

# IMPIANTO FOTOVOLTAICO EG DANTE SRL E OPERE CONNESSE

POTENZA IMPIANTO 19,01 MWp - COMUNE DI PORTOMAGGIORE (FE)

## Proponente

**EG DANTE S.R.L.**

VIA DEI PELLEGRINI 22 · 20122 MILANO (MI) · P.IVA: 11769750966 PEC: [egdante@pec.it](mailto:egdante@pec.it)



## Progettazione

**Ing. Matteo Bono**

Via per Rovato, 29/C - 25030 Erbusco (BS )

tel.: 030/5281283 · e-mail: [m.bono@solareng.it](mailto:m.bono@solareng.it) · PEC: [solareng@pec.solareng.it](mailto:solareng@pec.solareng.it)



## Collaboratori

**Ing. Marco Passeri**

Via per Rovato, 29/C - 25030 Erbusco (BS )

tel.: 030/5281283 · e-mail: [m.passeri@solareng.it](mailto:m.passeri@solareng.it) · PEC: [solareng@pec.solareng.it](mailto:solareng@pec.solareng.it)

## Coordinamento progettuale

**SOLAR ENGINEERING S.R.L.**

VIA ILARIA ALPI, 4 · 46100 MANTOVA (MN) · P.IVA: 02645550209 · email: [solareng@pec.solareng.it](mailto:solareng@pec.solareng.it)

## Titolo Elaborato

### RELAZIONE IMPIANTI ELETTRICI E LINEA ELETTRICA

LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILENAME	RIFERIMENTO	DATA	SCALA
DEFINITIVO	REL06_00	-	-	15/12/2021	-

## Revisioni

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
	15/12/2021	RT	LP	MB/MP	EG



Comune di Portomaggiore (FE)

Regione EMILIA ROMAGNA



# RELAZIONE IMPIANTI ELETTRICI E LINEA ELETTRICA

---

## Sommario

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....</b>	<b>2</b>
<b>3. DEFINIZIONI.....</b>	<b>4</b>
<b>4. DESCRIZIONE DEI SITI.....</b>	<b>4</b>
<b>5. DATI DI PROGETTO.....</b>	<b>6</b>
<b>6. DISPOSITIVI DI PROTEZIONE PER IL COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA .....</b>	<b>7</b>
<i>a. DISPOSITIVO DEL GENERATORE (DDG).....</i>	<i>8</i>
<i>b. DISPOSITIVO DI INTERFACCIA (DDI) .....</i>	<i>9</i>
<i>c. DISPOSITIVO GENERALE (DG) .....</i>	<i>9</i>
<i>d. DISPOSITIVO DI RINCALZO (DDR).....</i>	<i>9</i>
<i>e. SISTEMA DI PROTEZIONE GENERALE (SPG) .....</i>	<i>9</i>
<i>f. SISTEMA DI PROTEZIONE DI INTERFACCIA (SPI).....</i>	<i>9</i>
<i>g. PROTEZIONE GENERALE (PG).....</i>	<i>11</i>
<b>7. SICUREZZA DELL'IMPIANTO .....</b>	<b>11</b>
<i>a. PROTEZIONE DA CORTO CIRCUITI SUL LATO D.C. DELL'IMPIANTO .....</i>	<i>11</i>
<i>b. PROTEZIONE DA CONTATTI ACCIDENTALI LATO D.C.....</i>	<i>11</i>
<i>c. PROTEZIONE DA FULMINI LATO D.C. ....</i>	<i>12</i>
<i>d. PROTEZIONE SUL LATO C.A. DELL'IMPIANTO.....</i>	<i>12</i>
<i>e. IMPIANTO DI MESSA A TERRA .....</i>	<i>12</i>
<b>8. REALIZZAZIONE LINEE ELETTRICHE.....</b>	<b>12</b>
<b>9. LINEA IN CAVO SOTTERRANEO .....</b>	<b>12</b>
<b>10. SCELTA DEI CAVI.....</b>	<b>13</b>
<b>11. COLLEGAMENTI A TERRA .....</b>	<b>13</b>

## 1. PREMESSA

L'intervento oggetto della presente relazione tecnica ha come finalità la realizzazione di un impianto fotovoltaico a cura della società proponente, la EG DANTE S.r.l., avente la denominazione e potenza di seguito riportato in tabella:

DENOMINAZIONE IMPIANTO	EG DANTE
POTENZA DI PICCO DC (kW)	19.012,00
POTENZA NOMINALE AC (kW)	16.165,00
POTENZA LIMITATA AC (kW)	16.800,00

L'impianto fotovoltaico sarà connesso alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) in media tensione e verrà realizzato su una superficie agricola ubicata nel territorio di pertinenza del comune di Portomaggiore in Provincia di Ferrara.

Come anticipato, l'impianto in oggetto sarà connesso alla rete (grid connected) in modalità di cessione pura, pertanto, l'energia elettrica prodotta non sarà utilizzata in loco ma verrà interamente immessa in rete al netto dei consumi dei servizi ausiliari necessari al corretto funzionamento dell'intero sistema.

## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Dovranno essere rispettate le prescrizioni imposte dalla D.M. 37-2008: Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.

Devono essere altresì rispettate le prescrizioni dettate dalle seguenti disposizioni legislative:

- • Legge n.186/1968: "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici";
- D.Lgs. n.81 del 9/04/2008: "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";
- Legge 791/77: "attuazione della direttiva europea n.73/23/CEE - Direttiva Bassa Tensione"
- D.Lgs. 14/08/96 n°493: "Segnaletica di sicurezza e/ o salute sul luogo del lavoro";
- D.Lgs. 12/11/96 n°615: "Attuazione della direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 03/05/1989 in materia di riavvicinamento delle legislazioni degli stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica, modificata ed integrata dalla direttiva 92/31/CEE del Consiglio del 28/04/1992, dalla direttiva 93/68/CEE del Consiglio del 22/07/1993 e dalla direttiva 93/97/CEE del Consiglio del 29/10/1993". D.G.R. 5/1 del 28/01/2016.

In base alla destinazione finale d'uso degli ambienti interessati, dovranno essere rispettate le prescrizioni normative tecniche dettate da:

- CEI 64-8: "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in C.A. e a 1500 V in C.C.";
- CEI 17-13/1: "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per Bassa Tensione. Parte 1: Apparecchiature di serie soggette a prove di tipo (AS) ed apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)";

- CEI 23-51: “Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.” Si sottolinea come, in conformità a quanto prescritto dalla Normativa CEI 23-51, i quadri di distribuzione con corrente nominale maggiore di 32A (e minore di 125A), sono sottoposti a verifiche analitiche dei limiti di sovratemperatura, secondo le modalità illustrate dalla stessa CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo”;
- CEI 20-22: “Prova dei cavi non propaganti l’incendio”;
- CEI 20-38: “Cavi isolati con gomma non propaganti l’incendio ed a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi”;
- ISO 3684: “Segnali di sicurezza, colori”;
- CEI 81-3: “Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato nei comuni d’Italia, in ordine alfabetico”;
- CEI 81-10/1: “Protezione contro i fulmini” Principi generali CEI 81-10/2: “Protezione contro i fulmini” Valutazione del rischio CEI 81-10/3: “Protezione contro i fulmini” Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone CEI 81-10/4: “Protezione contro i fulmini” Impianti elettrici ed elettronici nelle CEI 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI EN 60904-1: Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;
- CEI EN 60904-2: Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;
- CEI EN 60904-3: Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
- CEI EN 61727: Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell’interfaccia di raccordo con la rete;
- CEI EN 61215: Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61646 (82-12): Moduli fotovoltaici a film sottile per usi terrestri – Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
- 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 60555-1: Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili-Parte 1: Definizioni;
- CEI EN 60439-1-2-3: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione;
- CEI EN 60445: Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- CEI EN 60529: Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 60099-1-2: Scaricatori;
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
- CEI EN 61724: Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici. Linee guida per la misura, lo scambio e l’analisi dei dati;

- IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings - Part 7-712: Requirements for special installations or locations Solar photovoltaic (PV) power supply systems.strutture;

Sono inoltre considerate le raccomandazioni contenute all'interno delle seguenti Guide:

- CEI 82-25 Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- CEI 11-35: Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale;
- CEI 11-25 "Correnti di corto circuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 0. Calcolo delle correnti";
- CEI 11-28 "Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione";
- CEI 64-50 "Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione per impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati. Criteri generali";
- CEI 64-53: "Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione per impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati. Criteri particolari per edifici ad uso prevalentemente residenziale;
- "CEI 0-16; V2: "Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica";
- Codice di rete Terna.

### 3. DEFINIZIONI

Gli impianti fotovoltaici sono sistemi in grado di captare e trasformare l'energia solare in energia elettrica, l'energia viene poi convertita in corrente elettrica alternata per essere poi immessa nella rete, con la quale lavora in regime di cessione totale.

Un impianto fotovoltaico è costituito da un insieme di componenti meccanici, elettrici ed elettronici che captano l'energia solare, la trasformano in energia elettrica, sino a renderla disponibile all'immissione in rete.

Il rendimento di conversione complessivo di un impianto è il risultato di una serie di rendimenti, che a partire da quello della cella, passando per quello del modulo, del sistema di controllo della potenza e di quello di conversione, ed eventualmente di quello di accumulo, permette di ricavare la percentuale di energia incidente che è possibile trovare all'uscita dell'impianto, sotto forma di energia elettrica, resa alla rete.

### 4. DESCRIZIONE DEI SITI

L'area in cui verrà realizzato l'impianto è meglio definita negli elaborati grafici allegati.

L'area oggetto d'intervento si trova nel Comune di Portomaggiore, nella provincia di Ferrara, su terreni regolarmente censiti al catasto come da piano particellare di seguito riportato. Il design di impianto ha tenuto conto delle superfici di terreno disponibile all'installazione del generatore fotovoltaico.

Rispetto all'agglomerato urbano della città di Portomaggiore l'area di impianto è ubicata nella zona periferica a Sud-Est della città a circa 6 km.

L'impianto è realizzato in zona agricola, i lotti risultano adiacenti a strade vicinali e confinanti (diversa proprietà).

DENOMINAZIONE IMPIANTO	<b>EG DANTE</b>
LATITUDINE	44.660200°
LONGITUDINE	11.877133°
QUOTA s.l.m.	-0,5 m circa
FOGLIO CATASTALE	156
PARTICELLE	10



*Figura 1 - immagine ortofotografica area impianto e tracciato di rete*

Nell'immagine satellitare di cui sopra l'area occupata dall'impianto fotovoltaico è evidenziata in rosso. Con il tratteggio di colore giallo è inoltre evidenziata la linea elettrica in cavo, alla tensione nominale di esercizio di 30 kV (MT), che collega l'impianto alla RTN tramite realizzazione di una nuova Sotto Stazione Utente MT, a 132 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN a 132 kV "Portomaggiore – Bando" gestita da Terna ed individuata come punto di connessione alla rete pubblica di trasmissione nazionale, comunicata mediante la Soluzione Tecnica Minima Generale.

## 5. DATI DI PROGETTO

Il sito individuato per la realizzazione dell'impianto si trova nel Comune di Portomaggiore, ad una quota praticamente al livello del mare.

I moduli fotovoltaici installati avranno potenza nominale (@STC) pari a 590 W e saranno installati "a terra" su strutture tipo tracker (inseguitore solare) mono-assiale Nord/Sud.

L'inseguitore monoasse orizzontale, tramite dispositivi elettromeccanici, segue il sole tutto il giorno, da Est a Ovest sull'asse di rotazione orizzontale Nord - Sud (inclinazione 0°), in modo da consentire la massima raccolta di energia nell'arco dell'anno.

Oltre alla radiazione solare diretta è diffusa è stata considerata anche una componente di albedo.

Le tavole allegate riportano lo schema a blocchi e lo schema elettrico generale dell'impianto fotovoltaico da cui si evidenziano le principali funzioni svolte dai vari sottosistemi e apparecchiature che compongono l'impianto stesso.

Con riferimento all'area disponibile dei siti individuati, l'impianto è dimensionato in modo tale da costruire il campo fotovoltaico EG Dante della potenza di 19.012 kW.

I moduli fotovoltaici scelti per la realizzazione dell'impianto oggetto della presente relazione sono di tipo bifacciale in grado cioè di captare la radiazione luminosa sia sul fronte che sul retro del modulo, avranno dimensioni pari a (2172 H x 1303 L x 40 P) mm e sono composti da 120 celle (2x60) in silicio monocristallino tipo P. Essi saranno fissati su ciascun tracker in modalità portrait 2xN, ovvero in file composte da doppi moduli con lato corto parallelo all'asse di rotazione (N-S), le strutture utilizzate nel presente progetto saranno essenzialmente di tre tipi individuate in funzione della loro lunghezza, (2x16 moduli), (2x32 moduli) e (2x48 moduli) a cui corrispondono inseguitori solari di lunghezza complessiva 21, 42, oppure 63 metri. L'asse centrale di rotazione sarà collegato a pali di sostegno verticali infissi nel terreno senza l'ausilio di opere in calcestruzzo.

I moduli saranno collegati tra di loro in serie a formare stringhe ciascuna delle quali composta da 32 moduli, la lunghezza di stringa è stabilita in funzione delle caratteristiche del sistema fotovoltaico in termini di tensione massima ammissibile e della potenza complessiva. Preventivamente al collegamento sul convertitore statico le stringhe saranno opportunamente collegate in parallelo tra di loro in corrispondenza dei quadri di campo (combiner box), ogni parallelo costituirà un blocco operativo e il numero di stringhe ad esso collegato è stato valutato in funzione delle correnti in gioco.

Il generatore fotovoltaico è composto complessivamente da 32.224 moduli e la superficie utile netta (alla recinzione dei campi) dell'impianto è di circa 233.550 mq.

Per la conversione della corrente continua prodotta dai moduli fotovoltaici in corrente alternata fruibile dal sistema di distribuzione e trasmissione nazionale, saranno utilizzate delle stazioni di trasformazione composte dalla combinazione di inverter, trasformatore BT/MT 0,8/30kV, quadri elettrici oltre agli apparati di gestione, controllo e protezione necessari al corretto funzionamento ordinario dei suddetti apparati. Ciascuna stazione di trasformazione sarà composta da un box tipo container di dimensioni pari a 6.058 L x 2.896 H x 2.438 P mm.

Nel presente progetto si considerano 2 scenari per quanto riguarda i sistemi di condizionamento della potenza (inverter) in modo da adattarsi alle migliori condizioni di mercato e ai requisiti della rete di immissione.

Il primo scenario contempla l'utilizzo di string-inverter:

Lo string-inverter è ubicato alla fine di una fila di tracker e fissato sul palo. L'inverter è installato all'aperto, e utilizza un sistema di raffreddamento ad aria "smart air cooling" in modo da mantenere la temperatura interna nel range che evita un derating della potenza della macchina ed un veloce invecchiamento dei componenti

elettronici. Le unità previste sono tutte uguali ed hanno una potenza nominale alle condizioni di test standard di 0,215 kVA ( $\text{Cos } \varphi = 1$ ) e con 9 MPPT per ciascuna unità.

Il secondo scenario contempla l'utilizzo di inverter centrali:

Gli inverter centrali sono posizionati in un edificio prefabbricato e dotato di ventilazione forzata in modo da mantenere la temperatura interna nel range che evita un derating della potenza della macchina ed un veloce invecchiamento dei componenti elettronici.

Le unità previste sono tutte uguali ed hanno una potenza nominale alle condizioni di test standard di 3.347 kVA ( $\text{Cos } \varphi = 1$ ) e con 2 MPPT per ciascuna unità. Pertanto, l'inverter centrali gestisce un elevato numero di stringhe e di moduli; l'eventuale guasto di una delle macchine presenti avrebbe come conseguenza l'off line di una porzione significativa dell'intero generatore fotovoltaico. Di seguito si riporta una tabella con evidenziato il numero e la taglia degli inverter utilizzati per ciascun impianto e i relativi valori di rapporto DC/AC (potenza ingresso/uscita).

L'uscita MT dei trasformatori a 30 kV trifase sarà collegata alle apparecchiature di manovra, protezione e sezionamento installate in una cabina di interfaccia.

La cabina di interfaccia rappresenta il punto di connessione con la linea MT che si attesterà nella stazione di trasformazione e di elevazione utente per consentire il collegamento alla RTN a 132 kV.

La cabina di interfaccia è costituita da un manufatto all'interno del quale sarà collocato il quadro di distribuzione MT che collega con due anelli tutte le stazioni di trasformazione presenti in campo, ognuna riferita alla propria zona di competenza. Come sopra indicato, il quadro MT rappresenta il punto di interfaccia dell'impianto con la rete pubblica, su di esso verrà infatti attestata la linea di collegamento in uscita dal campo verso la sottostazione elettrica e su di esso saranno collocate tutte le protezioni indicate dalle vigenti normative tecniche per la connessione come il Sistema di Protezione Generale (SPG) e il Sistema di Protezione di Interfaccia (SPI).

L'impianto fotovoltaico oggetto della presente prevede la predisposizione per un sistema di accumulo dell'energia elettrica prodotta. Si prevede l'installazione di box batterie in corrispondenza di ogni stazione di trasformazione e collegate all'impianto in modalità di accoppiamento DC coupling, ovvero in corrispondenza del lato in corrente continua.

L'impianto fotovoltaico sarà completato, oltre che dall'installazione degli elementi sopraindicati, anche da una control room che sarà integrata alla cabina di interfaccia e posizionate quanto più in prossimità del punto di ingresso al campo.

La control room è il locale all'interno del quale saranno collocati i principali apparati ausiliari che consentono la corretta gestione ed esercizio dell'impianto. In particolare, saranno collocati all'interno della control room gli apparati per la trasmissione dati, per il sistema antintrusione e di videosorveglianza oltre che il quadro di bassa tensione attraverso il quale si provvederà all'alimentazione di tutti i suddetti apparati e all'impianto di illuminazione perimetrale.

## **6. DISPOSITIVI DI PROTEZIONE PER IL COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA**

Gli impianti fotovoltaici sono sistemi in grado di captare e trasformare l'energia solare in energia elettrica, connessi alla rete elettrica di distribuzione (grid-connected): l'energia viene convertita in corrente elettrica alternata per alimentare il carico-utente e/o immessa in rete, con la quale lavora in regime di cessione totale.

La protezione del sistema di generazione nei confronti sia della rete auto produttore che della rete pubblica, è realizzata in conformità a quanto prescritto dalla norma CEI 0-16.

Gli impianti risultano equipaggiati con sistemi di protezione che si articolano su tre livelli:

- **dispositivi del generatore (DDG):** Apparecchiatura di manovra e protezione la cui apertura (comandata da un apposito sistema di protezione) determina la separazione del gruppo di generazione;
- **dispositivo di interfaccia (DDI):** Una (o più) apparecchiature di manovra la cui apertura (comandata da un apposito sistema di protezione) assicura la separazione dell'impianto di produzione dalla rete, consentendo all'impianto di produzione stesso l'eventuale funzionamento in isola sui carichi privilegiati;
- **dispositivo generale (DG):** Apparecchiatura di protezione, manovra e sezionamento la cui apertura (comandata dal Sistema di Protezione Generale) assicura la separazione dell'intero impianto dell'Utente dalla rete del Distributore. Nel caso di impianto che presenti un'unica linea di alimentazione (immediatamente a valle del cavo di collegamento) il DG è unico.
- **dispositivo di rialzo (DDR):** Apparecchiatura con idonea capacità di manovra, apertura e sezionamento, la cui apertura separa la rete del Distributore dai gruppi di generazione del produttore nel caso di intervento delle Protezioni di Interfaccia e di mancata apertura del DDI. Il DDR è richiesto nei casi precisati dalla presente norma ed è asservito al Sistema di Protezione di Interfaccia e a una logica di controllo della corretta apertura dello stesso. Il produttore deve prevedere all'interno del proprio impianto uno o più DDR in modo da potere effettuare il ricalzo alla mancata apertura di tutti i DDI presenti. Il DDR può coincidere con il Dispositivo Generale (in tal caso viene indicato con la sigla DGDDR), con il Dispositivo Di Generatore (in tal caso viene indicato con la sigla DDG-DDR) o con un altro dispositivo interposto tra i due (in tal caso viene indicato con la sigla DDR). Non può invece mai coincidere con il DDI.
- **Sistema di Protezione Generale (SPG):** Sistema di protezione associato al Dispositivo Generale, composto da:
  - Trasformatori/trasduttori di corrente con le relative connessioni al relé di protezione;
  - Relè di protezione generale (PG) con relativa alimentazione;
  - Circuiti di apertura dell'interruttore.
- **Sistema di Protezione di Interfaccia (SPI):** Sistema di protezione associato al Dispositivo Di Interfaccia, composto da:
  - Trasformatori/trasduttori di tensione, con le relative connessioni al relé di protezione;
  - Relè di protezione di interfaccia (PI) con relativa alimentazione;
  - Circuiti di apertura dell'interruttore (DDI).
- **Protezione Generale (PG):** Insieme di protezioni utilizzate per la rilevazione di guasti interni all'impianto dell'utente. La PG è richiesta a tutti gli impianti di utente e agisce sul DG, con la finalità di provocare la separazione dell'impianto dell'utente dalla rete del Distributore in caso di guasti interni all'impianto stesso, in modo selettivo con le protezioni presenti sulla rete di distribuzione.

#### a. DISPOSITIVO DEL GENERATORE (DDG)

Ciascuna stazione di trasformazione è protetta da un interruttore automatico con sganciatore di apertura collegato al pannello del dispositivo di interfaccia. Gli inverter sono anche dotati di dispositivi contro le sovratensioni generate in condizioni anomale lato corrente alternata.

#### b. DISPOSITIVO DI INTERFACCIA (DDI)

Il dispositivo di interfaccia determina il distacco del sistema dalla rete per guasti o funzionamenti anomali della rete pubblica, o per apertura intenzionale del dispositivo della rete pubblica (es. manutenzione); questo allo scopo di evitare il funzionamento in isola dell'impianto, sarà assicurato l'intervento coordinato del dispositivo di interfaccia con quelli del generatore e della rete pubblica, per guasti o funzionamenti anomali durante il funzionamento in parallelo con la rete.

Le protezioni di interfaccia sono costituite da relè di massima e minima frequenza, relè di massima e minima tensione, relè di massima tensione omopolare, e sono inserite in un pannello polivalente conforme alla norma CEI 0-16.

#### c. DISPOSITIVO GENERALE (DG)

Il dispositivo generale (DG) ha la funzione di salvaguardare il funzionamento della rete nei confronti di guasti nel sistema di generazione elettrica; il DG deve assicurare le funzioni di sezionamento, comando e interruzione, ed è costituito da un interruttore in SF6 con sganciatore di apertura, predisposto per essere controllato da una protezione generale di massima corrente di fase e una di massima corrente omopolare.

#### d. DISPOSITIVO DI RINCALZO (DDR)

Il dispositivo di ricalzo è richiesto per la sicurezza dell'esercizio della rete.

Per impianti attivi con potenze superiori a 400 kW è necessario prevedere un ricalzo alla mancata apertura del dispositivo d'interfaccia. Il ricalzo consiste nel riportare il comando di scatto, emesso dalla protezione di interfaccia, ad un altro dispositivo di interruzione. Esso è costituito da un circuito, condizionato dalla posizione di chiuso del dispositivo di interfaccia, che agisce sul dispositivo generale, con ritardo non eccedente 1 s. Il temporizzatore viene attivato dal circuito di scatto della protezione di interfaccia. Il ripristino del dispositivo di ricalzo deve avvenire solo manualmente. La soluzione prescelta deve essere comunque approvata dal Distributore.

#### e. SISTEMA DI PROTEZIONE GENERALE (SPG)

Il sistema di protezione generale SPG deve essere in grado di funzionare correttamente in tutto il campo di variabilità delle correnti e delle tensioni che si possono determinare nelle condizioni di guasto per le quali è stato previsto. Il SPG deve provvedere a isolare in modo definitivo e selettivo la sola parte guasta dell'impianto di Utente solo in caso di guasti interni, compatibilmente con lo schema di connessione adottato, senza coinvolgere parti di rete o altri Utenti direttamente o indirettamente connessi. Il SPG non deve intervenire in caso di guasto sulla rete del Distributore.

Le protezioni del SPG (Protezione Generale, PG nel seguito) devono agire sull'interruttore generale (ovvero sugli interruttori attestati sulla sbarra Utente, in caso di omissione del DG).

#### f. SISTEMA DI PROTEZIONE DI INTERFACCIA (SPI)

Il sistema di protezione di interfaccia (SPI), agendo sul DDI, separa l'impianto di produzione dalla rete di distribuzione evitando che:

- in caso di mancanza della tensione di rete, l'Utente possa alimentare la rete stessa creando situazioni di esercizio in isola non intenzionale;
- in caso di guasto sulla linea MT cui è connesso, l'Utente sostenga il guasto;
- in caso di richiuse automatiche o manuali di interruttori della rete di distribuzione, il generatore convenzionale possa trovarsi in condizioni tali da provocare il danneggiamento dell'albero del generatore stesso.

In particolari situazioni di carico della rete di distribuzione, l'intervento del SPI e la conseguente apertura del DDI potrebbero non avvenire in caso di mancanza dell'alimentazione o di guasti sulla rete. Pertanto, l'Utente

attivo deve mettere in atto tutti gli accorgimenti necessari alla salvaguardia dei propri impianti che devono resistere alle sollecitazioni meccaniche causate dalle coppie elettrodinamiche conseguenti alla richiusura automatica rapida degli interruttori di linea in CP o lungo linea.

Per consentire un rapido distacco degli impianti dalla rete in presenza di disturbi su di essa, il sistema di protezione di interfaccia (SPI) previsto per la generalità degli impianti avrà un secondo insieme di regolazioni nello stesso relè, con le seguenti soglie di intervento e temporizzazioni più sensibili:

minima tensione (27): 85 % Un    temporizzazione: 0,2s

massima tensione (59): 110 % Un    temporizzazione: 0,1s

minima frequenza (81<): 49,8 Hz    temporizzazione: 0,15s

minima frequenza (81>): 50,2 Hz    temporizzazione: 0,15s

Il Sistema di Protezione di Interfaccia (SPI) associato al DDI prevede relè di frequenza (anche con sblocco voltmetrico), di tensione, e di tensione residua. La protezione d'interfaccia dell'impianto di produzione deve operare in maniera opportuna contemperando le esigenze locali con quelle di sistema attraverso una opportuna funzione di sblocco voltmetrico, volto alla rilevazione di una condizione di guasto sulla rete MT. Devono quindi essere previste le seguenti protezioni:

- massima tensione (59, con due soglie);
- minima tensione (27, con due soglie);
- massima tensione residua lato MT (59 V0, ritardata);
- massima frequenza (81>.S1, con sblocco voltmetrico);
- minima frequenza (81<.S1, con sblocco voltmetrico);
- massima frequenza (81>.S2, ritardata);
- minima frequenza (81<.S2, ritardata).

La funzione di sblocco voltmetrico è basata sulle funzioni:

- massima tensione residua (59V0, sblocco voltmetrico per attivazione delle soglie restrittive 81>.S1 e 81<.S1);
- massima tensione di sequenza inversa (59Vi, sblocco voltmetrico per attivazione delle soglie restrittive 81>.S1 e 81<.S1);
- minima tensione di sequenza diretta (27Vd, sblocco voltmetrico per attivazione delle soglie restrittive 81>.S1 e 81<.S1).

Il SPI deve inoltre avere capacità di ricevere segnali su protocollo serie CEI EN 61850 finalizzati alla gestione del comando di tele-scatto. Per gli impianti definiti nel par. 8.8.6.5, il comando di tele-distacco può anche essere attivato tramite sistema GSM/GPRS (come definito in Allegato M) ed utilizzato al fine di evitare l'isola indesiderata dovuta a manovra intenzionale del Distributore (ad esempio apertura interruttore di Cabina Primaria). Il protocollo IEC 61850 deve essere certificato di livello A da ente esterno CEI UNI EN ISO/IEC 17065 o CEI UNI EN ISO/IEC 17025, relativamente alle funzioni necessarie alla predetta gestione del comando di tele-scatto.

È possibile che PI e PG siano un unico apparecchio e/o, se distinte, che utilizzino TV in comune. Le prove cui sottoporre l'apparecchiatura, in questo caso, dovranno essere relative, sia alle funzioni di PG, che di PI. DG e DDI possono essere coincidenti e/o distinti. Per le funzioni di PI lo scatto deve avvenire obbligatoriamente

tramite bobina a mancanza di tensione. La tensione ausiliaria impiegata, per alimentazione di PI e PG, dei circuiti di apertura (a lancio di corrente e/o a mancanza di tensione), di eventuale data logger non integrati in PG, deve essere la medesima. Nel caso PG e PI coincidano, la durata dell'alimentazione ausiliaria deve essere quella attualmente indicata nella presente norma, nel caso la PI sia una protezione a sé stante, l'alimentazione ausiliaria deve consentire il funzionamento della PI per un tempo opportuno.

#### g. PROTEZIONE GENERALE (PG)

La regolazione della protezione generale dipende dalle caratteristiche dell'impianto dell'Utente e della rete di alimentazione. I valori di regolazione della protezione generale devono essere impostati dall'Utente sulla base di quanto comunicato dal Distributore d'intesa col Gestore; stante la specificità degli impianti AT, le regolazioni delle protezioni devono essere indicate caso per caso, secondo criteri di selettività. Le caratteristiche funzionali e le regolazioni delle protezioni elettriche, concordate o già impostate sulle protezioni stesse, non possono essere modificate dall'Utente senza il preventivo assenso del Distributore. L'Utente è tenuto ad adeguare le protezioni, installate sui propri impianti, che possano a qualsiasi titolo interferire con il corretto funzionamento della rete, qualora siano caratterizzate da prestazioni, stimate in base alla documentazione o verificate, insufficienti a soddisfare le prescrizioni della norma CEI 0-16.

La regolazione della protezione generale dipende dalle caratteristiche dell'impianto dell'Utente e della rete di alimentazione. I valori di regolazione della protezione generale devono essere impostati dall'Utente sulla base di quanto comunicato dal Distributore, è prevista la possibilità di concordare con il Distributore regolazioni differenti, compatibilmente con le necessità di esercizio e con le caratteristiche della rete di distribuzione.

## 7. SICUREZZA DELL'IMPIANTO

### a. PROTEZIONE DA CORTO CIRCUITI SUL LATO D.C. DELL'IMPIANTO

Gli impianti FV sono realizzati attraverso il collegamento in serie di un determinato numero di moduli FV, a loro volta realizzati attraverso il collegamento in serie/parallelo di celle FV inglobate e sigillate in un unico pannello d'insieme. Pertanto, gli impianti FV di qualsiasi dimensione conservano le caratteristiche elettriche della singola cella, semplicemente a livelli di tensione e corrente superiori, a seconda del numero di celle connesse in serie (per ottenere tensioni maggiori) oppure in parallelo (per ottenere correnti maggiori).

Negli impianti fotovoltaici la corrente di corto circuito dell'impianto non può superare la somma delle di corto circuito delle singole stringhe.

Essendo le stringhe composte da una serie di generatori di corrente (i moduli fotovoltaici) la loro corrente di corto circuito è di poco superiore alla corrente nel punto di massima potenza.

### b. PROTEZIONE DA CONTATTI ACCIDENTALI LATO D.C.

Le tensioni continue sono particolarmente pericolose per la vita. Il contatto accidentale con una tensione superiore ai 400 V c.c., che è la tensione tipica delle stringhe, può avere conseguenze letali.

Per ridurre il rischio di contatti pericolosi il campo fotovoltaico lato corrente continua è assimilabile ad un sistema IT cioè flottante di terra. La separazione galvanica tra il lato corrente continua e il lato corrente alternata è garantita dalla presenza del trasformatore BT/MT. In tal modo perché un contatto accidentale sia realmente pericoloso occorre che si entri in contatto contemporaneamente con entrambe le polarità del campo. Il contatto accidentale con una sola polarità non ha praticamente conseguenze, a meno che una delle polarità del campo non sia casualmente a contatto con la massa. Per prevenire tale eventualità gli inverter sono muniti di un opportuno dispositivo di rilevazione degli squilibri verso massa, che ne provoca l'immediato spegnimento e l'emissione di una segnalazione di allarme.

#### c. PROTEZIONE DA FULMINI LATO D.C.

Un campo fotovoltaico correttamente collegato a massa, non altera in alcun modo l'indice ceuranico della località di montaggio, e quindi la probabilità di essere colpito da un fulmine. I moduli fotovoltaici sono in alto grado insensibili alle sovratensioni atmosferiche, che invece possono risultare pericolose per le apparecchiature elettroniche di condizionamento della potenza.

Per ridurre i danni dovuti ad eventuali sovratensioni i quadri di parallelo stringhe sono muniti di varistori su entrambe le polarità dei cavi di uscita.

In caso di sovratensioni i varistori collegano una o entrambe le polarità dei cavi a massa e provocano l'immediato spegnimento gli inverter e l'emissione di una segnalazione di allarme.

#### d. PROTEZIONE SUL LATO C.A. DELL'IMPIANTO

La limitazione delle correnti del campo fotovoltaico comporta analogia limitazione anche nelle correnti in uscita dagli inverter. Corti circuiti sul lato alternata dell'impianto sono tuttavia pericolosi perché possono provocare ritorni da rete di intensità non limitata.

Per l'interruttore MT in SF6 è equipaggiato con una protezione generale di massima corrente e una protezione contro i guasti a terra.

#### e. IMPIANTO DI MESSA A TERRA

Si provvederà alla posa diretta interrata di una corda di rame nudo della sezione minima pari a 25 mmq che andrà a collegare tutte le masse e masse estranee presenti in campo e tutti i componenti dell'impianto che necessitano di questo collegamento, inoltre, vista la vastità del campo, si provvederà altresì a realizzare tramite il medesimo collegamento un sistema equipotenziale in grado di evitare l'introduzione nel sistema di potenziali pericolosi sia per gli apparati che per il personale.

Al sistema di messa a terra saranno anche collegati tutti gli apparati esistenti come quelli del sistema di supervisione (SCADA), dell'illuminazione perimetrale etc., mentre non saranno ad esso collegati i componenti di classe II e le masse estranee aventi valori di resistenza verso terra maggiori dei limiti imposti da normativa tecnica.

Le corde nude di rame saranno riportate all'interno delle stazioni di trasformazione dove è presente un collettore di terra al quale sarà attestato anche il dispersore lato MT, collegato ad anello, anch'esso realizzato tramite corda di rame nudo di sezione minima pari a 35 mmq.

## 8. REALIZZAZIONE LINEE ELETTRICHE

La società EG DANTE S.r.l. con sede in Milano in via dei Pellegrini, 22, deve provvedere alla realizzazione delle linee in cavo cordato interrato 30 KV nel Comune di Portomaggiore (FE) per collegare l'impianto di generazione da fonte solare denominato EG DANTE alla stazione di Utente per allaccio alla rete Terna.

## 9. LINEA IN CAVO SOTTERRANEO

La linea in progetto è da realizzarsi quanto più possibile a lato della viabilità comunale e rurale esistente; i cavi saranno direttamente interrati in trincea ad una profondità di posa minima di 120 cm. La partenza della linea è prevista dalla cabina di interfaccia su quadro MT a 30kV, ubicato in prossimità dell'ingresso al campo fotovoltaico, per confluire al quadro MT della stazione Utente.

Tale linea risulta necessaria al fine di realizzare il collegamento tra la sottostazione di Trasformazione e il campo fotovoltaico. La linea in oggetto oltre ad essere adeguatamente dimensionata per la portata di corrente sarà dimensionata anche in base alla limitazione della caduta di tensione entro valori accettabili. Per realizzare la linea in oggetto saranno utilizzati cavi con conduttore in alluminio e materiale isolante in gomma ad alto modulo, dotato di schermo a nastri di rame su ogni anima e protezione esterna con isolamento solido estruso in gomma etilenpropilenica HEPR o polietilene reticolato XLPE di colore rosso. Il percorso sarà realizzato principalmente a bordo strada, i cavi verranno posati in un letto di sabbia e successivamente protetti da un "tegolo" prefabbricato. Detto "tegolo" verrà a sua volta ricoperto con terreno di riempimento compattato. Il percorso del cavo sarà inoltre segnalato (in caso di attività di scavo successive alla posa stessa) da una rete di plastica forata di colore rosso-arancione e da un nastro di segnalazione in PVC opportunamente interrati. I cavidotti di collegamento elettrico tra l'impianto fotovoltaico fino alla stazione MT/AT viaggiano interrati ad una profondità minima di 120cm.

La realizzazione dei cavidotti interrati così come prospettato, permette il rispetto dei valori imposti dalla normativa (DPCM del 08/07/2003: Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti".) sia in termini di intensità del campo elettrico che di induzione magnetica.

## 10. SCELTA DEI CAVI

Il parco fotovoltaico in progetto convoglierà l'energia prodotta verso la cabina primaria 132/30 kV, attraverso un elettrodotto interrato costituito cavi in formazione 3x1x630mmq 18/30kV. Tutti i cavi di cui si farà utilizzo, saranno del tipo schermato, con conduttore in alluminio, con formazione a trifoglio, o equivalente. Il tracciato dell'elettrodotto ricade prevalentemente su viabilità pubblica esistente, per la quale verrà inoltrata apposita istanza di concessione per la posa e l'esercizio degli elettrodotti.

La portata dei cavi, nelle normali condizioni di esercizio, non supera la portata al limite termico stabilita dalle norme CEI.

## 11. COLLEGAMENTI A TERRA

Gli schermi dei cavi MT saranno messi a terra ad entrambe le estremità, in corrispondenza delle terminazioni.