

PREMESSA

La presente relazione tecnica ha per oggetto la realizzazione di un impianto di generazione elettrica ottenuta mediante conversione fotovoltaica – destinato ad operare in parallelo alla rete elettrica di distribuzione – da installare sulla copertura piana della Scuola dell'infanzia e primaria sita in Via dei Campi in Cologna Spiaggia nel Comune di Roseto degli Abruzzi in provincia di Teramo. L'edificio è di proprietà del Comune di Roseto degli Abruzzi.

Tale opera, inoltre, rientra in un progetto più ampio, co-finanziato dalla Regione Abruzzo (L.R. n. 15/2004), che prevede l'installazione di pannelli fotovoltaici su edifici pubblici.

A regime, un impianto fotovoltaico presenta diversi vantaggi, tra cui:

- la produzione di energia elettrica senza alcuna emissione di sostanze inquinanti (stimata in 0,7 kg per kWh elettrico prodotto);
- nessun inquinamento acustico;
- il risparmio di combustibili fossili;
- la modularità (per aumentare la taglia basta aumentare il numero dei moduli);
- le ridotte esigenze di manutenzione, dovute all'assenza di parti in movimento;
- la semplicità di utilizzo;
- la compatibilità delle soluzioni di progettazione del sistema con le esigenze di tutela architettonica o ambientale;
- il possibile utilizzo di superfici marginali (tetti, solai, terrazzi, ecc.) per l'installazione dell'impianto.

Per di più, il rilievo e la visibilità che caratterizzeranno l'impianto, grazie ad una serie di efficaci interventi di comunicazione, contribuiranno alla diffusione della conoscenza della tecnologia fotovoltaica e dei benefici ad essa connessi.

DATI GENERALI

Ubicazione impianto

Identificativo dell'impianto: **Impianto fotovoltaico su copertura piana
potenza=20KWp**
Indirizzo: **Via Campi, Cologna Spiaggia, Roseto degli Abruzzi (TE)**
Comune: **ROSETO DEGLI ABRUZZI (TE)**
CAP: **64026**

Committente

Nome Cognome **COMUNE DI ROSETO DEGLI ABRUZZI (TE) ---**
Codice Fiscale **00176150670**

Indirizzo **Piazza della Repubblica**
Comune **ROSETO DEGLI ABRUZZI (TE)**
CAP **64026**
Telefono **085-894531**
Fax **085-89453670**
E-mail **info@roseto.org**

Rappresentante Legale **Sindaco Geom Franco Di Bonaventura**

R.U.P./Dirigente **Dirigente II Settore LL.PP., Ing. Maria Angela Mastropietro**

Indirizzo **Piazza della Repubblica**
Comune **ROSETO DEGLI ABRUZZI (TE)**
CAP **64026**
Telefono **085-894531**
Fax **085-89453670**
E-mail **info@roseto.org**

Tecnico

Ragione Sociale **studio di ingegneria**

Nome Cognome **Andrea Delli Compagni**
Qualifica **ingegnere**
Codice Fiscale **DLLNDR71P25L103J**
P. IVA **01475830673**

Indirizzo **Viale America, 15**
Comune **ROSETO DEGLI ABRUZZI (TE)**
CAP **64026**
Telefono **328-4223267**
Fax **085-7931337**
E-mail **koppe@inwind.it info@delling.it**

PREMESSA

Valenza dell'iniziativa

Con la realizzazione dell'impianto, denominato "Impianto fotovoltaico 20kWp su copertura piana", si intende conseguire un significativo risparmio energetico per la struttura servita, mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal Sole. Il ricorso a tale tecnologia nasce dall'esigenza di coniugare:

- la compatibilità con esigenze architettoniche e di tutela ambientale;
- nessun inquinamento acustico;
- un risparmio di combustibile fossile;
- una produzione di energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti.

Attenzione per l'ambiente

Ad oggi, la produzione di energia elettrica è per la quasi totalità proveniente da impianti termoelettrici che utilizzano combustibili sostanzialmente di origine fossile. Quindi, considerando l'energia stimata come produzione del primo anno, 24 880.22 kWh, e la perdita di efficienza annuale, 0.90 %, le considerazioni successive valgono per il tempo di vita dell'impianto pari a 20 anni.

Risparmio di combustibile

Un utile indicatore per definire il risparmio di combustibile derivante dall'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili è il fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh].

Questo coefficiente individua le T.E.P. (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) necessarie per la realizzazione di 1MWh di energia, ovvero le TEP risparmiate con l'adozione di tecnologie fotovoltaiche per la produzione di energia elettrica.

Risparmio di combustibile

Risparmio di combustibile in	TEP
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0.187
TEP risparmiate in un anno	4.65
TEP risparmiate in 20 anni	85.51

Fonte dei dati: Delibera EEN 3/08, art. 2

Emissioni evitate in atmosfera

Inoltre, l'impianto fotovoltaico consente la riduzione di emissioni in atmosfera delle sostanze che hanno effetto inquinante e di quelle che contribuiscono all'effetto serra.

Emissioni evitate in atmosfera

Emissioni evitate in atmosfera di	CO ₂	SO ₂	NO _x	Polveri
Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh]	496.0	0.93	0.58	0.029
Emissioni evitate in un anno [kg]	12 340.59	23.14	14.43	0.72
Emissioni evitate in 20 anni [kg]	226 806.55	425.26	265.22	13.26

Fonte dei dati: Rapporto ambientale ENEL 2006

Normativa di riferimento

Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte, come prescritto dalle normative vigenti, ed in particolare dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono essere in accordo con le norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVFF;
- alle prescrizioni e indicazioni della Società Distributrice di energia elettrica;
- alle prescrizioni del gestore della rete;

- alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).
- L'elenco completo delle norme alla base della progettazione è riportato in Appendice A.

SITO DI INSTALLAZIONE

Premessa

Il dimensionamento energetico dell'impianto fotovoltaico connesso alla rete del distributore è stato effettuato tenendo conto, oltre che della disponibilità economica, di:

- disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico ;
- disponibilità della fonte solare;
- fattori morfologici e ambientali (ombreggiamento e albedo);

Disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico

Descrizione del sito

Il contesto in cui verrà installato l'impianto è il seguente:

L'edificio interessato corrisponde ad un edificio scolastico ubicato in Cologna Spiaggia frazione di Roseto degli Abruzzi (TE), in zona limitrofa alla fascia costiera dalla giacitura totalmente pianeggiante, caratterizzata dall'assenza di edifici contigui alla scuola stessa con corpi di fabbrica di altezza rilevante e/o ombreggiamento da piantumazioni di elevate dimensioni.

Disponibilità della fonte solare

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale

La disponibilità della fonte solare per il sito di installazione è verificata utilizzando i dati "UNI 10349" relativi a valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale.

Per la località sede dell'intervento, ovvero il comune di ROSETO DEGLI ABRUZZI (TE) avente latitudine 42.6783°, longitudine 14.0142° e altitudine di 5 m.s.l.m.m., i valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale stimati sono pari a:

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [MJ/m²]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
5.60	8.40	12.50	17.50	21.30	23.60	25.70	22.50	16.00	10.80	6.60	5.00

Fonte dei dati: UNI 10349



Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [MJ/m²] - Fonte dei dati: UNI 10349

Quindi, i valori della irradiazione solare annua sul piano orizzontale sono pari a:

Irradiazione solare annua sul piano orizzontale [MJ/m²]

Annua
5 338.13

Fonte dei dati: UNI 10349

Non essendoci la disponibilità, per la località sede dell'impianto, di valori diretti si sono stimati gli stessi mediante la procedura della UNI 10349, ovvero, mediante media ponderata rispetto alla latitudine dei valori di irradiazione relativi a due località di riferimento scelte secondo i criteri della vicinanza e dell'appartenenza allo stesso versante geografico.

La località di riferimento N. 1 è TERAMO avente latitudine 42.6583°, longitudine 13.7072° e altitudine di 265 m.s.l.m.m..

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [MJ/m²]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
5.60	8.40	12.50	17.50	21.30	23.60	25.70	22.50	16.00	10.80	6.60	5.00

Fonte dei dati: UNI 10349

La località di riferimento N. 2 è PESCARA avente latitudine 42.4619°, longitudine 14.2131° e altitudine di 4 m.s.l.m.m..

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [MJ/m²]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
5.70	8.60	12.80	18.50	23.00	24.40	26.10	22.20	16.80	11.50	6.70	4.90

Fonte dei dati: UNI 10349

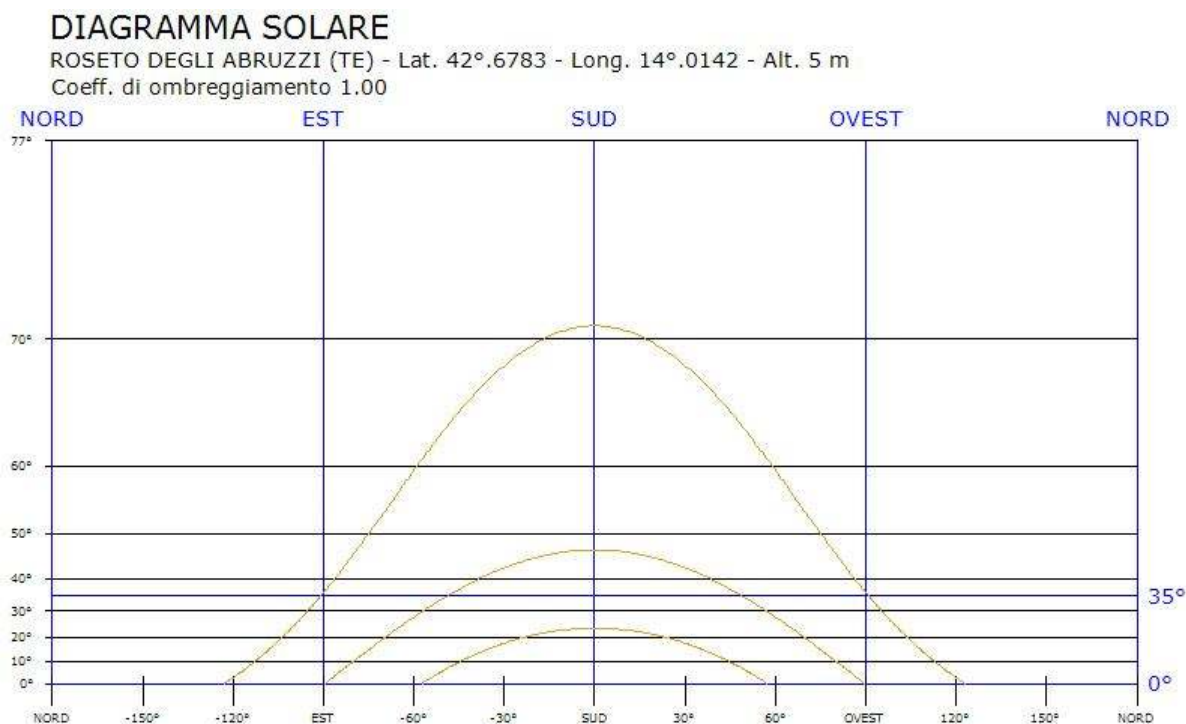
Fattori morfologici e ambientali

Ombreggiamento

Gli effetti di schermatura da parte di volumi all'orizzonte, dovuti ad elementi naturali (rilievi, alberi) o artificiali (edifici), determinano la riduzione degli apporti solari e il tempo di ritorno dell'investimento.

Il Coefficiente di Ombreggiamento, funzione della morfologia del luogo, è pari a: **1.00**.

Di seguito il diagramma solare per il comune di ROSETO DEGLI ABRUZZI:



Albedo

Inoltre, per tener conto del plus di radiazione dovuta alla riflettanza delle superfici della zona in cui è inserito l'impianto, si sono individuati i valori medi mensili di albedo, considerando anche i valori presenti nella norma UNI 8477:

Valori di albedo medio mensile

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

L'Albedo medio annuo è: **0.20**

DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

Procedura di calcolo

Criterio generale di progetto

Il principio progettuale normalmente utilizzato per un impianto fotovoltaico è quello di massimizzare la captazione della radiazione solare annua disponibile.

Nella generalità dei casi, il generatore fotovoltaico deve essere esposto alla luce solare in modo ottimale, scegliendo prioritariamente l'orientamento a Sud e evitando fenomeni di ombreggiamento. In funzione degli eventuali vincoli architettonici della struttura che ospita il generatore stesso, sono comunque adottati orientamenti diversi e sono ammessi fenomeni di ombreggiamento, purché adeguatamente valutati. Perdite d'energia dovute a tali fenomeni incidono sul costo del kWh prodotto e sul tempo di ritorno dell'investimento.

Dal punto di vista dell'inserimento architettonico, nel caso di applicazioni su coperture a falda, la scelta dell'orientazione e dell'inclinazione va effettuata tenendo conto che è generalmente opportuno mantenere il piano dei moduli parallelo o addirittura complanare a quello della falda stessa. Ciò in modo da non alterare la sagoma dell'edificio e non aumentare l'azione del vento sui moduli stessi. In questo caso, è utile favorire la circolazione d'aria fra la parte posteriore dei moduli e la superficie dell'edificio, al fine di limitare le perdite per temperatura.

Criterio di stima dell'energia prodotta

L'energia generata dipende:

- dal sito di installazione (latitudine, radiazione solare disponibile, temperatura, riflettanza della superficie antistante i moduli);
- dall'esposizione dei moduli: angolo di inclinazione (Tilt) e angolo di orientazione (Azimut);
- da eventuali ombreggiamenti o insudiciamenti del generatore fotovoltaico;
- dalle caratteristiche dei moduli: potenza nominale, coefficiente di temperatura, perdite per disaccoppiamento o mismatch;
- dalle caratteristiche del BOS (Balance Of System).

Il valore del BOS può essere stimato direttamente oppure come complemento all'unità del totale delle perdite, calcolate mediante la seguente formula:

$$\text{Totale perdite [\%]} = [1 - (1 - a - b) \times (1 - c - d) \times (1 - e) \times (1 - f)] + g$$

per i seguenti valori:

- a Perdite per riflessione.
- b Perdite per ombreggiamento.
- c Perdite per mismatching .
- d Perdite per effetto della temperatura.
- e Perdite nei circuiti in continua.
- f Perdite negli inverter.
- g Perdite nei circuiti in alternata.

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT

Tensione nel punto di massima potenza, V_m a 70 °C maggiore della Tensione MPPT minima.

Tensione nel punto di massima potenza, V_m a -10 °C minore della Tensione MPPT massima.

Nelle quali i valori di MPPT rappresentano i valori minimo e massimo della finestra di tensione utile per la ricerca del punto di funzionamento alla massima potenza.

TENSIONE MASSIMA

Tensione di circuito aperto, V_{oc} a -10 °C inferiore alla tensione massima dell'inverter.

TENSIONE MASSIMA MODULO

Tensione di circuito aperto, V_{oc} a -10 °C inferiore alla tensione massima di sistema del modulo.

CORRENTE MASSIMA

Corrente massima (corto circuito) generata, I_{sc} inferiore alla corrente massima dell'inverter.

DIMENSIONAMENTO

Dimensionamento compreso tra il 70% e 120%.

Per dimensionamento si intende il rapporto di potenze tra l'inverter e il sottocampo fotovoltaico ad esso collegato.

Impianto

Descrizione

L'impianto, denominato "Impianto fotovoltaico cop. piana 20KWp", classificato come "Impianto parzialmente integrato", è di tipo grid-connected e la modalità di connessione è in "Trifase in bassa tensione".

La potenza dell'impianto, entrato in esercizio come Nuova costruzione, è pari a 20.00 kW, e la produzione stimata di 24 880.22 kWh di energia annua, deriva da 100 moduli occupanti una superficie di 147.01 m² (la superficie è legata alla scelta ipotizzata di modulo fotovoltaico pertanto da non ritenersi vincolante contrattualmente; tutt'altro dicasi per la potenza di picco dell'impianto stabilita progettualmente in 20kWp da ritenersi quale parametro contrattualmente vincolante per l'appaltatore).

L'impianto è composto da 1 generatore.

Scheda tecnica dell'impianto

Dati generali	
Identificativo dell'impianto	Impianto fotovoltaico cop. piana potenza=20KWp
Soggetto responsabile dell'impianto fotovoltaico	--- COMUNE DI ROSETO DEGLI ABRUZZI (TE)
Classificazione architettonica	Impianto parz. integrato
Indirizzo	Via Campi, Cologna Spiaggia, Roseto degli Abruzzi
Comune	ROSETO DEGLI ABRUZZI
Provincia	TE
CAP	64026
Latitudine	42.6783 °
Longitudine	14.0142 °
Altitudine	5 m
Superficie totale moduli	147.01 m²
Irradiazione solare annua sul piano orizzontale	5 338.13
Coefficiente di ombreggiamento	1.00

Dati tecnici	
Potenza totale	20.00 kW
Numero totale moduli	100
Numero totale inverter	2
BOS	74.97 %

Prestazioni energetiche	
Energia totale annua	24 880.22 kWh

Specifiche degli altri componenti dell'impianto

Posizionamento dei moduli

Il posizionamento dei moduli fotovoltaici è previsto su cavalletti con zavorre di base opportunamente predimensionate, con disposizione ruotata rispetto all'asse longitudinale di un angolo pari a circa 20° al fine di ottenere un angolo di azimut pari a 0°; l'angolo di tilt previsto progettualmente è pari a 30°. Il layout dei pannelli è stabilito da elaborato grafico denominato EG Tav.04 al quale si fa esplicito rimando.

Cablaggio elettrico

Analisi dei cavi in CC a monte degli inverter	
Identificativo del generatore	Generatore1
Sezione dei cavi in CC	6.0 mm²

Nota: Il dettaglio dei parametri di dimensionamento è riportato nella scheda tecnica di ogni Generatore

Analisi dei cavi in CA a valle degli inverter			
Identificativo dell'impianto	Impianto fotovoltaico 20KWp su cop. piana		
Tipo di isolante	PVC	V	400.00 V
Numero condotti	2	I	28.90 A
Numero circuiti	1		
Temperatura ambiente	80 °C		
Lunghezza	50 m		
Sezione	16 mm²		

Impianto di messa a terra

La messa a terra delle strutture sarà realizzata tramite conduttori G/V del tipo N07VK della sezione minima di 16 mm², collegati direttamente al nodo equipotenziale di terra previsto come nuova installazione aggiuntiva alle preesistenti.

I terminali di terra degli scaricatori, presenti all'interno dei quadri di campo, saranno collegati alla struttura corrispondente tramite cavo giallo-verde da 16 mm².

Le cornici dei moduli fotovoltaici, ove trattasi di moduli non a doppio isolamento di classe II, saranno rese equipotenziali con la struttura metallica di sostegno mediante una corretta imbullonatura (utilizzo di rondelle a punta che rimuovono lo strato passivato sulle cornici).

Impianto di messa a terra

I due sottocampi sono gestiti come sistemi IT, cioè con nessun polo attivo connesso a terra. La tensione ai capi di ogni stringa è funzione delle caratteristiche elettriche dei moduli fotovoltaici utilizzati e dal numero dei moduli collegati in serie.

Collegamento tra moduli

Per il collegamento in serie dei moduli fotovoltaici, considerando il luogo di posa esterno, si è scelto un cavo a doppio isolamento di tipo FG7 (O)R 0,6/1 kV.

Si è scelto per la realizzazione dei collegamenti tra i moduli, LINEA ELETTRICA IN CAVO UNIPOLARE ISOLATO in EPR sotto guaina di PVC (CEI 20-13), sigla di designazione FG7(0)0.6/1 kW di sezione pari a 6 mm².

Protezioni

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 sarà realizzata in conformità a quanto previsto dalle norme CEI 11-20 e CEI 11-20;V1, con riferimento anche a quanto contenuto nel documento emesso da Enel Distribuzione DK5940.

L'impianto risulterà, pertanto, equipaggiato con un sistema di protezione che si articola su 3 livelli: Dispositivo di generatore; Dispositivo di interfaccia; Dispositivo generale.

- **Dispositivo di generatore**

Gli inverter sono internamente protetti contro il cortocircuito ed il sovraccarico. Il riconoscimento della presenza di un guasto interno al dispositivo o nel generatore fotovoltaico provoca l'immediato distacco del relativo inverter dalla rete elettrica.

- **Dispositivo di interfaccia**

Il dispositivo di interfaccia deve provocare il distacco dell'intero sistema di generazione in caso di guasto sulla rete elettrica. In particolare, secondo quanto previsto dal documento DK5940, il riconoscimento di eventuali anomalie sulla rete avviene considerando come anormali le condizioni di funzionamento che fuoriescono dai limiti di tensione e frequenza di seguito indicati:

- massima tensione: 1,2 Vn con tempo di intervento di 0 sec;
- minima tensione: 0,0 Vn con tempo di intervento di 0,5 sec;
- massima frequenza: 50,3 Hz senza ritardo;
- minima frequenza: 49,7 Hz senza ritardo;

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 ed alla riparazione dei guasti.

Le funzioni di protezioni del dispositivo di interfaccia sono appositamente certificate da un Ente facente capo alla EA. Inoltre l'organo di interruzione del dispositivo di interfaccia è costituito da un contattore tetrapolare conforme alla norma CEI EN 60947-4-1 (categoria AC1 o AC3).

- **Dispositivo generale**

Il dispositivo generale ha la funzione di salvaguardare il funzionamento della rete nei confronti di guasti nel sistema di generazione elettrica che si trova a valle del punto di consegna. A norma della Guida tecnica, l'organo di interruzione è un interruttore quadripolare con bobina di minima tensione.

Misure di protezione contro gli effetti delle scariche atmosferiche

L'impianto fotovoltaico non influisce sulla forma o volumetria dell'edificio e pertanto non aumenta la probabilità di fulminazione diretta sulla struttura.

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 dell'impianto in prossimità dei generatori fotovoltaici.

Grado di protezione dei componenti

La presente sezione non è applicabile ai moduli fotovoltaici.

I rimanenti componenti utilizzati dovranno presentare, nei confronti della penetrazione di solidi e liquidi, i seguenti gradi di protezione: Quadri di campo → IP55 o superiore

Generatore Generatore1

Il valore di targa del campo fotovoltaico, pari a 20,00 kWp, è ottenuto con l'organizzazione di 100 moduli fotovoltaici – ognuno costituito da 54 celle in silicio policristallino del tipo appresso specificato o equivalenti/ simili :

DATI GENERALI MODULO FOTOVOLTAICO :

Codice	M.279
Marca	SUNTECH
Modello	STP200S-18/Ub
Tipo materiale	Si policristallino

I moduli saranno installati sul lastrico solare dell'edificio scolastico ed il loro posizionamento è stato studiato in modo da minimizzare le perdite per ombreggiamento causate dal torrino del patio centrale oltre a fine corsa ascensore e parapetti/veletta perimetrali pur se non dotato di altezza regolamentare. In luogo dell'ancoraggio sul solaio le strutture, si è preferito ricorrere ad opportune zavorre al fine di evitare fori che andrebbero a danneggiare la guaina bituminosa impermeabilizzante della copertura; è stato predisposto un giusto ed adeguato dimensionamento delle zavorre al fine di rispettare nel contempo le condizioni di carico del solaio e le sollecitazioni di vento agenti sui moduli di che trattasi.

Campo fotovoltaico

Il campo fotovoltaico è stato suddiviso in 2 sottocampi (FV1 e FV2), ognuno servito da n. 1 inverter della potenza nominale pari a 10,500kW del tipo appresso specificato o equivalente/similare:

DATI GENERALI INVERTER :

Codice	I.147
Marca	FRONIUS
Modello	IG PLUS 120
Tipo fase	Trifase

La superficie captante dei moduli è in totale pari a circa 147 m².

Ogni sottocampo è costituito da 5 stringhe ciascuna delle quali comprende numero 10 moduli; le stringhe sono collegate ad un inverter (MPPT) e, pertanto, si avrà un campo equamente diviso tra i due inverter (ad ogni inverter sarà pertanto collegata una potenza pari a 10,00 kWp).

Campo fotovoltaico FV1

- **N. stringhe:** 5
- **Totale moduli:** 50
- **Potenza generata:** 10,00 kWp
- **N. inverter:** 1 (trifase, Pn AC 10,5 kW)

Ogni stringa avrà una corrente massima di 7,63 A

Campo fotovoltaico FV2

- **N. stringhe:** 5
- **Totale moduli:** 50
- **Potenza generata:** 10,00 kWp
- **N. inverter:** 1 (trifase, Pn AC 10,5 kW)

Ogni stringa avrà una corrente massima di 7,63 A

Tutte le componenti dell'impianto assicureranno l'osservanza delle due condizioni dell'art. 4, comma 4, del D.M 28/07/2005 che sono le seguenti:

(a) Verifiche

a) $P_{cc} > 0,85 \times P_{nom} \times I / I_{stc}$

dove:

- **P_{cc}** è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del $\pm 2\%$;
- **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 $\pm 3\%$;
- **I_{stc}**, pari a $1000 W/m^2$, è l'irraggiamento in condizioni di prova standard.
Tale condizione deve essere verificata per $I > 600 W/m^2$.

Condizioni standard di prova (STC):

I = 1.000 W/m^2	<i>Irraggiamento</i>
t = 25 °C	<i>Temperatura di cella</i>
AM = 1,5	<i>Spettro di radiazione</i>

La potenza di ogni singolo modulo deve avere una tolleranza max del $\pm 5\%$ misurata in accordo alle Norme CEE 503 e la resa deve essere garantita per il mantenimento del 90% della potenza dichiarata, in un periodo di anni 12 e dell'80% per un periodo di anni 25 dalla installazione.

La garanzia di prodotto e la garanzia di prestazioni saranno attestate da Certificazione del Costruttore.

Il campo FV è elettricamente un sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra.

Essendo l'orientamento dell'edificio scolastico del tipo Nord – Sud con uno scostamento di circa 29° rispetto alla direttrice tra i due poli, i moduli fotovoltaici per avere un azimuth pari a 0° dovranno essere installati con la medesima angolazione (vedi Allegati – TAV. EG 4).

La posa dei moduli fotovoltaici è stata prevista su una struttura di supporto avente le seguenti funzioni:

- essere di sostegno per i moduli;
- consentire il montaggio e lo smontaggio di ciascun modulo in maniera indipendente dalla presenza o meno di quelli contigui;
- fornire l'inclinazione ottimale dei moduli (tilt pari a 30° rispetto all'orizzontale);
- evitare interferenze tra il campo fotovoltaico e l'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche presente sulla copertura della scuola.

Ai fini dell'installazione dei moduli è stata studiata una struttura di supporto realizzata con sistema HILTI MQ-HDG zincato a caldo (o equivalente).

Tale sistema è costituito da binari longitudinali MQ-41-HDG plus 6m, disposti parallelamente allo sviluppo della fila di pannelli e sostenuti da appositi supporti trasversali. Per il supporto dei moduli fotovoltaici sono stati impiegati morsetti centrali MSP-MQ-MC 34-37, morsetti finali MSPMQ-EC 35 (essendo lo spessore del pannello pari a 35 mm) e connettori MSP-MQ-C-F.

(Nota: Per binari longitudinali aventi lunghezza superiore a 6 m è necessario congiungere più elementi impiegando il connettore MSP-MQ-C-F e viti MSP-MQ-S-F).

La struttura di sostegno dei moduli è stata calcolata per resistere alle sollecitazioni di carico permanenti ed ai sovraccarichi dovuti al peso della neve ed alla spinta del vento.

Poiché l'impermeabilizzazione della copertura dell'edificio scolastico è ottenuta tramite guaine termosaldate, non è possibile fissare la struttura di supporto dei moduli alla soletta della copertura dell'edificio tramite dei tasselli di ancoraggio senza forare le guaine e, di conseguenza, senza compromettere l'impermeabilizzazione del tetto. Per tale motivo, l'ancoraggio delle strutture avverrà su zavorre costituite da cordoli in calcestruzzo del peso complessivo di circa 80-90 kg per ogni modulo fotovoltaico. L'ancoraggio della struttura di supporto alle zavorre in calcestruzzo avverrà mediante piastre metalliche solidarizzate alle zavorre stesse. Tra la zavorra e la copertura del lastrico solare verrà interposto un supporto di neoprene con spessore di cm.1 per non danneggiare le impermeabilizzazioni preesistenti.

Per evitare interferenze tra la struttura di supporto dei moduli e l'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche dell'edificio, si impiegheranno zavorre in calcestruzzo tali da consentire una sopraelevazione della struttura di circa 20 cm al di sopra del lastrico solare. Tale sopraelevazione, inoltre, favorirà la ventilazione retrostante dei moduli con relativo incremento di efficienza degli stessi.

La struttura metallica di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra. Per le specifiche tecniche e le caratteristiche della struttura portante i moduli si fa esplicito rimando alla corrispondente voce di e.p.u. ed alle previsioni in computo metrico estimativo.

Schema elettrico

Lo schema unifilare è riportato in elaborato grafico di progetto denominato EG-Tav 05 a cui si fa esplicito rimando per il contenuto dello stesso.

Quadri elettrici

Realizzati in materiale plastico, con grado di protezione IP 55 o superiore, contengono gli organi di sezionamento e manovra lato DC/AC.

Il quadro elettrico generale è installato al piano terra dell'edificio scolastico.

I quadri elettrici ospitano:

Quadro in corrente alternata (AC)

n. 3 magnetotermici per sezionare inverter e campo fotovoltaico

n. 1 magnetotermico differenziale quadripolare come protezione aggiuntiva.

Il quadro è collegato all'inverter mediante cavi del tipo concentrico antifrode, con sezioni tali da minimizzare la caduta di tensione e garantire il mantenimento delle condizioni di massima sicurezza.

Protezione di interfaccia

Integrata nell'inverter scelto, nel rispetto della norma CEI 11-20 e con riferimento a quanto contenuto nei documenti di unificazione ENEL (Guida per la connessione).

Generatore: "Generatore 1"

Descrizione

Il generatore denominato, Generatore1, classificato come "Generatore parz. integrato", ha potenza pari a 20.00 kW e una produzione stimata di 24 880.22 kWh di energia annua, derivante da 100 moduli occupanti una superficie di 147.01 m².

Scheda tecnica

Dati generali	
Classificazione architettonica	Generatore parz. integrato
Struttura di sostegno	Fissa
Numero superfici disponibili	1
Estensione totale disponibile	399.70 m²
Estensione totale utilizzata	399.70 m²
Superficie totale moduli	147.01 m²
Inclinazione dei moduli (Tilt)	30 °
Orientazione dei moduli (Azimut)	0 °
Irradiazione solare annua sul piano dei moduli	1 659.84 kWh/m²

Dati tecnici	
Potenza totale	20.00 kW
Numero totale moduli	100
Numero totale inverter	2

Prestazioni energetiche	
Energia totale annua	24 880.22 kWh

Modulo	
Marca – Modello	SUNTECH - STP200S-18/Ub

Inverter	
Marca – Modello	FRONIUS - IG PLUS 120
Stringhe x Moduli	5 x 10

Analisi dei cavi in CC a monte degli inverter			
Tipo di isolante	EPR	Vm	336.00 V
Numero condotti caricati	2	Im	7.63 A
Numero circuiti raggruppati	1	Cadute di tensione	0.00 V
Temperatura ambiente	80 °C	Cadute di tensione	0.00 %
Lunghezza	120 m		
Sezione	6.0 mm²		

Verifiche elettriche

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
Vm a 70 °C (295.91 V) maggiore di Vmppt min. (230.00 V)	VERIFICATO
Vm a -10 °C (367.19 V) minore di Vmppt max. (500.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA	
Voc a -10 °C (293.19 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (600.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA MODULO	
Voc a -10 °C (293.19 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 000.00 V)	VERIFICATO

CORRENTE MASSIMA	
------------------	--

Corrente max. generata (40.50 A) inferiore alla corrente max. dell'inverter (45.80 A)

VERIFICATO

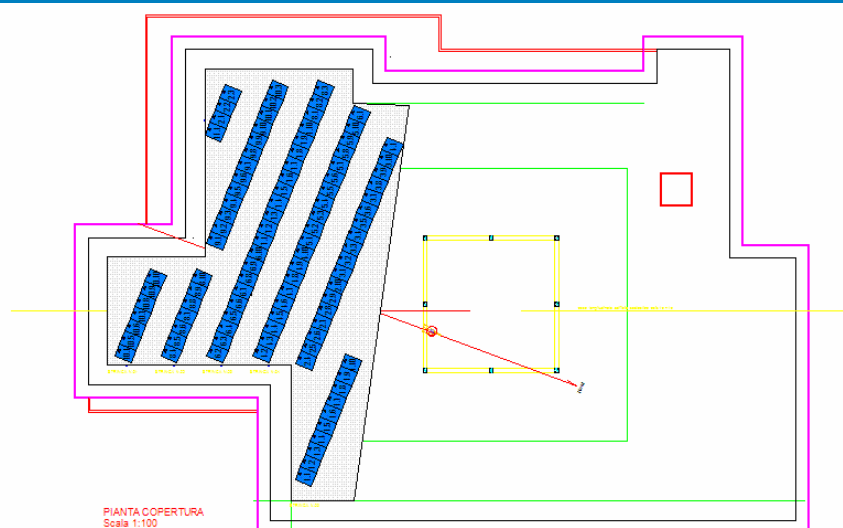
DIMENSIONAMENTO

Dimensionamento (100.00 %) compreso tra 70% e 120%

VERIFICATO

Posizionamento dei moduli

POSIZIONAMENTO DEI MODULI	
DATI GENERALI	
PROGETTO	Impianto fotovoltaico su copertura piana
PRODOTTORE	Impianto fotovoltaico su copertura piana
PRODOTTORE	Impianto fotovoltaico su copertura piana
DATI STRUTTURALI	
PRODOTTORE	Impianto fotovoltaico su copertura piana
PRODOTTORE	Impianto fotovoltaico su copertura piana
PRODOTTORE	Impianto fotovoltaico su copertura piana
DATI DI IDENTIFICAZIONE	
PRODOTTORE	Impianto fotovoltaico su copertura piana
PRODOTTORE	Impianto fotovoltaico su copertura piana
PRODOTTORE	Impianto fotovoltaico su copertura piana



Dimensionamento parte elettrica

Lato DC

L'impianto fotovoltaico è costituito da due sottocampi composti da 50 moduli ciascuno, per un totale di 100 moduli da 200 Wp cad. aventi una potenza complessiva di 20,00 kWp (STC).

I risultati dei calcoli riportati nella presente relazione di progetto si basano, quindi, sulle impostazioni dei dati alle suddette STC.

I due sottocampi sono organizzati nel modo seguente:

- **Sottocampo A:** è costituito da n.5 stringhe, ognuna formata da n.10 moduli 200Wp per un totale di 50 moduli collegati elettricamente in serie e potenza installata di 10,00 kWp.
Il controllo e la conversione della potenza elettrica (in regime corrente continua) del sottocampo A è gestito dall'inverter denominato nello schema elettrico come INV1, e trattasi di inverter trifase da 10,500kW o equivalente.
- **Sottocampo B:** è costituito da n.5 stringhe, ognuna formata da n.10 moduli 200Wp per un totale di 50 moduli collegati elettricamente in serie e potenza installata di 10,00 kWp.
Il controllo e la conversione della potenza elettrica (in regime corrente continua) del sottocampo A è gestito dall'inverter denominato nello schema elettrico come INV2, e trattasi di inverter trifase da 10,500kW o equivalente.

- I cavi tra i moduli a formare le stringhe saranno posati opportunamente e fissati alla struttura tramite fascette;
- I cavi tra stringa ed inverter saranno disposti all'interno di appositi tubi pvc portacavo (vedi previsioni progettuali in computo metrico estimativo ed e.p.u.).

Per il collegamento in serie dei moduli fotovoltaici, considerando il luogo di posa esterno, si è scelto un cavo a doppio isolamento di tipo FG7 (O)R 0,6/1 kV con sezione paria 6mmq.

I moduli fotovoltaici impiegati nell'impianto in oggetto sono dotati di connettore tipo Multi-Contact (MCIV) ad innesto rapido, o similare, il quale favorisce, in fase realizzativa, i collegamenti in serie in modo efficace e rapido, oltre ad avere un'ottima tenuta meccanica della connessione.

Quadri di campo e manovra

I due cavi di discesa (riportanti il parallelo elettrico dei due sottocampi) convergono nel quadro di campo e manovra. Per la realizzazione del suddetto quadro di campo si è scelto un quadro di policarbonato (dimensioni 380x220x140 mm) – o equivalente – con grado di protezione IP 55, normativa di riferimento: CEI EN 60439-1, CEI EN 50298, CEI 23-48, CEI 23-49.

Caratteristiche del quadro:

- esecuzione in materiale termoplastico autoestinguente resistente al calore anormale ed al fuoco fino a 650 °C (prova del filo incandescente) secondo norma IEC 60695-2-11
- temperatura di installazione: -25 °C ÷ +60 °C
- tensione nominale di isolamento: 1000 vca.; 1500 vcc
- resistenza agli urti 6 joule (grado ik 08)
- telaio portaprofilati din estraibile per un più agevole cablaggio a banco, scomponibile (e ricomponibile a scatto) per una maggiore comodità di cablaggio delle singole file
- possibilità di installare apparecchi con profondità 53, 68 e 75 mm
- modelli da 8 moduli e superiori attrezzati con flange in bimatéria e rigide per l'ingresso facilitato di tubi e cavi
- centralini conformi alle norme CEI 23-48, CEI 23-49 e IEC 60670
- Marchio IMQ II

Il quadro di campo conterrà, per le operazioni di manovra e protezione, i seguenti componenti:

- morsetti linea montante (ingresso/uscita)
- 3 interruttori magnetotermici quadripolari (vedi Allegato – TAV. EG 6).

In prossimità del contatore di scambio sarà posizionato un quadro dalle stesse caratteristiche del precedente di dimensioni 205x220x140 contenente:

- interruttore differenziale magnetotermico

Protezione 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).

Cavi elettrici lato corrente continua

Il dimensionamento dei cavi sul lato DC (corrente continua) dei generatori fotovoltaici in oggetto è stato impostato in modo da massimizzare il rendimento dell'impianto rendendo 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 di due cavetti (terminale positivo e negativo del modulo) di lunghezza idonea a consentire la connessione e di sezione pari a 4,0 mm². Il modulo impiegato per la simulazione del calcolo prevede connessione con connettore Multi-Contact (MCIV).

Per la realizzazione delle prolunghe dei terminali di stringa verrà adottato un cavo di tipo solare unipolare 0,6/1 kV da 6 mm²; i conduttori delle due stringhe di ciascun sottocampo verranno collegati in parallelo all'interno di quadri di campo dedicati.

I cavi saranno posati entro canalizzazioni di acciaio zincato e/o ove necessario, entro tubazioni in PVC.

Caratteristiche dei cavi:

- cavo solare isolante HEPR;
- flessibile in rame isolato con gomma sotto guaina protettiva in policloroprene;
- tensione di isolamento U₀/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 flex pesanti in PVC.

Cavi elettrici lato corrente alternata

Il dimensionamento dei cavi sul lato AC (corrente alternata) dei generatori fotovoltaici in oggetto è stato impostato in modo da massimizzare il rendimento dell'impianto, ovvero sia minimizzando le perdite di energia nei cavi ed 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%.

Il cavo prescelto - avendo stimato una distanza di circa 18 metri, in condizioni di massima erogazione di corrente di fase verso la rete pari a 16,8 A max - comporta una caduta di tensione percentuale massima al di sotto del 2% ed è quindi in accordo con il vincolo del 4% previsto dalla norma CEI 64-8.

Si riepilogano i valori di corrente (di esercizio e di portata del cavo adottato) allo scopo di coordinare la protezione automatica per il sovraccarico e il corto circuito:

$I_b = 16,8 \text{ A}$ (Massima corrente di fase erogabile dal sistema fotovoltaico)

$I_z = 48 \text{ A}$ (Portata di corrente del cavo FG7 (O) R 0,6/1 kV 5G6 in posa tubo in aria, Temperatura = 30°C)

In riferimento alla Norma CEI 64-8, che prescrive la seguente relazione:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

si è scelto un interruttore automatico magnetotermico avente valore di corrente nominale $I_n = 32$ A tale da soddisfare la relazione sopra riportata.

La corrente di funzionamento sicuro della protezione automatica è legata al valore nominale del dispositivo dalla seguente relazione:

$$I_f = 1,45 \times I_n$$

che, per il valore di corrente nominale scelto, comporta un valore di intervento pari a 46,4 A, questo ovviamente delinea lo sfruttamento parziale del cavo di connessione alla rete adottato, avendo un valore di portata I_z pari a 48 A (per una posa tipica in tubo in aria), a vantaggio della bassa caduta di tensione computata sull'intera lunghezza.

La curva caratteristica dell'interruttore adottato è la curva C, che delinea un intervento dell'interruttore con caratteristica magnetica compresa tra 5 volte il valore nominale I_n e 10 volte il valore I_n .

Quindi, considerando 5 volte il valore nominale (nel caso pari a 32 A), cioè 160 A, in situazione di parziale cedimento o deterioramento del materiale isolante, tale da comportare una corrente di dispersione, il tempo di intervento corrispondente è dell'ordine di 0,01 secondi.

Di seguito si riportano le caratteristiche principali dell'interruttore quadripolare magnetotermico adottato, collegato in cascata con un blocco differenziale puro con i relativi parametri di targa:

Interruttore tetrapolare magnetotermico per la protezione della condotta

<i>Corrente nominale (A)</i>	32
<i>Curva caratteristica</i>	C
<i>Potere d'interruzione (kA)</i>	25

Protezione differenziale della condotta

<i>Corrente nominale (A)</i>	32
<i>Corrente differenziale (A)</i>	0,03

Per la connessione a terra delle masse si utilizzerà un cavo di tipo N07V - K con isolante in materiale PVC (colore di riconoscimento della guaina: Giallo Verde), la sezione del cavo di terra sarà di 16 mm², data la presenza di sistema di protezione ai fronti di sovratensione indotta causati da fenomeni atmosferici indiretti.

Descrizione delle misure di protezione

Misure di protezione contro il corto circuito

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 corto circuito 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 corto circuito è assicurata dal dispositivo limitatore contenuto all'interno dell'inverter.

L'interruttore magnetotermico posto a valle dell'inverter agisce quindi da rinalzo all'azione del dispositivo di protezione interno agli inverter stessi.

Misure di protezione contro i sovraccarichi

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

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 * I_z$$

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.

Misure di protezione contro i contatti diretti

Ogni parte elettrica dell'impianto, sia in corrente alternata che in corrente continua, è da considerarsi in bassa tensione. La protezione nei confronti dei contatti diretti è assicurata dall'utilizzo dei seguenti accorgimenti:

- utilizzo di componenti dotati di marchio CE (Direttiva CEE 73/23);
- utilizzo di componenti aventi un idoneo grado di protezione alla penetrazione di solidi e liquidi;
- collegamenti effettuati utilizzando cavi rivestiti con guaina esterna protettiva e idonei per la tensione nominale utilizzata. I cavi risulteranno opportunamente ancorati o appoggiati e, se accessibili, alloggiati in condotti portacavi (canali o tubi a seconda del tratto) idonei allo scopo.

Alcuni brevi tratti di collegamento tra i moduli fotovoltaici non risultano alloggiati in condotti portacavi. Questi collegamenti, tuttavia, essendo protetti dai moduli stessi, non sono soggetti a sollecitazioni meccaniche di alcun tipo, né risultano ubicati in luoghi dove sussistano rischi di danneggiamento per azione di terzi.

Misure di protezione contro i contatti indiretti

Sistema in corrente alternata (TT)

La protezione dai contatti indiretti per l'impianto fotovoltaico è stata realizzata considerando che i sistemi di collegamento del neutro e delle masse sono diversi per il lato DC e il lato AC dell'impianto.

Sistema in corrente continua (IT)

Il sistema in corrente continua, costituito dalle stringhe di moduli fotovoltaici 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 cedimento dell'isolamento principale e quindi da considerarsi masse secondo quanto riportato nella norma CEI 64-8. Questo perché i moduli fotovoltaici, i cavi ed i dispositivi di connessione presentano un isolamento di classe II tra le parti attive e

l'esterno.

Tuttavia, in considerazione dell'estensione dell'impianto e della sua esposizione continuata agli agenti atmosferici, si ritiene opportuno considerare ulteriori misure di ricalzo, al fine di scongiurare l'insorgenza di tensioni pericolose sulle cornici dei moduli o su altre parti metalliche a contatto. A questo riguardo, la buona pratica impiantistica suggerisce di prevedere in modo particolare il possibile manifestarsi di tensioni differenziali su parti metalliche simultaneamente raggiungibili da un singolo operatore (ad esempio cornice-cornice o cornice-struttura).

Sono quindi da considerarsi utili nei confronti dei contatti indiretti le seguenti misure di prevenzione aggiuntive adottate nel progetto:

- Controllo dell'isolamento del generatore fotovoltaico da parte dei singoli inverter.
- Trasformatore di isolamento che impedisce la chiusura dell'anello di guasto sia nel caso di contatti diretti che di contatti indiretti.
- 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).
- 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.
- Dispositivo di interruzione differenziale sulla linea trifase di uscita dell'impianto.

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 sarà realizzata in conformità a quanto previsto dalle norme CEI 11-20 e CEI 11-20;V1, con riferimento anche a quanto contenuto nel documento emesso da Enel Distribuzione DK5940. L'impianto risulterà, pertanto, equipaggiato con un sistema di protezione che si articola su 3 livelli: Dispositivo di generatore; Dispositivo di interfaccia; Dispositivo generale.

- ***Dispositivo di generatore***

Gli inverter sono internamente protetti contro il cortocircuito ed il sovraccarico. Il riconoscimento della presenza di un guasto interno al dispositivo o nel generatore fotovoltaico provoca l'immediato distacco del relativo inverter dalla rete elettrica.

- ***Dispositivo di interfaccia***

Il dispositivo di interfaccia deve provocare il distacco dell'intero sistema di generazione in caso di guasto sulla rete elettrica. In particolare, secondo quanto previsto dal documento DK5940, il riconoscimento di eventuali anomalie sulla rete avviene considerando come anormali le condizioni di funzionamento che fuoriescono dai limiti di tensione e frequenza di seguito indicati:

- massima tensione: 1,2 Vn con tempo di intervento di 0 sec;
- minima tensione: 0,0 Vn con tempo di intervento di 0,5 sec;
- massima frequenza: 50,3 Hz senza ritardo;
- minima frequenza: 49,7 Hz senza ritardo;

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 ed alla riparazione dei guasti.

Le funzioni di protezioni del dispositivo di interfaccia sono appositamente certificate da un Ente facente capo alla EA. Inoltre l'organo di interruzione del dispositivo di interfaccia è costituito da un contattore tetrapolare conforme alla norma CEI EN 60947-4-1 (categoria AC1 o AC3).

- **Dispositivo generale**

Il dispositivo generale ha la funzione di salvaguardare il funzionamento della rete nei confronti di guasti nel sistema di generazione elettrica che si trova a valle del punto di consegna. A norma della Guida tecnica, l'organo di interruzione è un interruttore quadripolare con bobina di minima tensione.

Misure di protezione contro gli effetti delle scariche atmosferiche

L'impianto fotovoltaico non influisce sulla forma o volumetria dell'edificio e pertanto non aumenta la probabilità di fulminazione diretta sulla struttura.

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 dell'impianto in prossimità dei generatori fotovoltaici.

Collegamento alla rete elettrica

L'uscita del sistema d'interfaccia è collegata alla rete di distribuzione mediante un cavo di tipo FG7(O) R 0,6/1 kV 5G6.

APPENDICE A

Gli impianti fotovoltaici e i relativi componenti devono rispettare, ove di pertinenza, le prescrizioni contenute nelle seguenti norme di riferimento, comprese eventuali varianti, aggiornamenti ed estensioni emanate successivamente dagli organismi di normazione citati.

Si applicano inoltre i documenti tecnici emanati dai gestori di rete riportanti disposizioni applicative per la connessione di impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica e le prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVFF.

Leggi e decreti

Normativa generale:

Legge 1 marzo 1968, n. 186: disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione e impianti elettrici ed elettronici.

Legge 9 gennaio 1991, n. 10: norma per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso nazionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.

Decreto Legislativo 16 marzo 1999, n. 79: attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica.

Decreto Ministero dell'Ambiente 22 dicembre 2000: finanziamento ai comuni per la realizzazione di edifici solari fotovoltaici ad alta valenza architettonica.

Direttiva CE 27 settembre 2001, n. 77: sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato dell'elettricità (2001/77/CE).

Decreto Legislativo n. 387 del 29-12-2003: attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.

Decreto Ministero delle Attività Produttive, 20 luglio 2004: nuova individuazione degli obiettivi quantitativi per l'incremento dell'efficienza energetica negli usi finali di energia, ai sensi dell'art. 9, comma 1, del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79.

Decreto Ministero delle Attività Produttive, 20 luglio 2004: nuova individuazione degli obiettivi quantitativi nazionali di risparmio energetico e sviluppo delle fonti rinnovabili, di cui all'art. 16, comma 4, del decreto legislativo 23 maggio 2000, n. 164.

Legge 23 agosto 2004, n. 239: riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia.

Decreto Legislativo n. 192 del 19-08-2005: attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

Legge 27 dicembre 2006, n. 296: disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello stato (Legge finanziaria 2007).

Decreto Legislativo n. 311 del 29-12-2006: disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

Sicurezza:

D.Lgs. 81/2008 (testo unico della sicurezza): misure di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;

DM 37/2008: sicurezza degli impianti elettrici all'interno degli edifici.

Nuovo Conto Energia:

DECRETO 19-02-2007: criteri e modalità per incentivare la produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare, in attuazione dell'articolo 7 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387.

Legge 24 dicembre 2007, n. 244 (Legge finanziaria 2008): disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato (legge finanziaria 2008).

CEI 64-8: impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.

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(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 e irraggiamento spettrale di riferimento.

CEI EN 61727 (CEI 82-9): sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete.

CEI EN 61215 (CEI 82-8): moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo.

CEI EN 61646 (82-12): moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo.

CEI EN 50380 (CEI 82-22): fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici.

CEI 82-25: guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione.

CEI EN 62093 (CEI 82-24): componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali.

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 $I_n = 16$ 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 assiemate 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 (CEI 16-2): principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e 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.

Serie composta da:

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 0-2: guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici.

CEI 0-3: guida per la compilazione della dichiarazione di conformità e relativi allegati per la legge n. 46/1990.

UNI 10349: riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.

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 13-4: sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica.

CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2).

EN 50470-1 ed EN 50470-3 in corso di recepimento nazionale presso CEI.

CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3).

CEI 64-8, parte 7, sezione 712: sistemi fotovoltaici solari (PV) di alimentazione.

Delibere AEEG

Delibera AEEG 14 settembre 2005, n. 188/05 (testo originale): definizione del soggetto attuatore e delle modalità per l'erogazione delle tariffe incentivanti degli impianti fotovoltaici, in attuazione dell'art. 9 del Decreto del Ministero delle Attività produttive, di concerto con il ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, 28 luglio 2005.

Delibera AEEG 10 febbraio 2006, n. 28/06: condizioni tecnico-economiche del servizio di scambio sul posto dell'energia elettrica prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili di potenza nominale non superiore a 20 kV, ai sensi dell'articolo 6 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387.

Delibera AEEG 24 febbraio 2006, n. 40/06: modificazione e integrazione alla deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 14 settembre 2005, n. 188/05, in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici.

Testo coordinato delle integrazioni e modifiche apportate con deliberazione 24 febbraio 2006, n. 40/06: definizione del soggetto attuatore e delle modalità per l'erogazione delle tariffe incentivanti degli impianti fotovoltaici, in attuazione dell'articolo 9 del decreto del Ministro delle attività produttive, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio, 28 luglio 2005 (deliberazione n. 188/05).

Delibera AEEG 28 novembre 2006, n. 260/06: modificazione ed integrazione alla deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 14 settembre 2005, n. 188/05, in materia di modalità per l'erogazione delle tariffe incentivanti degli impianti fotovoltaici.

Delibera AEEG 11 aprile 2007, n. 88/07: disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di generazione.

Delibera AEEG 11 aprile 2007, n. 89/07: 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 ad 1 kV.

Delibera AEEG 11 aprile 2007, n. 90/07: attuazione del decreto del ministro dello sviluppo economico, di concerto con il ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare 19 febbraio 2007, ai fini dell'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante impianti fotovoltaici.

Delibera AEEG 6 novembre 2007, n. 280/07: modalità e condizioni tecnico-economiche per il ritiro dell'energia elettrica ai sensi dell'art. 1, commi 3 e 4 del Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 e del comma 41 della legge 23 agosto 2004 n. 239.


Documento di consultazione - atto n. 31/07: testo integrato dello scambio sul posto (31 luglio 2007).

Agenzia delle Entrate

Agenzia delle Entrate CIRCOLARE N. 46/E: articolo 7, comma 2, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 – Disciplina fiscale degli incentivi per gli impianti fotovoltaici.

Agenzia delle Entrate CIRCOLARE N. 66: tariffa incentivante art. 7, c. 2, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387. Circolare n. 46/E del 19 luglio 2007 - Precisazione.

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.



Definizioni - Rete Elettrica

Distributore

Persona fisica o giuridica responsabile dello svolgimento di attività e procedure che determinano il funzionamento e la pianificazione della rete elettrica di distribuzione di cui è proprietaria.

Rete del distributore

Rete elettrica di distribuzione AT, MT e BT alla quale possono collegarsi gli utenti.

Rete BT del distributore

Rete a tensione nominale superiore a 50 V fino a 1.000 V compreso in c.a.

Rete MT del distributore

Rete a tensione nominale superiore a 1.000 V in c.a. fino a 30.000 V compreso.

Utente

Soggetto che utilizza la rete del distributore per cedere o acquistare energia elettrica.

Gestore di rete

Il Gestore di rete è la persona fisica o giuridica responsabile, anche non avendone la proprietà, della gestione della rete elettrica con obbligo di connessione di terzi a cui è connesso l'impianto (Deliberazione dell'AEEG n. 28/06).

Gestore Contraente

Il Gestore Contraente è l'impresa distributrice competente nell'ambito territoriale in cui è ubicato l'impianto fotovoltaico (Deliberazione dell'AEEG n. 28/06).

Soggetto responsabile

Il soggetto responsabile è la persona fisica o giuridica responsabile della realizzazione e dell'esercizio dell'impianto fotovoltaico.

Definizioni - Impianto Fotovoltaico

Angolo di inclinazione (o di Tilt)

Angolo di inclinazione del piano del dispositivo fotovoltaico rispetto al piano orizzontale (da IEC/TS 61836).

Angolo di orientazione (o di azimut)

L'angolo di orientazione del piano del dispositivo fotovoltaico rispetto al meridiano corrispondente. In pratica, esso misura lo scostamento del piano rispetto all'orientazione verso SUD (per i siti nell'emisfero terrestre settentrionale) o verso NORD (per i siti nell'emisfero meridionale). Valori positivi dell'angolo di azimut indicano un orientamento verso ovest e valori negativi indicano un orientamento verso est (CEI EN 61194).

BOS (Balance Of System o Resto del sistema)

Insieme di tutti i componenti di un impianto fotovoltaico, esclusi i moduli fotovoltaici.

Generatore o Campo fotovoltaico

Insieme di tutte le schiere di moduli fotovoltaici in un sistema dato (CEI EN 61277).

Cella fotovoltaica

Dispositivo fotovoltaico fondamentale che genera elettricità quando viene esposto alla radiazione solare (CEI EN 60904-3). Si tratta sostanzialmente di un diodo con grande superficie di giunzione, che esposto alla radiazione solare si comporta come un generatore di corrente, di valore proporzionale alla radiazione incidente su di esso.

Condizioni di Prova Standard (STC)

Comprendono le seguenti condizioni di prova normalizzate (CEI EN 60904-3):

– Temperatura di cella: 25 °C ±2 °C.

– Irraggiamento: 1000 W/m², con distribuzione spettrale di riferimento (massa d'aria AM 1,5).

Effetto fotovoltaico

Fenomeno di conversione diretta della radiazione elettromagnetica (generalmente nel campo della luce visibile e, in particolare, della radiazione solare) in energia elettrica mediante formazione di coppie

elettrone-lacuna all'interno di semiconduttori, le quali determinano la creazione di una differenza di potenziale e la conseguente circolazione di corrente se collegate ad un circuito esterno.

Efficienza nominale di un generatore fotovoltaico

Rapporto fra la potenza nominale del generatore e l'irraggiamento solare incidente sull'area totale dei moduli, in STC; detta efficienza può essere approssimativamente ottenuta mediante rapporto tra la potenza nominale del generatore stesso (espressa in kWp) e la relativa superficie (espressa in m²), intesa come somma dell'area dei moduli.

Efficienza nominale di un modulo fotovoltaico

Rapporto fra la potenza nominale del modulo fotovoltaico e il prodotto dell'irraggiamento solare standard (1000 W/m²) per la superficie complessiva del modulo, inclusa la sua cornice.

Efficienza operativa media di un generatore fotovoltaico

Rapporto tra l'energia elettrica prodotta in c.c. dal generatore fotovoltaico e l'energia solare incidente sull'area totale dei moduli, in un determinato intervallo di tempo.

Efficienza operativa media di un impianto fotovoltaico

Rapporto tra l'energia elettrica prodotta in c.a. dall'impianto fotovoltaico e l'energia solare incidente sull'area totale dei moduli, in un determinato intervallo di tempo.

Energia elettrica prodotta da un impianto fotovoltaico

L'energia elettrica (espressa in kWh) misurata all'uscita dal gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, resa disponibile alle utenze elettriche e/o immessa nella rete del distributore.

Gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata (o Inverter)

Apparecchiatura, tipicamente statica, impiegata per la conversione in corrente alternata della corrente continua prodotta dal generatore fotovoltaico.

Impianto (o Sistema) fotovoltaico

Impianto di produzione di energia elettrica, mediante l'effetto fotovoltaico; esso è composto dall'insieme di moduli fotovoltaici (Campo fotovoltaico) e dagli altri componenti (BOS), tali da consentire di produrre energia elettrica e fornirla alle utenze elettriche e/o di immetterla nella rete del distributore.

Impianto (o Sistema) fotovoltaico collegato alla rete del distributore

Impianto fotovoltaico in grado di funzionare (ossia di fornire energia elettrica) quando è collegato alla rete del distributore.

Inseguitore della massima potenza (MPPT)

Dispositivo di comando dell'inverter tale da far operare il generatore fotovoltaico nel punto di massima potenza. Esso può essere realizzato anche con un convertitore statico separato dall'inverter, specie negli impianti non collegati ad un sistema in c.a.

Energia radiante

Energia emessa, trasportata o ricevuta in forma di onde elettromagnetiche.

Irradiazione

Rapporto tra l'energia radiante che incide su una superficie e l'area della medesima superficie.

Irraggiamento solare

Intensità della radiazione elettromagnetica solare incidente su una superficie di area unitaria. Tale intensità è pari all'integrale della potenza associata a ciascun valore di frequenza dello spettro solare (CEI EN 60904-3).

Modulo fotovoltaico

Il più piccolo insieme di celle fotovoltaiche interconnesse e protette dall'ambiente circostante (CEI EN 60904-3).

Modulo fotovoltaico in c.a.

Modulo fotovoltaico con inverter integrato; la sua uscita è solo in corrente alternata: non è possibile l'accesso alla parte in continua (IEC 60364-7-712).

Pannello fotovoltaico

Gruppo di moduli fissati insieme, preassemblati e cablati, destinati a fungere da unità installabili (CEI EN 61277).

Perdite per mismatch (o per disaccoppiamento)

Differenza fra la potenza totale dei dispositivi fotovoltaici connessi in serie o in parallelo e la somma delle potenze di ciascun dispositivo, misurate separatamente nelle stesse condizioni. Deriva dalla differenza fra le caratteristiche tensione corrente dei singoli dispositivi e viene misurata in W o in percentuale rispetto alla

somma delle potenze (da IEC/TS 61836).

Potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) di un generatore fotovoltaico

Potenza elettrica (espressa in Wp), determinata dalla somma delle singole potenze nominali (o massime o di picco o di targa) di ciascun modulo costituente il generatore fotovoltaico, misurate in Condizioni di Prova Standard (STC).

Potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) di un impianto fotovoltaico

Per prassi consolidata, coincide con la potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) del suo generatore fotovoltaico.

Potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) di un modulo fotovoltaico

Potenza elettrica (espressa in Wp) del modulo, misurata in Condizioni di Prova Standard (STC).

Potenza effettiva di un generatore fotovoltaico

Potenza di picco del generatore fotovoltaico (espressa in Wp), misurata ai morsetti in corrente continua dello stesso e riportata alle Condizioni di Prova Standard (STC) secondo definite procedure (CEI EN 61829).

Potenza prodotta da un impianto fotovoltaico

Potenza di un impianto fotovoltaico (espressa in kW) misurata all'uscita dal gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, resa disponibile alle utenze elettriche e/o immessa nella rete del distributore.

Radiazione solare

Integrale dell'irraggiamento solare (espresso in kWh/m²), su un periodo di tempo specificato (CEI EN 60904-3).

Sottosistema fotovoltaico

Parte del sistema o impianto fotovoltaico; esso è costituito da un gruppo di conversione c.c./c.a. e da tutte le stringhe fotovoltaiche che fanno capo ad esso (vedi par. 4.4.1).

Stringa fotovoltaica

Insieme di moduli fotovoltaici collegati elettricamente in serie per ottenere la tensione d'uscita desiderata.

Temperatura nominale di lavoro di una cella fotovoltaica (NOCT)

Temperatura media di equilibrio di una cella solare all'interno di un modulo posto in particolari condizioni ambientali (irraggiamento: 800 W/m², temperatura ambiente: 20 °C, velocità del vento: 1 m/s), elettricamente a circuito aperto ed installato su un telaio in modo tale che a mezzogiorno solare i raggi incidano normalmente sulla sua superficie esposta (CEI EN 60904-3).

Articolo 2 (D-M. 19-02-07)

a) impianto o sistema solare fotovoltaico (o impianto fotovoltaico) è un impianto di produzione di energia elettrica mediante conversione diretta della radiazione solare, tramite l'effetto fotovoltaico; esso è composto principalmente da un insieme di moduli fotovoltaici, nel seguito denominati anche moduli, uno o più gruppi di conversione della corrente continua in corrente alternata e altri componenti elettrici minori;

b1) impianto fotovoltaico non integrato è l'impianto con moduli ubicati al suolo, ovvero con moduli collocati, con modalità diverse dalle tipologie di cui agli allegati 2 e 3, sugli elementi di arredo urbano e viario, sulle superfici esterne degli involucri di edifici, di fabbricati e strutture edilizie di qualsiasi funzione e destinazione;

b2) impianto fotovoltaico parzialmente integrato è l'impianto i cui moduli sono posizionati, secondo le tipologie elencate in allegato 2, su elementi di arredo urbano e viario, superfici esterne degli involucri di edifici, fabbricati, strutture edilizie di qualsiasi funzione e destinazione;

b3) impianto fotovoltaico con integrazione architettonica è l'impianto fotovoltaico i cui moduli sono integrati, secondo le tipologie elencate in allegato 3, in elementi di arredo urbano e viario, superfici esterne degli involucri di edifici, fabbricati, strutture edilizie di qualsiasi funzione e destinazione;

c) potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) dell'impianto fotovoltaico è la potenza elettrica dell'impianto, determinata dalla somma delle singole potenze nominali (o massime, o di picco, o di targa) di ciascun modulo fotovoltaico facente parte del medesimo impianto, misurate alle condizioni nominali, come definite alla lettera d);

d) condizioni nominali sono le condizioni di prova dei moduli fotovoltaici nelle quali sono rilevate le prestazioni dei moduli stessi, secondo un protocollo definito dalle norme CEI EN 60904-1 di cui all'allegato 1;

e) energia elettrica prodotta da un impianto fotovoltaico è l'energia elettrica misurata all'uscita del gruppo

di conversione della corrente continua in corrente alternata, ivi incluso l'eventuale trasformatore, prima che essa sia resa disponibile alle utenze elettriche del soggetto responsabile e/o immessa nella rete elettrica;

f) punto di connessione è il punto della rete elettrica, di competenza del gestore di rete, nel quale l'impianto fotovoltaico viene collegato alla rete elettrica;

g) data di entrata in esercizio di un impianto fotovoltaico è la prima data utile a decorrere dalla quale sono verificate tutte le seguenti condizioni:

g1) l'impianto è collegato in parallelo con il sistema elettrico;

g2) risultano installati tutti i contatori necessari per la contabilizzazione dell'energia prodotta e scambiata o ceduta con la rete;

g3) risultano attivi i relativi contratti di scambio o cessione dell'energia elettrica;

g4) risultano assolti tutti gli eventuali obblighi relativi alla regolazione dell'accesso alle reti;

h) soggetto responsabile è il soggetto responsabile dell'esercizio dell'impianto e che ha diritto, nel rispetto delle disposizioni del presente decreto, a richiedere e ottenere le tariffe incentivanti;

i) soggetto attuatore è il Gestore dei servizi elettrici - GSE Spa, già Gestore della rete di trasmissione nazionale Spa, di cui al decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 11 maggio 2004;

j) potenziamento è l'intervento tecnologico eseguito su un impianto entrato in esercizio da almeno due anni, consistente in un incremento della potenza nominale dell'impianto, mediante aggiunta di moduli fotovoltaici la cui potenza nominale complessiva sia non inferiore a 1 kW, in modo da consentire una produzione aggiuntiva dell'impianto medesimo, come definita alla lettera k);

k) produzione aggiuntiva di un impianto è l'aumento, ottenuto a seguito di un potenziamento ed espresso in kWh, dell'energia elettrica prodotta annualmente, di cui alla lettera e), rispetto alla produzione annua media prima dell'intervento, come definita alla lettera l); per i soli interventi di potenziamento su impianti non muniti del gruppo di misura dell'energia prodotta, la produzione aggiuntiva è pari all'energia elettrica prodotta dall'impianto a seguito dell'intervento di potenziamento, moltiplicata per il rapporto tra l'incremento di potenza nominale dell'impianto, ottenuto a seguito dell'intervento di potenziamento, e la potenza nominale complessiva dell'impianto a seguito dell'intervento di potenziamento;

l) produzione annua media di un impianto è la media aritmetica, espressa in kWh, dei valori dell'energia elettrica effettivamente prodotta, di cui alla lettera e), negli ultimi due anni solari, al netto di eventuali periodi di fermata dell'impianto eccedenti le ordinarie esigenze manutentive;

m) rifacimento totale è l'intervento impiantistico-tecnologico eseguito su un impianto entrato in esercizio da almeno venti anni che comporta la sostituzione con componenti nuovi almeno di tutti i moduli fotovoltaici e del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata;

n) piccola rete isolata è una rete elettrica così come definita dall'articolo 2, comma 17, del D. Lgs. 16 marzo 1999, n. 79, e successive modificazioni e integrazioni;

r) servizio di scambio sul posto è il servizio di cui all'articolo 6 del D. Lgs. 29 dicembre 2003, n. 387, come disciplinato dalla deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 10 febbraio 2006, n. 28/06 ed eventuali successivi aggiornamenti.

2. Valgono inoltre le definizioni riportate all'articolo 2 del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79, escluso il comma 15, nonché le definizioni riportate all'articolo 2 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387.

Articolo 2, comma 2 (D. Lgs. n°79 del 16-03-99)

Autoproduttore è la persona fisica o giuridica che produce energia elettrica e la utilizza in misura non inferiore al 70% annuo per uso proprio ovvero per uso delle società controllate, della società controllante e delle società controllate dalla medesima controllante, nonché per uso dei soci delle società cooperative di produzione e distribuzione dell'energia elettrica di cui all'articolo 4, numero 8, della legge 6 dicembre 1962, n. 1643, degli appartenenti ai consorzi o società consortili costituiti per la produzione di energia elettrica da fonti energetiche rinnovabili e per gli usi di fornitura autorizzati nei siti industriali anteriormente alla data di entrata in vigore del presente decreto.

Art. 9, comma 1 (D. Lgs. n°79 del 16-03-99) L'attività di distribuzione

Le imprese distributrici hanno l'obbligo di connettere alle proprie reti tutti i soggetti che ne facciano richiesta, senza compromettere la continuità del servizio e purché siano rispettate le regole tecniche nonché le deliberazioni emanate dall'Autorità per l'energia elettrica e il gas in materia di tariffe, contributi

ed oneri. Le imprese distributrici operanti alla data di entrata in vigore del presente decreto, ivi comprese, per la quota diversa dai propri soci, le società cooperative di produzione e distribuzione di cui all'articolo 4, numero 8, della legge 6 dicembre 1962, n. 1643, continuano a svolgere il servizio di distribuzione sulla base di concessioni rilasciate entro il 31 marzo 2001 dal Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato e aventi scadenza il 31 dicembre 2030. Con gli stessi provvedimenti sono individuati i responsabili della gestione, della manutenzione e, se necessario, dello sviluppo delle reti di distribuzione e dei relativi dispositivi di interconnessione, che devono mantenere il segreto sulle informazioni commerciali riservate; le concessioni prevedono, tra l'altro, misure di incremento dell'efficienza energetica degli usi finali di energia secondo obiettivi quantitativi determinati con decreto del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato di concerto con il Ministro dell'ambiente entro novanta giorni dalla data di entrata in vigore del presente decreto.

Definizione di Edificio: "...un sistema costituito dalle strutture edilizie esterne che delimitano uno spazio di volume definito, dalle strutture interne che ripartiscono detto volume e da tutti gli impianti e dispositivi tecnologici che si trovano stabilmente al suo interno; la superficie esterna che delimita un edificio può confinare con tutti o alcuni di questi elementi: l'ambiente esterno, il terreno, altri edifici; il termine può riferirsi a un intero edificio ovvero a parti di edificio progettate o ristrutturate per essere utilizzate come unità immobiliari a se stanti". (D. Lgs. n. 19219 agosto 2005, , articolo 2).

APPENDICE C

Moduli utilizzati

DATI GENERALI

Codice	M.279
Marca	SUNTECH
Modello	STP200S-18/Ub
Tipo materiale	Si policristallino

CARATTERISTICHE ELETTRICHE IN CONDIZIONI STC

Potenza di picco [W]	200
Im [A]	7.63
Isc [A]	8.10
Efficienza [%]	13.60
Vm [V]	33.60
Voc [V]	26.20

ALTRE CARATTERISTICHE ELETTRICHE

Coeff. Termico Voc [V/°C]	-0.0891
Coeff. Termico Isc [A/°C]	0.055
NOCT [°C]	45.0
Vmax [V]	1 000.00

CARATTERISTICHE MECCANICHE

Lunghezza [mm]	1 482.00
Larghezza [mm]	992.00
Spessore [mm]	35.00
Peso [kg]	16.38
Numero celle	54

CERTIFICAZIONI

Certificazione Iec En	IEC 61215:2005
Certificazione Classe II	Classe di protezione II
Altre certificazioni	CE

GARANZIE

Garanzia prodotto	2 anni di garanzia sul prodotto per difetti di costruzione e sui materiali
Garanzia prestazioni	La potenza viene garantita per 25 anni sull'80% della potenza minima indicata

NOTE

Note	Connettore Multi-Contact (MCIV).
------	----------------------------------

APPENDICE D

Inverter utilizzati

DATI GENERALI

Codice	I.147
Marca	FRONIUS
Modello	IG PLUS 120
Tipo fase	Trifase

PARAMETRI ELETTRICI IN INGRESSO

VMppt min [V]	230.00
VMppt max [V]	500.00
Imax [A]	45.80
Vmax [V]	600.00
Max potenza FV [W]	10 500

PARAMETRI ELETTRICI IN USCITA

Potenza nominale [W]	10 000
Tensione nominale [V]	230
Max efficienza [%]	96.00
Distorsione arm. [%]	3.5
Frequenza [Hz]	50
Efficienza euro [%]	95.50

CARATTERISTICHE MECCANICHE

Dimensioni LxPxH [mm]	1221x434x244
Peso [kg]	38.00

CERTIFICAZIONI

Certificazione DK5940	DK 5940
Altre certificazioni	CEI 11-20

GARANZIE

Garanzia prodotto	5 anni
Estensione garanzia	10 anni

NOTE

Note	Livello di protezione: IP 44 elevato a IP 65 con mobiletto in resina per esterni
------	---

Ogni inverter è dotato di:

- dispositivo di interfaccia per il collegamento alla rete elettrica
- connettori con la funzione di parallelo tra stringhe
- grado di protezione dagli agenti atmosferici IP65
- controllo e dispositivo di segnalazione delle dispersioni verso terra lato CC
- protezione da sovratensioni lato CC mediante varistori controllati termicamente
- comunicazione dati (opzionale) tramite Ethernet / RS485.

In caso di distacco della rete, ogni inverter è dotato di un dispositivo che impedisce il suo funzionamento in isola; è presente, inoltre, un dispositivo che impedisce interferenze di radiofrequenze sui lati entrata-uscita (CEI 110-6/7 e 8).

Gli inverter hanno un grado di efficienza superiore al 93%, valore che soddisfa la condizione prescritta dal DM 28/07/2005:

$$\mathbf{b) P_{ca} > 0,9 * P_{cc}}$$

dove

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

Le tensioni in ingresso sono compatibili con i campi di tensione DC degli inverter.

INDICE

PREMESSA	1
DATI GENERALI	2
Ubicazione impianto	2
Committente	2
Tecnico	2
PREMESSA	3
Valenza dell'iniziativa	3
Attenzione per l'ambiente	3
Risparmio di combustibile	3
Emissioni evitate in atmosfera	3
Normativa di riferimento	3
SITO DI INSTALLAZIONE	4
Premessa	4
Disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico	4
Descrizione del sito	4
Disponibilità della fonte solare	4
Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale	4
Fattori morfologici e ambientali	6
Ombreggiamento	6
Albedo	6
DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO	7
Procedura di calcolo	7
Criterio generale di progetto	7
Criterio di stima dell'energia prodotta	7
Criterio di verifica elettrica	8
Impianto	9
Descrizione	9
Scheda tecnica dell'impianto	9
Specifiche degli altri componenti dell'impianto	10
Posizionamento dei moduli	10
Cablaggio elettrico	10
Impianto di messa a terra	10
Impianto di messa a terra	10
Collegamento tra moduli	10
Protezioni	11
Generatore Generatore1	12
Schema elettrico	15
Generatore: "Generatore 1"	15
Descrizione	15
Scheda tecnica	15
Verifiche elettriche	16
Posizionamento dei moduli	17
Dimensionamento parte elettrica	17
Lato DC	17

Quadri di campo e manovra	18
Protezione di interfaccia	18
Cavi elettrici lato corrente continua	19
Cavi elettrici lato corrente alternata	19
Descrizione delle misure di protezione	20
Misure di protezione contro il corto circuito	20
Misure di protezione contro i sovraccarichi	21
Misure di protezione contro i contatti diretti	21
Misure di protezione contro i contatti indiretti	21
APPENDICE A	24
Leggi e decreti	24
Norme Tecniche	25
Delibere AEEG	26
Agenzia delle Entrate	26
APPENDICE B	28
Definizioni - Rete Elettrica	28
Definizioni - Impianto Fotovoltaico	28
APPENDICE C	33
Moduli utilizzati	33
APPENDICE D	34
Inverter utilizzati	34
INDICE	36