



Unione Europea

FONDI
STRUTTURALI
EUROPEI

pon
2007-2013



MIUR

Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca
Dipartimento per la Programmazione
D.G. per gli Affari Internazionali - Ufficio IV
Programmazione e gestione dei fondi strutturali europei
e nazionali per lo sviluppo e la coesione sociale

COMPETENZE PER LO SVILUPPO (FSE) - AMBIENTI PER L' APPRENDIMENTO (FESR)

" Ambienti per l'Apprendimento "
2007 IT 05 1 PO 004 F.E.S.R
ASSE " QUALITA' DEGLI AMBIENTI SCOLASTICI "
OBIETTIVO C



**INTERVENTI PER " MIGLIORARE LA SOSTENIBILITA' AMBIENTALE
E L' INNOVATIVITA' DELLE STRUTTURE SCOLASTICHE
PER VALORIZZARE L'OFFERTA FORMATIVA"
DEL LICEO CLASSICO "VIRGILIO" DI LECCE (LE)**

PROGETTO ESECUTIVO:

SERVIZIO EDILIZIA E PATRIMONIO PROV. LECCE

ING. FRANCESCO NEGRO

GEOM. CARLO AGOSTINI

GEOM. CARMEN MORELLI

COLLABORATORE:

ARCH. FULVIO RIZZO

ALLEGATO

02.3

**RELAZIONE SPECIALISTICA
IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

RELAZIONE SPECIALITICA "IMPIANTO FOTOVOLTAICO"

1. PREMESSA

L'impianto fotovoltaico è finalizzato alla produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile (energia solare) che non comporta alcun tipo di emissione inquinante

Questo genere di applicazione presenta diversi vantaggi rispetto alle soluzioni tradizionali:

- la produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica consente un "guadagno" ambientale; si consideri che, per ogni kWh elettrico fornito all'utente, si risparmiano 0,25 kg di olio combustibile alla Centrale Elettrica e l'emissione nell'ambiente di 0,7 kg di CO₂.
- la natura distribuita dell'energia solare consente di produrre energia elettrica in prossimità dell'utilizzatore, quindi con un valore aggiunto derivante dalle spese evitate per il suo trasporto.
- la produzione dell'energia elettrica avviene prevalentemente nelle ore centrali della giornata, contribuendo al livellamento dei picchi giornalieri delle curve di domanda sulla rete elettrica.

2. DEFINIZIONI

Si riportano di seguito le definizioni di alcuni termini ricorrenti nel campo dell'installazione di generatori fotovoltaici a costituire sistemi elettrici di generazione di potenza destinati ad essere connessi alla rete elettrica.

Angolo di azimut: angolo esistente tra la normale al piano di captazione solare (modulo fotovoltaico) e il piano del meridiano terrestre che interseca il piano di captazione in un punto centrale. L'angolo è positivo per orientamenti verso Est, negativo per orientamenti verso Ovest;

Angolo di inclinazione: angolo formato dal modulo fotovoltaico con l'orizzontale (piano tangente alla superficie terrestre in quel punto). L'angolo è positivo per inclinazioni rivolte verso l'equatore, negativo per inclinazioni rivolte verso il polo.

Blocco o sottocampo o subcampo fotovoltaico: una o più stringhe fotovoltaiche associate e distinte in base a determinate caratteristiche, così come può essere l'occupazione geometrica del suolo, oppure le cui stringhe sono interconnesse elettricamente per dare la potenza nominale al sistema di condizionamento della potenza (PCS).

Campo fotovoltaico: l'insieme di tutti i blocchi o sottocampi che costituiscono l'impianto fotovoltaico.

Cella fotovoltaica: dispositivo base allo stato solido che converte la radiazione solare direttamente in elettricità a corrente continua.

Condizioni Standard: condizioni in cui l'irraggiamento della radiazione solare è pari a 1000 W/m², con distribuzione dello spettro solare di riferimento di AM=1,5 e temperatura delle celle di 25°C.

Convertitore statico c.c./c.a.: apparecchiatura che rende possibile la conversione ed il trasferimento della potenza da una rete in corrente continua alla rete in corrente alternata. E' denominato pure invertitore statico (inverter).

Impianto fotovoltaico connesso alla rete: sistema di produzione dell'energia elettrica costituito da un insieme di componenti ed apparecchiature destinate a convertire l'energia contenuta nella radiazione solare in energia elettrica da consegnare alla rete di distribuzione in corrente alternata monofase o trifase.

I componenti fondamentali dell'impianto sono:

- il generatore fotovoltaico vero e proprio, costituito dal campo fotovoltaico;
- il Sistema di Condizionamento della Potenza (PCS).

Modulo fotovoltaico: insieme di celle fotovoltaiche, connesse elettricamente e sigillate meccanicamente dal costruttore in un'unica struttura (tipo piatto piano), o ricevitore ed ottica (tipo a concentrazione). Costituisce l'unità minima singolarmente maneggiabile e rimpiazzabile.

Potenza di picco: è la potenza espressa in Wp (watt di picco), erogata nel punto di massima potenza nelle condizioni standard dal componente o sottosistema fotovoltaico.

Quadro di campo: o anche di parallelo stringhe, è un quadro elettrico in cui sono convogliate le terminazioni di più stringhe per il loro collegamento in parallelo. In esso vengono installati anche dispositivi di sezionamento e protezione.

Quadro di consegna: o anche d'interfaccia è un quadro elettrico in cui viene effettuato il collegamento elettrico del gruppo di conversione statica in parallelo alla rete elettrica in bassa tensione. Esso contiene apparecchiature per sezionamento, interruzione, protezione e misura.

Rete pubblica in bassa tensione (BT): rete di distribuzione dedicata alla distribuzione pubblica in corrente alternata, di tipo monofase o trifase, con tensione nominale da oltre 50 V fino a 1000 V.

Sistema di Condizionamento della Potenza (PCS): è costituito da un componente principale, il convertitore statico c.c./c.a. (inverter), e da un insieme di apparecchiature di comando, misura, controllo e protezione affinché l'energia venga trasferita alla rete con i necessari requisiti di qualità ed in condizioni di sicurezza sia per gli impianti che per le persone.

Società Elettrica: soggetto titolare della gestione ed esercizio della rete BT di distribuzione dell'energia elettrica agli utenti.

Stringa: un insieme di moduli connessi elettricamente in serie per raggiungere la tensione di utilizzo idonea per il sistema di condizionamento della potenza (PCS). I moduli a costituire la stringa possono far parte di diverse schiere.

Utente: persona fisica o giuridica che usufruisce del servizio di fornitura dell'energia elettrica. Tale servizio è regolato da un contratto di fornitura stipulato con la Società elettrica.

3. DATI DI PROGETTO

3.1. DISPOSIZIONE ARCHITETTONICA

Oggetto della relazione è l'impianto fotovoltaico con potenza di picco pari a 5,0 kWp da realizzare presso il Liceo Classico "Virgilio" nel Comune di Lecce.

Il campo fotovoltaico sarà di tipo parzialmente integrato nella copertura.

3.2 CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL'IMPIANTO

Per l'esecuzione del progetto sono stati considerati i seguenti dati:

TIPO DI IMPIANTO:	Impianto elettrico utilizzatore di la categoria (50 V Vn 1.000 V), con alimentazione da rete pubblica di bassa tensione
SISTEMA DI FORNITURA:	Corrente alternata monofase, con frequenza 50 Hz
TENSIONE NOMINALE	Circuito monofase a 230 V
SISTEMA DI DISTRIBUZIONE	Tipo TT, con impianto di terra comune a tutte le sezioni dell'impianto

3.3. NORME DI RIFERIMENTO

- **Decreto del Ministero Ambiente 16/03/2001.** "Programma Tetti fotovoltaici".
- **Delibera n. 224/00 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas (G.U. n. 19 del 24 gennaio 2001)** "Disciplina delle condizioni tecnico-economiche del servizio di scambio sul posto dell'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici con potenza nominale non superiore a 20 kW".
- **DM 37/08 del 22 Gennaio 2008 (G.U. n. 61 Serie generale del 12 marzo 2008)** "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici".
- **Legge 9 gennaio 1991 n. 9 (G.U. n. 13 Serie generale del 16 gennaio 1991)** "Norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale: aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzione e disposizioni fiscali".
- **Legge 9 gennaio 1991 n. 10 (G.U. n. 13 Serie generale del 16 gennaio 1991)** "Norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia".
- **Decreto 19 luglio 1996 (G.U. n. 172 Serie generale del 24 luglio 1996)**

“Modificazioni ai provvedimenti CIP in materia di contributi di allacciamento, di cassa conguaglio per il settore elettrico e di sovrapprezzo per i nuovi impianti da fonti rinnovabili ed assimilate”.

3.4. NORMATIVA PER LA PROGETTAZIONE, L'ESECUZIONE ED IL COLLAUDO DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

- **CEI 0-16 - Class. CEI 0-16 - Fascicolo 9404 - Anno 2008 - Edizione Seconda**
“Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica”.
- **CEI 11-1 - Class. CEI 11-1 - CT 99 - Fascicolo 5025 - Anno 1999 - Edizione Nona**
“Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata”.
- **CEI 11-1;V1 - Class. CEI 11-1;V1 - CT 99 - Fascicolo 5887 - Anno 2000**
“Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata”.
- **CEI 11-1;Ec - Class. CEI 11-1;Ec - CT 99 - Fascicolo 6240 - Anno 2001**
“Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata”.
- **CEI 11-1;V1/Ec - Class. CEI 11-1;V1/Ec - CT 99 - Fascicolo 6241 - Anno 2001**
“Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata”.
- **CEI 11-20 - Class. CEI 11-20 - CT 8 - Fascicolo 5732 - Anno 2000 – Edizione Quarta**
“Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria”.
- **CEI 11-20;V1 - Class. CEI 11-20;V1 - CT 8 - Fascicolo 7394 - Anno 2004 – Edizione +Ec1**
Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria
- **CEI EN 60439-1 - Class. CEI 17-13/1 - CT 17 - Fascicolo 5862 - Anno 2000 – Edizione Quarta** *“Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)”.*
- **CEI EN 60439-1/A1 - Class. CEI 17-13/1;V1 - CT 17 - Fascicolo 7543 - Anno 2005**
“Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)”.
- **CEI EN 61727** *“Sistemi fotovoltaici (FV) – Caratteristiche dell’interfaccia di raccordo con la rete”.*
- **CEI EN 61215** *“Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo”.*
- **CEI EN 61724** *“Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici. Linee guida per la misura, lo scambio e l’analisi dei dati”.*

3.5. PRESCRIZIONI

- **GUIDA ENEL - Ed. 1.1 - Dicembre 2009**
“Guida per le connessioni alla rete elettrica di ENEL distribuzioni”.
- **TESTO INTEGRATO DELLE CONDIZIONI TECNICHE ED ECONOMICHE PER LA CONNESSIONE ALLE RETI CON OBBLIGO DI CONNESSIONE DI TERZI DEGLI IMPIANTI DI PRODUZIONE** *“Testo integrato delle connessioni attive – TICA”*
- *Prescrizioni e raccomandazioni della competente A.S.L.*
- *Prescrizioni e raccomandazioni delle Autorità Comunali.*

4. PRESCRIZIONI GENERALI PER L'ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI

4.1. CADUTA DI TENSIONE

La caduta di tensione percentuale massima ammissibile tra il quadro principale immediatamente a valle del punto di consegna dell’energia e l’utilizzatore più lontano (apparecchi di illuminazione, prese a spina, ecc.) sarà il 4%.

4.2. CLASSIFICAZIONE DEI GRADI DI PROTEZIONE

L'INGRESSO DI CORPI SOLIDI (1a CIFRA)	CONTRO LA PENETRAZIONE DI LIQUIDI (2a CIFRA)
0 – non protetto	0 - non protetto
1 – dimensioni > 50 mm	1 – caduta verticale d'acqua
2 – dimensioni > 12,5 mm	2 – caduta d'acqua inclinazione max 15°
3 – dimensioni > 2,5 mm	3 – pioggia
4 – dimensioni > 1 mm	4 – spruzzi d'acqua
5 – polvere	5 - getti d'acqua
6 – totalmente protetto dalla polvere	6 – ondate
	7 – immersione temporanea
	8 – immersione continua

4.3. SEZIONE MINIMA DEI CONDUTTORI DI FASE E NEUTRO

Le sezioni minime ammesse per i cavi in rame utilizzati come conduttori di fase sono:
circuiti di potenza: sez. 1,5 mm²;

circuiti di comando e segnalazione: sez. 0,5 mm².

Per i conduttori di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase.

Per i circuiti nel quale la dimensione del conduttore di fase è maggiore di quelle sopra citate, è ammesso l'uso di un conduttore di neutro avente sezione inferiore a quella di fase.

4.4. SEZIONAMENTO

Ogni circuito dovrà poter essere sezionato dall'alimentazione.

Il sezionamento deve avvenire su tutti i conduttori attivi.

Deve in ogni modo essere possibile sezionare diversi circuiti con un solo dispositivo purché le condizioni di esercizio lo consentano.

Quando un componente elettrico, oppure un involucro, contenga parti attive collegate a più di un'alimentazione, una scritta od una segnalazione deve essere posta in posizione tale che qualsiasi persona che acceda alle parti attive sia avvertita della necessità di sezionare dette parti dalle proprie alimentazioni nel caso non sia presente un interblocco tale da assicurare che tutti i conduttori attivi siano sezionati.

4.5. INTERRUZIONE PER MANUTENZIONE NON ELETTRICA

Quando la manutenzione non elettrica può comportare rischi per le persone, si devono provvedere dispositivi di interruzione dell'alimentazione.

Devono essere presi adatti provvedimenti per evitare che le apparecchiature meccaniche alimentate elettricamente siano riattivate accidentalmente durante la manutenzione non elettrica, salvo che i dispositivi di interruzione non siano continuamente sotto il controllo dell'operatore.

Dovranno quindi utilizzare dispositivi di sezionamento in grado di interrompere la corrente di pieno carico.

4.6. COMANDO FUNZIONALE

Gli apparecchi di comando funzionale non devono necessariamente interrompere tutti i conduttori attivi di un circuito.

Un dispositivo di comando unipolare non deve essere inserito sul conduttore di neutro.

Le prese a spina possono essere utilizzate come comando funzionale se la loro portata non è superiore a 16 A.

Il comando funzionale può essere realizzato mediante:

- interruttori di manovra;
- interruttori automatici;
- contattori;
- relè ausiliari;
- prese a spina fino a 16 A compresi.

4.7. SELETTIVITÀ'

Gli impianti saranno realizzati in modo tale da assicurare la massima selettività possibile onde evitare che, in caso di guasto su un circuito a valle, intervengano anche le protezioni generali installate a monte.

5. PROTEZIONI

5.1. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

I componenti in tensione e le parti attive dovranno essere segregati, mediante posa entro involucri o dietro barriere, in modo da assicurare un grado di protezione IPXXB (CEI 64-8 art. 412.2.1).

Per le superfici superiori orizzontali degli involucri e delle barriere a portata di mano si dovrà garantire un grado di protezione IPXXD (CEI 64-8 art. 412.2.2).

Nei luoghi soggetti a normativa specifica o con ambienti ed applicazioni particolari il grado di protezione dovrà essere adeguato ai singoli casi, considerati in dettaglio nei capitoli specifici.

Le barriere e/o gli involucri di protezione dovranno essere fissati in modo saldo atto a garantire stabilità e durata nel tempo e dovranno poter essere rimossi esclusivamente:

- mediante l'uso di chiave o attrezzo;
- se l'alimentazione, dopo l'interruzione a seguito della rimozione degli involucri di protezione, sia ripristinabile solo con la richiusura degli stessi;
- se esiste una barriera intermedia, con grado di protezione minimo IPXXB, rimovibile solo con l'uso di chiave od attrezzo.

Sono possibili altri sistemi di protezione dai contatti diretti (ostacoli, distanziamento ecc.) che dovranno in ogni modo essere analizzati ed applicati solo in casi particolari e specifici (CEI 64-8 art. 412.2.4).

5.2 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI – SISTEMA TT

Per la protezione dai contatti indiretti dovrà essere garantito il coordinamento dell'impianto di terra con i dispositivi di protezione (CEI 64-8/4 art. 413.1.4.2) in modo da assicurare l'interruzione automatica dell'alimentazione nei tempi richiesti.

Il coordinamento sarà soddisfatto dalla relazione:

$$R_a \times I_a < 50$$

dove:

R_a = somma della resistenza del dispersore e dei conduttori di protezione

I_a = corrente che provoca il funzionamento automatico del dispositivo di protezione (I_{dn} se il dispositivo è differenziale).

Nel caso di dispositivo con caratteristica di funzionamento a tempo inverso (interruttore magnetotermico) si dovrà garantire che tra una parte attiva e una massa (o un conduttore di protezione) non possa permanere una tensione di contatto superiore a 50 V (in corrente alternata) per un tempo superiore a 5 s (CEI 64-8 art. 413.1.4.2).

Nell'utilizzo di dispositivi differenziali, che devono rispettare le prescrizioni della Norma CEI 23-18, l'intervento deve essere istantaneo.

Se si usano dispositivi differenziali di tipo selettivo (S) o ritardati, posti in serie a dispositivi differenziali di tipo generale, il tempo di intervento non deve essere superiore a 1s.

5.3. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI – SISTEMA IT

Per la protezione dai contatti indiretti dovrà essere garantito il coordinamento dell'impianto di terra con i dispositivi di protezione (CEI 64-8/4 art. 413.1.5.2) in modo da assicurare l'interruzione automatica dell'alimentazione nei tempi richiesti.

Il coordinamento sarà soddisfatto dalla relazione:

$$R_T \times I_d < 50$$

dove:

R_T = è la resistenza del dispersore al quale sono collegate le masse;

I_d = è la corrente di guasto nel caso di primo guasto di impedenza trascurabile tra un conduttore di fase ed una massa. Il valore di I_d tiene conto delle correnti di dispersione verso terra e dell'impedenza totale di messa a terra dell'impianto elettrico.

Una volta manifestatosi un primo guasto, le condizioni di interruzione dell'alimentazione nel caso di un secondo guasto devono essere le seguenti.

a) Quando le masse sono messe a terra per gruppi od individualmente, le condizioni per la protezione sono le medesime dei sistemi TT.

b) Quando le masse sono interconnesse collettivamente da un conduttore di protezione, si applicano le prescrizioni relative al sistema TN.

E' ammesso l'utilizzo di dispositivi differenziali.

5.4. PROTEZIONE DELLE PERSONE DA PARTI IN TENSIONE POSTE ALL'INTERNO DELL'INVOLUCRO

XXA XXB XXC XXD

dove la lettera addizionale significa:

"A" - protetto contro l'accesso con il dorso della mano;

"B" - protetto contro l'accesso con il dito (il dito di prova non tocca parti in tensione);

"C" - protetto contro l'accesso con un attrezzo;

"D" - protetto contro l'accesso con un filo (il filo di prova da 1mm non tocca parti in tensione).

5.5. COMPONENTI ELETTRICI IN CLASSE II O CON ISOLAMENTO EQUIVALENTE - (CEI 64-8 ART. 413.2)

La protezione da contatti indiretti può essere realizzata anche con l'utilizzo di componenti in classe II.

Sono da considerare tali le condutture elettriche costituite da:

- cavi con guaina non metallica aventi tensione nominale maggiore di un gradino rispetto a quella necessaria per il sistema elettrico servito e che non comprendano un rivestimento metallico;
- cavi unipolari senza guaina installati in tubo protettivo o canale isolante e rispondente alle rispettive Norme;
- cavi con guaina metallica aventi isolamento idoneo per la tensione nominale del sistema elettrico servito, tra la parte attiva e la guaina metallica e tra questa e l'esterno.

I componenti elettrici sono identificati dal segno grafico.

5.6. PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE CONTRO LE SOVRACORRENTI

5.6.1. PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI

Tutte le condutture saranno protette dai sovraccarichi, con la sola esclusione dei circuiti la cui interruzione potrebbe dar luogo a pericolo per le persone.

Le protezioni dai sovraccarichi saranno realizzate con interruttori automatici, rispondenti alle norme CEI 17-5 e CEI 23-3.

Per proteggere le linee contro i sovraccarichi saranno soddisfatte le seguenti condizioni:

$$\begin{aligned} & \mathbf{I_b I_n I_z} \\ & \mathbf{I_f 1,45 I_z} \end{aligned}$$

dove:

- **I_n** è la corrente nominale dell'interruttore o la sua taratura termica;
- **I_f** è la corrente convenzionale di funzionamento dell'interruttore;
- **I_b** è la corrente d'impiego;
- **I_z** è la portata della linea.

Per quanto riguarda il soddisfacimento della seconda condizione, si terrà presente che:

- gli interruttori per uso domestico o similare (norma CEI 23-3 e 23-18) hanno una corrente di funzionamento $I_f 1,45 \times I_n$;
- gli interruttori a norma CEI 17-5 hanno una corrente di funzionamento $I_f = 1,35 \times I_n$, per correnti nominali fino a 63 A e $I_f = 1,25 \times I_n$, per valori della corrente nominale superiori a 63A.

Quando la protezione dalle sovracorrenti sarà effettuata con fusibili si terranno presenti le seguenti relazioni :

- 4 A I_n 10 A $I_f = 1,9$ e quindi $I_b I_n 0,763 I_z$
- 10 A I_n 25 A $I_f = 1,75$ e quindi $I_b I_n 0,828 I_z$
- 25 A I_n $I_f = 1,6$ e quindi $I_b I_n 0,6 I_z$

5.6.2. PROTEZIONE CONTRO I CORTO CIRCUITI

Per la protezione da corto circuito (CEI 64-8 art. 434.3), affinché la temperatura dei conduttori non superi il valore massimo ammissibile, si dovrà tenere conto della relazione:

$$(I^2 \times t) K^2 \times S^2$$

dove:

I = corrente di corto circuito in Ampere;

t = durata del corto circuito in secondi;

K = fattore relativo alla natura dell'isolante

115 per cavo in rame con guaina esterna in PVC;

135 per cavi in rame isolati con gomma ordinaria o gomma butilica;
143 per cavi in rame isolati con gomma etilenpropilenica e propilene reticolato.
S = sezione del conduttore in mm².

6. DIMENSIONAMENTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO

6.1. TIPOLOGIA IMPIANTO

impianto	parallelo rete
Zona di installazione:	ITALIA SUD

6.2. POTENZA DI PICCO IMPIANTO

potenza di picco dell'impianto:	5,00 kWp
area totale occupata	36 m ²
moduli fotovoltaici:	n.22 moduli Conergy Power Plus 230P

6.3. CARATTERISTICHE SINGOLO PANNELLO

tensione massima di sistema:	1.000 V
classe di isolamento:	II
normativa di riferimento:	EN 61215 ed. 2
numero e tipo di celle:	60 policristallina
peso:	18,7 kg
dimensioni h x l x p:	1.651 x 986 x 46 mm
potenza di picco:	230 W
tensione a vuoto:	33,42 V
corrente alla massima potenza:	7,89 A
tensione alla massima potenza:	29,53 V
corrente di corto circuito:	8,36 A
Coefficiente di temperatura di Pmpp	-0,42 %/°C
Coefficiente di temperatura di Uoc	-0,32 %/°C
Coefficiente di temperatura di Isc	4,93mA/°C
Efficienza modulo Pnom	14,13%

6.4. CAMPO FOTOVOLTAICO

SOTTOCAMPO 01

- numero di moduli in serie per stringa : 11 x 230 W = 2,53 kWp
- numero di stringhe in parallelo : 1 x 2,53 kWp = 2,53 kWp
- potenza totale sottocampo 01: = 2,53 kWp

SOTTOCAMPO 02

- numero di moduli in serie per stringa : 11 x 230 W = 2,53 kWp
- numero di stringhe in parallelo : 1 x 2,53 kWp = 2,53 kWp
- potenza totale sottocampo 02: = 2,53 kWp

totale campo fotovoltaico : 2,53 + 2,53 = 5,06 kWp

I pannelli saranno collegati tra loro in serie, le derivazioni saranno realizzate entro apposita scatola di campo con cavo della sezione di 6 mmq con distinzione dei poli positivo e negativo sino all'ingresso del quadro di sezionamento lato D.C..

I moduli saranno fissati sulla copertura dell'edificio. Le due stringhe, di 11 moduli ciascuna, saranno orientate a sud con una inclinazione di 20°.

L'impianto è progettato per avere :

- una potenza lato corrente continua superiore al 90% della potenza nominale del generatore fotovoltaico, riferita alle particolari condizioni di irraggiamento.
- una potenza attiva, lato corrente alternata, superiore al 90% della potenza lato corrente continua.

6.5. SISTEMA DI CONVERSIONE ENERGIA

Per la connessione in parallelo alla rete elettrica dell'energia prodotta dai moduli fotovoltaici sarà utilizzato un inverter marca Power One serie PVI-5000-TL.

L'inverter verrà installato in apposito locale e protetto dagli agenti atmosferici.

La posizione esatta verrà definita al momento della posa.

Il parallelo con la rete sarà realizzato per mezzo del quadro servizi comuni.

Il quadro dell'impianto fotovoltaico, lato A.C., e il contatore di energia prodotta saranno collegati mediante cavo FG21M21 1x2x6 mm² non propagante l'incendio.

6.6. PROTEZIONE DI INTERFACCIA E DISPOSITIVO DI GENERATORE

Per motivi di sicurezza, il collegamento in parallelo alla rete pubblica, l'impianto sarà provvisto di protezioni che ne impediscono il funzionamento in isola elettrica, così come previsto dalla norma CEI 11-20 e dalle prescrizioni del distributore DK 5940. Inoltre l'impianto FV verrà disconnesso dalla rete elettrica di distribuzione quando i valori di funzionamento relativi a tensione e frequenza di rete dovessero uscire dall'intervallo di valori definito di seguito:

- minima tensione: 0,8 Vn (tempo di intervento 0,2 s)
- massima tensione: 1,2 Vn (tempo di intervento 0,15 s)
- minima frequenza: 49,7 Hz (tempo di intervento 0,0 s) (senza ritardo intenzionale)
- massima frequenza: 50,3 Hz (tempo di intervento 0,0 s) (senza ritardo intenzionale)

Tali protezioni fanno parte integrante del gruppo di conversione e rispondono ai requisiti e alle caratteristiche indicate nelle tabelle di unificazione Enel.

Il collegamento alla rete elettrica di distribuzione sull'impianto utilizzatore sarà realizzato per mezzo dell'interruttore magnetotermico differenziale.

6.7. QUADRI SEZIONAMENTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Il quadro sezionamento impianto fotovoltaico lato D.C. (Quadro di campo), installato sul terrazzo e quello sul lato A.C. (Quadro di parallelo e protezioni AC) sarà installato a lato dell'inverter.

Essi saranno completi di telai e pannellature idonee per il montaggio di apparecchi modulari e apparecchiature da fronte quadro e dovranno essere corredati di appositi cartellini fissati in modo imperdibile che indicheranno chiaramente le funzioni svolte dalle varie apparecchiature installate.

Sul quadro di campo saranno installati i dispositivi di protezione contro le sovratensioni (SPD); essi saranno collegati tra ciascuno dei due poli e il conduttore di terra e fra gli stessi due poli.

Si raccomanda, nell'ingresso delle condutture al quadro, il mantenimento del grado di protezione iniziale dello stesso con l'utilizzo di appositi pressacavi o guarnizioni.

6.8. IMPIANTO DI MESSA A TERRA

L'impianto di terra deve essere comune all'intero complesso ed unico per le masse simultaneamente accessibili.

Come impianto di dispersione sarà utilizzato quello esistente.

7. MATERIALI DA UTILIZZARE PER LA REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO

Tutti i materiali impiegati nella realizzazione dei lavori dovranno essere conformi alle prescrizioni indicate nella presente specifica tecnica, nelle norme CEI, alle dimensioni unificate secondo le tabelle UNEL e provvisti del marchio IMQ (quando ammessi al regime del marchio).

Essi dovranno essere nuovi di costruzione e dovranno inoltre essere scelti per qualità e provenienza di primarie case costruttrici e fra quanto di meglio il mercato sia in grado di fornire.

Particolare attenzione dovrà essere posta nella scelta delle apparecchiature in considerazione anche della continuità del servizio e della facilità di manutenzione.

7.1. CAVI

I cavi utilizzati dovranno essere del tipo non propagante l'incendio, rispondenti alla norma CEI 20-22, ed avranno una tensione di isolamento minimo, superiore di un gradino alla tensione di impiego ($U_0/U = 450/750$ V).

I conduttori previsti saranno dimensionati secondo i dati della tabella CEI-UNEL 35024/1 e 35024/2 tenendo conto di una temperatura iniziale di 30°C, di una temperatura massima di esercizio e di una temperatura massima di corto circuito adeguati al tipo dell'isolante (CEI 64-8 tabella 52 D).

Nel caso siano posati nella stessa condotta conduttori di sistemi a tensione diversa (cavi per energia ed impianti speciali), tutti i conduttori dovranno essere isolati per la tensione più elevata (CEI 64-8 art. 521.6).

Nella scelta del colore dei conduttori, il bicolore giallo-verde sarà tassativamente riservato ai conduttori di protezione ed equipotenziali ed il colore blu chiaro sarà destinato esclusivamente al conduttore di neutro (CEI 64-8 art. 514.3.1).

Per la distribuzione dell'energia dovranno utilizzarsi i seguenti cavi.

Cavi per la distribuzione dell'energia:

- cavi unipolari o multipolari isolati in gomma HEPR ad alto modulo, con conduttori in rame ricotto, tensione nominale di 0,6/1 kV sigla di riferimento FG7OR;

- cavi unipolari isolati in PVC, qualità R2 non propaganti l'incendio, con corde flessibili in rame, per tensioni nominali 450/750 V sigla di riferimento N07V-K.

Cavi per applicazioni in impianti fotovoltaici:

- cavi unipolari con isolante a miscela elastomerica reticolata a base di gomma sintetica tipo HEPR, guaina a miscela elastomerica reticolata senza alogeni a base EVA, conduttore flessibile rame stagnato secondo CEI 20-29 classe 5, tensione nominale AC 0.6/1kV e DC 0,9/1,5kV, sigla di riferimento FG21M21

7.2. CONDUTTURE

7.2.1. TUBI E GUAINE

La distribuzione degli impianti sarà differenziata secondo le specifiche necessità e pertanto, in relazione alle diverse tipologie impiantistiche, saranno installate le tubazioni di seguito descritte:

- guaine in PVC flessibile autoestinguente, serie pesante, complete di accessori di giunzione e derivazione, conformi alle relative tabelle UNEL 37118-37119-37120;

- tubi in PVC rigido autoestinguente, serie pesante, completi di accessori di giunzione e derivazione, conformi alle relative tabelle UNEL 37118-37119-37120 (derivazioni non soggette a danneggiamenti meccanici), comunque in grado di garantire un grado di protezione non inferiore ad IP4X oltre ad una buona resistenza meccanica;

- Tubi e guaine in acciaio zincato.

Il diametro dei tubi non dovrà essere inferiore a 16 mm.

Tutte le curve eseguite senza l'impiego di pezzi speciali dovranno essere di raggio proporzionato al diametro del tubo e tale da non diminuirne in corrispondenza delle stesse la sezione libera di passaggio.

I tubi di nuova installazione dovranno essere dimensionati in modo che il loro diametro sia pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei conduttori in essi contenuti.

Tale accorgimento renderà possibile un'eventuale aggiunta di conduttori senza arrecare deterioramento all'isolamento degli esistenti e permetterà di non apportare pregiudizio alla sfilabilità dei cavi.

Tutte le tubazioni, qualunque sia il tipo di posa dovranno avere andamento prevalentemente rettilineo.

Si potranno seguire percorsi non rigorosamente rettilinei solamente in corrispondenza di eventuali ostacoli (canali, tubazioni di altri impianti).

7.2.2. POSA DELLE CONDUTTURE

Per condotta si deve intendere l'insieme costituito da uno o più conduttori elettrici e dagli elementi che assicurano il loro isolamento, il loro supporto, il loro fissaggio e la loro eventuale protezione meccanica (CEI 64-8/2 art. 26.1).

I tubi protettivi, le cassette e le scatole per l'impianto di energia e per gli impianti speciali (controllo e segnalazione) dovranno essere dedicate e distinte fra loro (CEI 64-8/5 art. 528.1.1).

Le condutture elettriche dovranno essere opportunamente distanziate da tubazioni che producano calore, fumi o vapori.

Se ciò non fosse possibile si dovranno utilizzare opportuni accorgimenti onde evitare eventuali effetti dannosi.

7.2.3. SCATOLE DI DERIVAZIONE E CONNESSIONE

Per gli impianti in esecuzione a vista le scatole di derivazione saranno in materiale termoplastico autoestinguente o in acciaio zincato aventi un grado di protezione non inferiore a IP55 e comunque con grado di protezione adeguato al luogo in cui saranno installate.

Le derivazioni saranno realizzate in scatole, dove necessario suddivise in più scomparti, uno per ciascun servizio, mediante applicazione di appositi separatori.

In ogni caso i conduttori potranno transitare nelle scatole senza essere interrotti e, qualora si rendesse necessaria la loro interruzione, essi saranno connessi ad idonee morsettiere isolate, fisse o mobili, del tipo unipolare a più vie isolate a serraggio indiretto, aventi sezioni adeguate ai conduttori che vi faranno capo.

Si rammenta che è vietata l'esecuzione di giunzioni mediante attorcigliamento e nastratura dei conduttori.

L'ingresso dei tubi nelle scatole dovrà essere particolarmente curato in modo da evitare che le guaine dei conduttori siano danneggiate.

8. VERIFICHE

8.1. ISTRUZIONI PER LA COMPILAZIONE DEL RAPPORTO DI VERIFICA

Alla fine dei lavori, prima della messa in servizio degli impianti, dovranno essere eseguiti, a cura della Ditta installatrice, gli esami a vista e le verifiche strumentali, come previsto e con riferimento alle disposizioni di legge ed alle normative tecniche.

Il collaudo comprende:

- la verifica visiva del grado di finitura delle realizzazioni in ordine all'accuratezza funzionale ed estetica, e dello stato di conservazione dei componenti installati;
- la verifica della corrispondenza delle opere realizzate rispetto a quanto previsto dal presente progetto;
- la verifica della documentazione sui risultati delle prove eseguite secondo le indicazioni della Norma CEI 64-8 Sezione 6.

In particolare il piano di prove dovrà comprendere:

- a) la misura della resistenza di terra dell'impianto di terra;
- b) la prova di continuità, di tutti i conduttori di protezione e dei conduttori equipotenziali;
- c) la misura della resistenza di isolamento tra i conduttori attivi e, tra i conduttori attivi e la terra;
- d) la prova di intervento dei dispositivi differenziali;
- e) prova d'isolamento dei conduttori.

Il superamento delle verifiche visive e dei controlli strumentali sarà condizione vincolante ai fini del rilascio del certificato di collaudo.

Ogni irregolarità rilevata nella fase di verifica dovrà essere ripristinata a cura e spese dell'Installatore; in ogni caso l'Installatore resterà responsabile del buon funzionamento delle nuove installazioni per i dodici mesi successivi al collaudo positivo.

Generalmente, salvo casi particolari, i riferimenti legislativi sono rappresentati dal DPR 547/55 art. 374, D.Lgs. 626/94 art. 32 e quello tecnico dalle Norme CEI, in particolare secondo le prescrizioni della Norma CEI 64-8 parte 6 e 64-14 "Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori".

In base alla legge 01/03/68 n°186, l'osservanza delle Norme tecniche del CEI, oltre che per gli ambienti di lavoro, ai quali si applica il DPR 547/55, è obbligatoria per gli impianti in qualsiasi tipo di ambiente, cioè anche dove non vi siano lavoratori subordinati.

Per i luoghi di lavoro le Norme CEI rappresentano l'attuazione delle prescrizioni generali contenute nel DPR 547/55 e come tali la loro inosservanza viene verbalizzata dai tecnici verificatori degli organi di Controllo Pubblici (ISPESL-ASL) come inadempienza agli articoli generici corrispondenti della norma di legge.

Si sottolinea che è stata emessa una sentenza dalla Corte di Cassazione, Sezione 3 Penale, del 18/07/81 n°7253 che afferma che agli impianti elettrici eseguiti a regola d'arte secondo le Norme CEI non risultano necessariamente applicabili le disposizioni del DPR 547/55, poiché tale esecuzione assicura l'adozione di sistemi di sicurezza idonei.

Inoltre, in base all'art. 13 del DM 12/09/59 per le operazioni di verifica il datore di lavoro deve mettere a disposizione dei funzionari incaricati il personale occorrente, sotto la vigilanza di un preposto, ed i mezzi necessari per l'esecuzione delle operazioni stesse; fra queste ultime rientrano tutti gli aspetti di seguito riportati.

L'installatore deve verificare gli impianti elettrici secondo la norma CEI 64-8 e secondo eventuali altre norme specifiche in relazione alle peculiarità di alcune parti dell'impianto, tenendo presenti anche le informazioni fornite dalla guida CEI 64-14, prima della messa in servizio degli stessi.

Una copia firmata del rapporto di verifica dovrà essere rilasciata al committente.

Una copia firmata del rapporto di verifica può essere allegata alla dichiarazione di conformità (allegato facoltativo).

8.2. DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ AL DM 37/08

" ... al termine dei lavori l'impresa installatrice è tenuta a rilasciare al committente la dichiarazione di conformità degli impianti realizzati nel rispetto delle Norme vigenti."

Ad opere completate, dopo le prove, i collaudi e la messa in funzione degli impianti e comunque non oltre 30gg. dalla messa in servizio degli impianti o meglio dalla fine dei lavori, l'installatore dovrà presentare regolare «Dichiarazione di conformità», allegata al progetto US-BUILT, con tutte le eventuali modifiche effettuate durante l'esecuzione dei lavori.

La «Dichiarazione di conformità» dovrà risultare completa di tutti gli allegati obbligatori e tutta quella documentazione finale che le normative vigenti richiedono a giustificazione dei lavori elettrici eseguiti.

8.4. QUALITÀ DEI MATERIALI

Tutti gli apparecchi ed i materiali costituenti gli impianti dovranno essere di "primaria casa" e di ottima qualità: il marchio di fabbrica o commerciale dovranno essere riportati sul materiale. Le caratteristiche ed i dati tecnici dovranno essere conformi alle specifiche Norme CEI.

I componenti dell'impianto elettrico non dovranno costituire pericolo d'innesco o propagazione dell'incendio e dovranno avere le superfici esposte a temperature non pericolose per le persone.

8.5. OBBLIGHI INSTALLATORE

Al termine dei lavori saranno a carico della ditta installatrice gli oneri di allacciamento alla rete ENEL e modulistica con il GSE comprensivi di tutte le pratiche e quant'altro.

8.6. GARANZIA DELLA QUALITÀ IMPIANTISTICA

Circa la sicurezza dell'impianto contro i pericoli dell'elettricità, si osserva quanto segue:

- tutti i componenti dell'impianto saranno di buona qualità e risponderanno alle rispettive Norme CEI di costruzione, inoltre essi saranno dotati di certificazioni rispondenti al marchio IMQ o equivalente;
- l'installazione dell'impianto sarà eseguita da una Ditta in possesso dei requisiti tecnico professionali, secondo quanto prescritto dal DM 37/08, che lo realizzerà a regola d'arte, nel pieno rispetto delle Norme CEI di installazione.

Lecce, Febbraio 2014

Servizio Edilizia e Patrimonio Prov.LECCE

Ing. Francesco NEGRO

Geom. Carlo AGOSTINI

Geom. Carmen MORELLI