ambientale</i>			

REVISIONI					
Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
00	22/11/21	EMMISSIONE	COSTEN srl	ING. F. MULÈ	COSTEN srl

<p><b>Proponente</b></p> <p><b>QUANTUM PV 03 SRL</b> Via Mannelli n° 5 00019 Tivoli (RM) P.IVA 15940861006 PEC: <a href="mailto:quantumpv03@legalmail.it">quantumpv03@legalmail.it</a></p>	<p><b>Progettazione: Ing. F. Mulè</b></p> 
<p><b>Progettazione</b></p>  <p>Costen srl Via Ninni Cassarà, 15 91011 Alcamo (TP) C.F./P.IVA: 02804040810 <a href="mailto:info@costen.it">info@costen.it</a></p>	<p><b>Timbri autorizzativi</b></p>

Le opere previste nel presente progetto sono di pubblica utilità.

## **SOMMARIO**

<b>INTRODUZIONE GENERALE</b>	<b>PAG.3</b>
INTRODUZIONE	
<b>DATI IDENTIFICATIVI DI PROGETTO</b>	<b>PAG.4</b>
CLASSIFICAZIONE IMPIANTO	
<b>NORME E LEGGI DI RIFERIMENTO</b>	<b>PAG.4</b>
<b>DATI DI PROGETTO RELATIVI ALL'IMPIANTO ELETTRICO</b>	<b>PAG.6</b>
DATI DEL SISTEMA DI ALIMENTAZIONE E DI DISTRIBUZIONE	
<b>PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI ED INDIRETTI</b>	<b>PAG.7</b>
<b>IMPIANTO DI MESSA A TERRA</b>	<b>PAG.7</b>
<b>PRESCRIZIONI GENERALI DEI MATERIALI DA UTILIZZARE</b>	<b>PAG.12</b>
<b>IL COLLEGAMENTO ALLA RETE DEL DISTRIBUTORE E SISTEMI DI MISURA</b>	<b>PAG.13</b>
<b>CABINE ELETTRICHE PREFABBRICATE</b>	<b>PAG.14</b>
DEFINIZIONI	
DATI DI PROGETTO	
CARATTERISTICHE TECNICHE E REQUISITI FUNZIONALI	
QUADRI DI MEDIA TENSIONE	
DISTRIBUZIONE DELLE CABINE E LORO COMPOSIZIONE	
CABINA ENTE EROGATORE E CONNESSIONE ALLA RETE MT	
CABINA UTENTE DI PROTEZIONE GENERALE, INTERFACCIAMENTO	
CABINE DI SOTTOCAMPO DI TRASFORMAZIONE DA 1600KVA CIASCUNO	
<b>CAVI ELETTRICI E DIMENSIONAMENTO</b>	<b>PAG.21</b>
PROTEZIONI DA SOVRACCARICHI E DA CORTOCIRCUITI	

## **INTRODUZIONE GENERALE**

### **INTRODUZIONE**

L'impianto **agro fotovoltaico** oggetto della presente è composto da n.5 sottocampi di produzione di energia elettrica mediante **fonte rinnovabile solare attraverso la conversione fotovoltaica denominato "Apidor"**, della potenza di picco di **12.480,00 kWp** con potenza complessiva in immissione da **9.588,00 kW**, da installare a terra su terreno agricolo con strutture **ad inseguimento "tracker" mono-assiali**, in acciaio zincato, orientati con asse principale nord-sud e rotazione massima variabile tra -60° (est) e +60° (ovest), in modo da non modificare in maniera permanente l'assetto morfologico, geologico ed idrogeologico del sito d'installazione, con interspazi **minimi** fra le file di 5 m, ed altezza di circa 2,5 m dal piano di campagna, al fine di consentire la coltivazione ed evitare ombreggiamenti significativi tra i moduli che compongono le stringhe e con connessione dell'impianto alla rete elettrica pubblica (**grid-connected**), inoltre si precisa che gli impianti in esame del presente progetto effettueranno la cessione totale alla rete di distribuzione MT a 20kV dell'energia elettrica prodotta.

L'impianto agro fotovoltaico nella sua totalità sarà costituito da **650 stringhe** con ognuna **32 moduli** collegati in serie, nella sua globalità vi saranno pertanto **20800 moduli bifacciali tipo monocristallino da 600Wp ciascuno**, il sistema prevede **n. 48 inverter** di stringa trifase idonei all'installazione sul campo in prossimità delle stringhe ove convergeranno tutte le coppie di cavi lato cc configurate come da schema elettrico di progetto, gli inverter lato alternata saranno interconnessi in idoneo quadro elettrico generale di bassa tensione ubicato nella cabina elettrica di trasformazione.

L'area perimetrale dell'impianto sarà recintata e schermata con mandorlo e frassino.

Relativamente ai criteri di progettazione dell'impianto sopra sinteticamente descritto si rimanda alla relazione specialistica dell'impianto fotovoltaico, elaborato n. RS06REL0009A0.

La stesura della stessa è necessaria in quanto gli interventi relativi all'impianto in oggetto rientrano nei limiti di progettazione obbligatoria ai sensi del DM 22 gennaio 2008 n.37.

L'impianto fotovoltaico e relative cabine elettriche sarà suddiviso in **n.5 sottocampi** così distribuiti:

- **"Dal sottocampo 1 al sottocampo 4"** costituiti da **140 stringhe** con ognuna **32 moduli** collegati in serie, nella sua globalità vi saranno pertanto **4480 moduli tipo monocristallino da 600Wp ciascuno**, per una potenza nominale complessiva di **2.688,00 kWp**, il sistema prevede n.10 inverter di stringa trifase, interconnessi al quadro elettrico di bassa tensione ubicano nella cabina elettrica prefabbricata di trasformazione di campo, con potenza massima lato alternata in immissione pari a **2.000,00 kW**;
- **"Sottocampo 5"** costituito da **90 stringhe** con ognuna **32 moduli** collegati in serie, nella sua globalità vi saranno pertanto **2880 moduli tipo monocristallino da 600Wp ciascuno**, per una potenza nominale complessiva di **1.728,00 kWp**, il sistema prevede n.8 inverter di stringa trifase, interconnessi al quadro elettrico di bassa tensione ubicano nella cabina elettrica prefabbricata di trasformazione di campo, con potenza massima lato alternata in immissione pari a **1.588,00 kW**.

## DATI IDENTIFICATIVI DELL'IMPIANTO

<b>Soggetto Responsabile dell'Impianto:</b>	<b>QUANTUM PV 03 S.R.L.</b>
<b>Ubicazione dell'impianto:</b>	Comune di Montenero di Bisaccia (CB), Contrada Montebello, snc in catasto al foglio n° 10, particella n°58
<b>Latitudine:</b>	<b>42°1'17.25"N</b>
<b>Longitudine</b>	<b>14°46'48.17"E</b>
<b>Elevazione</b>	<b>80 m s.l.m.</b>

## CLASSIFICAZIONE IMPIANTO

Gli ambienti oggetto della presente documentazione di progetto sono stati considerati "ordinari" poiché non esistono condizioni speciali che impongono limitazioni e/o precauzioni nella scelta e nell'utilizzo di apparecchiature, macchinari e condutture elettriche.

Nelle suddette aree gli impianti elettrici dovranno essere eseguiti in riferimento alle Normative Vigenti e in linea generale secondo quanto prescritto dalla Norma CEI 64/8, CEI EN 61936-1 e CEI EN 50522.

## NORME E LEGGI DI RIFERIMENTO

Tutte le indicazioni e le prescrizioni tecniche fornite sono conformi alle norme e guide emanate dal Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI).

E' stato completamente recepito quanto indicato nei commenti alla norma CEI 64-8, CEI EN 61936-1 e CEI EN 50522, anche quando sono solo raccomandazioni.

Per la stesura del progetto dell'impianto elettrico in oggetto si e fatto riferimento alle seguenti norme CEI e disposizioni legislative vigenti in materia:

### **Normativa e leggi di riferimento**

Tutte le indicazioni e le prescrizioni tecniche fornite sono conformi alle norme e guide emanate dal Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI).

E' stato completamente recepito quanto indicato nei commenti alla norma CEI 64-8, anche quando sono solo raccomandazioni.

Per la stesura del progetto dell'impianto elettrico in oggetto si e fatto riferimento alle seguenti norme CEI e disposizioni legislative vigenti in materia:

#### **CEI 0-2**

Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici

#### **CEI 82-25**

Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di media e bassa tensione.

#### **CEI EN 61439**

Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)

## **CEI EN 60269-1 (CEI 32-1)**

Fusibili a tensione non superiore a 1000 V per corrente alternata e a 1500 V per corrente continua. Parte 1: Prescrizioni generali

## **CEI EN 60269-2 (CEI 32-4)**

Fusibili a tensione non superiore a 1000 V per corrente alternata e a 1500 V per corrente continua. Parte 2: Prescrizioni supplementari per i fusibili per uso da parte di persone addestrate (fusibili principalmente per applicazioni industriali)

## **CEI - del CT 20 ....riguardanti i CAVI PER ENERGIA**

## **CEI - del CT 23 ....riguardanti l' APPARECCHIATURA A BASSA TENSIONE**

## **CEI 64-8**

Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua

## **DM 37/2008**

Norme per la sicurezza degli impianti.

## **D.Lgs 09/4/2008 n.81**

Testo Unico in materia di Salute e Sicurezza dei Lavoratori

## **DPR 22/10/2001 n. 462**

Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.

## **CEI EN 61173 – (CEI 82-4)**

Protezione contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici (FV) per la produzione di energia

## **CEI EN 61724 – (CEI 82-15)**

Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici. Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati

## **CEI EN 55014-1**

Compatibilità elettromagnetica - Prescrizioni per gli elettrodomestici, gli utensili elettrici e gli apparecchi similari

## **CEI EN 55011**

Apparecchi a radiofrequenza industriali, scientifici e medicali (ISM). Caratteristiche di radiodisturbo. Limiti e metodi di misura

## **CEI EN 50081-1**

Compatibilità elettromagnetica - Norma generica sull'emissione. Parte 1: Ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera

## **CEI EN 50081-2**

Compatibilità elettromagnetica - Norma generica sull'emissione. Parte 2: Ambiente industriale

## **CEI EN 50082-1**

Compatibilità elettromagnetica - Norma generica sull'immunità. Parte 1: Ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera

## **CEI EN 61000-3-2**

Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 3: Limiti Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso = 16 A per fase)

## **CEI EN 61000-3-3**

Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 3: Limiti Sezione 3: Limitazione delle fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature con corrente nominale = 16 A

**CEI EN 61646, EN 61730**

Moduli fotovoltaici a film sottile per applicazioni terrestri – Qualifica del progetto e approvazione di tipo.

**CEI 0-16**

Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti Attivi e passivi alle reti MT delle imprese distributrici di energia elettrica.

**CEI EN 62271-202 e s.m.i.**

Sottostazioni prefabbricate ad alta tensione/bassa tensione ( $1 \text{ kV} < U_m \leq 52 \text{ kV}$ ).

**CEI EN 61936-1 (CEI 99-2)** “ex CEI 11-1”: Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata”;

**CEI EN 50522 (CEI 99-3)** Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1kV in c.a. e frequenze fino a 60Hz.

**CEI 99-4** “Guida per l’esecuzione di cabine elettriche MT/bt del cliente / utente finale”

**CEI 99-5** “Guida per l’esecuzione degli impianti di terra delle utenze attive e passive connesse ai sistemi di distribuzione con tensione superiore a 1kV in c.a.”

**Specifica E-Distribuzione**

**Guida alle connessioni.**

**DG2092 ed. 3**

Specifica tecnica, cabine secondarie prefabbricate o assemblate in loco MT/BT fuori standard per la connessione alla rete elettrica E-Distribuzione

Oltre al rispetto di leggi e norme, l’impianto elettrico può essere soggetto ad altri vincoli:

- Disposizioni dell’ente distributore energia elettrica, uffici di zona.
- Norme e tabelle UNEL e UNI per quanto riguarda i materiali già unificati, gli impianti ed i loro componenti, i criteri di progetto, le modalità, di esecuzione e di collaudo, etc.
- I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, purché vigenti al momento della stesura del presente progetto, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.

## ***DATI DI PROGETTO RELATIVI ALL’IMPIANTO ELETTRICO***

### **DATI DEL SISTEMA DI ALIMENTAZIONE E DI DISTRIBUZIONE**

#### **Impianto lato C.A. :**

L’impianto di produzione oggetto della presente relazione tecnica, immetterà l’energia prodotta dall’impianto fotovoltaico alla rete di distribuzione **in MT a 20kV**, pertanto in relazione alla tensione nominale il sistema elettrico è da considerarsi di **IIª Categoria**

- Sistema di categoria 0 con  $U \leq 50 \text{ V}$  in C.a. e  $120 \text{ V}$  in C.c.;
- Sistemi di categoria Iª con  $U > 50 \text{ V} \leq 1000$  in C.a. e  $> 75 \text{ V} \leq 1550 \text{ V}$  in C.c.;
- **Sistemi di categoria IIª** con  $U > 1000 \text{ V} \leq 30000 \text{ V}$  in C.a. e  $> 1500 \text{ V} \leq 30000 \text{ V}$  in C.c.;
- Sistemi di categoria IIIª con  $U > 30000 \text{ V}$  sia in C.a. che in C.c.;

in relazione allo **stato del neutro del distributore** (perché riguarda la connessione del centro stella sul trasformatore AT/MT) e alla situazione delle **masse dell'impianto del produttore rispetto alla terra**, il sistema di produzione viene classificato come **TT**, invece il sistema elettrico interno all'impianto che alimenta i servizi ausiliari delle cabine e dell'impianto viene classificato come **TN-S** (il conduttore di neutro del trasformatore ausiliario bt/bt e quello di protezione sono separati).

- Prima lettera = I, il neutro non è collegato a terra oppure è collegato a terra tramite un'impedenza;
- Prima lettera = **T**, **il neutro è collegato a terra** (trasformatore AT/MT distributore);
- Seconda lettera = N, masse collegate al neutro del sistema;
- Seconda lettera = **T**, **masse** (all'interno dell'impianto produttore) **collegate a terra**;

## **Impianto lato C.C. :**

In relazione allo stato del neutro e alla situazione delle masse il sistema elettrico viene classificato come **IT**.

## ***PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI ED INDIRETTI***

### **PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI**

La protezione dai contatti diretti verrà ottenuta mediante le seguenti misure di protezione:

- isolamento delle parti attive con materiale adeguato alla tensione nominale e verso terra e resistente alle sollecitazioni meccaniche, agli sforzi elettrodinamici e termici ed alle alterazioni chimiche cui può essere sottoposto durante l'esercizio;
- adozioni di involucri con adeguato grado di protezione;
- L'isolamento delle apparecchiature costruite in fabbrica devono soddisfare le relative norme e devono essere provviste di apposita marcatura CE e/o IMQ.
- Se si rendesse necessario, per ragioni di esercizio, aprire un involucro si potrà fare solo mediante attrezzo o chiave da parte di personale addestrato.

### **PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI**

La protezione dai contatti indiretti verrà effettuata in accordo alle norme di riferimento vigenti, mediante l'installazione di un impianto di messa a terra unico (CEI 64-12 e CEI 11-37) e le relative tarature delle protezioni automatiche sulle linee in bassa (CEI 64-8) e media tensione (CEI EN 61936-1).

### ***IMPIANTO DI MESSA A TERRA***

L'impianto di messa a terra delle cabine elettriche del produttore e il dispersore di terra dell'intero impianto fotovoltaico saranno collegati in modo da formare un unico dispersore, il conduttore di protezione (PE) sarà separato e non sezionabile.

Per guasto sulla BT, l'impianto di terra deve soddisfare la Norma CEI 64-8, ovvero la protezione sarà coordinata con i dispositivi di interruzione differenziale ad elevata sensibilità, la somma delle resistenze di terra e dei conduttori di protezione ha il valore:

$$R_a \leq 50V/I$$

Essendo la resistenza dei conduttori di protezione trascurabile rispetto alla resistenza di terra,  $R_a$  sarà uguale a  $R_t$  ed essendo la corrente quella di taratura dell'interruttore differenziale meno sensibile si ha :

$$R_t \leq 50V/I_{dn}$$

Poiché l'interruttore differenziale con valore della corrente differenziale nominale d'intervento nel caso peggiore è pari a 30mA (0,3A) (DDG "Dispositivi di Generatore"), si ha che la resistenza dell'impianto di messa a terra  $R_t$  dovrà essere  $\leq 166 \Omega$ .

Per guasto sulla MT deve soddisfare la Norma CEI EN 61936-1, il quale indica i limiti che tensioni di contatto e di passo non devono superare, i quali valori rilevati saranno confrontati con i parametri indicati dal Gestore della Rete MT (tempo d'intervento delle protezioni in MT e corrente di guasto monofase a terra) prima della conclusione dei lavori esecutivi, al fine di poter eventualmente potenziare ed ampliare se necessario l'impianto di terra unico.

All'impianto di terra dovranno essere connessi tutti i conduttori che realizzano la messa a terra di protezione, la messa a terra di funzionamento e i collegamenti equipotenziali.

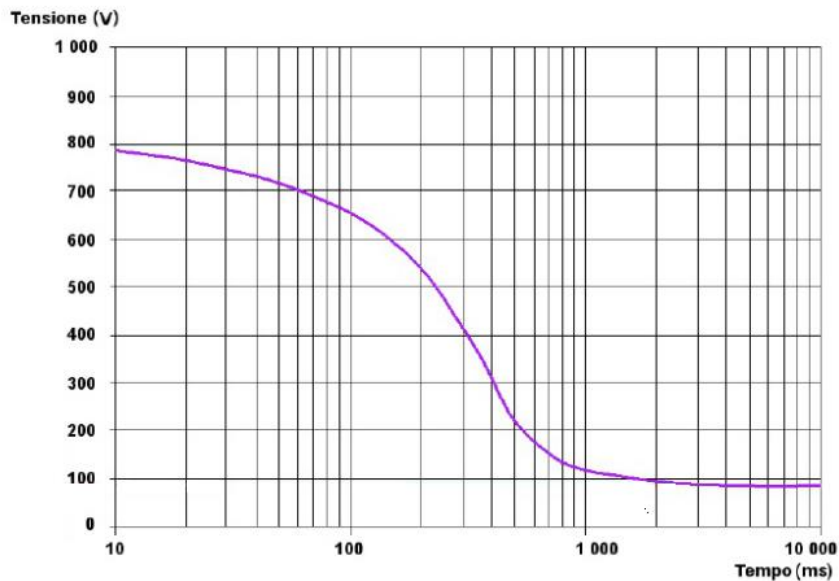
Poiché la natura del terreno è paragonabile come da norma al tipo agricolo, si assume per la resistività media del terreno a vantaggio della sicurezza il valore di  $\rho_{pm} = 150 \Omega \cdot m$ , come da tabella D dell'appendice D della norma CEI 64-12, nell'impianto di terra sono previsti ~ **2500ml** di **dispersore orizzontale intenzionale** ad intimo contatto con il terreno con conduttore in rame nudo da **35mm<sup>2</sup>**, e circa n. 200 dispersori verticali di fatto infissi nel terreno per un metro (pali recinzione ed pali strutture ancoraggio moduli) utilizzando la formula approssimata per il calcolo della resistenza di terra riportata nella norma CEI 64-12 (art. 2.4.1), si ha:  $R_t = (2 \times \rho_{pm}) / L$  quindi  $R_t = 2 \times 150 / (150 + 2500) = 0,11 \Omega$  inoltre poiché nell'impianto sono previsti dispersori verticali di lunghezza pari a 1,5m, si presume che tale valore (**0,11Ω**) a **vantaggio della sicurezza** si ridurrà ulteriormente, **in ogni caso tale valore dovrà essere verificato con i parametri forniti dal gestore della rete MT prima dell'attivazione dell'impianto.**

Il valore di terra presunto soddisfa la protezione dei contatti indiretti sia ai sensi della CEI 64-8 che CEI EN 61936-1.

L'impianto di terra per le cabine di trasformazione, relativo alle connessioni oggetto della presente, deve essere dimensionate in modo che la corrente di guasto a terra non dia luogo a tensioni di contatto e passo superiori ai valori ammissibili indicati nella Norma **CEI 99-3**, in relazione al tempo di eliminazione del guasto fornito da gestore della rete elettrica.



Tabella Norma CEI EN 50522: Tensioni di contatto ammissibili  $U_{Tp}$  per correnti di durata limitata



*Tensioni di contatto limite  $U_{Tp}$  per correnti di durata limitata*

Per guasto sulla Media Tensione deve soddisfare la Norma **CEI 99-2**, il quale indica i limiti che tensioni di contatto non devono superare, i quali valori rilevati saranno confrontati con i parametri indicati dal Gestore della Rete MT (tempo d'intervento delle protezioni in MT e corrente di guasto monofase a terra) prima della conclusione dei lavori esecutivi, ed in ogni caso prima dell'entrata in esercizio del lotto d'impianti, al fine di poter eventualmente potenziare ed ampliare se necessario l'impianto di terra unico esistente.

Utilizzando i valori di taratura comunicati da E-Distribuzione sul punto di connessione in MT a 20kV in relazione all'esercizio del neutro a terra con impedenza o isolato ed al valore della corrente di guasto monofase a terra e tempo di eliminazione del guasto, dalla tabella B.3 della norma CEI EN 50522, sotto riportata, si utilizzerà la tensione di contatto ammissibile  **$U_{Tp}$** , per cui il valore peggiore della resistenza di terra misurato dovrà soddisfare la condizione imposta dalla norma CEI 50522, cioè:

$$U_E = I_{mr} * \Omega = V \leq U_{Tp}$$

dove è:

- U<sub>E</sub>: la tensione di contatto;
- U<sub>Tp</sub>: la tensione di contatto limite;
- Ω: il valore della resistenza di terra nel caso peggiore;
- I<sub>mr</sub>: la corrente di guasto monofase a terra;

**Tabella B.3 - Valori calcolati della tensione di contatto  $U_{Tp}$  ammissibile in funzione della durata  $t_f$  del guasto**

Durata guasto $t_f$ s	Tensione di contatto ammissibile $U_{Tp}$ V
0,05	716
0,10	654
0,20	537
0,50	220
1,00	117
2,00	96
5,00	86
10,00	85

NOTA 1 Si possono determinare, per condizioni specifiche delle tensioni di contatto, percorsi di corrente reali.

NOTA 2 Per durate di corrente notevolmente superiori a 10 s si può usare una tensione di contatto ammissibile  $U_{Tp}$  pari a 80 V.

## IL DISPERSORE

Deve essere costituito dai corpi metallici in intimo contatto con il terreno poiché è la parte destinata a disperdere o a captare le correnti di terra.

Si dovranno utilizzare dispersori "intenzionali" in accordo con le norme CEI 64-12 e più precisamente dispersore a croce in acciaio dolce zincato a caldo per l'immersione dopo lavorazione (CEI 7-6) infissi nel terreno entro apposito pozzetto ispezionabile ove previsto (come da planimetria) con le parti alte a non meno di 0,5 m sotto il piano di calpestio.

Per motivi di consistenza meccanica e di resistenza alla corrosione le dimensioni trasversali di ciascun elemento dovrà rispettare i valori stabiliti dalle norme e più precisamente un profilato di mm. 50x50x5 lunghezza 1,5 m, come da tavole di progetto.

Dovrà essere impiegata una corda nuda a tondino in rame da **35mm<sup>2</sup>** direttamente interrata nel terreno (come da planimetria) per l'impianto di terra unico. Tale corda in rame nudo è destinata ad implementare l'impianto di terra come dispersore intenzionale, **per un risparmio economico ove possibile si procederà ad ubicarlo nello scavo eseguito per la posa delle condutture elettriche**, la profondità di posa dovrà essere di almeno 0,5 m dalla superficie calpestabile, inoltre essa dovrà essere ricoperta con terra, argilla, humus, limo, bentonite e non con ghiaia o ciottolo o materiale di "risultata" del cantiere (terreno agricolo).

Inoltre ove possibile si potranno utilizzare dispersori di "fatto" utilizzando eventuali armature metalliche interrate delle fondazioni in calcestruzzo ed eventuali tubazioni metalliche interrate.

## IL CONDUTTORE DI TERRA

È un elemento destinato a collegare il dispersore prima descritto, ai collettori di terra principale posti all'interno della cabina elettrica.

Esso **non** dovrà essere ad intimo contatto con il terreno e dovrà essere costituito da **cavo unipolare da 300mm<sup>2</sup>** in rame o equivalente sezione, inoltre dovranno essere garantite le seguenti caratteristiche di affidabilità, di continuità elettrica e resistenza alla corrosione:

percorso breve - giunzioni con saldatura a forte o con appositi robusti morsetti o manicotti protetti contro la corrosione - assenza di sollecitazioni meccaniche, a tal proposito si consiglia il collegamento al picchetto a croce posto in apposito pozzetto ispezionabile più vicino al quadro generale, inoltre il cavo dovrà essere posto all'interno di apposita tubazione.

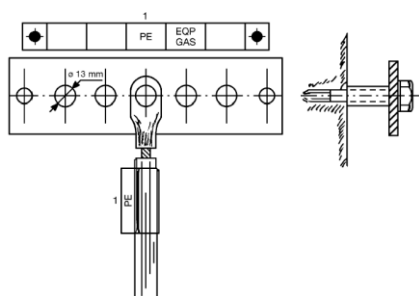
## IL COLLETTORE PRINCIPALE DI TERRA E COLLETTORI EQUIPOTENZIALI SECONDARI

Il collettore principale (MT-01) è l'elemento al quale confluisce il conduttore di terra, i conduttori di protezione principali, i conduttori equipotenziali principali.

Esso dovrà essere costituito da una sbarra meccanicamente robusta atta ad assicurare, nel tempo, la continuità elettrica ubicata all'interno del quadro elettrico di bassa tensione o a parete in cabina.

Deve essere possibile il sezionamento, solo mediante l'uso di un attrezzo, almeno del conduttore di terra per poter effettuare le verifiche.

Nell'impianto potranno essere previsti collettori di terra secondari.



Esempio di collettore principale di terra

## I CONDUTTORI DI PROTEZIONE PE

Sono gli elementi destinati a collegare le masse al collettore principale o secondari di terra. Dovranno essere costituiti da cavi unipolari isolati (tipo FS17 o similare) o da anime di cavi multipolari isolate contraddistinte dal colore giallo-verde.

Potranno essere impiegati anche conduttori nudi a percorso indipendente dalla conduttura principale o altre strutture metalliche inamovibili con opportune caratteristiche di continuità elettrica e di affidabilità meccanica.

Le sezioni dei conduttori di protezione calcolati da progetto sono conformi alla Tab. 54F.

Se in fase di realizzazione dell'impianto dall'applicazione di questa Tabella risulta una sezione non unificata, dovrà essere adottata la sezione unificata più vicina al valore calcolato.

Sezione dei conduttori di fase dell'impianto S (mm <sup>2</sup> )	Sezione minima del corrispondente conduttore di protezione Sp (mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$	$Sp = S$
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$Sp = S/2$



**Sui conduttori di protezione non devono essere inseriti apparecchi di interruzione.**

## MASSE ESTRANEE E RECINZIONE PERIMETRALE

Le masse estranee riscontrate durante la realizzazione degli impianti e la recinzione perimetrale, dovranno essere collegate all'impianto di terra con cavo unipolare giallo/verde con sezione minima da **16mm<sup>2</sup>**.

Si dovranno considerare masse estranee (che possono introdurre il potenziale di terra) le parti metalliche non facenti parte dell'impianto elettrico (tubazioni, infissi, serbatoi metallici, ecc.) che presentano verso terra un valore di resistenza inferiore a 1000  $\Omega$  in tutti gli ambienti ai quali si applica la Norma CEI 64-8.

## PRESCRIZIONI GENERALI DEI MATERIALI DA UTILIZZARE

I componenti elettrici, ovvero i materiali e le apparecchiature utilizzati, devono essere conformi alle prescrizioni di sicurezza devono essere realizzati e costruiti a regola d'arte, ovvero secondo le Norme CEI, alla normativa UNEL, alla normativa UNI, avere la marcatura CE: devono essere scelti in modo da non causare effetti nocivi sugli altri componenti o sulla rete di alimentazione.

I componenti degli impianti elettrici ed elettronici e gli apparecchi utilizzatori fissi devono essere installati in modo da facilitarne il funzionamento, il controllo, l'esercizio e l'accesso alle connessioni. Particolare attenzione deve essere posta all'idoneità dei componenti elettrici installati conformi al luogo d'installazione.

Devono essere fornite targhe od altri mezzi appropriati di identificazione per indicare la funzione degli apparecchi di manovra e di protezione, a meno che non ci sia possibilità di confusione.

Per quanto riguarda l'identificazione dei conduttori dovranno essere rispettate le seguenti indicazioni volute dalle norme: - il bicolore giallo/verde per i conduttori di protezione ed equipotenziali, - il colore blu chiaro per il conduttore del neutro, - la norma non richiede colori particolari per i conduttori di fase si consiglia comunque di utilizzare i colori: nero, grigio, marrone.

**I tubi flessibili** in materiale isolante per posa sotto pavimento o interrate dovranno essere del tipo medio o pesante e dovranno essere protetti meccanicamente, i relativi pozzetti dell'impianto di messa a terra dovranno essere dotati di robusti chiusini ispezionabili.

**Le tubazioni per posa a vista** dovranno avere caratteristiche conformi alle tabelle CEI 23-8 tipo pesante, la raccorderia dovrà essere di tipo filettato e di conseguenza lo spessore dei tubi dovrà

essere adatto; saranno accettati anche raccordi a pressatubo purché realizzanti un grado di tenuta idoneo.

**Eventuali canali metallici** portatavi dovranno essere costruiti in lamiera di acciaio pressopiegata e dovranno assicurare sia la continuità elettrica che magnetica e un grado di protezione esterno non inferiore a IP41, inoltre si dovrà prevedere il loro collegamento all'impianto di terra a mezzo cavo unipolare G/V da 6mm<sup>2</sup>, poiché nell'impianto potranno essere installate apparecchiature elettroniche quali a titolo di esempio videosorveglianza e sistema antintrusione é preferibile che queste condutture siano posizionate ad un'adeguata distanza dalle condutture di energia, per problemi di compatibilità elettromagnetica quindi le canalizzazioni dovranno essere provviste di setti separatori per tenere separati i conduttori di energia da quelli di impianti elettronici.

Si raccomanda di prevedere la sfilabilità dei cavi; a tal fine si consiglia che il diametro interno dei tubi protettivi di forma circolare sia pari almeno a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi che essi sono destinati a contenere, con un minimo di 10 mm.

I conduttori utilizzati nell'impianto dovranno essere del tipo **non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi** secondo quanto previsto dalla norma CEI 20-22.

L'impresa installatrice dovrà essere abilitata ai sensi del DM 37/2008 e sarà tenuta a fornire il sistema completo e funzionante in ogni sua parte, includendo laddove necessario, parti di impianto non meglio definite ma necessarie per la perfetta funzione degli stessi conformemente alle norme vigenti.

## ***IL COLLEGAMENTO ALLA RETE DEL DISTRIBUTORE E SISTEMI DI MISURA***

Il DLg 387/2003 a comma 3 dell'art. 14. (Questioni attinenti il collegamento degli impianti alla rete elettrica) stabilisce che "i gestori di rete" **hanno l'obbligo** di fornire al produttore che richiede il collegamento alla rete di un impianto alimentato da fonti rinnovabili le soluzioni atte a favorirne l'accesso alla rete, unitamente alle stime dei costi e della relativa ripartizione, in conformità alla disciplina di cui al comma 1.

L'Autorità per l'energia elettrica e il gas adotta i provvedimenti eventualmente necessari per garantire che la tariffazione dei costi di trasmissione e di distribuzione non penalizzi l'elettricità prodotta da fonti energetiche

rinnovabili, compresa quella prodotta in zone periferiche, quali le regioni insulari e le regioni a bassa densità di popolazione.

## **SISTEMI DI MISURA**

Ai sensi della delibera AEEG 40/06, **il Gestore della Rete Elettrica** è responsabile se incaricato dal soggetto responsabile dell'impianto, dell'installazione e manutenzione dei complessi di misura dell'energia prodotta da impianti fotovoltaici incentivati.

I gruppi misura dovranno essere installati con modalità di installazione ed requisiti antifrode rispondenti alle Norme CEI di prodotto e alla Norma CEI 13-4 "Sistemi di misura dell'energia elettrica – Composizione, precisione e verifica".

L'Utente deve mettere a disposizione del Distributore idonei spazi per l'installazione dei complessi di misura. Il vano contatori deve essere realizzato in modo che:

- i contatori dell'energia elettrica siano ubicati preferibilmente allo stesso livello del piano stradale;
- abbia dimensioni commisurate al numero di contatori.
- In caso di involucro installato all'aperto, esso deve essere idoneo a impedire l'ingresso di acqua e garantire un'idonea protezione meccanica.

Il sistema di misura dell'energia elettrica scambiata prelevata e immessa (M1) dovrà essere installato nell'impianto di rete per la connessione immediatamente a monte del punto di connessione, mentre il sistema di misura dell'energia elettrica prodotta (M2) sarà installato all'interno della proprietà del produttore o al confine di tale proprietà, secondo quanto stabilito dal medesimo produttore. **Nel caso di impianti fotovoltaici, il più vicino possibile allo/agli inverter** (o quadro di parallelo inverter).

I sistemi di misura (M1, M2) sono soggetti a controllo fiscale.

#### ***Sistema di misura energia immessa con la rete .***

Tale sistema di misura (in schema unifilare, **M1**) deve essere installato, per quanto possibile, nel punto di confine tra l'impianto di rete per la connessione MT di E-Distribuzione e l'impianto del cliente produttore, in posizione facilmente accessibile al personale autorizzato (gestore di rete)

#### ***Sistema di misura dell'energia prodotta***

Tale sistema di misura (in schema unifilare, **M2**) è d'obbligo per gli impianti di produzione di energia elettrica installato dal gestore di rete.

Al fine di consentire la telelettura dei contatori dell'energia prodotta, non è consentito interrompere la continuità circuitale del collegamento tra il suddetto contatore dell'energia elettrica prodotta ed il punto di connessione alla rete.

## ***CABINE ELETTRICHE PREFABBRICATE***

La presente sezione copre il progetto, la fabbricazione, l'ispezione, le prove in Fabbrica (**CEI EN 62271-202**) il trasporto in sito, lo scarico, l'installazione e la messa in servizio di cabine elettriche 20 kV, di tipo prefabbricato con involucro in c.a.v. (cemento armato vibrato) e pavimento autoportante, adatte per installazione esterna in luoghi accessibili al pubblico, idonee per l'impianto **agro fotovoltaico** di produzione di energia elettrica mediante **fonte rinnovabile solare attraverso la conversione fotovoltaica**, con potenza complessiva in immissione da **9.588,00 kW**.

Le cabine saranno equipaggiate con quadri di media tensione a 24 kV protetti in aria o a vuoto, quadro di bassa tensione a **800V** trifase (TT), trasformatore 20/0,80kV **in resina a perdite ridotte**.

La fornitura e la realizzazione delle cabina comprenderà tutte le apparecchiature descritte nella presente specifica tecnica ed includerà tutti gli accessori, ancorché non menzionati, che sono necessari per ottenere un complesso in perfette condizioni di operazione.

Le cabine oggetto di questo progetto saranno in accordo agli schemi unifilari riportati nei disegni allegati al presente progetto.

La stesura della stessa è necessaria in quanto gli interventi relativi all'impianto in oggetto rientrano nei limiti di progettazione obbligatoria.

La delibera n. 348/07 dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas prevede, all'Allegato B art. 14, che "il richiedente una connessione in media tensione è tenuto a realizzare la propria cabina di trasformazione media/bassa tensione sulla base delle prescrizioni del distributore".

La Norma CEI 0 -16 "Regole Tecniche di connessione (RTC) per utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica" è la regola tecnica di riferimento che sostituisce i criteri dei singoli distributori di connessione dei singoli distributori, così come previsto nella Delibera 33/08 dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas.

## **DEFINIZIONI**

Impianto di consegna: complesso delle apparecchiature di manovra e di misura installate dal Gestore della Rete MT, tra il punto di arrivo della/e linea/e MT ed il punto di prelievo. L'impianto di consegna è parte integrante dell'impianto di rete per la connessione.

- Dispositivo generale: complesso di apparecchiature nella sezione ricevitrice che ha la funzione di sezionamento, comando e interruzione. Tale dispositivo separa dall'alimentazione, in condizioni di "aperto", il restante impianto utilizzatore. Nel seguito di questo documento tale apparato è indicato anche, più brevemente, come DG.
- Protezione generale: complesso dei dispositivi di protezione (PG) che comandano il DG.
- Locale consegna: locale in cui è ubicato l'impianto di consegna.
- Locale misura: locale in cui sono ubicati i gruppi di misura.
- Locale cliente: locale in cui è ubicata la sezione ricevitrice dell'impianto utilizzatore.
- Dispositivo di interfaccia: dispositivo (interruttore o contattore) installato nel punto di collegamento della rete in isola alla restante parte della rete del Cliente Produttore sul quale agiscono le protezioni d'interfaccia. L'apertura del dispositivo d'interfaccia assicura la separazione di tutti i gruppi di produzione e la parte di rete del Cliente Produttore prevista per il funzionamento in isola (rete con carichi privilegiati) dalla restante porzione di rete del Cliente Produttore e dalla rete pubblica, indicato come DDI
- Protezioni interfaccia: complesso dei dispositivi di protezione (PI) che comandano il DDI.
- Dispositivo del generatore: dispositivo (interruttore o contattore) installato a valle dei terminali di ciascun generatore dell'impianto di produzione (integrato negli inverter). In condizioni di "aperto", il dispositivo del generatore separa il gruppo dal resto dell'impianto, indicato come DDG.

## **DATI DI PROGETTO**

**Le cabine dovranno essere previste per funzionare nelle seguenti condizioni ambientali:**

- Classe d'uso: CI II "costruzioni il cui uso prevede normali affollamenti"
- Vita Nominale  $\geq 50$  anni.
- Azione del vento spirante a  $190 \text{ daN/m}^2$ ;

- Azione sismica valutata per zone di 1<sup>a</sup> categoria;
- Carico neve sulla copertura 480 daN/m<sup>2</sup>;
- Carico permanente, uniformemente distribuito di 600 Kg/m<sup>2</sup>;
- Carico mobile, tale da poter posizionare ovunque un carico di 4500 daN/m<sup>2</sup> localizzati, comunque distribuito su quattro appoggi situati ai vertici di un quadrato di lato 1x1m.

## Caratteristiche generali dei quadri di MEDIA TENSIONE:

DATI ELETTRICI	
Tensione nominale:	24kV
Tensione di servizio:	20kV
Tensione di prova a frequenza industriale:	50kV
Tensione di tenuta ad impulso (1.2/50 micro-sec. onda):	125kV
Frequenza nominale:	50Hz
Corrente nominale delle sbarre principali:	630A
Corrente nominale di breve durata:	16kA
Durata:	1s
Corrente di cresta:	40kA
Classificazione continuità di servizio:	LSC2A
Classificazione dei diaframmi:	PI
Colore fronte quadro	RAL 7035
Conformità alle Norme	CEI EN 62271-CEI 0-16
Classificazione arco interno (IAC):	NO

## Caratteristiche generali dei quadri di BASSA TENSIONE parallelo inverter:

- tensione nominale di esercizio **800 V**
- tensione massima di esercizio 1000 V
- tensione di prova 2,5 kV
- numero delle fasi 3F senza neutro
- frequenza nominale 50 Hz
- corrente nominale massima in servizio continuo **2000 A (dal sottocampo 1 al sottocampo 4)**
- corrente nominale massima in servizio continuo **1600 A (sottocampo 5)**
- corrente nominale ammissibile di breve durata 35 kA
- durata nominale di cortocircuito 1 s
- grado di protezione esterno IP31
- grado di protezione interno IP2x
- segregazione minima interna Forma 2a



## CARATTERISTICHE TECNICHE E REQUISITI FUNZIONALI

Le cabine elettriche prefabbricate realizzate da più box, conformemente alla **CEI EN 62271-202 e s.m.i.** facente parte dell'impianto dovranno essere realizzate secondo le normative vigenti e si prevede siano muniti delle apposite protezioni richieste dalle norme elettriche per il parallelo con la rete MT conformemente alle norme vigenti e in particolare alla vigente CEI 0-16 e Guida alle Connessioni di E-Distribuzione, in ogni caso la ditta fornitrice omologata E-Distribuzione, sarà tenuta a fornire il sistema completo e funzionante in ogni sua parte, includendo laddove necessario, parti di impianto non meglio definite ma necessarie per la perfetta funzione degli stessi conformemente alle norme vigenti e ad eventuali integrazioni normative successive alla stesura del presente progetto.

### **Box**

I box che compongono le cabine dovranno essere del tipo monoblocco scatolare costituito dal pavimento e quattro pareti con tetto rimovibile; viene realizzata con calcestruzzo confezionato in stabilimento mediante centrale di betonaggio automatica e additivato con idonei fluidificanti e impermeabilizzanti: ciò permette di ottenere adeguata protezione contro le infiltrazioni d'acqua per capillarità e protezione dall'esterno. L'armatura è realizzata con rete elettrosaldata a doppia maglia, irrigidita agli angoli da barre a doppio T, onde conferire al manufatto una struttura monolitica e una gabbia equipotenziale di terra omogenea su tutta la struttura (**gabbia di Faraday**).

Lo spessore delle pareti laterali e del pavimento idonee alle funzione strutturali.

Il pavimento, costituito da una soletta piana dello spessore minimo di 12 cm, comunque dimensionato per sostenere il carico trasmesso dalle apparecchiature elettromeccaniche.

Il tetto costituito da una soletta piana dello spessore minimo di 13 cm, realizzata con rete elettrosaldata e ferro nervato, è impermeabilizzato mediante guaina ardesiata dello spessore minimo di 4mm; lo stesso, ancorato alla struttura mediante delle piastre, è smontabile, quando necessario, per agevolare l'ingresso e l'uscita delle apparecchiature.

Gli elementi costruttivi ed in particolare la copertura e le pareti della cabina dovranno risultare conformi ai requisiti di resistenza al fuoco ai sensi del **D.M. 16/02/2007**, rispettivamente per le classi **REI 60 e REI 30 conservando per 60 e 30 minuti** la resistenza meccanica, la tenuta e l'isolamento termico alle fiamme e ai gas caldi in emergenza d'incendio.

Le cabine dovranno essere prodotte in **serie dichiarata in conformità all'attestato di qualificazione dei prodotti e dello stabilimento di produzione, rilasciata dal MM LL PP servizio tecnico centrale di Roma.**

Le normali condizioni di funzionamento delle apparecchiature installate, dovrà essere garantito da un sistema di ventilazione naturale ottenuto con idonee griglie di areazione. Gli infissi dei box dovranno essere in vetroresina.

L'ingresso e l'uscita dei cavi nei vani saranno realizzati dal basso, i cavi preinstallati dal fornitore dovranno essere adeguatamente protetti dai danni derivanti dallo sfregamento nel passaggio tra i diversi scomparti e in particolare da quelli causati dal trasporto della cabina.

Tutte le parti metalliche degli apparecchi installati nei quadri, nonché i quadri stessi nelle loro parti metalliche costruttive, dovranno essere convenientemente collegati a terra. I singoli collegamenti (dimensionati secondo le norme vigenti) dovranno essere riferiti ad un collettore di terra ispezionabile. Tutti i collegamenti di messa a terra saranno di colore giallo-verde.

Dovranno essere realizzate opportune tamponature ignifughe per il passaggio dei cavi tra Quadri MT e trasformatore e dal locale trafo al locale quadro di bassa tensione.

Ogni box dovrà essere dotata di targhe di identificazione interne ed esterne.

La disposizione topografica degli elementi delle cabine dovrà rispettare la suddivisione funzionale come da vista su pianta allegata al presente progetto.

Tutti i box dovranno essere provvisti di idonea vasca prefabbricata di fondazione in C.A.V., idonea alla posa del relativo box, nonché al passaggio dei cavi MT e bt di interconnessione tra i box che compongono una cabina e tra le cabine ed i cavi bt in arrivo dal campo fotovoltaico.

## **Quadri di Media Tensione**

Di seguito si riassumono le caratteristiche principali dei Dispositivi a sezionamento e protezione, secondo i criteri e le modalità come da prescrizioni Enel vigenti, al fine di permettere la connessione dell'impianto oggetto del presente progetto con la rete MT di distribuzione e più precisamente:

**Dispositivo generale "DG":** deve essere costituito a partire dal lato dell'alimentazione, da un sezionatore tripolare ed un interruttore fisso (come da schema elettrico unifilare di progetto) asservito alla protezione generale. L'interruttore deve essere tripolare simultaneo ed avere potere d'interruzione adeguato alla corrente di cortocircuito della linea d'alimentazione MT, con un minimo di 12,5 kA. Deve, inoltre, disporre di bobina di apertura a mancanza di tensione.

**Sistema di Protezione generale "PG":** al fine di evitare che guasti interni all'impianto abbiano ripercussioni sull'esercizio della rete MT del Gestore, si deve installare un sistema di protezione generale di massima corrente (**50 "istantanea" – 51 "ritardata"**) e contro i guasti a terra omopolari con la **51N** dedicata alla eliminazione rapida di guasti doppi monofase che coinvolgano l'impianto stesso, mentre la protezione **67N** contro i guasti a terra direzionale e più precisamente in caso i guasti monofase a terra all'interno dell'impianto, **prevista poiché all'interno dell'impianto sono presenti linee MT con lunghezza della tratta maggiore di 400m.**

**Dispositivo di interfaccia "DDI":** Il dispositivo di interfaccia (DDI) è installato nel punto di collegamento della porzione di impianto abilitata al funzionamento in isola alla restante parte dell'impianto del Produttore.

L'apertura del dispositivo d'interfaccia assicura la separazione di tutto l'impianto di produzione dalla rete pubblica.

Il dispositivo di interfaccia deve essere "a sicurezza intrinseca" cioè essere dotato di bobina di apertura a mancanza di tensione. Tale bobina, alimentata in serie ai contatti di scatto del sistema di protezione di interfaccia, deve provocare l'apertura del dispositivo in:

- caso di corretto intervento delle protezioni,
- caso di guasto interno alle protezioni,
- caso di mancanza di alimentazione ausiliaria

**Protezione di interfaccia “SPI”:** Il sistema di protezione di interfaccia (SPI) è costituito essenzialmente da relè di frequenza e di tensione. E' richiesto, secondo le norme vigenti a tutela degli impianti di E-Distribuzione e del Produttore in occasione di guasti e malfunzionamenti della rete pubblica durante il regime di parallelo.

Le funzioni di protezione di interfaccia previste dalla Norma sono:

- protezione di minima tensione;
- protezione di massima tensione;
- protezione di minima frequenza;
- protezione di massima frequenza;
- protezione a derivata di frequenza (opzionale, non richiesta per il presente progetto);

Tenendo conto dei valori di taratura e dei tempi di intervento indicati, per tutti i tipi di guasto sulla rete pubblica si ha di regola l'intervento del relè di frequenza; i relè di tensione, invece, assolvono ad una funzione prevalentemente di rinalzo.

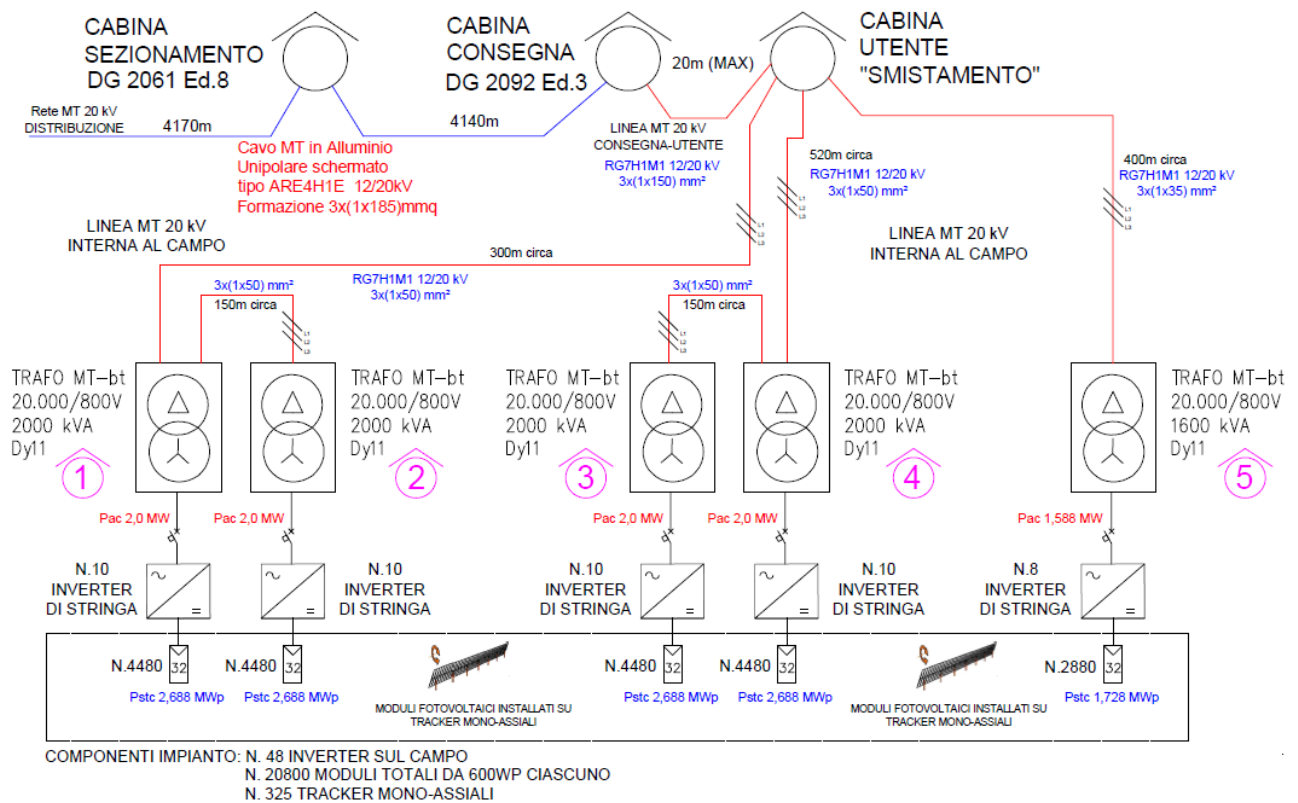
**Le funzioni del sistema di protezione d'interfaccia possono essere realizzate tramite: un dispositivo dedicato (relè);**

Nell'impianto oggetto della presente il **sistema di rinalzo** alla mancata apertura del dispositivo di interfaccia previsto in MT, consiste nel riportare il comando di scatto, emesso dalla protezione di interfaccia, agli organi di manovra in MT asserviti alla protezione e sezionamento delle dorsali MT interne all'impianto. Esso è costituito da un circuito a lancio di tensione, condizionato dalla posizione di chiuso del dispositivo di interfaccia, con temporizzazione ritardata a 0.5 s, che agirà sulle bobine a lancio di corrente presenti negli interruttori MT.

## DISTRIBUZIONE DELLE CABINE E L'ORO COMPOSIZIONE

- Per l'impianto agro fotovoltaico oggetto della presente è prevista una cabina di consegna energia successivamente descritta conforme alla specifica di E-Distribuzione “DG2092 ed.3” che alimenta in MT una cabina denominata utente “Smistamento” dove trovano alloggio tutte le apparecchiature MT di protezione e sezionamento conformi alla CEI 0-16, a quest'ultima cabina sono interconnessi n.5 cabine di **sottocampo/trasformazione** con potenza massima in immissione da **2.000,00 kW** in MT a 20kV per le cabine “**sottocampo 1,2,3,4**” e da **1.588,00 kW** in MT a 20kV per la cabina “**sottocampo 5**”, nelle cabine prefabbricate di trasformazione MT/BT “**sottocampo 1,2,3,4**” è installato un trasformatore da **2000kVA 20/0,8 kV**, e nella cabina di trasformazione MT/BT “**sottocampo 5**” è installato un trasformatore da **1600kVA 20/0,8 kV**, a mezzo quadro di bassa tensione di parallelo si collegano i rispettivi inverter trifase di stringa installati sul campo, come da tavole di progetto.

## Rappresentazione schematica



Di seguito si descriveranno in dettaglio le suddette cabine, e più precisamente:

### CABINA ENTE EROGATORE E CONNESSIONE CON LA RETE MT A 20KV

**N°1 Box** prefabbricato tipo **P67DG2092** ad uso esclusivo di E-Distribuzione secondo **specificata DG2092 ed.3**, dalle dimensioni di ingombro **6,76x2,50x2,55h**, diviso in due vani, predisposti per la posa degli scomparti MT di E-Distribuzione ed i relativi gruppi di misura, come da vista su pianta da tavola allegata.

**N.1 Vasca** prefabbricata di **fondazione**: basamento d'appoggio prefabbricato in c.a.v., realizzato in monoblocco in modo da creare un vasca stagna sottostante tutto il locale consegna, secondo **specificata Enel DG2092, 3** dotata di: collegamento meccanico con sistema di accoppiamento tra il box e la vasca tale da impedire eventuali spostamenti orizzontali del box stesso e garantire una perfetta tenuta all'acqua fori a frattura prestabilita per il passaggio dei cavi MT e BT, connettore interno esterno per il collegamento rete di terra esterna.

### CABINA UTENTE "SMISTAMENTO"

**N°1 Box** prefabbricato ad uso esclusivo **dell'utente** dalle dimensioni di ingombro indicative di **4,48x2,50x2,55**, unico locale utente QMT, come da vista su pianta da tavola di progetto, completo di tutte le apparecchiature elettromeccaniche come da schema elettrico di progetto.

**N°1 Vasca/basamento prefabbricato di fondo incorporata** con fori a frattura prestabilita per il passaggio dei cavi MT/BT.

## CABINE “SOTTOCAMPI DI TRASFORMAZIONE BT/MT

**N°1 Box** prefabbricato ad uso esclusivo **dell’utente** dalle dimensioni di ingombro indicative **8,7x2,50xh2,55**, diviso in due vani, vano QMT/QBT e vano trasformatore, come da vista su pianta da tavola di progetto, completo di tutte le apparecchiature elettromeccaniche come da schema elettrico di progetto nonché **di Trasformatore** trifase di distribuzione a raffreddamento naturale in resina **AN**, potenza **2000kVA o 1600kVA** rapporto **20.000/800V**, collegamenti e gruppo vettoriale Dy11, perdite ridotte conformi al Regolamento Europeo UE/548/2014, cavi elettrici MT/BT

**N°1 Vasca/basamento prefabbricato di fondo incorporata** con fori a frattura prestabilita per il passaggio dei cavi MT/BT.

## CAVI ELETTRICI E DIMENSIONAMENTO

Il dimensionamento dei conduttori è effettuato in conformità con le prescrizioni della Norma CEI 11-17, con le seguenti precisazioni:

I conduttori B.T. alimentanti utenze sono dimensionati come prescritto dalla Norma CEI 64-8, tenendo conto delle portate e delle cadute di tensione ammesse.

Si è tenuto conto altresì delle correnti di corto circuito possibili per la durata determinata dal tempo di intervento della protezione a monte. Dove la sezione del conduttore, tenendo conto dell'  $I^2t$ , è risultata superiore a quello desumibile dal carico nominale, il dimensionamento è stato adeguato in conseguenza.

I conduttori B.T. in partenza dai quadri principali/generali, risultano protetti dalla corrente di corto circuito, in qualsiasi punto del conduttore avvenga il corto stesso. Tutti gli altri conduttori in partenza da vari quadri sono invece protetti per la corrente di corto circuito ai terminali di arrivo dell'utenza alimentata.

La caduta di tensione massima ammessa tra i quadri, sottoquadri e punto di consegna non supera complessivamente il 4%. (Norma CEI 64-8/5, par.525).

La sezione dei conduttori è stata determinata tenendo conto di:

- corrente di impiego  $I_b$ ;
- corrente massima del dispositivo di protezione  $I_n$ ;
- corrente massima ammissibile dal conduttore in funzione delle condizioni di impiego, di posa e del tipo di cavo,  $I_z$ ;
- corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione  $I_f$ ;
- massima caduta di tensione ammessa pari al 4%.

Le sezioni utilizzate sono risultate in accordo con le tabelle CEI-UNEL 35023 e 3502 in taluni casi anche sovradimensionati in maniera tale da ridurre le perdite per effetto joule considerando che a maggiore costo di installazione fa riscontro un minore costo di esercizio e quindi più producibilità per l'impianto.

## Protezione da sovraccarichi e da cortocircuiti.

La protezione contro i sovraccarichi e cortocircuiti è ottenuta nell'impianto in esame tramite interruttori automatici magnetotermici in grado di interrompere qualsiasi sovracorrente, sino alla corrente di cortocircuito presunta nel punto in cui sono installati.

Sono previsti interruttori di protezione in grado di interrompere le correnti di sovraccarico dei conduttori del circuito prima che tali correnti possano provocare un riscaldamento nocivo all'isolamento, ai collegamenti, ai terminali o all'ambiente circostante le condutture.

In modo da soddisfare le relazioni:  $I_b \leq I_n \leq I_z$ ;  $I_f \leq 1,45 I_z$

Dove è:

**$I_b$  = corrente di impiego nel circuito;**

**$I_z$  = portata in regime permanente della conduttura;**

**$I_n$  = corrente nominale del dispositivo di protezione;**

**$I_f$  = corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione.**

La seconda relazione è soddisfatta automaticamente con l'uso di interruttori magnetotermici a norme CEI 23.3 o CEI 17.5.

La protezione dai cortocircuiti (effettuata con interruttori automatici) è garantita poiché l'energia specifica (**fig.1**), lasciata passare dall'interruttore durante il suo intervento, non supera quella sopportabile dal cavo.

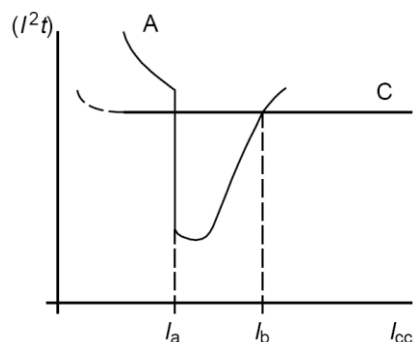
Inoltre poiché conformemente alla norma CEI 64-8 il dispositivo di protezione contro i sovraccarichi è in accordo con le prescrizioni della Sezione 433 ed ha un potere di interruzione non inferiore al valore della corrente di cortocircuito presunta nel suo punto di installazione, si considera che esso assicuri anche la protezione contro le correnti di cortocircuito della conduttura situata a valle di quel punto.

*C = curva dell' $I^2t$  sopportabile dal cavo;*

*A = curva dell' $I^2t$  lasciato passare dall'interruttore automatico.*

*$I_{cc}$  = corrente di cortocircuito*

fig. 1



La corrente di cortocircuito calcolata che si produce per un guasto all'estremità della conduttura più lontana dal punto di alimentazione ( $I_{cc \text{ min.}}$ ) non è inferiore ad  **$I_a$** :

$$(I_{cc \text{ min}} \geq I_a)$$

La corrente di cortocircuito calcolata che si produce per un guasto franco all'inizio della conduttura ( $I_{cc \text{ max}}$ ) non è superiore ad  **$I_b$** :

$$(I_{cc \text{ max}} \leq I_b)$$

**Lato BT in AC - sistemi I Categoria, *connessione QBT parallelo inverter -  
Trasformatore***

Per il collegamento **dall'interruttore automatico Generale del quadro BT di bassa tensione al trasformatore** elevatore BT/MT saranno utilizzati cavi di idonea sezione, Fasi **3x2(1x400mm<sup>2</sup>)**, senza Neutro tipo FG16R16 per posa fissa, classificazione **CPR(UE) n°305/11 Cca-s3,d1,a3**, isolati in gomma etilenpropilenica alto modulo di qualità G7, non propaganti l'incendio a ridotta emissione di gas corrosivi, con **Tensione Nominale U0/U**: ca, 600/1000 V;

**CONDIZIONI DI VALIDITA' PER I DIMENSIONAMENTI DEI CAVI SOPRA ESPOSTI**

Nella realizzazione impiegata per il dimensionamento della sezione del cavo in relazione al cortocircuito il valore dell' integrale di Joule ( $I^2t$ ) è stato calcolato assumendo per I il valore efficace della corrente di cortocircuito e per t la durata del cortocircuito stesso.

Quest' approssimazione è valida per cortocircuiti di durata superiore ad alcuni periodi. Nel caso di durate brevi ( $<0,1$  s) e di impiego di dispositivi di protezione del tipo limitatore il valore dell'integrale di Joule( $I^2t$ ) deve essere fornito dal costruttore del dispositivo di protezione.

Le formule impiegate per il calcolo delle cadute di tensione sono valide nell'ipotesi di carichi induttivi, caratterizzati da un fattore di potenza compreso tra 0,9 e 0,5.

I valori di resistenza impiegati per il calcolo delle cadute di tensione sono riferiti alla massima temperatura di funzionamento del cavo scelto.

Inoltre per la scelta dei cavidotti si è previsto per favorire la sfilabilità dei cavi che il diametro interno dei tubi protettivi di forma circolare sia pari almeno a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi che essi sono destinati a contenere, con un minimo di 10 mm.

Lo scavo nel terreno sarà realizzato in modo tale da permettere la posa dei cavidotti ad una profondità  $\geq$  di 600mm dalla superficie di calpestio, sia il fondo dello scavo che il suo riempimento sarà realizzato con materiale di riporto in modo da costituire un supporto continuo e piano al cavidotto.

**Interconnessioni all'interno delle cabine elettriche**

Per i cavi di collegamento lato MT dai trasformatori ai relativi quadri MT e tra il quadro BT ed il trasformatore, la posa sarà effettuata in idonei cunicoli realizzati nei basamenti prefabbricati in cemento armato vibrato per la posa delle cabine elettriche prefabbricate di trasformazione.

Tali cunicoli realizzano un adeguata protezione meccanica, idonea a garantire conformemente alle norme vigenti, la protezione contro i contatti diretti.

La profondità di posa dei cavi all'interno dei suddetti cunicoli sarà  $\geq$  di 1000mm dalla superficie di calpestio.

Montenero di Bisaccia, 22/11/2021

**Il progettista**  
