

SOMMARIO

- 1 Premessa**
 - 1.1 Scopo**
 - 1.2 Ubicazione**
- 2 Relazione tecnica dell'impianto**
 - 2.1 Descrizione e funzionamento del sistema**
 - 2.2 Descrizione del sito d'installazione**
 - 2.3 Accesso all'area di intervento e movimentazione mezzi di cantiere**
 - 2.4 Reti esterne di servizi atti a soddisfare le esigenze connesse**
 - 2.5 Dati e criteri di progetto**
 - 2.6 Aspetti di sicurezza impianto fotovoltaico**
 - 2.7 Norme tecniche di riferimento per gli impianti e i componenti**
- 3 Radiazione solare e producibilità**
 - 3.1 Irraggiamento secondo PVGIS**
- 4 Definizione del punto di connessione**
 - 4.1 Componenti dell'impianto ed opere accessorie**
 - 4.2 Strutture di supporto dei moduli**
- 5 Moduli fotovoltaici**
- 6 Progettazione elettrica**
 - 6.1 Descrizione dell'impianto**
- 7 Descrizione misure di sezionamento e protezione**
 - 7.1 Interruttori uscita inverter**
 - 7.2 Quadro di interfaccia**
 - 7.3 Dispositivi del generatore**
 - 7.4 Dispositivo di interfaccia**
 - 7.5 Dispositivo generale**
- 8 Trasformatore**
- 9 Cavi**
 - 9.1 Cavi elettrici lato corrente continua**
 - 9.2 Cavi elettrici lato corrente alternata**
- 10 Connessione alla rete elettrica**
- 11 Descrizione delle misure di protezione**
 - 11.1 Protezioni lato MT**
 - 11.1.1 Protezioni contro le sovracorrenti**
 - 11.1.2 Protezioni contro il cortocircuito**
 - 11.2 Dispositivi di protezione**
 - 11.3 Dispositivo generale**
 - 11.4 Protezioni lato BT**
 - 11.4.1 Protezione contro il cortocircuito lato DC**
 - 11.4.2 Protezioni contro sovraccarichi**
 - 11.5 Misure di protezione contro i contatti indiretti e diretti**
 - 11.6 Misure di protezione sul collegamento alla rete elettrica**
 - 11.7 Isolamento metallico tra rete in AC e parte in DC**

- 12 Impianti di protezione da fulminazione**
- 12.1 Fulminazione diretta**
- 12.2 Fulminazione indiretta**
- 13 Impianto di terra**
- 13.1 Generalità**
- 14 Compatibilità elettromagnetica (EMC)**
- 14.1 Definizioni**
- 15 Linea MT**
- 16 Cabina di trasformazione**
- 17 Coesistenza tra cavi di telecomunicazioni e linee elettriche**
- 18 Caratteristiche degli attraversamenti con impianti telefonici preesistenti**
- 19 Monitoraggio dell'impianto**

1. Premessa

Il progetto tende a riqualificare l'area mediante lo sfruttamento delle superfici per la creazione di un parco fotovoltaico di potenza di circa **998,28 kWp** da realizzare nell'ambito del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n.387 *“Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità”* e dei criteri del D.M. del Ministero dello Sviluppo Economico 19 febbraio 2007 meglio noto come *“NUOVO CONTO ENERGIA”*.

Si è deciso di ricorrere alla VA in quanto l'impianto è tenuto alla verifica dell'effetto cumulo come è riportato al punto iii capitolo 5, paragrafo 5.2 delle *“Linee Guida per il corretto inserimento di impianti fotovoltaici a terra nella Regione Abruzzo”* D.G.R. 22 marzo 2010, n.244 e smi: tutti gli impianti fotovoltaici a terra di potenza inferiore o uguale a 1 MW, il cui punto di connessione alla rete di Distribuzione sia ubicato all'interno della medesima cabina di consegna e la cui potenza complessiva risulti superiore a 1 MW, sono tenuti alla verifica dell' *“effetto cumulo”*.

L'impianto fotovoltaico è destinato a produrre energia elettrica in parallelo alla rete di distribuzione di Media Tensione 20 kV in corrente alternata. Esso sarà disposto a terra su ancoraggi specifici e rientrerà nella tipologia **“impianto non integrato”**.

1.1 Scopo

La presente relazione si prefigge di fornire una descrizione tecnica generale del progetto di un impianto di generazione elettrica, ottenuta attraverso la conversione fotovoltaica. Il progetto prevede la realizzazione di un impianto della potenza totale di **998,28 kWp**, destinato ad operare in parallelo alla rete elettrica MT 20 kV di ENEL Distribuzione S.p.A. Il campo fotovoltaico, costituito da **4248** moduli fotovoltaici al silicio policristallino da 235 Wp/cd (misurata in condizioni standard STC secondo CEI-IEC 61215), sarà installato a terra, su apposite strutture di sostegno ancorate attraverso pali vibro-infissi. La superficie captante dei moduli è in totale pari a circa 6900 mq.

É prevista una conversione di stringa e una successiva immissione in rete, con l'ausilio di 59 inverter trifase, un quadro BT di parallelo inverter, con dispositivo di interfaccia, e un trasformatore di potenza da 1250 kVA.

1.2 Ubicazione

L'impianto dovrà interessare un terreno agricolo sito in loc. Brecciaio sulla SP Casoli-Fossacesia nel Comune di LANCIANO (CH) e prevede di interessare i seguenti catastali del Comune di LANCIANO (CH): Foglio catastale **70**, Particella **4120** (in parte).

2. Relazione tecnica dell'impianto

2.1 Descrizione e funzionamento del sistema

L'impianto oggetto della presente relazione, si propone di conseguire un significativo risparmio energetico. L'applicazione della tecnologia fotovoltaica consente:

- *la produzione di energia elettrica senza alcuna emissione di sostanze inquinanti*
- *il risparmio di combustibile fossile*
- *nessun inquinamento acustico*
- *riduzione dell'effetto serra*

- *soluzioni di progettazione del sistema compatibili con le esigenze di tutela architettonica o ambientale*
- *il possibile utilizzo per l'installazione dell'impianto di superfici marginali (tetti, solai, terrazzi, ecc.)*
- *l'applicazione di soluzioni di progettazione del sistema perfettamente compatibili con le esigenze di tutela del territorio (es. impatto visivo)*

Nella presente relazione si espone l'organizzazione del sistema fotovoltaico, ossia le parti principali dell'impianto (layout d'impianto), ed i collegamenti tra le parti stesse. Il sistema fotovoltaico in oggetto sarà collegato direttamente alla rete di media tensione (impianto di tipo "GRID CONNECTED") e per tutti i dati di progetto si rimanda al paragrafo "Dati e criteri di progetto".

Per il suddetto impianto è previsto un determinato numero di moduli, suddivisi in campi, sottocampi e stringhe, di cui vengono riportate le definizioni.

Per **stringa fotovoltaica** si intende un insieme di moduli collegati tra loro in serie: la tensione resa disponibile dalla stringa è data dalla somma delle tensioni fornite dai singoli moduli che compongono la stringa.

Un **sottocampo fotovoltaico** è, invece, un insieme di più stringhe connesse in parallelo: la corrente erogata dal sottocampo sarà la somma delle correnti che confluiscono in ogni stringa.

Un **campo fotovoltaico** è, invece, un insieme di più sottocampi connessi in parallelo: la corrente erogata dal campo sarà la somma delle correnti che fluiscono in ogni sottocampo. Pertanto, dal punto di vista elettrico, il generatore fotovoltaico è costituito da moduli che sono collegati in serie, al fine di costituire una stringa. Nel complesso, il campo fotovoltaico risulta essere organizzato in modo da ottenere diversi campi e sottocampi elettricamente indipendenti tra loro, ottenuti dal parallelo di diverse stringhe ed ognuno gestito dal relativo inverter. In particolare:

- *si hanno tanti campi quanti sono il numero d'inverter previsti nell'impianto*
- *ad ogni inverter saranno connesse le diverse stringhe*

La disposizione dei moduli fotovoltaici sarà realizzata in modo da poter gestire l'organizzazione degli stessi contestualmente all'area di posa. Tale disposizione ha altresì il fine di ottimizzare il rendimento dell'impianto garantendo una caduta di tensione, tra la stringa più lontana e il relativo circuito d'ingresso dell'inverter ad esso associato, non superiore all'**1,5%**, in condizioni ordinarie di esercizio e relativamente alla corrente corrispondente al punto di massima potenza. I terminali positivi e negativi di ogni singola stringa sono collegati al relativo inverter contenente scaricatori di sovratensione avente il duplice compito di mettere in parallelo le stringhe relative a quel sottocampo e di interrompere (dal lato corrente continua) eventuali sovratensioni concatenate (con i cavi relativi a tale sottocampo) e l'inverter ad esso collegato.

Sulla base dello studio effettuato riguardo l'ottimizzazione dell'energia captata dal campo fotovoltaico nel corso dell'anno, si è deciso di disporre i moduli fotovoltaici su strutture appositamente create per sostenerli con un angolo di 30° rispetto all'orizzontale. Al fine di ottenere un angolo limite d'ombreggiamento tra le varie file, è stato deciso di distanziarle in modo opportuno cosicché risulta trascurabile l'energia persa durante l'anno per l'ombreggiamento. La scelta riguardo la configurazione elettrica dei moduli fotovoltaici deve tenere conto di numerosi fattori tra cui:

- *la sicurezza elettrica*

- *le caratteristiche d'ingresso dell'inverter*
- *il costo dei cablaggi*
- *l'efficienza del sistema*

Tenuto conto di questi fattori, si è optato per l'adozione di un campo fotovoltaico costituito, come già detto, da campi e sottocampi formati da stringhe composte da moduli per ottenere il valore di targa dell'impianto; le caratteristiche dei singoli sottocampi sono quelle riportate in tabella A (pag. 15)

Durante il giorno il campo fotovoltaico converte la radiazione solare in energia elettrica in corrente continua; l'energia prodotta viene inviata, ai gruppi di conversione (inverter) che provvedono a trasformare la corrente continua in corrente alternata a 400V – 50 Hz. Il tipo di convertitore statico (inverter) utilizzato è in grado di seguire il punto di massima potenza del proprio campo fotovoltaico sulla curva I-V caratteristica (funzione MPPT) e “costruire” l'onda sinusoidale in uscita con la tecnica PWM, così da contenere l'ampiezza delle armoniche entro valori ammissibili. Le uscite A.C. a 400 V degli inverter confluiscono verso un quadro elettrico generale (di bassa tensione) di parallelo, protezione e manovra dove vengono collegati successivamente alla rete pubblica mediante sistema d'interfaccia. Tale sistema è costituito dal pannello di protezione d'interfaccia (PI), collocato all'interno del quadro generale di bassa tensione, e dal dispositivo d'interfaccia realizzato con interruttore automatico (DI). La corrente alternata a 400 V viene successivamente elevata a 20 kV per mezzo di un trasformatore di potenza, con avvolgimenti inglobati in resina epossidica, da 1250 kVA ed inviata alla cabina principale di ricezione. Il dispositivo d'interfaccia, integrato nel quadro di parallelo, ed il trasformatore MT/BT saranno alloggiati in un locale tecnico posto sul campo FV. Per la descrizione tecnica dei moduli fotovoltaici e dei convertitori della corrente continua in alternata si rimanda ai paragrafi ad essi specificatamente dedicati.

2.2 Descrizione del sito di installazione

La superficie lorda complessiva disponibile per l'installazione dell'impianto fotovoltaico risulta essere di circa 2 Ha.

2.3 Accesso all'area di intervento e movimentazione mezzi di cantiere

Dal punto di vista dell'accessibilità ed utilizzo delle opere, le indicazioni riguardano quasi esclusivamente i mezzi di trasporto che dovranno consegnare i moduli e le relative strutture di sostegno, ed i mezzi per la realizzazione degli ancoraggi della struttura di sostegno dei moduli stessi. Può affermarsi con sicurezza che non sussistono problemi in tal senso. L'area è infatti caratterizzata da strade esistenti idonee alla movimentazione dei mezzi rispondenti alle specifiche richieste della tecnologia solare, che non presentano comunque requisiti o esigenze particolari. Analogamente per i collegamenti elettrici. Non si rilevano infine particolari condizioni che risultino significative in merito alla manutenzione delle opere.

2.4 Reti esterne dei servizi atti a soddisfare le esigenze connesse

Per la tipologia dell'impianto non sono richiesti allacciamenti dei servizi idrici e/o fognari, viceversa per l'interconnessione alla rete di distribuzione dell'energia elettrica si fa riferimento a

quanto disposto dalla CEI 0-16. Si precisa che non esistono interferenze tra le opere da effettuare e le reti aeree presenti nell'area interessata.

2.5 Dati e criteri di progetto

I dati di seguito riportati risultano strutturati e suddivisi secondo quanto riportato nella guida CEI 0-2.

Modulo 1 – Dati di progetto di carattere generale

Pos.	Dati	Valori stabiliti	Note
1	Committente	CAMARC ENERGIA 4 Srl	
1.1	Persona fisica		
1.2	Scopo del lavoro	Fornitura e posa in opera di un impianto fotovoltaico della potenza di 998,28 kWp , collegato alla rete elettrica di distribuzione in Media Tensione	
1.3	Vincoli progettuali da rispettare	<ul style="list-style-type: none"> – Impatto visivo contenuto – Interfacciamento alla rete consentito a norme CEI e normativa di unificazione ENEL – Il convertitore statico ed i quadri dovranno essere posizionati in aree accessibili solo a personale specializzato 	
1.4	Informazioni di carattere generale	<ul style="list-style-type: none"> – Ubicazione sito: loc. Brecciaio – SP Casoli-Fossacesia Comune di LANCIANO (CH) - 66034 - Foglio catastale n. 70; Particelle 4120 (in parte): – Sito raggiungibile da strada idonea al trasporto pesante – Installazione del campo fotovoltaico a terra – Cabina di consegna, comprendente i locali di consegna e i locali di misura della società Camarc Energia 4 S.r.l., sarà ubicata nel foglio 70 Particella 4125 	

Modulo 2- Dati di progetto relativi all'utilizzazione del terreno

Pos.	Dati	Valori stabiliti	Note
2.1	Destinazione d'uso	Terreno agricolo	
2.2	Barriere architettoniche		

Modulo 3- Dati di progetto relativi alle influenze esterne

Pos.	Dati	Valori stabiliti	Note
3.1	Temperatura: - min/max all'interno della cabina - min/max all'aperto - media del giorno più caldo - media delle massime mensili - media annuale	13°C/28°C -3.4°C/33°C 26.9°C 17.2 °C 13.7°C	<i>Norma UNI 10349</i>
3.2	Zona climatica	D	
3.3	Formazione di condensa	Possibile	
3.4	Altitudine (s.l.m.)	63 m	

3.5	Latitudine	42° 8'54.54"	
3.6	Longitudine	14°24'37.18"	
3.7	Presenza di corpi solidi estranei Presenza di polvere	NO SI	<i>Protezione quadri da insetti ed utensili</i>
3.8	Presenza di liquidi: - Tipo di liquido - Trascurabile - Possibilità di stillicidio - Esposizione alla pioggia - Esposizione agli spruzzi - Possibilità di getti d'acqua	SI Acqua NO SI SI NO NO	<i>Dati relativi al posizionamento delle apparecchiature elettriche in esterno</i>
3.9	Condizioni del terreno	Non applicabili	
3.10	Ventilazione dei locali: - naturale - artificiale - naturale assistita da ventilazione artificiale - numero di ricambi	SI - - -	<i>Dati riferiti al posizionamento del Q parallelo inverter</i>
3.11	Dati relativi al vento (ENEA) - direzione prevalente - velocità di riferimento - massima velocità di progetto - pressione del vento sui pannelli	NE 5 m/s 27 m/s 2,4 kPa	<i>Zona di vento 3</i>

Modulo 4- Dati di progetto relativi alla rete di collegamento

Pos.	Dati	Valori stabiliti	Note
4.1	Tipo di intervento richiesto - nuovo impianto - trasformazione - ampliamento	SI - -	
4.2	Dati del collegamento elettrico - descrizione della rete di collegamento - punto di consegna (POD) - tensione nominale (Un) - potenza disponibile - stato del neutro	- MT 3F con montante dedicato Nuova connessione 20kV/400V Sistema TN-S	
4.3	Misura dell'energia	Contatore GSE	
4.4	Gestore di rete	ENEL SpA	

Modulo 5- Dati di progetto relativi all'impianto fotovoltaico

Pos.	Dati	Valori stabiliti	Note
5.1	Caratteristiche aree di installazione	A terra	
5.2	Posizione inverter	Sulle travi portanti della struttura	

2.6 Aspetti di sicurezza impianto fotovoltaico

Dal punto di vista della sicurezza occorre tenere conto che il generatore fotovoltaico è una fonte energetica non interrompibile, data l'impossibilità pratica di porre il sistema fuori tensione alla presenza di luce solare. Questo costituisce elemento di attenzione sia in fase di costruzione del generatore fotovoltaico, sia in occasione della sua manutenzione. E' necessario quindi indicare opportuna segnaletica per le situazioni di pericolo. Al fine di evitare rischi nell'installazione e nella manutenzione dell'impianto fotovoltaico le ditte installatrici dovranno indicare in modo dettagliato tutte le prescrizioni da rispettare sia in fase di montaggio dell'impianto che durante le manutenzioni. A lavori ultimati i quadri dovranno essere provvisti di Targa con indicati i dati relativi del quadro a monte e quelli del quadro a valle.

2.7 Norme tecniche di riferimento per gli impianti e i componenti

Per la progettazione, preliminare ed esecutiva, e la realizzazione di impianti fotovoltaici si prendono a riferimento le seguenti leggi e normative da rispettare:

- **Legge 186/68:** Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;
- **DM 16 gennaio 1996:** Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi.
- **CEI 0-2:** Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- **CEI 0-16:** Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- **CEI 11-20+V1:** Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- **CEI 11-35:** Guida all'esecuzione delle cabine elettriche di utente;
- **CEI 13-4:** Sistemi di misura dell'energia elettrica – Composizione, precisione e verifica;
- **CEI 64-8:** Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e 1500V in corrente continua. CEI 64-8, parte 7, sezione 712: Sistemi fotovoltaici solari (PV) di alimentazione;
- **CEI EN 60904-1 (CEI 82-1):** Dispositivi fotovoltaici - Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione – corrente;
- **CEI EN 60904-2 (CEI 82-2):** Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;
- **CEI EN 60904-3 (CEI 82-3):** Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre ed irraggiamento spettrale di riferimento;
- **CEI EN 61215 (CEI 82-8):** Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto ed omologazione del tipo;
- **CEI EN 61727 (CEI 82-9):** Sistemi fotovoltaici (FV) – Caratteristiche di interfaccia con la rete;
- **CEI EN 61646 (CEI 82-12):** Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri. Qualifica del progetto ed omologazione del tipo;

- **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 50380 (CEI 82-22):** Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- **CEI EN 62093 (CEI 82-24):** Componenti di sistemi fotovoltaici- moduli esclusi (BOS) – Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- **CEI 82-25:** Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- **CEI EN 61000 3-2 (CEI 110-31):** 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 (CEI 77-2):** Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili – Parte 1: Definizioni;
- **CEI EN 60439 (CEI 17-13):** Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT); serie composta da:
 - **CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1):** Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS);
 - **CEI EN 60439-2 (CEI 17-13/2):** Prescrizioni particolari per i condotti sbarre;
 - **CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3):** Prescrizioni particolari per apparecchiature assiegate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso. Quadri di distribuzione (ASD);
- **CEI EN 60445-2 (CEI 16-12):** Principi base e di sicurezza per l’interfaccia uomo-macchina, marcatura ed identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- **CEI EN 60529 (CEI 70-1):** Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- **CEI EN 60099-1 (CEI 37-1):** Scaricatori – Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;
- **CEI 20-19:** Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- **CEI 20-20:** Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- **CEI EN 62305 (CEI 81-10):** Protezione contro i fulmini;
- **CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1):** Principi generali;
- **CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2):** Valutazione del rischio;
- **CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3):** Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone;
- **CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4):** Impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture;
- **CEI 81-3:** Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
- **CEI EN 62053-21 (CEI 13-43):** Apparatati per la misura dell’energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari – Parte 21: Contatori statici di energia attiva (Classe 1 e 2);
- **CEI EN 62053-23 (CEI 13-45):** Apparatati per la misura dell’energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari – Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (Classe 2 e 3).

Inoltre vanno rispettate:

- **D.MAP 28.07.2005** “Criteri per l’incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare e s.m.i.;
- **D.MAP 06.02.2006** “Criteri per l’incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare e s.m.i.;
- **D.GSE 19.02.2007** “Criteri e modalità per incentivare la produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare, in attuazione dell’art.7 del D.Lgvo n. 387 del 29.12.2003.”
- **Decreto Legislativo n.81 del 9 aprile 2008** recante “Attuazione dell’art.1 della legge 3 agosto 2007, n.133, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.”
- **Decreto Legislativo n.115 del 30 maggio 2008** recante “Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all’efficienza degli usi finali dell’energia e i servizi energetici e abrogazione della Direttiva 93/76/CEE.”
- **D.M. 22-01-2008 n.37** (G.U. n.61 del 12.03.2008) recante “Regolamento concernente l’attuazione dell’articolo 11-quaterdecies, comma13, 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.”
- **Delibera Regione Abruzzo n.760 del 12.08.2008** recante ”D.G.R. n.351 del 12.04.2007: D.Lgs. n. 387/2003 concernente: Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell’energia elettrica prodotta da fonti di energia rinnovabili nel mercato interno dell’elettricità e s.m.i. - Integrazione.”

Per quanto riguarda il collegamento alla rete e l’esercizio dell’impianto, le scelte progettuali sono conformi alle seguenti normative e leggi:

- **Direttiva Enel** “Guida per le connessioni alla rete elettrica di Enel Distribuzione.” ed. Dicembre 2008.

Delibere AEEG

- **Delibera n. 224/2000** dell’Autorità per l’Energia Elettrica e il Gas del 6 dicembre 2000, per gli aspetti tariffari: l’utente può optare per il regime di scambio dell’energia elettrica con il distributore; in tal caso, si applica la “Disciplina delle condizioni tecnico-economiche del servizio di scambio sul posto dell’energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici con potenza nominale non superiore a 20 kW (Deliberazione 224/2000).”
- **Delibera n. 88/2007** “Disposizioni in materia di misura dell’energia elettrica prodotta da impianti di generazione.”
- **Delibera n. 89/2007** “Condizioni tecnico-economiche per la connessione di impianti di produzione di energia elettrica alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi a tensione nominale minore o uguale a 1 kV.”
- **Delibera n. 90/2007** “Attuazione del decreto del Ministro dello sviluppo economico, di concerto con il Ministro dell’ambiente e della tutela del territorio 19.02.2007, ai fini dell’incentivazione della produzione di energia elettrica mediante impianti fotovoltaici.”

- **Delibera n. 280/2007** “Modalità e condizioni tecnico-economiche per il ritiro dell’energia elettrica ai sensi dell’art.13, commi 3 e 4, del Decreto L.gvo n.387/2003 e del comma 41 della Legge n.239/2004.”
- **Delibera ARG/elt 74/08** recante il “Testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per lo scambio sul posto (TISP); connessioni attive (TICA).”
- **Delibera ARG/elt 99/08** recante in Allegato A il “Testo integrato connessioni attive (TICA).”
- **Delibera ARG/elt 161/08** “Modificazione della deliberazione dell’AEEG 13.04.2007 n.90/2007, in materia di incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti fotovoltaici.”
- **Delibera ARG/elt 179/08** “Modifiche ed integrazioni alle deliberazioni dell’AEEG ARG/elt99/08 e n.281/05 in materia di condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione degli impianti di produzione di energia elettrica della deliberazione dell’AEEG 13.04.2007 n.90/2007, in materia di incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti fotovoltaici.”

Norme UNI

- **UNI 10349:** Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici
- **UNI/ISO** per le strutture meccaniche di supporto e di ancoraggio dei moduli fotovoltaici
- **Circolare Agenzia delle Entrate 46/E del 19.07.2007** “Art. 7, comma 2 del Decreto L.gvo n.387/2003. Disciplina fiscale degli incentivi per gli impianti fotovoltaici.”

Nella fase di installazione sarà assicurata la presenza del contrassegno dell’Istituto del Marchio Italiano di Qualità (IMQ) per i materiali e le apparecchiature per i quali è previsto il rispetto di tutte le eventuali ulteriori disposizioni e/o aggiornamenti che verranno emanati prima dell’esecuzione dell’impianto (per i cavi è richiesto il marchio IMQ). Dovranno inoltre essere rispettati gli obblighi derivanti dal recepimento delle Direttive Europee (marchio CE) per quanto in vigore al momento della consegna dell’apparecchiatura. I lavori saranno eseguiti nel pieno rispetto delle norme del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) in vigore alla data di esecuzione dei lavori. I materiali impiegati risponderanno inoltre alle norme UNI e alle tabelle CEI-UNEL. I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.

3. Radiazione solare e producibilità

3.1 Irraggiamento secondo PVGIS

Per il sito sede dell'impianto, per l'unità di potenza (P=1kW), si ha una producibilità pari a:

Rendimento di FV in rete

PVGIS stime di generazione elettricità solare

Luogo: 42°8'57" Nord, 14°24'40" Est, Quota: 63 m.s.l.m.,

Potenza nominale del sistema FV: 1.0 kW (silicio cristallino)

Stime di perdite causata dalla temperatura: 9.9% (usando temperatura esterna)

Stima di perdite causate da effetti di riflessione: 2.7%

Altre perdite (cavi, inverter, ecc.): 8.0%

Perdite totali del sistema FV: 19.4%

Sistema fisso: inclinazione=30 gradi, orientamento=0 gradi				
Mese	Ed	Em	Hd	Hm
Gen	2.11	65.4	2.43	75.5
Feb	2.68	75.1	3.15	88.2
Mar	3.57	111	4.28	133
Apr	4.47	134	5.47	164
Mag	4.62	143	5.85	181
Giu	4.86	146	6.27	188
Lug	4.97	154	6.48	201
Ago	4.64	144	6.01	186
Set	4.17	125	5.26	158
Ott	3.42	106	4.19	130
Nov	2.30	69.0	2.72	81.5
Dic	1.76	54.6	2.05	63.6
Anno	3.63	111	4.52	138
Totale per l'anno		1330		1650

Ed: Produzione elettrica media giornaliera dal sistema indicata (kWh)

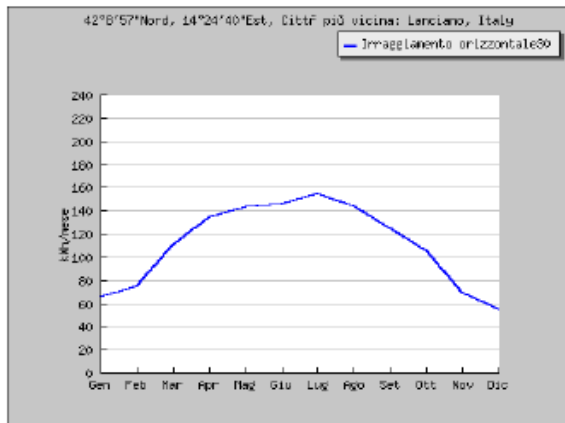
Em: Produzione elettrica media mensile dal sistema indicata (kWh)

Hd: Media dell'irraggiamento giornaliero al metro quadro ricevuto dai pannelli del sistema (kWh/m2)

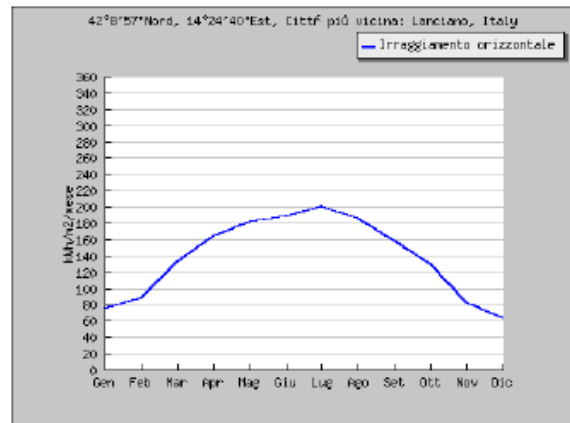
Hm: Media dell'irraggiamento al metro quadro ricevuto dai pannelli del sistema (kWh/m2)

PVGIS © European Communities, 2001-2008

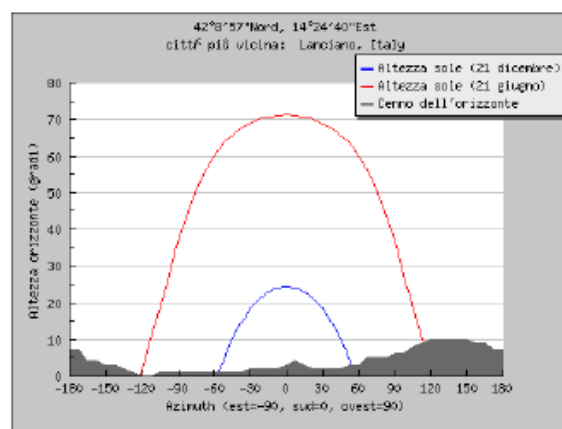
Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged



Produzione di energia mensile da un sistema FV fisso



Irraggiamento mensile nel piano per angolo fisso



Cerchio dell'orizzonte con l'altezza solare per solstizio invernale ed estivo

PVGIS © European Communities, 2001-2008
 Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged

che per l'impianto in oggetto (**P=998,28 kW**) si traduce in:

Rendimento di FV in rete

PVGIS stime di generazione elettricità solare

Luogo: 42°8'56" Nord, 14°24'40" Est, Quota: 63 m.s.l.m.,

Potenza nominale del sistema FV: 998.3 kW (silicio cristallino)

Stime di perdite causata dalla temperatura: 9.9% (usando temperatura esterna locale)

Stima di perdite causate da effetti di riflessione: 2.7%

Altre perdite (cavi, inverter, ecc.): 8.0%

Perdite totali del sistema FV: 19.4%

Sistema fisso: inclinazione=30 gradi, orientamento=0 gradi				
Mese	Ed	Em	Hd	Hm
Gen	2110.00	65300	2.43	75.5
Feb	2680.00	75000	3.15	88.2
Mar	3560.00	111000	4.28	133
Apr	4460.00	134000	5.47	164
Mag	4610.00	143000	5.85	181
Giu	4850.00	145000	6.27	188
Lug	4960.00	154000	6.48	201
Ago	4630.00	144000	6.01	186
Set	4160.00	125000	5.26	158
Ott	3410.00	106000	4.19	130
Nov	2300.00	68900	2.72	81.5
Dic	1760.00	54500	2.05	63.6
Anno	3630.00	110000	4.52	138
Totale per l'anno		1320000		1650

Ed: Produzione elettrica media giornaliera dal sistema indicata (kWh)

Em: Produzione elettrica media mensile dal sistema indicata (kWh)

Hd: Media dell'irraggiamento giornaliero al metro quadro ricevuto dai pannelli del sistema (kWh/m²)

Hm: Media dell'irraggiamento al metro quadro ricevuto dai pannelli del sistema (kWh/m²)

PVGIS © European Communities, 2001-2008

Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged

4. Definizione del punto di connessione

L'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas con la delibera n. 99/08 stabilisce le condizioni tecniche ed economiche per l'erogazione del servizio di connessione alle reti elettriche con tensione nominale superiore ad 1 kV i cui gestori hanno obbligo di connessione di terzi (TICA). Il campo di applicazione è relativo anche ad impianti di produzione e si prefigge di individuare il punto di inserimento e le modalità di connessione, dove per **inserimento** s'intende l'attività d'individuazione del punto nel quale l'impianto può essere collegato e per **connessione** s'intende l'attività di determinazione dei circuiti e dell'impiantistica necessaria al collegamento.

L'impianto in oggetto sarà allacciato alla rete di distribuzione in MT con tensione nominale 20 kV tramite realizzazione di una nuova cabina di consegna collegata in antenna da cabina primaria AT/MT "ATESSA ZI".

Tale soluzione prevede:

- Linea in cavo sotterraneo Al 185 mm² posa terreno naturale con riempimenti in inerte naturale e ripristini: 30 m
- Montaggio elettromeccanico ulteriore scomparto
- Allestimento (montaggi elettromeccanici con scomparto di arrivo + consegna)

La soluzione tecnica appena descritta è subordinata alla realizzazione dell'elettrodotto di 3770 m che sarà realizzato dalla società CAMARC ENERGIA 2 Srl.

La cabina di trasformazione, asservita all'impianto, sarà realizzata secondo quanto prescritto dalle Norme CEI 11-1 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata", dalle Norme CEI 11-35 "Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale" e dalle Norme CEI 0-16 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica." Per la determinazione del numero esatto di moduli e, quindi, della loro geometria di sistemazione sul sito, occorre verificare che quanto sopra indicato consenta di realizzare un'architettura d'impianto che risponda ai requisiti elettrici richiesti dagli apparati di condizionamento dell'energia (inverter) e dalle normative tecniche vigenti. Tenendo conto delle tensioni di esercizio dei moduli e di quelle ammesse dagli inverter si perviene al seguente dimensionamento preliminare:

N° stringhe	N° moduli per stringa	N° totale moduli	Potenza totale installata
236	18	4248	998,28 kWp
N° sottocampi	N° stringhe per sottocampo	N° inverter	Tipo inverter
59	4	59	12,5 kW-900V

Tabella A: descrizione moduli, stringhe ed inverter

4.1 Componenti dell'impianto ed opere accessorie

I componenti dell'impianto sono:

- *strutture di supporto dei moduli*
- *moduli fotovoltaici*
- *convertitori statici corrente continua/alternata (Inverter)*
- *quadri elettrici di sottocampo in corrente continua*
- *quadri parallelo AC*
- *quadro di interfaccia*
- *trasformatore MT/BT*
- *cavi di cablaggio*

- *cabina elettrica*
- *locale tecnico*
- *linea MT*
- *impianto di protezione da fulminazione e impianto di terra*
- *recinzione*
- *videosorveglianza*

4.2 Strutture di supporto dei moduli

I moduli saranno fissati ad una struttura metallica costituita da profilati trasversali in alluminio anodizzato dotati di un canale integrato per la posa dei cavi di interconnessione tra i moduli. L'utilizzo di materiali ad alta qualità (acciaio inossidabile/alluminio anodizzato) conferiscono alla struttura di sostegno una adeguata resistenza agli agenti atmosferici ed una lunga durata di esercizio. La struttura consente il montaggio e lo smontaggio di ogni singolo modulo, indipendentemente dalla presenza o meno di quelli contigui. I moduli saranno direttamente montati sulla struttura e connessi tra loro come da schema unifilare; ogni sottocampo sarà connesso al proprio inverter alloggiato sulle travi portanti della struttura. Tale configurazione permette di limitare le perdite per il trasporto della corrente in DC e di garantire all'inverter (con grado di protezione IP65) di lavorare in ombra e ben areato, condizione necessaria per sfruttarne al massimo il rendimento. Tali strutture saranno realizzate per resistere ai carichi previsti dal D.M. 28 Gennaio 2008 e comunque conformi alle prescrizioni dell'EUROCODICE 4 (strutture in acciaio).

5. Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici, di produzione PZM da 235 Wp ciascuno, saranno costituiti da celle in **silicio policristallino** collegate elettricamente in serie ed incapsulate tra un vetro temperato dello spessore minimo di 4 mm ed un foglio di plastica sottostante (Tedlar) eventualmente rinforzato con altri materiali. Il vetro sarà ad altissima trasmittanza in modo da non pregiudicare il rendimento complessivo del modulo, sarà resistente agli urti provocati da grandine di grossa dimensione e dovrà essere calpestabile da una persona senza apprezzabile deformazione. Tra il vetro e le celle fotovoltaiche è applicato un sottile strato sigillante di EVA (vinilacetato di etilene) contenente additivi tali da ritardare l'ingiallimento dovuto ai raggi ultravioletti. Un analogo foglio di EVA sarà posto tra la parte posteriore delle celle ed il pannello di plastica sottostante per evitare il contatto diretto tra i due componenti. I due fogli di EVA saranno poi chiusi in un telaio in alluminio anodizzato così da permettere l'irrigidimento di tutto il complesso. Perimetralmente alla cornice sarà applicato un idoneo sigillante. Ciascun modulo sarà dotato, sul retro, di una scatola di giunzione a tenuta stagna IP65 (J-box), contenente tutti i terminali elettrici, i diodi di by-pass ed i relativi contatti per la realizzazione dei cablaggi. Le caratteristiche costruttive e funzionali sono rispondenti alle Normative CEE, qualificati alle prove effettuate dal Joint Research Centre di Ispra (Va) secondo le specifiche 101 503 Rev. 2, IEC 61215 e certificati dal TUV alla classe II o similari e conformi al marchio CE. Le strutture di sostegno dei moduli saranno dimensionate adeguatamente ai carichi statici e dinamici prevedibili.

6. Progettazione elettrica

6.1 Descrizione dell'impianto

L'intero impianto fotovoltaico, installato su un terreno agricolo sito in loc. Brecciaio sulla SP Casoli-Fossacesia nel Comune di LANCIANO (CH), in regime di "VENDITA" dell'energia prodotta, sarà composto da n. **4248** moduli PZM SR-235P6 da 235 Wp (vedi allegato A), divisi in 59 sottocampi (costituiti da 72 moduli) serviti, ognuno, da un inverter Aurora Power One PVI 12.5 OUTD-FS-IT (vedi allegato B). La potenza complessiva è di **998,28 kWp**.

Le specifiche elettriche, tecniche e dimensionali dei singoli pannelli, documentate da attestati di prova e conformi ai suddetti criteri, sono le seguenti:

Tab.1: CARATTERISTICHE TECNICHE DEI MODULI FOTOVOLTAICI

Nome del costruttore	PZM SR-235P6
Tipo di celle	Silicio policristallino
N. celle in silicio policristallino per modulo	60
Potenza nominale (o massima o di picco) [Pm(W)]	235 W
Tensione nominale MPP (alla max potenza) [Vpm]	30,60 V
Tensione a vuoto [Voc]	36,72 V
Tensione massima di sistema [Vdc]	1000 V
Corrente nominale (al punto di max potenza MPP) [Ipm]	7,68 A
Corrente di cortocircuito [Isc]	8,23 A
Dimensioni dei pannelli e peso	1637x992x48mm – 19,3 kg
NOCT (temperatura nominale di lavoro della cella)	45°C ± 2
Garanzia sulla potenza	25 anni
Garanzia sul prodotto	5 anni

Tali componenti devono soddisfare la condizione (art.4 comma 4 del D.M. 28/07/2005):

$$P_{cc} > 0,85 * P_{nom} * I / I_{sc}$$

dove:

- **P_{cc}** è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del ± 2%
- **P_{nom}** è la potenza nominale del generatore fotovoltaico
- **I** è l'irraggiamento [W/m^2] misurato sul piano dei moduli con precisione migliore del ± 3%
- **I_{sc}**, pari a $1000 W/m^2$, è l'irraggiamento in condizioni prova di standard

Tale condizione deve essere verificata per $I > 600 W/m^2$.

Le specifiche elettriche, tecniche e dimensionali degli inverter, documentate da attestati di prova, sono le seguenti:

Tab.2: CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'INVERTER 12.5

Nome del costruttore	AURORA PVI-12.5-OUTD FS-IT
Potenza nominale DC	13 kW
Potenza DC massima raccomandata	14,3 kW
Intervallo di tensione per operazione MPPT a piena potenza	360-750 V
Numero di MPPT indipendenti	2
Potenza massima di ingresso per ciascun MPPT	8 kW
Potenza di uscita nominale (fino a 50°C)	12,5 kW
Potenza massima di uscita	13,8 kW

Corrente di uscita massima	20 A per fase (22 A in cortocircuito)
Grado di protezione ambientale	IP65
Dimensioni e peso	650x650x200 mm – 38 kg
Garanzia	11 anni

Tali componenti avranno un grado di efficienza che soddisfa la condizione (prescritta dal DM 28/07/2005):

$$P_{ca} > 0,9 * P_{cc}$$

dove:

- *P_{ca} è la potenza attiva, in corrente alternata, misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in alternata, con precisione migliore del 2%*
- *P_{cc} è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico con precisione del ± 2%*

7. Descrizione misure di sezionamento e protezione

7.1 Interruttori uscita inverter

All'uscita di ogni inverter sarà installato un sezionatore quadripolare per il sezionamento del cavo di uscita dal convertitore statico contenuto entro contenitore di dimensioni idonee, in poliestere resistente agli agenti atmosferici. Costruzione ed installazione in classe II.

7.2 Quadro di interfaccia

L'allacciamento dei generatori alla rete di distribuzione dell'energia avverrà nel rispetto della norma CEI 11-20 e con riferimento a quanto contenuto nei documenti di unificazione ENEL (Guida per la connessione). L'impianto è equipaggiato con un sistema di protezione che articola su tre livelli: dispositivo del generatore, dispositivo di interfaccia, dispositivo generale.

7.3 Dispositivi del generatore

Gli inverter sono internamente protetti contro il cortocircuito ed il sovraccarico. Il riconoscimento della presenza di guasti interni provoca l'immediato distacco dell'inverter dalla rete elettrica. L'interruttore magnetotermico sull'uscita di ogni inverter agisce come protezione di rincalzo.

7.4 Dispositivo di interfaccia

Deve provocare il distacco dell'intero sistema di generazione in caso di guasto sulla rete elettrica. Il riconoscimento di eventuali anomalie avviene considerando come anormali le condizioni di funzionamento che fuoriescono da una determinata finestra di tensione e frequenza così caratterizzata:

- *massima tensione: 1,2 V_n con tempo di intervento di 0 sec;*
- *minima tensione: 0,7 V_n con tempo di intervento di 0,5 sec;*
- *massima frequenza: 50,3 Hz senza ritardo;*

- *minima frequenza 49,7 Hz senza ritardo;*

Le protezioni interfaccia da installare sono:

- *minima frequenza;*
- *massima frequenza;*
- *minima tensione;*
- *massima tensione.*

La protezione offerta dal dispositivo di interfaccia impedisce, tra l'altro, che gli inverter continuino a funzionare, con particolari configurazioni di carico, anche nel caso di interruzione del servizio elettrico (black-out). Questo fenomeno, detto funzionamento in isola, deve essere evitato soprattutto perché può tradursi in condizioni di pericolo per il personale addetto alla ricerca dei guasti.

7.5 Dispositivo generale

Ha la funzione di salvaguardare il funzionamento della rete nei confronti di guasti nel sistema di generazione. A norma della Guida tecnica, l'organo di interruzione è un interruttore quadripolare con bobina di minima tensione. Il dispositivo generale ha la funzione di salvaguardare il funzionamento nei confronti dei guasti nel sistema di generazione elettrica. Tale dispositivo in condizione di aperto esclude l'intero sistema dalla rete pubblica.

8. Trasformatore

Viene utilizzato un trasformatore di distribuzione MT/BT trifase, in resina, da 1250 kVA, con tensione primaria 20 kV, tensione secondaria 400V/230V F-F/F-N, $V_{cc}(\%)=6$, collegamento triangolo/stella con neutro a terra – $Dy_n 11$. Il trasformatore sarà dotato di un sensore termico per il controllo della temperatura.

9. Cavi

9.1 Cavi elettrici lato corrente continua

Il dimensionamento dei cavi sul lato D.C. (corrente continua) dei generatori fotovoltaici in oggetto è stato impostato in modo da massimizzare il rendimento dell'impianto, ovvero di rendere minime le perdite di energia nei cavi, imponendo che la caduta di tensione tra moduli fotovoltaici e ingresso inverter, con corrente pari a quella di funzionamento dei moduli alla massima potenza, sia inferiore allo 0,5%.

Il singolo modulo fotovoltaico è corredato da due cavetti (terminale positivo e negativo del modulo) di lunghezza pari rispettivamente a 100 cm e 100 cm (quindi nel collegamento in serie diventa una connessione di lunghezza pari a 2 metri) e di sezione pari a $4,0 \text{ mm}^2$.

Per la realizzazione delle prolunghie dei terminali di stringa, mediante sistema di connessione Multi-Contact adeguato, verrà adottato un cavo di tipo solare unipolare 0,6/1 kV da 6 mm^2 . I collegamenti elettrici fra le scatole di giunzione stringhe ed il quadro di parallelo stringhe saranno realizzati con cavi bipolari di sezione $2 \times 6 \text{ mm}^2$ posati entro canalizzazioni di acciaio zincato ed ove necessario entro tubazioni in PVC.

Caratteristiche dei cavi:

- **HEPR Tecsun - Radox**
- **flessibile in rame isolato con gomma sotto guaina protettiva in policloroprene**
- **tensione di isolamento U_0/U 0,6/1kV**
- **conforme alle norme: CEI 20-22; CEI 20-13; IEC 502; IEC 332.3; UNEL 35377**
- **installazione in classe di isolamento II**

I cavi saranno infilati a seconda dei casi entro canalizzazioni, cavidotti in polietilene ed in tubazioni rigide in PVC.

9.2 Cavi elettrici lato corrente alternata

Il dimensionamento dei cavi sul lato A.C. (corrente alternata) dei generatori fotovoltaici in oggetto è stato impostato in modo da massimizzare il rendimento dell'impianto, ovvero di rendere minime le perdite di energia nei cavi, imponendo che la caduta di tensione complessiva tra gli inverter e il quadro di interfaccia rete, con corrente pari a quella di funzionamento dei moduli alla massima potenza, sia inferiore al 2%.

10. Connessione alla rete elettrica

La connessione alla rete Elettrica ENEL MT 20kV avverrà tramite una protezione di interfaccia supplementare a quella integrata nei convertitori tarata secondo le disposizioni del gestore ed un trasformatore da 1250 kVA (20kV/400V) atto a garantire l'innalzamento della tensione per la consegna alla rete.

11. Descrizione delle misure di protezione

11.1 Protezioni lato MT

11.1.1 Protezioni contro le sovracorrenti

Le protezioni di massima corrente poste sul lato primario del trasformatore sono tenute a svolgere le seguenti funzioni:

- protezioni contro il cortocircuito
- protezioni contro il sovraccarico
- protezione contro i guasti che si manifestano a monte dell'interruttore generale di bassa tensione

Nel contempo le protezioni MT devono garantire:

- la selettività nei confronti degli interruttori automatici presenti sulle varie partenze del quadro di bassa tensione
- il non intervento a fronte delle correnti di magnetizzazione che si manifestano all'atto dell'inserzione del trasformatore

11.1.2 Protezioni contro il cortocircuito

Per la protezione contro il cortocircuito, che si manifesta sul lato primario, la protezione deve intervenire in modo pressochè istantaneo. Nel caso di cortocircuito sul lato secondario, a monte dell'interruttore di protezione della macchina, invece, il tempo di interruzione totale deve essere inferiore a 2 secondi (valore corrispondente alla capacità di tenuta al cortocircuito dei trasformatori, indicata nella Norma CEI 14-4).

11.2 Dispositivi di protezione

Verranno utilizzati interruttori automatici MT equipaggiati con relè elettronici allacciati a TA inseriti su ognuna delle tre fasi. Su questi relè si possono attuare due differenti tarature:

- una soglia a intervento istantaneo per fronteggiare il cortocircuito sul primario
- una soglia a intervento ritardato destinata a sganciare l'interruttore per sovracorrenti di valore uguale o inferiore a quelle prodotte in seguito al verificarsi di un cortocircuito sul secondario

11.3 Dispositivo generale

Il dispositivo generale ha la funzione di salvaguardare il funzionamento nei confronti dei guasti nel sistema di generazione elettrica. Tale dispositivo, in condizione di aperto, esclude l'intero sistema dalla rete pubblica. Esso è composto da:

- modulo protezione trafo con interruttore rispondente alle prescrizioni CEI 0-16 con protezione **50 51 51N** completo di:
 - 1 unità Arrivo/Partenza con interruttore fisso
 - indicatori di presenza tensione lato sbarre e lato cavi
 - un interruttore in Vuoto 630A - 12.5kA
 - sganciatore di apertura
 - contamanovre
 - contatti ausiliari
 - blocco a chiave dell'interruttore in posizione di aperto - stessa chiave per tutti gli interruttori.
 - sganciatore di apertura a demagnetizzazione
 - contatti ausiliari supplementari
 - sganciatore di minima tensione con ritardatore elettronico PR521
 - relè di protezione montato a bordo interruttore con toroide per il guasto a terra.
 - nr.3 TA per relè di protezione PR521 montati a bordo interruttore per guasto a terra
 - un interruttore di sezionamento
- una chiave rimovibile con IMS in posizione di chiuso e 1 chiave rimovibile con IMS in posizione di aperto. Una chiave rimovibile con ES in posizione di chiuso e 1 chiave rimovibile con ES in posizione di aperto. Tappo per caricamento SF6

11.4 Protezioni lato BT

11.4.1 Protezione contro il cortocircuito lato DC

Per la parte di circuito in corrente continua, la protezione contro il cortocircuito è assicurata dalla caratteristica tensione-corrente dei moduli fotovoltaici che limita la corrente di cortocircuito degli stessi a valori noti e di poco superiori alla loro corrente nominale. Per ciò che riguarda il circuito in corrente alternata, la protezione contro il cortocircuito è assicurata dal dispositivo limitatore contenuto all'interno dell'inverter. L'interruttore magneto-termico posto a valle dell'inverter agisce quindi da ricalzo all'azione del dispositivo di protezione interno agli inverter.

11.4.2 Protezioni contro sovraccarichi

Le condutture saranno protette dai sovraccarichi mediante l'utilizzo di apparecchiature di tipo automatico magneto-termici, poste a monte di ogni linea e coordinate secondo le seguenti due relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$
$$I_r \leq 1,45 * I_z$$

dove:

- I_b = corrente di impiego del circuito
- I_z = portata in regime permanente della conduttura
- I_n = corrente nominale del circuito di protezione
- I_f = corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite

11.5 Misure di protezione contro i contatti indiretti e diretti

La protezione dai contatti indiretti per l'impianto fotovoltaico dovrà essere realizzata tenendo in considerazione che i sistemi di collegamento del neutro e delle masse sono diversi per il lato DC e il lato AC dell'impianto.

Lato DC moduli fotovoltaici

Il sistema in corrente continua costituito dalle stringhe di moduli FV e dai loro collegamenti agli inverter è un sistema che non presenta alcun punto connesso elettricamente a terra (flottante). Non vi sono parti metalliche che possono andare in tensione per effetto del cedimento dell'isolamento principale e quindi da essere considerate masse, secondo CEI 64.8, in quanto i moduli sono in classe II e le reti presentano un isolamento in classe II. Le misure di protezione di rincalzo adottate sono:

- *controllo dell'isolamento del generatore fotovoltaico da parte dei singoli inverter: in caso di cedimento dell'isolamento nella parte DC si crea una debole corrente di primo guasto che fluisce attraverso l'inverter. La protezione interna all'inverter rileva l'abbassamento del livello di isolamento dell'impianto in DC e genera un allarme ottico sul pannello dell'inverter.*
- *trasformatore di isolamento che impedisce la chiusura dell'anello di guasto sia nel caso di contatti diretti che indiretti, dispositivo differenziale sul generale della linea trifase.*
- *collegamento a terra delle strutture metalliche. Nel caso in cui l'intera struttura sia costituita da più parti metalliche separate, queste dovranno essere collegate tra loro mediante un conduttore equipotenziale con sezione di 16 mm²*
- *collegamento equipotenziale dei moduli fotovoltaici con la struttura di sostegno effettuato mediante gli organi di fissaggio meccanico (la cornice dei moduli è passivata con trattamento galvanico, è quindi opportuno rimuovere localmente lo strato isolante per assicurare un buon contatto ohmico)*

La protezione contro i contatti indiretti è, in questo caso, assicurata dal seguente accorgimento:

- *verifica, da seguire in corso d'opera o in fase di collaudo, che i dispositivi di protezione inseriti nel quadro elettrico generale B.T., intervengano in caso di primo guasto verso terra con un ritardo massimo di 0,4 secondi, oppure che intervengano entro 5 secondi ma la tensione sulle masse entro tale periodo non superi i 50 V.*

Dal lato AC la protezione contro i contatti sia diretti che indiretti viene effettuata tramite il magneto termico differenziale posto a valle dell'impianto. Inoltre la protezione contro i contatti indiretti è assicurata dai seguenti accorgimenti:

- *i dispositivi di protezione inseriti nel quadro di distribuzione BT intervengano nel caso di primo guasto verso terra entro 5 secondi con tensione sulle masse in tale range temporale inferiore a 50 V*

11.6 Misure di protezione sul collegamento alla rete elettrica

La protezione del sistema di generazione fotovoltaica nei confronti sia della rete autoproduttore che della rete di distribuzione pubblica è realizzata in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-20, con riferimento anche a quanto contenuto nel documento di unificazione Enel Dk 5640. Il regime di parallelo dovrà interrompersi immediatamente ed automaticamente ogni qualvolta manchi l'alimentazione della rete MT da parte dell'ENEL.

11.7 Isolamento metallico tra rete in AC e parte in DC

La separazione mediante trasformatore MT/BT a frequenza industriale (50Hz) serve a garantire la separazione dalla rete pubblica dell'eventuale componente continua presente sul lato AC del convertitore.

12. Impianti di protezione da fulminazione

12.1 Fulminazione diretta

Il sistema in oggetto non aumenta le probabilità di fulminazione diretta rispetto alla normale frequenza dei fenomeni di fulminazione. Sarà comunque possibile prevedere un opportuno sistema LSP (*sistema di protezione contro i fulmini*) per proteggere l'impianto da tale evento.

12.2 Fulminazione indiretta

L'abbattersi di scariche atmosferiche in prossimità dell'impianto può provocare il concatenamento del flusso magnetico associato alla corrente di fulminazione con i circuiti dell'impianto fotovoltaico, così da provocare sovratensioni in grado di mettere fuori uso i componenti tra cui, in particolare, gli inverter. Saranno allo scopo inseriti, come protezione, degli SPD a varistori sulla sezione DC integrati nei generatori fotovoltaici.

13. Impianto di terra

13.1 Generalità

In un impianto utilizzatore alimentato in media tensione si realizza, in genere, un impianto di terra unico per la media e per la bassa tensione. Verrà realizzato l'anello di terra, di sezione e larghezza adeguata, con un numero opportuno di dispersori, intorno alla cabina.

La messa a terra delle strutture e delle masse elettriche sarà realizzata tramite conduttori del tipo N07V-K con isolante in materiale PVC (colore della guaina: giallo-verde) della sezione adeguata, collegati al nodo equipotenziale, collegato a sua volta al picchetto di terra.

14. Compatibilità elettromagnetica (EMC)

14.1 Definizioni

- **Cella fotovoltaica:** dispositivo semiconduttore che genera elettricità quando è esposto alla luce solare.
- **Modulo fotovoltaico:** assieme di celle fotovoltaiche elettricamente collegate e protette dagli agenti atmosferici, anteriormente mediante vetro e posteriormente con vetro e/o materiale plastico. Il bordo esterno è protetto da una cornice in alluminio anodizzato.
- **Pannello fotovoltaico:** un gruppo di moduli fissati su un supporto metallico.
- **Stringa fotovoltaica:** un gruppo di moduli elettricamente collegati in serie. La tensione di lavoro dell'impianto è quella determinata dal carico elettrico "equivalente" visto dai morsetti della stringa.
- **Campo fotovoltaico:** un insieme di stringhe collegate in parallelo e montate su strutture di supporto, generalmente realizzate con profilati in acciaio zincato.
- **Corrente di cortocircuito di un modulo o di una stringa:** corrente erogata in condizioni di cortocircuito, ad una particolare temperatura e radiazione solare.
- **Tensione a vuoto di un modulo o di una stringa:** tensione generata ai morsetti a circuito aperto, ad una particolare temperatura e radiazione solare.
- **Caratteristica corrente-tensione di un modulo o di una stringa:** corrente erogata ad una particolare temperatura e radiazione, tracciata quale funzione della tensione di uscita.
- **Potenza massima di un modulo o di una stringa:** potenza erogata, ad una particolare temperatura e radiazione, nel punto della caratteristica corrente-tensione dove il prodotto corrente-tensione ha il valore massimo.
- **Condizioni standard di funzionamento di un modulo o di una stringa:** un modulo opera alle "condizioni standard" quando la temperatura delle giunzioni delle celle è 25°C, la radiazione solare è 1000 W/m² e la distribuzione spettrale della radiazione è quella standard (AM 1,5).
- **Condizioni operative di funzionamento di un modulo o di una stringa:** un modulo lavora in "condizioni operative" quando la temperatura ambiente è di 20°C, la radiazione di 800 W/m² e la velocità del vento di 1 m/s.
- **Potenza di picco:** potenza erogata nel punto di potenza massima alle condizioni standard.
- **Efficienza di conversione di un modulo:** rapporto tra la potenza massima del modulo ed il prodotto della sua superficie per la radiazione solare, espresso come percentuale.
- **Quadro protezioni di sottocampo B.T.:** quadro in cui vengono convogliate le terminazioni di tutte le stringhe e dove ne viene eseguito il parallelo.
- **Convertitore DC/AC (Inverter):** convertitore statico in cui viene effettuata la conversione dell'energia elettrica da continua ad alternata, tramite un ponte a semiconduttori, opportune apparecchiature di controllo, che permettono di ottimizzare il rendimento del campo fotovoltaico, e un trasformatore.
- **Linea:** le linee corrispondono ai collegamenti con conduttori elettrici aerei o in cavo, delimitati da organi di manovra, che permettono di unire due o più impianti allo stesso livello di tensione. Le linee a tre o a più estremi sono sempre definite come più tronchi di linea a due estremi. Gli organi di manovra connettono tra loro componenti delle reti e permettono di interrompere il passaggio di corrente.

- **Tronco:** i tronchi di linea corrispondono ai collegamenti metallici che permettono di unire fra loro due impianti gestiti allo stesso livello di tensione, compresi gli allacciamenti. Si definisce tronco fittizio il tronco che unisce due impianti adiacenti.
- **Tratta:** la tratta è una porzione di tronco di linea, composto da una sequenza di campate contigue, avente caratteristiche omogenee di tipo elettrico, di tipo meccanico e relative alla proprietà ed appartenenza alla RTN (Rete di Trasmissione Nazionale). Ad ogni variazione delle caratteristiche si individua una nuova tratta.
- **Campata:** la campata è l'elemento minimo di una linea elettrica. Essa è sottesa tra due sostegni o tra un sostegno ed un portale, ultimo sostegno già all'interno dell'impianto.
- **Sostegno:** il sostegno è l'elemento di supporto meccanico della linea aerea in conduttori nudi o in cavo. I sostegni, i sostegni porta terminali ed i portali possono essere costituiti da pali o tralicci.
- **Impianto:** nell'ambito di una rete elettrica l'impianto corrisponde ad un'officina elettrica destinata, simultaneamente o separatamente, alla produzione, allo smistamento, alla regolazione e alla modifica, trasformazione e/o conversione, dell'energia elettrica transitante in modo da renderla adatta a soddisfare le richieste della successiva fase di destinazione. Gli impianti possono essere:
 - **Centrali di produzioni**
 - **Stazioni elettriche**
 - **Cabine di trasformazione primarie e secondarie**
 - **Cabine utente**

Inoltre rientrano in questa categoria anche quelle stazioni talvolta chiamate di allaccio.

- **Corrente:** valore efficace di corrente elettrica
- **Portata in corrente in servizio nominale:** è la corrente che può essere sopportata da un conduttore per il 100% del tempo con limiti accettabili del rischio di scarica sugli oggetti mobili e sulle opere attraversate e dell'invecchiamento. Essa è definita nella norma CEI 11-60 par. 2.6 e sue successive modifiche.
- **Portata in regime permanente:** massimo valore della corrente che, in regime permanente ed in condizioni specificate, il conduttore può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato (secondo CEI 11-17 par. 1.2.05.)
- **Fascia di rispetto:** è lo spazio circostante un elettrodo, che comprende tutti i punti, al di sopra ed al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità. Come prescritto dall'articolo 4, comma 1 lettera h della legge quadro n. 36 del 22 febbraio 2001, all'interno delle fasce di rispetto non consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti una permanenza non inferiore a 4 ore.
- **Distanza di prima approssimazione (Dpa):** per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, della proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di Dpa si trovi all'esterno delle fasce di rispetto. Per le cabine è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.
- **Autorità competenti ai fini delle autorizzazioni:** sono le autorità competenti al rilascio delle autorizzazioni per la costruzione e/o l'esercizio di elettrodotti e/o insediamenti e/o aree di cui all'art. del D.P.C.M. 8 luglio 2003 (G.U. n. 200).

- **Autorità competenti ai fini dei controlli:** sono le autorità di cui all'art. 14 della legge 22 febbraio 2001, n.36.

Normativa nazionale di riferimento

- *Legge Quadro n.36 del 22 febbraio 2001 “legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”*
- *DPCM (Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri) dell' 8 luglio 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”. Questo decreto, per i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità sui campi elettromagnetici alla frequenza di 50 Hz, ha stabilito quanto segue: 100μT per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.*

A titolo di misura cautelativa per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di **10μT**, da intendersi come mediana dei valori nell'arco di 24 ore nelle normali condizioni di esercizio. Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree di gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di **3μT** per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco di 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

- *DPCM (Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri) dell'8 luglio 2003 “fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz”*

Questo decreto sui limiti di esposizione, valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per c.e.m di alta frequenza ha stabilito quanto segue:

- *nel caso di esposizione a impianti che generano campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici con frequenza compresa tra 100 kHz e 300 GHz, non devono essere superati i limiti di esposizione indicati nella tabella 1, intesi come valori efficaci*

A titolo di misura cautelativa per la protezione da possibili effetti a lungo termine eventualmente connessi con le esposizioni ai campi generati alle suddette frequenze all'interno di edifici adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, e loro pertinenze esterne, che siano fruibili come ambienti abitativi quali balconi, terrazzi e cortili esclusi i lastrici solari, si assumono i valori di attenzione indicati nella **tabella 1**. Ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettromagnetici, i valori dei campi oggetto del presente decreto, calcolati o misurati all'aperto nelle aree intensamente frequentate, non devono superare i valori di obiettivi di qualità indicati nella **tabella 1**.

<i>Limiti di esposizione</i>	<i>Intensità di campo elettrico E (V/m)</i>	<i>Intensità di campo magnetico H (A/m)</i>
$0.1 < f \leq 3 \text{MHz}$	60	0.2
$3 \text{MHz} < f \leq 3 \text{GHz}$	20	0.05
$3 \text{GHz} < f \leq 300 \text{GHz}$	40	0.01
<i>Valore di attenzione</i>	6	0.016
$0.1 \text{ MHz} < f \leq 300 \text{GHz}$	-	-
<i>Obiettivi Qualità</i>	6	0.016

Tabella 1

- **Limite di esposizione:** è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione dalla popolazione e dei lavoratori per le finalità di cui all'articolo 1, comma 1, lettera a) della Legge Quadro
- **Valore di attenzione:** è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, che non deve essere superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate per le finalità di cui all'articolo 1, comma 1, lettere b) e c). Esso costituisce misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine e deve essere raggiunto nei tempi e nei modi previsti dalla legge
- **Obiettivi di qualità:**
 - ✓ sono i criteri localizzativi, gli standard urbanistici, le prescrizioni e le incentivazioni per l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili, indicati dalle leggi regionali secondo le competenze definite dall'articolo 8 della Legge Quadro
 - ✓ sono i valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, definiti dallo Stato secondo le previsioni di cui all'articolo 4, comma 1, lettera a), ai fini della progressiva mitigazione dell'esposizione ai campi medesimi

15. Linea MT

- **Oggetto dell'intervento**

Realizzazione di una linea MT interrata, della lunghezza di 30 m.


- **Descrizione dell'area d'interesse**

L'elettrodotto interessa un'area scarsamente urbanizzata.

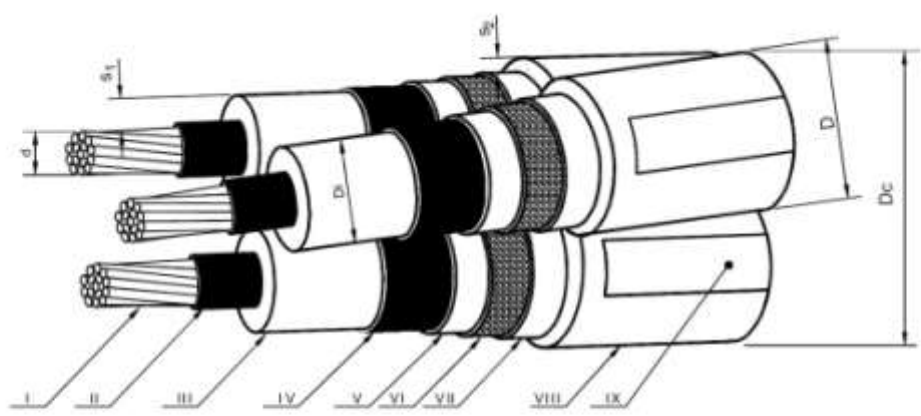
- **Dati progettuali**

La linea MT complessiva, interrata, con tensione nominale di esercizio pari a 20 kV e frequenza di 50 Hz sarà realizzata secondo le specifiche tecniche ENEL.

- **Cavo linea interrata:** cavo tripolare (Al 185 mmq) ad elica visibile in alluminio, isolato con polietilene reticolato schermato sotto guaina in PVC secondo quanto previsto dalla norma C.E.I. 20-1.

	<i>Linee in cavo sotterraneo MT</i>	Tavola
	MATERIALI CAVI MT	M1.2
		Ed. 1 Giugno 2003

Cavi tripolari ad elica visibile con conduttori in alluminio



I - Conduttore IV - Strato semiconduttore VII - Strato protettivo dello schermo
 II - Strato semiconduttore V - Nastro semiconduttore igroespandente VIII - Guaina con caratteristiche di resistenza all'urto
 III - Isolante VI - Schermo IX - Stampigliatura

3. Cavo isolato con XLPE aventi caratteristiche di resistenza all'urto (ARE4H5EX-12/20 kV)

Matricola	Numero dei conduttori per sez. nominale [n° x mm²]	Diametro sul conduttore d [mm]	Diametro sull'isolante max [mm]	Diametro esterno D max [mm]	Diametro circoscritto Dc max [mm]	Massa nominale [kg/km]	Tabella
33 22 70	3x (1x70)	9,5 ÷ 9,9	20,5	35	77	2350	DC 4383
33 22 71	3x(1x185)	15,8 ÷ 16,2	27	41	90,2	3850	

Operazione di posa della linea interrata

Il cavo sarà posato direttamente interrato opportunamente protetto dai danneggiamenti meccanici, o con copponi di c.a.v., o con elementi unificati ENEL in resina, o con tubazioni in PVC inglobato in massetto di calcestruzzo, o con tubo di acciaio zincato in caso di parallelismi con altri servizi. La trincea, salvo quanto previsto dal D.M. 21/03/1988 per gli attraversamenti speciali, avrà una profondità minima di 1,1 m ed una larghezza minima di 0,5 m.

- **Valutazione dell'induzione magnetica generata dall'elettrodotto ai fini della determinazione delle zone di rispetto**

Utilizzando cavi cordati ad elica visibile interrata le rispettive fasce di rispetto associabili hanno ampiezza ridotta, inferiori alle distanze previste dal decreto interministeriale n. 449/88 e dal decreto del ministero dei lavori pubblici del 16 gennaio 1991.

- **Riferimenti a quanto asserito**

Decreto 29 Maggio 2008, paragrafo 3.2 Oggetto ed applicabilità pag. 9

Documento ENEL "Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche", capitolo "Obiettivo ed ambito di applicazione" pag 5.

16. Cabina di trasformazione

Trasformatore	Isolato in Resina
Potenza	1250 kVA
Classe di isolamento	24 kV
Tensione Primaria	20 kV
Tensione Secondaria	230 V / 400 V
Corrente nominale al secondario del trasf	1804,21 A
Corrente nominale al primario del trasf	36,08 A
Tensione nominale di cortocircuito Ucc%	6
Contributo alla Icc inverter su secondario	1298 A
Corrente c.c. al secondario	29 kA
Corrente a vuoto Io%	0,7 A
Collegamenti	Triangolo - Stella
Rendimento a 75°C	11,6 kW
Rumore	LWA: 67 dB
Sezione cavi uscita	240 mmq
Diametro cavi uscita	30,5 mm
Dimensioni	L=1650 mm A=2030mm P=1000mm
Peso	2900 Kg

Il trasformatore è conforme alle seguenti norme:

CEI 11-35 CEI 14-4/8
CEI 11-37 CEI 14-12
CEI 14-4/1 CEI 14-32
CEI 14-4/2 CEI 15-26
CEI 14-4/2 CEI 15-32

Considerando che il campo elettrico in media tensione è notevolmente inferiore a **5 kV/m**, imposto dalla normativa, nella presente relazione si porgerà maggiore attenzione al campo magnetico. Dato il basso valore delle correnti in gioco, unico punto critico risulta essere la cabina di trasformazione.

Calcolo del Dpa:

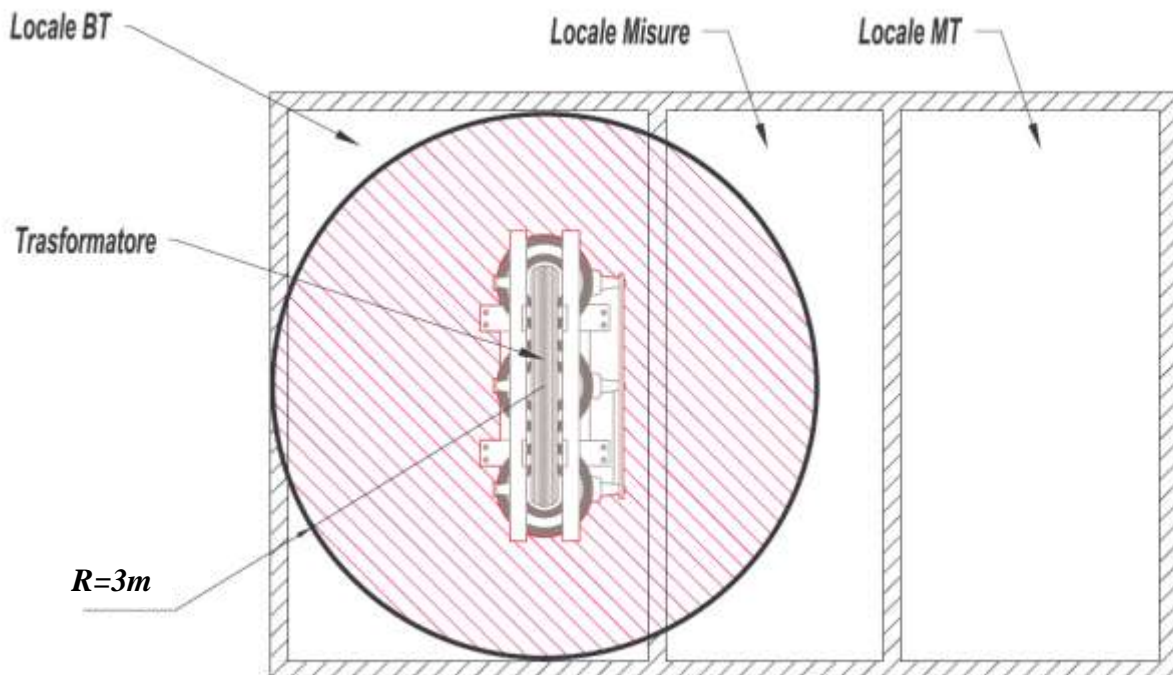
$$\frac{Dpa}{\sqrt{I}} = 0,40942 \cdot x^{0,5241} \Rightarrow Dpa = (0,40942 \cdot x^{0,5241}) \cdot \sqrt{I} \Rightarrow$$

$$Dpa = [0,40942 \cdot (0,0305m)^{0,5241}] \cdot \sqrt{1804,21A} = 2,79m \cong 3m$$

dove:

<i>Dpa</i>	<i>Distanza di prima approssimazione [m]</i>
<i>I</i>	<i>Corrente nominale al secondario del trasformatore [A]</i>
<i>x</i>	<i>Diametro cavi sul secondario del trasformatore [m]</i>
<i>La distanza di prima approssimazione viene arrotondata al mezzo metro superiore</i>	

Con un *Dpa* di **3 m** la rispettiva fascia di rispetto rientra nei confini di pertinenza della cabina.



L'induzione magnetica dal trasformatore decresce in funzione della distanza secondo la seguente espressione (valida per trasformatori in resina e distanze fino a 10 m):

$$B = 0,346 * \frac{I * d}{r^2}$$

dove:

<i>I</i>	<i>Corrente nominale al secondario del trasf. [A]</i>
<i>d</i>	<i>Diametro cavi sul secondario del trasf [m]</i>
<i>r = Dpa</i>	<i>Distanza di prima approssimazione [m]</i>

Sostituendo i valori si ottiene un'induzione magnetica pari a:

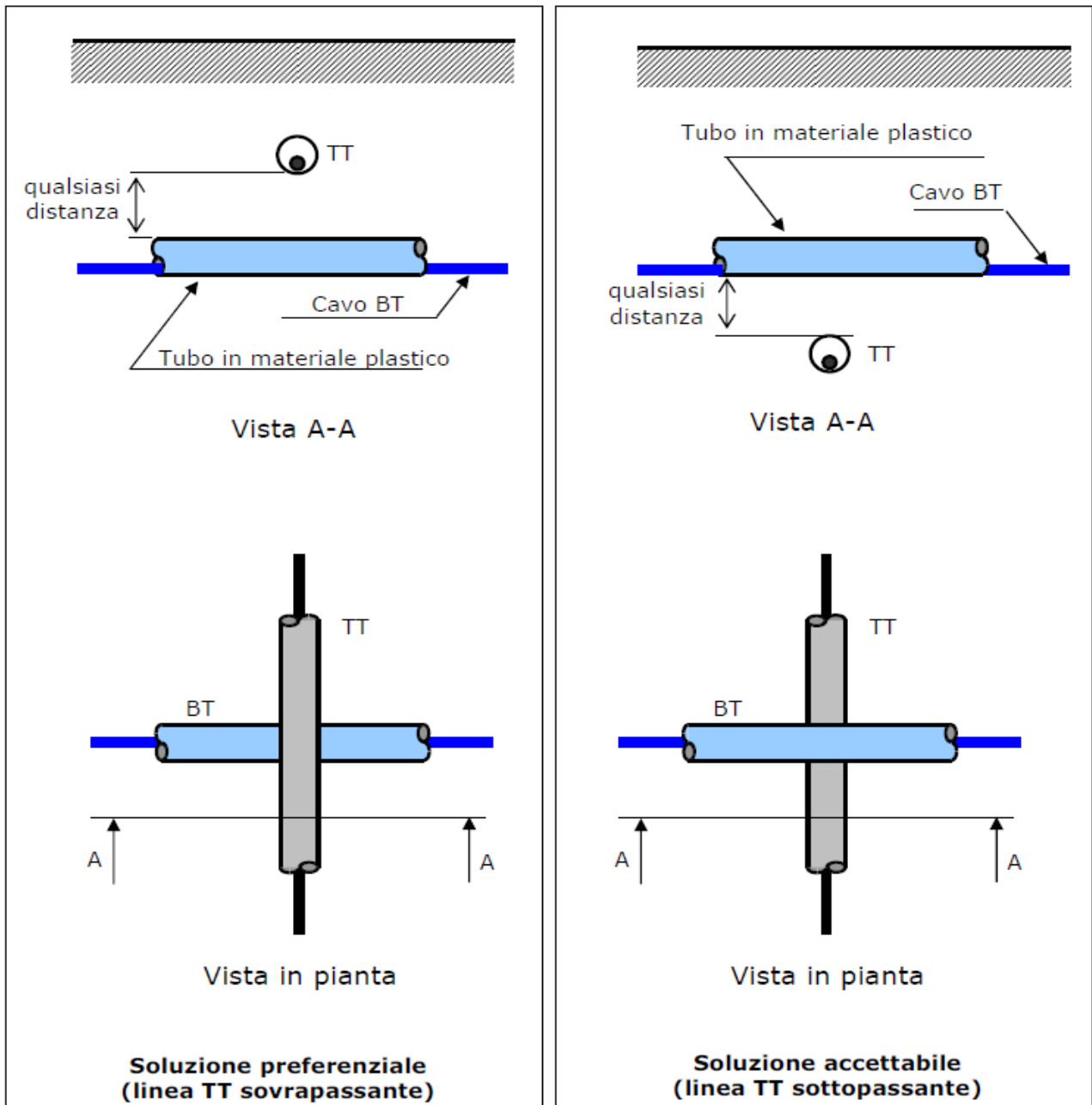
$$B = 0,346 * \frac{1804,21 * 0,0305}{3^2} = 2,115 \mu T$$

Con un ***Dpa*** di ***3 m*** si ottiene un valore di induzione magnetica ***B*** pari a ***2,115 μT*** risulta quindi evidente che:

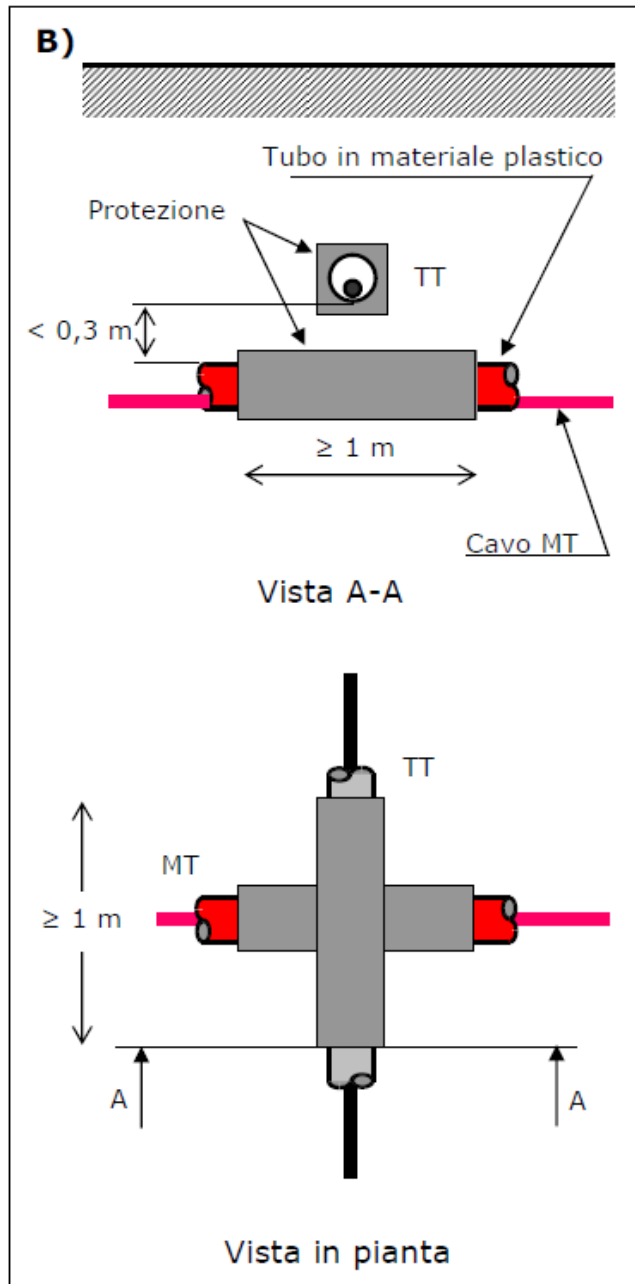
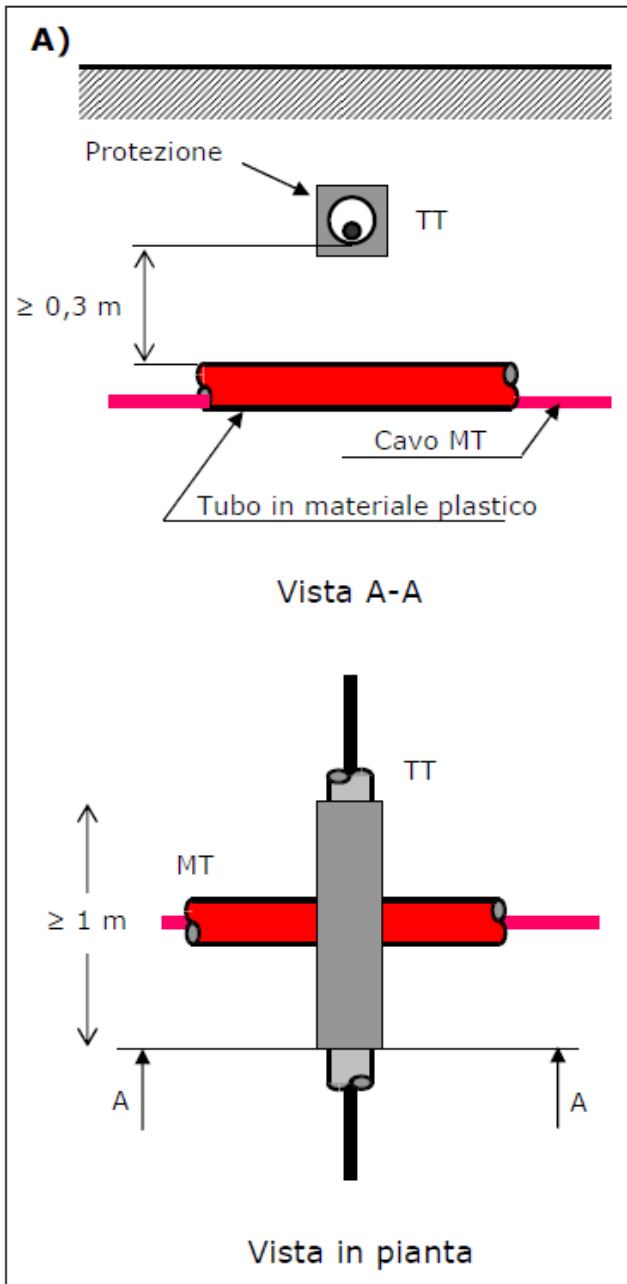
- ***ai fini della protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz), in conformità con quanto indicato dal DPCM 8 luglio 2003 (art. 3 e 4) e in riferimento ai limiti precedentemente esposti si ottiene il raggiungimento dell'obiettivo di qualità con valori inferiori a 3 microTesla [μT] ad una distanza di circa 3 metri dal trasformatore.***

17. Coesistenza tra cavi di telecomunicazioni e linee elettriche

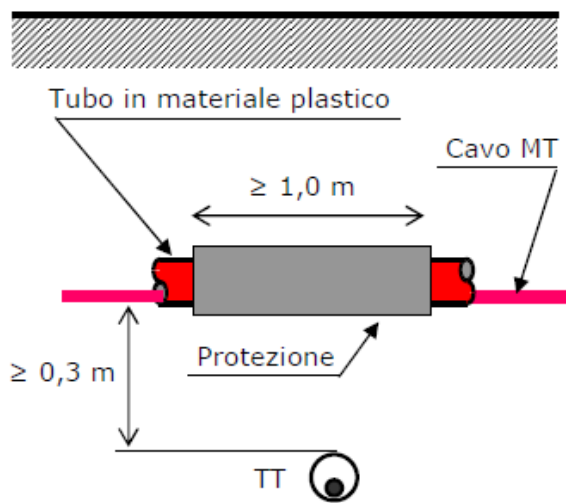
- *Bassa Tensione*



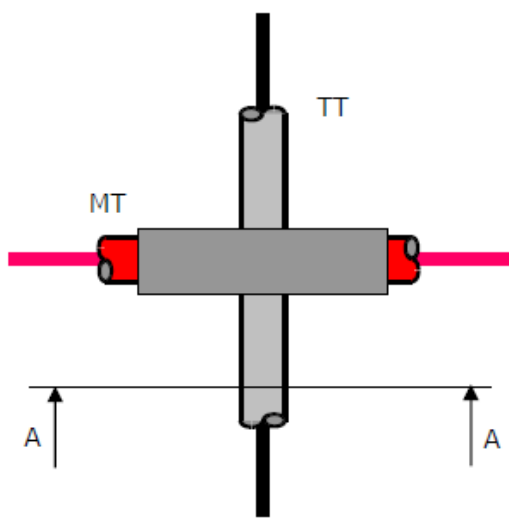
- *Media tensione*



A)

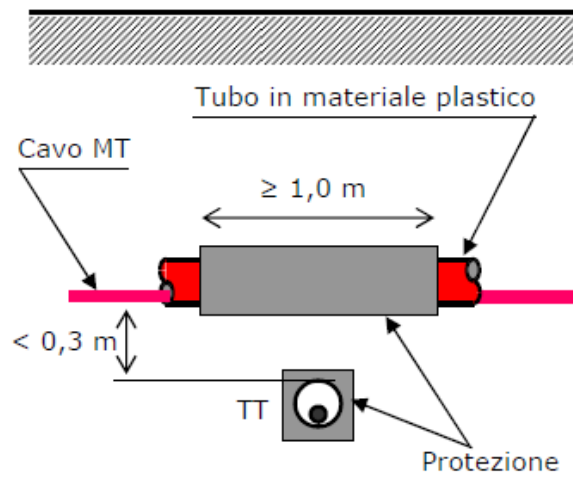


Vista A-A

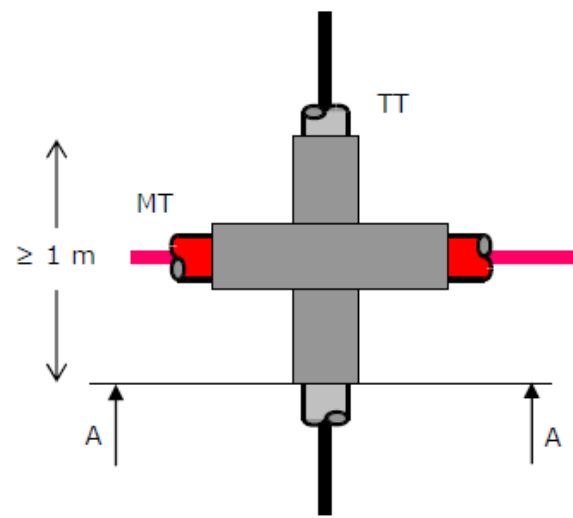


Vista in pianta

B)



Vista A-A



Vista in pianta

18. Caratteristiche degli attraversamenti con impianti telefonici preesistenti

L'area interessata alla realizzazione dell'impianto fotovoltaico non presenta linee di telecomunicazioni e di conseguenza non ci saranno intersezioni e/o parallelismi tra le linee di telecomunicazioni e le linee elettriche derivanti da tale impianto.

19. Monitoraggio dell'impianto

Il monitoraggio dell'impianto fotovoltaico in termini di lettura e registrazione delle misure di energia avviene attraverso un seriale di comunicazione MODBUS RS485 che viaggia, parallelamente, nel cavidotto in Bassa Tensione. I valori di interesse in "real-time" vengono inviati ad un server tramite un comune modem GSM.