



**REGIONE SICILIA**  
**COMUNE DI SANT'ALESSIO SICULO**  
**PROVINCIA DI MESSINA**

**OGGETTO:**

**"Lavori di Recupero ristrutturazione e/o costruzione nuovo edificio scolastico scuola A. Gussio".**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**PROGETTISTA:**

Ing. Faranna Claudio G.



**ELABORATO E**

**TAV. 3**

**RELAZIONE TECNICA FOTOVOLTAICO**

**DATA: 16/05/2022**

**RUP :**

**Ing. Pietro Mifa**

N°

Data

Descrizione della Revisione o Sostituisce

# **INDICE**

NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO	Pag. 3
PREMESSA	Pag. 7
DATI DI PROGETTO RELATIVO ALL' IMPIANTO ELETTRICO	Pag. 8
• Dati di progetto relativi alle influenze esterne	Pag. 9
ANALISI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 9
• Sito di installazione	Pag. 10
• Descrizione dell'impianto	Pag. 10
• Radiazione solare e analisi delle ombre	Pag. 10
SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI	Pag. 13
• Generatore fotovoltaico	Pag. 13
• Strutture di sostegno dei moduli	Pag. 14
• Gruppo di conversione	Pag. 15
• Quadri elettrici	Pag. 16
• Cavi elettrici e di cablaggio	Pag. 16
DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO	Pag. 17
• Criteri di dimensionamento delle linee	Pag. 17
• Criteri di dimensionamento del campo fotovoltaico	Pag. 18
PROTEZIONI	Pag. 20
• Protezione contro i contatti diretti e indiretti	Pag. 20
• Protezione contro i sovraccarichi ed i corto circuiti	Pag. 22
SEZIONAMENTO E DISPOSITIVI PER L' ALLACCIAMENTO ALLA RETE ENEL IN BASSA TENSIONE (BT)	Pag. 24
• Sezionamento a valle dell'inverter	Pag. 24
• Sezionamento a monte dell'inverter	Pag. 24
• Dispositivi per l'allacciamento alla rete ENEL in (BT)	Pag. 24
IMPIANTO DI MESSA A TERRA (MAT) E PROTEZIONE DALLE SOVRATENSIONI	Pag. 25
VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE	Pag. 27
ALCUNE CONSIDERAZIONI SUGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI	Pag. 28
• Conclusioni	Pag. 29
ELENCO ELABORATI GRAFICI ALLEGATI	Pag. 29

## **NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO**

La normativa e le leggi di riferimento da rispettare per la progettazione e realizzazione degli impianti fotovoltaici sono:

- ❑ norme CEI/IEC per la parte elettrica convenzionale;
- ❑ norme CEI/IEC e/o JRC/ESTI per i moduli fotovoltaici; in particolare, la CEI EN 61215 per moduli al silicio cristallino e la CEI EN 61646 per moduli a film sottile;
- ❑ conformità al marchio CE per i moduli fotovoltaici e per il convertitore c.c./c.a.;
- ❑ UNI 10349, o Atlante Europeo della Radiazione Solare, per il dimensionamento del campo fotovoltaico;
- ❑ UNI/ISO per le strutture meccaniche di supporto e di ancoraggio dei moduli fotovoltaici;
- ❑ GUIDA PER LE CONNESSIONI ALLA RETE ELETTRICA DI ENEL DISTRIBUZIONE Dicembre 2008;
- ❑ CEI EN 50380 "Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici";

Si richiamano, inoltre, le norme EN 60439-1 e IEC 439 per quanto riguarda i quadri elettrici, le norme CEI 110-31 e le CEI 110-28 per il contenuto di armoniche e i disturbi indotti sulla rete dal convertitore c.c./c.a., le norme CEI 110-1, le CEI 110-6 e le CEI 110-8 per la compatibilità elettromagnetica (EMC) e la limitazione delle emissioni in RF.

Circa la sicurezza e la prevenzione degli infortuni, si ricorda:

- ❑ D.Lgs. 9/4/08 n.81 per la sicurezza e la prevenzione degli infortuni sul lavoro e successive modificazioni ed integrazioni;
- ❑ D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 - Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia;
- ❑ D.M. n.37/08 "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge del 25/12/2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.

Le scelte progettuali devono essere conformi alle seguenti normative e leggi:

- ❑ 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 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;

- Norma CEI 3-14: “Segni grafici per schemi. Parte 2: elementi dei segni grafici, segni grafici distintivi e altri segni di uso generale”;
- Norma CEI 3-15: “Segni grafici per schemi. Parte 3: conduttori e dispositivi di connessione”;
- Norma CEI 3-19: “Segni grafici per schemi. Parte 7: apparecchiature e dispositivi di comando e protezione”;
- Norma CEI 3-23: “Segni grafici per schemi. Parte 11: schemi e piani d’installazione architettonici e topografici”;
- Norma CEI 3-25: “Segni grafici per schemi. Parte 1: generalità”;
- 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 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 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, ASSOSOLARE);
- CEI EN 61173 (CEI 82-4): Protezione contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici (FV) per la produzione di energia;
- CEI EN 61724 (CEI 82-15): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici. Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- CEI EN 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  $\leq 16$  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;
- Norma CEI 13-4: Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica;
- Norma CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2);
- Norma CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3);
- Norma CEI EN 60947-2 (CEI 17-5): "Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 2°: interruttori automatici";
- Norma CEI EN 60947-3 (CEI 17-11): "Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 3°: interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate con fusibili. Variante 1";
- 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 20-22/0: "Metodi di prova comuni per cavi elettrici in condizioni d'incendio. Prova di propagazione della fiamma. Parte 0: generalità e scopo";
- CEI 20-22/2: " Prove d'incendio su cavi elettrici. Parte 2: Prova di non propagazione dell'incendio".
- CEI 20-35: "Metodi di prova comuni per cavi in condizioni d'incendio";
- CEI 20-40: "Guida per l'uso di cavi a bassa tensione";
- CEI 20-67: "Guida per l'uso dei cavi 0,6/1kV";
- CEI 23-3: "Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari";
- CEI 23-18: "Interruttori differenziali per usi domestici e similari ed interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per usi domestici e similari";
- CEI 23-25: "Tubi per le installazioni elettriche. Parte 1: prescrizione generale";
- CEI 23-32: "Sistemi di canali di materiale plastico isolante e loro accessori ad uso portacavi e portapparecchi per soffitto e parete";
- UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
- IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings - Part 7-712: Requirements for special installations or locations Solar photovoltaic (PV) power supply systems.

- Legge 1/3/68 n°186 : sulla esecuzione a regola d'arte degli impianti elettrici e sulla costruzione a regola delle apparecchiature elettriche;
- Legge 18/10/77 n°791 sulla attuazione della Direttiva del Consiglio della Comunità Europea (CEE 73/23) relativa alla garanzia di sicurezza del materiale elettrico per tensioni tra 50V e 1000V in alternata e tra 75V e 1500V in continua.

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, purché vigenti al momento della pubblicazione del presente elaborato, anche se non espressamente richiamate, si considerano applicabili.

## PREMESSA

La presente documentazione di progetto di impianto fotovoltaico (FV) è realizzata in conformità alla regola d'arte, con particolare riferimento alle Norme CEI 64-8. Essa ha lo scopo di soddisfare quanto previsto dal D.M. n. 37/08 "REGOLAMENTO CONCERNENTE L'ATTUAZIONE DELL'ARTICOLO 11-QUATERDECIES, COMMA 13, LETTERA A) DELLA LEGGE DEL 25/12/2005, RECANTE RIORDINO DELLE DISPOSIZIONI IN MATERIA DI ATTIVITA' DI INSTALLAZIONE DEGLI IMPIANTI ALL'INTERNO DEGLI EDIFICI.

Il presente progetto è stato elaborato tenendo conto delle specifiche esigenze dell'opera da realizzare in relazione alla destinazione d'uso dei vari ambienti nonché delle prescrizioni tecniche generali.

I materiali e le apparecchiature proposti, dovranno rispondere alle norme del CEI ed alle tabelle di unificazione CEI-UNEL esistenti.

La rispondenza dei materiali alle prescrizioni di cui sopra sarà attestata dalla presenza del marchio IMQ (Marchio Italiano di Qualità) o da un contrassegno equivalente.

Il materiale elettrico dovrà, inoltre, essere conforme alle norme armonizzate rilevanti ai fini della sicurezza, ciò sarà attestato dalla presenza del marchio della Comunità europea (marcatura CE) obbligatorio in Italia dal 1997. Il materiale elettrico dovrà essere altresì idoneo, per caratteristiche costruttive e posa, ai relativi ambienti di installazione ed avere un grado di protezione non inferiore a quello previsto dalla norma CEI 70-1, in funzione del tasso di umidità e/o polverosità del singolo locale.

*AVVERTENZA GENERALE: Resta a carico della committenza ogni responsabilità per sinistri a persone o cose derivanti da manomissioni dell'impianto da parte di terzi o da carenza di manutenzione o di riparazioni. Si richiama, inoltre, l'attenzione del gestore dell'impianto per eventuali modifiche delle condizioni d'esercizio e modifiche d'uso considerate nel presente*

*studio. Pertanto ricorrendo la necessità di effettuare tali modifiche, sarà necessario consultare uno studio d'impiantistica elettrica per verificare l'eventuale obbligo di adeguamenti, anche sostanziali, da applicare alle protezioni o alle soluzioni impiantistiche proposte.*

La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma UNI 10349 (o dell'Atlante Europeo della Radiazione Solare) e utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 8477-1.

L'impianto di potenza compresa tra 1 kWp e 50 kWp verrà progettato per avere una potenza attiva, lato corrente alternata, superiore al 85% del valore della potenza nominale dell'impianto fotovoltaico, riferita alle condizioni STC.

Ciascun modulo sarà dotato di diodo di by-pass.

Sarà, inoltre, sempre rilevabile l'energia prodotta (cumulata) e le relative ore di funzionamento.

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

Sono stati assunti i seguenti valori e le seguenti caratteristiche:

- **Tipo di intervento:** realizzazione impianto fotovoltaico;
- **Tipo di impianto elettrico esistente:** impianto elettrico utilizzatore di categoria I, con alimentazione dalla rete pubblica di bassa tensione;
- **Punto di origine:** contatore elettrico trifase posto entro nicchia contatore;
- **Sistema di fornitura:** corrente alternata trifase, in bassa tensione 230/400V, 3F+N, ad una frequenza di 50 Hz;
- **Sistema di distribuzione:** di tipo TT
- **Correnti di cortocircuito:** è stato assunto il valore di 10kA per il potere di interruzione dell'interruttore generale posto subito a valle del punto di consegna;
- **Caduta di tensione massima ammissibile:** si assume pari al 2% tra l'origine dell'impianto fotovoltaico (FV) ed il punto di parallelo con la rete.



## DATI DI PROGETTO RELATIVI ALLE INFLUENZE ESTERNE

- **Temperatura ambiente di installazione:** per posa interrata 20°C; per posa non interrata 30°C;
- **Grado di protezione (ambienti particolari):**
  - all'esterno: non inferiore a IP55.

### ANALISI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Il presente progetto è relativo alla realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica tramite conversione fotovoltaica, avente una potenza di picco pari a 20000 W<sub>p</sub>.

<i>Dati relativi al committente</i>	
Committente:	Comune di SANT'ALESSIO SICULO
Indirizzo:	VIA
Recapito telefonico:	Tel.: Fax:
E-mail:	E-mail: E-mail certificata:

<i>Località di realizzazione dell'intervento</i>	
Indirizzo:	Via
Destinazione d'uso dell'immobile:	EDIFICIO COMUNALE SCOLASTICO
Intestatario utenza:	Comune di
Tipologia fornitura:	Trifase (Sistema TT)

<i>Dati relativi al posizionamento del generatore FV1</i>	
Posizionamento del generatore FV:	Installazione a pavimento tetto piano
Angolo di azimut del generatore FV:	0°
Angolo di tilt del generatore FV:	0,5°
Fattore di albedo:	0,2
Fattore di riduzione delle ombre $K_{\text{ombre}}$ :	0,90

## **SITO DI INSTALLAZIONE**

L'impianto sarà installato in un edificio non soggetto a vincoli paesaggistici.

## **DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO**

L'impianto fotovoltaico vedasi planimetria allegata sarà costituito da 100 moduli da 400Wp, suddivisi in quattro sottocampi - Vedi tav. 4EL allegata - (sottocampo 1: n. 25 moduli; sottocampo 2: n. 25 moduli sottocampo 3: n. 25 moduli, sottocampo 4: n. 25 moduli ).

Il nuovo impianto che avrà in totale una potenza di picco di 40kWp

## **RADIAZIONE SOLARE E ANALISI DELLE OMBRE**

La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata prendendo come riferimento la località che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di SANT'ALESSIO SICULO (ME)

In base alla Norma UNI 10349 la località che meglio identifica quanto sopra esposto è MESSINA.

## Irraggiamento solare a MESSINA

in base alla norma UNI 10349 e calcolato su moduli esposti a 0° rispetto al Sud ed inclinati rispetto all'orizzontale di 30°

Fattore di albedo scelto: 0,2

<i>Mese</i>	<i>Giornaliero</i>				<i>Mensile</i>
	<i>Radiazione Diretta (Wh/m<sup>2</sup>)</i>	<i>Radiazione Diffusa (Wh/m<sup>2</sup>)</i>	<i>Radiazione Riflessa (Wh/m<sup>2</sup>)</i>	<b>TOTALE (Wh/m<sup>2</sup>)</b>	<b>TOTALE (kWh/m<sup>2</sup>)</b>
<b><i>Gennaio</i></b>	2104	855	35	<b>2994</b>	<b>93</b>
<b><i>Febbraio</i></b>	2911	1114	52	<b>4078</b>	<b>114</b>
<b><i>Marzo</i></b>	3506	1451	74	<b>5030</b>	<b>156</b>
<b><i>Aprile</i></b>	4069	1736	98	<b>5903</b>	<b>177</b>
<b><i>Maggio</i></b>	4453	1866	118	<b>6438</b>	<b>200</b>
<b><i>Giugno</i></b>	4925	1814	132	<b>6871</b>	<b>206</b>
<b><i>Luglio</i></b>	5144	1711	132	<b>6986</b>	<b>217</b>
<b><i>Agosto</i></b>	5225	1555	119	<b>6899</b>	<b>214</b>
<b><i>Settembre</i></b>	4578	1400	92	<b>6069</b>	<b>182</b>
<b><i>Ottobre</i></b>	3470	1192	62	<b>4725</b>	<b>146</b>
<b><i>Novembre</i></b>	2769	907	43	<b>3719</b>	<b>112</b>
<b><i>Dicembre</i></b>	2057	778	32	<b>2866</b>	<b>89</b>
<b><i>Tot. annuale</i></b>					<b>1905</b>

## SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI

### GENERATORE FOTOVOLTAICO

Il generatore fotovoltaico si comporrà di 100 moduli fotovoltaici in silicio policristallino, marca: “Vitovolt”, o similare, di potenza pari a 400 W<sub>p</sub>”, con una vita utile stimata di oltre 20 anni senza degrado significativo delle prestazioni.

Le altre caratteristiche del generatore fotovoltaico sono:

Numero moduli:	100
Potenza nominale	400 Wp
Celle:	Silicio policristallino alta efficienza
Tensione circuito aperto V <sub>OC</sub>	37,5 V
Corrente di corto circuito I <sub>SC</sub>	8,76 A
Tensione V <sub>MP</sub>	30,3 V
Corrente I <sub>MP</sub>	8,24 A
Grado di efficienza:	15,19 %
Dimensioni:	1860 mm x 1040mm x 35mm

La **potenza complessiva** da raggiungere sarà di 100 x 400 Wp = 40000 Wp. Pertanto il campo fotovoltaico sarà così configurato:

#### Sottocampo n.1

Numero di stringhe	1
Numero di moduli per stringa	25
Tensione V <sub>MP</sub> a 25°C	30,3 V
Corrente I <sub>MP</sub> a 25°C	8,24 A per ciascuna stringa

**Sottocampo n.2**

Numero di stringhe	1
Numero di moduli per stringa	25
Tensione $V_{MP}$ a 25°C	30,3 V
Corrente $I_{MP}$ a 25°C	8,24 A per ciascuna stringa

**Sottocampo n.3**

Numero di stringhe	1
Numero di moduli per stringa	24
Tensione $V_{MP}$ a 25°C	31,53 V
Corrente $I_{MP}$ a 25°C	9,49 A per ciascuna stringa

**Sottocampo n.4**

Numero di stringhe	1
Numero di moduli per stringa	25
Tensione $V_{MP}$ a 25°C	31,53 V
Corrente $I_{MP}$ a 25°C	9,49 A per ciascuna stringa

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter.

Ogni modulo sarà fornito di almeno un diodo di by-pass. La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici sarà messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica (Vedi schema unifilare allegato - tav. 4el).

## STRUTTURE DI SOSTEGNO DEI MODULI

Il piano dei moduli è inclinato rispetto all'orizzontale di 0,5 ° (tilt) circa e ha un orientamento azimutale a 0 ° rispetto al sud. I moduli verranno montati su dei supporti in alluminio/acciaio poggiati sulla copertura, avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h. La scelta della tipologia della struttura di sostegno è stata effettuata in funzione dell'ubicazione dei moduli che sarà in Installazione su tetto piano

## GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dal convertitore statico (Inverter).

Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili.

I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- ❑ Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 11-20 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza);
- ❑ Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT;
- ❑ Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8;
- ❑ Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 11-20, CEI 0-21 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico;
- ❑ Conformità marchio CE;
- ❑ Grado di protezione adeguato all'ubicazione;

- ❑ Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto;
- ❑ Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV;
- ❑ Efficienza massima  $\geq 90 \%$  al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione sarà composto da n° 1 inverter multistringa “Power-One Italy S.p.A.”, modello “PVI-20.0-I-OUTD” o similare.

:

## **QUADRI ELETTRICI**

### **❑ Quadro lato corrente continua (quadro di campo)**

Si prevede di installare un quadro sul lato DC di ciascun convertitore per il sezionamento del campo fotovoltaico, delle stringhe e dell’inverter.

### **❑ Quadro di parallelo lato corrente alternata**

Si prevede di installare un quadro lato AC. Il quadro elettrico suddetto dovrà essere conforme alla normativa vigente e dovrà avere grado di protezione minimo IP40.

I quadri elettrici suddetti saranno ubicati in posizione protetta dall’incendio (le eventuali sostanze combustibili nella zona circostante il quadro dovranno essere in quantità trascurabile). Essi saranno tutti concepiti in modo tale da permettere semplici operazioni di assemblaggio, ed avranno dispositivi modulari.

Gli interruttori sono dimensionati e tarati per intervenire nei tempi previsti dalle Norme in caso di cortocircuiti e guasti verso terra che possono verificarsi nelle linee protette.

Per le caratteristiche dei dispositivi di protezione si rimanda allo schema unifilare allegato –

## CAVI ELETTRICI E DI CABLAGGIO

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- ❑ Cavi di stringa “solari” di tipo unipolare con isolamento e guaina in gomma, tensione nominale 0,6/1 kV, temperatura massima di funzionamento non inferiore a 90 °C e con un'elevata resistenza ai raggi ultravioletti. Per il loro impiego occorrerà riferirsi alle indicazioni del costruttore;
- ❑ per la posa all'esterno, anche se in tubo o canale, devono essere utilizzati cavi con guaina ad es. FG16R16, FS17, ecc.;
- ❑ per la posa all'interno degli edifici valgono le regole generali per gli impianti elettrici.

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL, grado d'isolamento di 4 kV.

Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

- |                             |                             |
|-----------------------------|-----------------------------|
| ❑ Conduttori di protezione: | giallo-verde (obbligatorio) |
| ❑ Conduttore di neutro:     | blu chiaro (obbligatorio)   |
| ❑ Conduttore di fase:       | grigio / marrone / nero     |

Non esistono indicazioni normative sui colori dei cavi in corrente continua negli impianti fotovoltaici.

Tuttavia, i cavi solari sono in genere reperibili con guaine di colore rosso (polo positivo), nero (polo negativo) e blu (polo mediano).

E' comunque consentito utilizzare cavi solari con guaine di colore nero purché siglato con indicazione del positivo con “+” e del negativo con “-”.

Le sezioni dei conduttori degli impianti fotovoltaici sono dimensionate per le correnti in gioco e per limitare la caduta di potenziale entro il 2% del valore misurato da qualsiasi modulo posato al gruppo di conversione.

## DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO



## CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DELLE LINEE

La sezione dei conduttori è stata verificata in modo che la loro portata ( $I_z$ ) sia superiore alla corrente di impiego ( $I_b$ ) e nel rispetto che la caduta di tensione tra l'origine dell'impianto FV ed il punto di parallelo con la rete non superi il valore del 2% della tensione nominale dell'impianto; in ogni modo, indipendentemente dalla sezione teorica di calcolo, sono stati previsti cavi di sezione non inferiore a 1,5 mm<sup>2</sup>.

Per il circuito di stringa si assume, prudenzialmente, una corrente di impiego  $I_B = 1,25 I_{sc}$  (la maggiorazione del 25% della corrente di cortocircuito del modulo  $I_{sc}$ , tiene conto, in via molto cautelativa, di valori di irraggiamento superiori a 1000 W/m<sup>2</sup>).

Per i valori delle sezioni delle linee in partenza dai quadri si rimanda allo "schema unifilare" allegato. Come è possibile notare dalle prescrizioni sopra esposte, le sezioni dei conduttori degli impianti fotovoltaici scelte sono sicuramente sovradimensionate per le correnti e le limitate distanze in gioco.

## CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DEL CAMPO FV

In base alle norme UNI 8477-1 e UNI 10349, l'irraggiamento calcolato su moduli esposti a 0° rispetto al Sud ed inclinati rispetto all'orizzontale di 30° con un fattore di albedo scelto pari a 0,2 risulta essere pari a 1905 kWh/m<sup>2</sup>.

La potenza alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m<sup>2</sup> a 25°C di temperatura) risulta essere:

Considerando un'efficienza del B.O.S. (Balance of system) del 85% che tiene conto delle perdite dovute a diversi fattori quali: maggiori temperature, superfici dei moduli polverose, differenze di rendimento tra i moduli, perdite dovute al sistema di conversione la potenza sul lato c.a. sarà uguale a:

$$P_{CA2} = P_{STC1-2-3-4} \times 85\%$$

L'energia producibile su base annua dal sistema fotovoltaico è data da:

$$E_2 [\text{kWh/anno}] = (I_2 \times A_2 \times K_{\text{ombre2}} \times R_{\text{MODULI}} \times R_{\text{BOS}})$$

In cui:

- $I_2$  = irraggiamento medio annuo = 1905 kWh/m<sup>2</sup>
- $A_2$  = superficie totale dei moduli = 80 m<sup>2</sup> circa
- $K_{\text{ombre2}}$  = Fattore di riduzione delle ombre = 0,90
- $R_{\text{MODULI}}$  = rendimento di conversione dei moduli = 15,19%
- $R_{\text{BOS}}$  = rendimento del B.O.S. = 85%

Pertanto, applicando la formula abbiamo:

$$E_2 = 56000 \text{ kWh/anno}$$

Valore complessivo dell'energia producibile stimata annua .

Il valore di 56000 kWh/anno è l'energia che il sistema fotovoltaico produrrà in un anno, se non vi sono interruzioni nel servizio.

E' previsto un solo misuratore di energia con visualizzazione della quantità di energia ceduta/prelevata alla/dalla rete elettrica esterna, posto a cura del Distributore di Energia Elettrica.

## PROTEZIONI

### PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI

#### *Contatti diretti*

La protezione contro i contatti diretti sarà di tipo "totale", in modo da impedire sia il contatto accidentale che quello volontario, adatta per luoghi accessibili a persone non addestrate.

Essa sarà attuata mediante l'isolamento delle parti attive e l'uso di involucri con grado di protezione  $\geq$  IPXXD per le parti che possono essere toccate, come richiesto dalla norma CEI 64-8.

#### *Contatti indiretti*

Il metodo di protezione contro i contatti indiretti scelto è quello mediante interruzione automatica dell'alimentazione, attraverso l'impianto di terra dell'edificio (esistente) coordinato con dispositivi di protezione magnetotermici differenziali.

L'obiettivo è quello di eliminare tensioni di contatto pericolose entro tempi brevissimi (caratteristica tempo-tensione) che equivale a limitare la quantità di corrente ed il tempo di percorrenza della stessa nel corpo umano (diagramma corrente-tempo, pubblicazione IEC 479-1) evitando danni fisiologici alle persone. Tutte le masse e le masse estranee saranno collegate a terra.

La condizione da soddisfare per il nostro impianto (se sistema TT) è la seguente, imposta dalla norma CEI 64-8:

$$R_E \cdot I_{dn} \leq 50V \quad (1)$$

dove:

$I_{dn}$  = massima corrente di intervento differenziale nominale;

$R_E$  = Resistenza del collegamento a terra della massa.

Nel nostro caso la massima corrente di intervento differenziale nominale è pari a 0,5A e la condizione precedente risulta verificata, se:

$$R_E \leq \frac{50}{0,5} \quad (2)$$

ovvero:

$$R_E \leq 100 \Omega \quad (3)$$

**Il punto di parallelo tra l'impianto fotovoltaico e la rete deve essere a monte di tutti i dispositivi differenziali (esistenti) che proteggono le masse dell'impianto utilizzatore (vedi schema unifilare).**

È quindi sufficiente che l'impianto utilizzatore sia protetto contro i contatti indiretti con riferimento alla rete, dopo di che è protetto anche nei confronti del generatore fotovoltaico.

Per la protezione delle masse a monte del punto di parallelo, lato generatore FV (tipicamente la massa dell'inverter) è stato previsto un interruttore differenziale di tipo A

installato all'uscita dell'inverter (la mancata alimentazione da parte della rete ENEL fa sì che l'inverter vada in stand-by poiché viene meno la tensione di rete e il problema è risolto). La corrente differenziale nominale  $I_{dn}$  dell'interruttore è compatibile con le correnti di dispersione.

## **PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI ED I CORTO CIRCUITI**

### ***Lato corrente continua***

#### *Sovraccarico*

Essendo i cavi dell'impianto fotovoltaico scelti con una portata almeno uguale alla massima corrente che li può interessare nelle condizioni più severe ( $I_B = 1,25 I_{sc}$ ), per i cavi di stringa non è possibile sovraccaricare il cavo, e, quindi, non occorre proteggere contro il sovraccarico i cavi dell'impianto FV.

I cavi dell'impianto FV sono, invece, interessati da una corrente di cortocircuito in caso di:

- guasto tra i due poli del sistema c.c.;
- guasto a terra nei sistemi con un punto a terra;
- doppio guasto a terra nei sistemi isolati da terra.

#### *Cortocircuito di stringa*

La corrente di cortocircuito di stringa coincide con la corrente di impiego ( $I_B = 1,25 I_{sc}$  per cui il cavo di stringa è stato dimensionato); quindi, non occorre proteggere contro il cortocircuito i cavi dell'impianto FV.

#### *Cortocircuito sul cavo tra il quadro di campo e l'inverter*

La corrente di cortocircuito coincide con la corrente di impiego del circuito in esame per cui il cavo è stato dimensionato; quindi, non occorre proteggere contro il cortocircuito i cavi dell'impianto FV.

### ***Lato corrente alternata***

La protezione contro i sovraccarichi e cortocircuiti sarà ottenuta mediante interruttori automatici magnetotermici aventi una corrente nominale ( $I_n$ ) compresa fra la corrente di impiego ( $I_B$ ) e la portata del conduttore ( $I_z$ ). La corrente di sicuro intervento ( $I_f$ ) deve essere inferiore a 1,45 volte la portata del cavo ( $I_z$ ). Ovvero:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \qquad I_f \leq 1,45 I_z$$

Inoltre gli interruttori automatici magnetotermici sono coordinati con la sezione dei cavi, in relazione alla lunghezza delle linee, al fine di interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi in qualsiasi punto della linea, prima che esse diventino pericolose per gli effetti termici e meccanici provocati nei conduttori e nelle relative connessioni.

Più precisamente:

#### ➤ Potere di interruzione

Il dispositivo deve essere in grado di interrompere con sicurezza la massima corrente di corto circuito che si può produrre nel punto d'installazione. A tal fine occorre, evidentemente, che il suo potere d' interruzione sia non inferiore al valore della massima corrente presunta di corto circuito nel punto dell'impianto in cui il dispositivo è posto.

#### ➤ Energia specifica passante

Il dispositivo di protezione dal corto circuito deve intervenire in un tempo inferiore a quello che farebbe assumere al conduttore una temperatura superiore al valore limite ammissibile, qualunque sia il punto della conduttura in cui il guasto si manifesta. In pratica, nel caso di linee in cavo, quanto sopra significa non far superare all'isolante la temperatura massima di cortocircuito, limitando l'energia termica passante attraverso la protezione a valori tollerabili dal cavo, in formule:

$$I^2 t \leq K^2 S^2$$

dove:

$I^2 t$  è l'energia specifica passante;

K è il coefficiente legato alla natura dell'isolante del cavo (stabilito dalla Norma CEI 64-8);

S è la sezione del cavo in mm<sup>2</sup>.

## **SEZIONAMENTO E DISPOSITIVI PER L'ALLACCIAMENTO ALLA RETE ENEL IN BASSA TENSIONE (BT)**

### **SEZIONAMENTO A VALLE DELL'INVERTER**

Sul lato c.a., a valle di ciascun inverter, è previsto un dispositivo di sezionamento. E' utilizzato a tale scopo il dispositivo di generatore (DDG) costituito da un interruttore magnetotermico differenziale installato subito a valle di ciascun inverter (Vedi schema unifilare allegato).

Il dispositivo di sezionamento deve essere posto in posizione facilmente accessibile.

### **SEZIONAMENTO A MONTE DELL'INVERTER**

Subito a monte di ciascun inverter (lato c.c.) è installato un dispositivo di sezionamento per ciascun canale dell'inverter (Vedi schema unifilare allegato -).

Il dispositivo di sezionamento deve essere posto in posizione facilmente accessibile.

### **DISPOSITIVI PER L'ALLACCIAMENTO ALLA RETE ENEL (BT)**

Così come previsto dalla "Guida per le connessioni alla rete elettrica di ENEL distribuzione" saranno presenti nell'impianto i seguenti dispositivi:

- *dispositivo generale*: separa l'intero impianto del cliente dalla rete pubblica;
- *dispositivo di interfaccia*: separa il gruppo di generazione dalla rete pubblica;
- *dispositivo del generatore*: separa il singolo generatore dal resto dell'impianto del cliente.

#### ***Dispositivo generale (DG)***

È costituito dall'interruttore automatico con sganciatori di massima corrente esistente, con corrente nominale pari a 80A (Vedi schema unifilare allegato -). L'esecuzione del dispositivo generale soddisfa i requisiti sul sezionamento della Norma CEI 64-8. Tale dispositivo in condizioni di aperto esclude l'intero sistema (rete del cliente) dalla rete pubblica.

### ***Dispositivo di interfaccia (DDI)***

È esterno all'inverter e la sua apertura assicura la separazione del gruppo di produzione dalla rete pubblica (Vedi schema unifilare allegato - tav. 7).

Il dispositivo di interfaccia provoca il distacco dell'intero sistema di generazione in caso di guasto sulla rete elettrica.

### ***Dispositivi del generatore (DDG1 e DDG2)***

Ciascuno di essi è costituito da un interruttore magnetotermico con corrente nominale pari a 20A (Vedi schema unifilare allegato -).

<p style="text-align: center;"><b>IMPIANTO DI MESSA A TERRA (MAT) E PROTEZIONE DALLE SOVRATENSIONI</b></p>
--

Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra.

Le stringhe saranno costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e saranno singolarmente sezionabili e provviste di protezioni contro le sovratensioni.

E' prevista l'installazione di scaricatori di sovratensione anche sul lato AC dell'inverter.

Non è prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete. L'inverter è dotato di una protezione implementata all'interno del sistema di controllo e regolazione del convertitore che apre il dispositivo di interfaccia per valori di componente continua superiori allo 0,5% della massima corrente dell'inverter.

Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.

Spesso le parti metalliche presenti negli impianti FV sono di alluminio (anodizzato) per resistere meglio alla corrosione, ad esempio la cornice dei moduli.

Nel collegamento a terra con un conduttore di rame, la giunzione rame - alluminio esposta alle intemperie è soggetta a corrosione elettrolitica (si corrode l'alluminio).

Occorre quindi utilizzare appositi morsetti rame/alluminio, oppure sottrarre la giunzione alle intemperie.

Inoltre, l'ossido di alluminio, che riveste la superficie d'alluminio e lo protegge dalla corrosione, è isolante, va quindi rimosso per garantire la continuità elettrica tra più parti.

Nel collegare più elementi allo stesso conduttore di protezione è consigliabile evitare l'entresci ed utilizzare morsetti a T (PE passante), in modo da ridurre il rischio di interruzione del conduttore di protezione. In alternativa si può collegare a terra la struttura metallica che sostiene i moduli, avendo l'accortezza di verificare la continuità elettrica verso le cornici dei moduli tramite i mezzi di fissaggio.

Il conduttore di protezione, collegato alle strutture di fissaggio dei moduli fotovoltaici, avrà sezione pari a 6mm<sup>2</sup>. Tutti gli altri cavi saranno di sezione non inferiore alla sezione di fase corrispondente.

Nelle tabelle 1 e 2 che seguono sono riportati i valori minimi delle sezioni dei conduttori di protezione (PE) ed equipotenziali previsti dalla norma CEI 64-8/5:

Tab. 1 - Sezione minima dei conduttori di protezione (norma CEI 64-8/5 art. 543.1.2)

SEZIONE DEI CONDUTTORI DI FASE $S_F$ (mm <sup>2</sup> )	SEZIONE MINIMA DEL CONDUTTORE DI PROTEZIONE $S$ (mm <sup>2</sup> )
$S_F \leq 16$	$S = S_F$ (*)
$16 < S_F \leq 35$	$S = 16$
$S_F > 35$	$S = \frac{S_F}{2}$

(\*) Se il conduttore di protezione non fa parte dello stesso cavo, o non è infilato nello stesso tubo, dei conduttori di fase, valgono le seguenti sezioni minime:

- 2,5 mm<sup>2</sup> se è protetto meccanicamente, ad esempio infilato in un tubo;
- 4 mm<sup>2</sup> se non è protetto meccanicamente.

Tab. 2 - Sezione minima dei conduttori equipotenziali (norma CEI 64-8/5 art. 547.1)



CONDUTTORE EQUIPOTENZIALE PRINCIPALE ( $S_{eqp}$ )	CONDUTTORE EQUIPOTENZIALE SUPPLEMENTARE ( $S_{eqs}$ )	
	massa - massa	massa - massa estranea
$S_{eqp} \geq 0,5 S_p$ più elevata dell'impianto. Con un minimo di $6 \text{ mm}^2$ e un massimo di $25 \text{ mm}^2$	$S_{eqs} \geq S_p$ più piccola collegata alle due masse, con un minimo di $2,5 \text{ mm}^2$ (*)	$S_{eqs} \geq 0,5 S_p$ che collega la massa, con un minimo di $2,5 \text{ mm}^2$ (*)

$S_p$  = Sezione del conduttore di protezione.

(\*) Se il conduttore equipotenziale non è protetto meccanicamente (ad esempio da un tubo) la sezione minima è  $4 \text{ mm}^2$ .

### VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- ❑ corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- ❑ continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- ❑ messa a terra di masse e scaricatori;
- ❑ isolamento dei circuiti elettrici dalle masse.

L'impianto deve essere realizzato con componenti che assicurino l'osservanza delle due seguenti condizioni:

**a) condizione da verificare:**  $P_{cc} > 0,85 \cdot P_{nom} \cdot I / I_{STC}$ ;

in cui:

- $P_{cc}$  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 [ $\text{W/m}^2$ ] misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del  $\pm 3\%$ ;

- $I_{STC}$ , pari a  $1000 \text{ W/m}^2$ , è l'irraggiamento in condizioni di prova standard.

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

**b) condizione da verificare:**  $P_{ca} > 0,9 \cdot P_{cc}$ .

in cui:

- $P_{ca}$  è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione, con precisione migliore del 2%.

La misura della potenza  $P_{cc}$  e della potenza  $P_{ca}$  deve essere effettuata in condizioni di irraggiamento ( $I$ ) sul piano dei moduli superiore a  $600 \text{ W/m}^2$ .

Qualora nel corso di detta misura venga rilevata una temperatura di lavoro dei moduli, misurata sulla faccia posteriore dei medesimi, superiore a  $40 \text{ }^\circ\text{C}$ , è ammessa la correzione in temperatura della potenza stessa. In questo caso la condizione a) precedente diventa:

$$a') P_{cc} > (1 - P_{tpv} - 0,08) \cdot P_{nom} \cdot I / I_{STC}$$

Ove  $P_{tpv}$  indica le perdite termiche del generatore fotovoltaico (desunte dai fogli di dati dei moduli), mentre tutte le altre perdite del generatore stesso (ottiche, resistive, caduta sui diodi, difetti di accoppiamento) sono tipicamente assunte pari all'8%.

Le perdite termiche del generatore fotovoltaico  $P_{tpv}$ , nota la temperatura delle celle fotovoltaiche  $T_{cel}$ , possono essere determinate da:

$$\square P_{tpv} = (T_{cel} - 25) \cdot \gamma / 100$$

oppure, nota la temperatura ambiente  $T_{amb}$  da:

$$\square P_{tpv} = [T_{amb} - 25 + (NOCT - 20) \cdot I / 800] \cdot \gamma / 100$$

in cui:

- $\gamma$ : Coefficiente di temperatura di potenza (parametro, fornito dal costruttore, per moduli in silicio cristallino è tipicamente pari a  $0,4 \div 0,5 \text{ } \%/^\circ\text{C}$ ).
- NOCT: Temperatura nominale di lavoro della cella (parametro, fornito dal costruttore, è tipicamente pari a  $40 \div 50^\circ\text{C}$ , ma può arrivare a  $60^\circ\text{C}$  per moduli in vetrocamera).
- $T_{amb}$ : Temperatura ambiente; nel caso di impianti in cui una faccia del modulo sia esposta all'esterno e l'altra faccia sia esposta all'interno di un edificio (come

accade nei lucernai a tetto), la temperatura da considerare sarà la media tra le due temperature.

- $T_{cel}$ : è la temperatura delle celle di un modulo fotovoltaico; può essere misurata mediante un sensore termoresistivo (PT100) attaccato sul retro del modulo.

### **ALCUNE CONSIDERAZIONI SUGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI**

La produzione di energia elettrica per conversione fotovoltaica dell'energia solare non causa immissione di sostanze inquinanti nell'atmosfera ed ogni kWh prodotto con fonte fotovoltaica consente di evitare l'emissione nell'atmosfera di 0,3 - 0,5 kg di CO<sub>2</sub> (gas responsabile dell'effetto serra, prodotto con la tradizionale produzione termoelettrica che, in Italia, rappresenta l'80% circa della generazione elettrica nazionale).

### **CONCLUSIONI**

Dovranno essere emessi e rilasciati dall'installatore i seguenti documenti:

- ❑ manuale di uso e manutenzione, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi di manutenzione;
- ❑ dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito;
- ❑ dichiarazione di conformità ai sensi del D.M. n.37/08;
- ❑ certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità alla norma CEI EN 61215, per moduli al silicio cristallino, e alla CEI EN 61646 per moduli a film sottile;
- ❑ certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità del convertitore c.c./c.a. alle norme vigenti e, in particolare, alle CEI 11-20 qualora venga impiegato il dispositivo di interfaccia interno al convertitore stesso;
- ❑ certificati di garanzia relativi alle apparecchiature installate;
- ❑ garanzia sull'intero impianto e sulle relative prestazioni di funzionamento.

La ditta installatrice, oltre ad eseguire scrupolosamente quanto indicato nel presente progetto, dovrà eseguire tutti i lavori nel rispetto della REGOLA DELL'ARTE.

### **ELENCO ELABORATI GRAFICI ALLEGATI**

- **SCHEMA ELETTRICO UNIFILARE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO**
- **PIANTA DISTRIBUZIONE FV**

**IL TECNICO**