

PROGETTO ESECUTIVO

IMPIANTO FOTOVOLTAICO DI POTENZA 24,96 KW_P PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA PRESSO L'ISTITUTO SCOLASTICO "L. PIRANDELLO" DEL COMUNE DI PESARO

PROGETTO 2	PROGETTO "L. PIRANDELLO" - IMPIANTO FV DI POTENZA 24,96 kW _P		
	Committente:	N. documento:	
	Comune di Pesaro P.zza del Popolo 1 61100 Pesaro	RT01_Progetto_Esecutivo_Pirandello_Pesaro_R04	
	Elaborato da:	Data:	Rev.:
	Ing. STEFANO NOTARNICOLA per AMBIENTE ITALIA S.r.l.	Ottobre 2013	04

INDICE

1. RELAZIONE ILLUSTRATIVA

- 1.1 OGGETTO
- 1.2 DEFINIZIONI
- 1.3 SCELTA REALIZZATIVA
- 1.4 DATI GENERALI DI PROGETTO "LUIGI PIRANDELLO"
- 1.5 DIMENSIONAMENTO, PRESTAZIONI E GARANZIE
- 1.6 DATI CLIMATICI
- 1.7 DATI DI IRRAGGIAMENTO SOLARE

2. RELAZIONE TECNICA IMPIANTO "LUIGI PIRANDELLO"

- 2.1 SITO DI INSTALLAZIONE
- 2.2 SPECIFICHE TECNICHE IMPIANTO
- 2.3 SCHEDA TECNICA IMPIANTO - CALCOLI E VERIFICHE DI PROGETTO

3. STRUTTURE DI SUPPORTO DEI MODULI FOTOVOLTAICI

4. SISTEMA DI MONITORAGGIO E CONTROLLO IMPIANTI

5. VERIFICA TECNICO - FUNZIONALE IMPIANTI

6. PIANO MANUTENZIONE IMPIANTI

7. NORME TECNICHE RILEVANTI

- 7.1 LEGGI E DECRETI DI CARATTERE GENERALE
- 7.2 DELIBERAZIONI AUTORITÀ PER L'ENERGIA ELETTRICA E IL GAS
- 7.3 NORME TECNICHE
- 7.4 REGOLAMENTI
- 7.5 ALTRI DOCUMENTI

8. PLANIMETRIA GENERALE E SCHEMI GRAFICI

- 8.1 ELENCO ELABORATI GRAFICI (ELB)

9. QUADRO ECONOMICO DI PROGETTO

1. RELAZIONE ILLUSTRATIVA

1.1. OGGETTO

Lo scopo del presente progetto è quello di fornire le indicazioni tecniche e di normativa, per la realizzazione di:

- N. 1 impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a **24,96 kWp** da realizzarsi presso l'Istituto Comprensivo Statale "L. Pirandello" del Comune di Pesaro;

destinato a operare in parallelo alla rete elettrica di distribuzione e connesso alla rete utente, a valle del dispositivo generale.

Tale impianto non si avvarrà del sussidio statale previsto per incentivare la produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare, sancito dal Quinto Conto Energia del 5 luglio 2012, in attuazione dell'articolo 7 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387, del D.Lgs 311/06 su rendimento energetico in edilizia, del D.Lgs 192/05 e delle loro s.m.i..

L'impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica da solare fotovoltaico, ad uso della l'Istituto Comprensivo Statale "L. Pirandello" di via Nanterre snc, 61100 Pesaro (PU) (con soggetto responsabile il Comune di Pesaro), sarà installato sulla copertura della relativa palestra.

L'impianto fotovoltaico funzionerà in parallelo alla rete di distribuzione dell'energia elettrica di bassa tensione e provvederà a coprire parzialmente il fabbisogno energetico delle utenze scolastiche che andrà a servire.

1.2. DEFINIZIONI

- a) Impianto o sistema 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, uno o più convertitori della CC/CA e altri componenti minori;
- b) 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 massi-

- me, o di picco o di targa) di ciascun modulo fotovoltaici facente parte del medesimo impianto, misurate alle condizioni nominali, come definite alla lettera d);
- c) Energia elettrica prodotta da un impianto fotovoltaico è l'energia elettrica misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente CC/CA, resa disponibile alle utenze elettriche del soggetto responsabile e/o immessa in rete elettrica;
 - d) Condizioni nominali sono le condizioni di temperatura e di irraggiamento solare, nelle quali sono rilevate le prestazioni dei moduli fotovoltaici, come definite nelle norme CEI EN 60904-1;
 - e) 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;
 - f) Data di entrata in esercizio di un impianto fotovoltaico è la data, comunicata dal soggetto responsabile, di cui alla lettera g), al gestore di rete e al soggetto attuatore;
 - g) Soggetto responsabile è il soggetto, avente i requisiti per beneficiare dell'incentivazione, responsabile della realizzazione e dell'esercizio dell'impianto, nel rispetto delle disposizioni del presente decreto, e che ha diritto a chiedere e ottenere le tariffe incentivanti;
 - h) Soggetto responsabile è il soggetto, avente i requisiti per beneficiare dell'incentivazione, responsabile della realizzazione e dell'esercizio dell'impianto, nel rispetto delle disposizioni del presente decreto, e che ha diritto a chiedere e ottenere le tariffe incentivanti;
 - i) Soggetto attuatore è il soggetto che dispone delle modalità di erogazione dell'incentivazione;
 - j) Potenziamento è l'intervento tecnologico eseguito su un impianto entrato in esercizio da almeno cinque anni, tale da consentire una produzione aggiuntiva dell'impianto medesimo, come definita alla lettera j);
 - 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 c), rispetto alla produzione annua media prima dell'intervento, come definita alla lettera k);
 - 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 c), negli ultimi cinque 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 CC/CA..

1.3. SCELTA REALIZZATIVA

La scelta realizzativa di un impianto fotovoltaico è motivata dalla possibilità di usufruire di energia elettrica prodotta mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

La normativa attuale prevede la possibilità di beneficiare del V Conto Energia (Decreto Interministeriale del 5 luglio 2012) con l'erogazione di una specifica tariffa incentivante, di durata ventennale tale da garantire una equa remunerazione dei costi di investimento e di esercizio. Gli impianti che accedono ai meccanismi di incentivazione previsti dal V Conto Energia e dal Decreto Interministeriale del 6 luglio 2012 (incentivi per fonti rinnovabili diverse dal fotovoltaico) non possono accedere al servizio di Scambio sul Posto¹.

Nel caso specifico del presente progetto, invece, l'impianto fotovoltaico sarà realizzato interamente con contributi in conto capitale eccedenti il limite del 60% del costo di investimento, per cui le tariffe incentivanti di cui al decreto del 5 luglio 2012, per impianti fotovoltaici realizzati su scuole pubbliche o paritarie di qualunque ordine e grado ed il cui il soggetto responsabile sia la scuola ovvero il soggetto proprietario dell'edificio scolastico, non sono ammissibili.

Per l'impianto in progetto, quindi, l'energia prodotta potrà essere autoconsumata oppure immessa in rete aderendo al regime di Scambio sul Posto così come regolamentato dalla Delibera dell'Autorità per l'Energia ed il gas ARG/elt 74/08.

¹ Lo scambio sul posto, regolato dalla Delibera ARG/elt 74/08, è una particolare modalità di valorizzazione dell'energia elettrica che consente, al Soggetto Responsabile di un impianto, di realizzare una specifica forma di autoconsumo immettendo in rete l'energia elettrica prodotta ma non direttamente autoconsumata, per poi prelevarla in un momento differente da quello in cui avviene la produzione.

Il meccanismo di scambio sul posto consente al Soggetto Responsabile di un impianto che presenti un'apposita richiesta al Gestore dei Servizi Energetici – GSE S.p.A., di ottenere una compensazione tra il valore economico associabile all'energia elettrica prodotta e immessa in rete e il valore economico associabile all'energia elettrica prelevata e consumata in un periodo differente da quello in cui avviene la produzione.

Il GSE, come disciplinato dalla Delibera ARG/elt 74/08, ha il ruolo di gestire le attività connesse allo scambio sul posto e di erogare il contributo in conto scambio (CS), un contributo che garantisce il rimborso ("ristoro") di una parte degli oneri sostenuti dall'utente per il prelievo di energia elettrica dalla rete. Il contributo è determinato dal GSE tenendo conto delle peculiari caratteristiche dell'impianto e delle condizioni contrattuali di ciascun utente con la propria impresa di vendita, ed è calcolato sulla base delle informazioni che i gestori di rete e le imprese di vendita sono tenute a inviare periodicamente al GSE. Per maggiori informazioni sul calcolo del contributo in conto scambio è possibile consultare la [Delibera ARG/elt 74/08](#).

Possono presentare richiesta ("istanza") di scambio sul posto i soggetti titolari di uno o più impianti:

- alimentati da fonti rinnovabili di potenza fino a 20 kW;
- alimentati da fonti rinnovabili di potenza fino a 200 kW (se entrati in esercizio dopo il 31 dicembre 2007);
- di cogenerazione ad alto rendimento di potenza fino a 200 kW.

Ai fini dell'erogazione del servizio di scambio sul posto, il punto di prelievo e il punto di immissione possono non coincidere nel caso in cui gli impianti siano alimentati da fonti rinnovabili e l'utente dello scambio sia:

- un Comune con popolazione fino a 20.000 residenti, ovvero un soggetto terzo mandatario del medesimo Comune, ferma restando la proprietà degli impianti in capo al Comune;
- il Ministero della Difesa, ovvero un soggetto terzo mandatario del medesimo Ministero.

I produttori (utenti dello scambio) che intendano aderire al regime di scambio sul posto devono presentare, entro 60 giorni dalla data di entrata in esercizio dell'impianto, un'apposita richiesta attraverso il portale informatico messo a disposizione dal GSE e quindi stipulare un contratto con il GSE per la regolazione dello scambio. Il contratto, di durata annuale solare, è tacitamente rinnovabile. Il [portale informatico](#) dovrà essere utilizzato dai produttori aderenti allo scambio sul posto anche per le successive fasi di gestione tecnica, economica e amministrativa del servizio.

Il sistemi hanno un funzionamento completamente automatico e non richiedono ausilio per il regolare esercizio.

Durante le prime ore della giornata, quando è raggiunta una soglia minima di irraggiamento sul piano dei moduli, i sistemi inizieranno automaticamente ad inseguire il punto di massima potenza dei campi fotovoltaici, modificando la tensione e corrente, lato continua, per estrarre la massima potenza impiantistica.

1.4. DATI GENERALI DI PROGETTO "LUIGI PIRANDELLO"

Dati di progetto di carattere generale	
Soggetto Responsabile	Comune di Pesaro
Committente e proprietario immobile:	Comune di Pesaro
Sito d'installazione:	via Nanterre snc, 61100 Pesaro (PU)
Lavori di:	Fornitura e posa in opera di un impianto fotovoltaico collegato alla rete elettrica di distribuzione in bassa tensione
Vincoli da rispettare:	Interfacciamento alla rete consentito a norme CEI e normativa di unificazione ENEL
Informazioni di carattere generale	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sito raggiungibile con strada idonea al trasporto pesante ▪ Presenza di spazio disponibile per i materiali di cantiere ▪ Possibile il collegamento via ADSL per il telecontrollo

Tabella 1 - Dati di progetto di carattere generale

Dati di progetto relativi all'utilizzazione dell'edificio	
Destinazione d'uso:	Istituto Comprensivo Statale
Barriere architettoniche:	Assenti
Tipo di copertura:	Lastrico solare piano
Struttura portante in:	Cemento armato
Inclinazione:	0°
Superficie utilizzabile:	~ 650 mq

Dati di progetto relativi all'utilizzazione dell'edificio	
Vincoli architettonici ed estetici:	Assenti
Possibili ombreggiamenti:	Assenti
Accessibilità per installazione:	Tramite scala
Esposizione edificio (asse simm. trasversale):	Sud 40° Ovest
Consumo energia elettrica periodo di riferimento 2011:	47.314,00 kWh/anno ca
Consumo energia elettrica periodo di riferimento 2009:	37.201,00 kWh/anno ca

Tabella 2 - Dati di progetto relativi all'utilizzazione dell'edificio

Dati di progetto relativi alla rete di collegamento			
Dati del collegamento elettrico:			
Tensione nominale (Un)	380 V unificata		
Frequenza	50 HZ		
Fornitura energia elettrica	Enel Distribuzione S.p.A.		
Codice Presa e Codice Cliente	CP: 4168032000400; CC: 591820869		
Numero Utente	POD: IT001E04292320		
Potenza disponibile continua	33 kW		
Misura dell'energia elettrica	Contatore installato nel punto di consegna		
Rete di terra:	ASSENTE	<u>PRESENTE</u>	Stato dell'impianto elettrico: buono
			Progetto impianto elettrico: non disponibile

Tabella 3 - Dati di progetto relativi alla rete di collegamento

Dati di progetto relativi all' impianto fotovoltaico	
Caratteristiche area di installazione:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lastrico solare piano ▪ Inclinazione pannelli: 30° ▪ Superficie utilizzabile dai moduli fotovoltaici 500 mq ca
Posizione quadro generale	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Montaggio a parete ▪ In prossimità del campo fotovoltaico, sul lastrico solare piano del fabbricato adiacente
Posizione inverter	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Montaggio a parete ▪ In prossimità del campo fotovoltaico, sul lastrico solare piano del fabbricato adiacente

Tabella 4 - Dati di progetto relativi all' impianto fotovoltaico

1.5. DIMENSIONAMENTO, PRESTAZIONI E GARANZIE

Le quantità di energia elettrica producibili su base annua (in corrente alternata) dal nuovo impianto fotovoltaico "Luigi Pirandello" sono sufficienti a coprire solo una parte dei consumi della Palestra c/o Scuola Elementare Luigi Pirandello (POD: IT001E04292320, 47.314 kWh/anno dai dati delle fatturazioni del Distributore di energia elettrica per il periodo 2011).

Le quantità di energia elettrica producibile saranno calcolate, comunque, sulla base dei dati radiometrici e assumendo come efficienza operativa media annuale dell'impianto l'85% dell'efficienza nominale del generatore fotovoltaico.

Gli impianti saranno progettati per avere:

- una potenza lato corrente continua superiore all'85% 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 (efficienza del gruppo di conversione).

Gli interi impianti dovranno godere di una garanzia non inferiore a due anni a far data dal collaudo dell'impianto stesso, mentre i moduli fotovoltaici godranno di una garanzia di 25 anni sulla potenza erogata. La garanzia di prodotto per moduli, inverter e strutture di supporto deve essere pari ad almeno 5 anni, anche se è consigliabile l'estensione delle garanzie a 10 anni.

1.6. DATI CLIMATICI²

² Dati disponibili del Comune di Pesaro, Servizio Qualità Ambiente - Osservatorio "Valerio" - Valori normali del clima di Pesaro (1901 - 2000).

Dati climatici relativi alle influenze esterne	
Temperatura:	Valori stimati e ricavati dalla letteratura tecnica riferiti ai luoghi di installazione dell' impianto
▪ Min/max all'interno degli edifici	+10° C / +32° C
▪ Media	+13,7° C
▪ Massima media	+17,6° C
▪ Minima media	+9,7° C
▪ Massima assoluta	+39,2° C (1950)
▪ Minima assoluta	-15,2° C (1940)
Gradi Giorno	2.083
Zona Climatica	D
Altitudine (s.l.m.)	11 m (Casa Comunale)
Condizioni ambientali speciali	Assenti

Tabella 5 - Dati climatici di progetto

1.7. DATI DI IRRAGGIAMENTO SOLARE

Come per qualsiasi impianto ad energia rinnovabile, la fonte primaria risulta aleatoria e quindi solo statisticamente prevedibile.

Per avere riferimenti oggettivi sui calcoli di prestazione dei sistemi, si fa riferimento a pubblicazioni ufficiali che raccolgono le elaborazioni di dati acquisiti sul lungo periodo fornendo così medie statistiche raccolte in tabelle di anni-tipo, nonché al loro confronto con la norma UNI 10349 precedentemente richiamata.

- Località di riferimento: Pesaro;
- Latitudine sito: 43° 54' 16" 20 N (Gradi Decimali 43,9045);
- Longitudine sito: 12° 53' 28" 32 E (Gradi Decimali 12,8912);
- Angolo di inclinazione moduli (tilt): 30°;
- Orientamento azimutale: 180° (SUD).

<i>Mese</i>	<i>Radiazione giornaliera media mensile su superficie orizzontale</i>	<i>Radiazione giornaliera media mensile su superficie inclinata 30°</i>
	<i>Wh/m2 giorno</i>	<i>Wh/m2 giorno</i>
Gennaio	1.400	2.180
Febbraio	2.100	2.900
Marzo	3.280	4.050
Aprile	4.790	5.280
Maggio	5.520	5.550
Giugno	6.480	6.280
Luglio	6.680	6.610
Agosto	6.030	6.460
Settembre	4.330	5.260
Ottobre	2.850	3.910
Novembre	1.600	2.400
Dicembre	1.110	1.720
Anno	3.860	4.390

Tabella 6 - Dati di radiazione giornaliera disponibile sul sito³

Da questi dati si desume che l'energia solare ricevuta mediamente in un anno sulla superficie orizzontale e su quella inclinata di 30° ed è pari a:

<i>Irraggiamenti</i>	<i>Unità</i>	<i>Annuale</i>
Radiazione solare (superficie orizzontale)	kWh/m ²	1.408,90
Radiazione solare Gm (su superficie inclinata 30°)	kWh/m ²	1.602,35

Tabella 7 - Dati di radiazione annuale disponibile sul sito

³ Fonte dati PVGIS, Comunità europee, 2001-2010.

2. RELAZIONE TECNICA "L. PIRANDELLO"

2.1. SITO DI INSTALLAZIONE "L. PIRANDELLO"

Il sito di installazione dell'impianto fotovoltaico è la palestra dell'Istituto Comprensivo Statale "L. Pirandello" di via Nanterre, Pesaro (PU), ricadente in zona urbana e senza ostacoli rilevanti in modo tale da non creare ombreggiamento sui moduli che si andranno ad installare.

Le immagini che seguono caratterizzano il fabbricato oggetto della realizzazione d'opera.



Figura 1 - Vista sud del plesso scolastico (palestra) ed identificazione della tipologia edilizia



Figura 2 - Vista dell'annesso palestra (in giallo) al plesso scolastico (in bianco)



Figura 3 - Ingresso al plesso e terrazza per salita al piano coperture



Figura 4 - Coperture interessate all'attraversamento della linea a.c. d'impianto



Figura 5 - Coperture interessate all'attraversamento della linea a.c. d'impianto



Figura 6 - Discesa linea a.c. d'impianto al piano stradale (in affiancamento all'attuale cavidotto)



Figura 7 - Ingresso nuova linea a.c. d'impianto nel cavedio sotto solaio

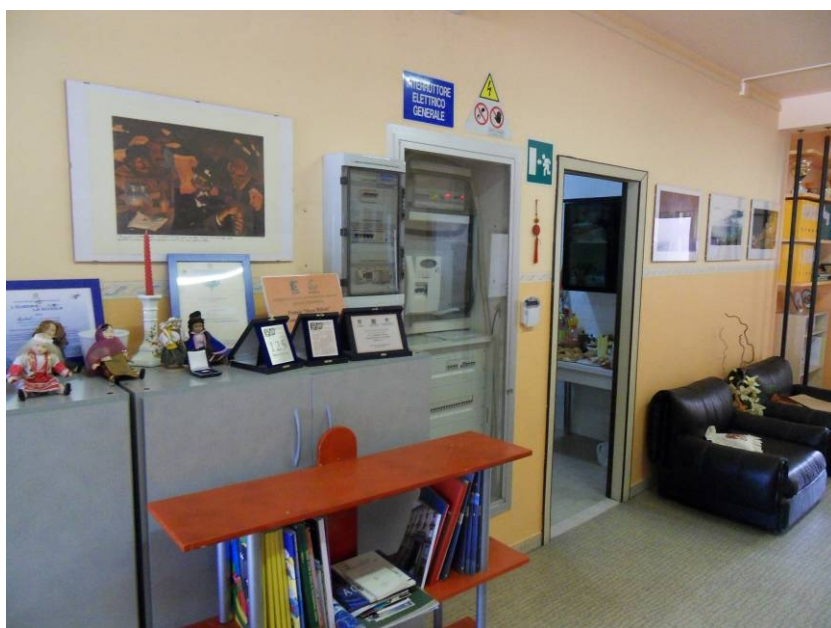


Figura 8 - QEG, Quadro Elettrico Generale Utenza [POD: IT001E04292320]

2.2. SPECIFICHE TECNICHE IMPIANTO "L. PIRANDELLO"

Il generatore fotovoltaico è costituito dal collegamento in parallelo elettrico di n. 2 sottocampi fotovoltaici uguali (SC n. 1 ed SC n. 2) di n. 52 moduli ognuno. La potenza erogata dall'intero impianto è elaborata da n. 2 convertitori DC / AC del produttore SMA Solar Technology AG, modello Sunny Tripower 15000TL, simili o equivalenti (vedere ELB02_Pirandello_Unifilare elettrico_R03), con uscita trifase.

Ciascun sottocampo fotovoltaico è realizzato dal parallelo elettrico di n. 4 stringhe ottenute dal collegamento di n. 13 moduli Schüco International KG MPE 240 PS 04, simile o equivalente, in serie elettrica tra loro. La potenza nominale dell'impianto è perciò pari a 24.960 Wp, ottenuta come somma delle potenze dei due sottocampi fotovoltaici (12.480 Wp + 12.480 Wp). I moduli sono installati sulla copertura del plesso scolastico su file multiple (ELB01_Pirandello_Piante e prospetti_Stato di progetto_R03), opportunamente distanziate tra loro per evitare fenomeni di mutuo ombreggiamento, e sono inclinati di 30° rispetto all'orizzontale. Ciascun modulo è provvisto di diodi di by-pass.

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

Le n. 2 unità di conversione SMA Solar Technology AG, tipo Sunny Tripower 15000TL, simile o equivalente, saranno idonee al trasferimento della potenza dal generatore fotovoltaico alla rete, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso dei gruppi di conversione DC / AC sono compatibili con quelli del generatore fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto. Le n. 2 unità di conversione SMA sono del tipo a commutazione forzata, con tecnica PWM, privo di clock e/o riferimenti interni, e in grado di operare in modo completamente automatico e di inseguire il punto di massima potenza (MPPT) del generatore fotovoltaico.

Il dispositivo di interfaccia, sul quale agiscono le protezioni, così come previste dalla citata norma CEI 11-20, è integrato nei gruppi di conversione. Dette protezioni, sono corredate da una certificazione emessa da un organismo accreditato. Gli inverter, inoltre, sono dotati di serie di un display che visualizza la quantità di energia prodotta dall'impianto e le rispettive ore di funzionamento.

Il collegamento dei gruppi di conversione alla rete elettrica sarà effettuato a valle del dispositivo generale della rete di utente. Ai fini della sicurezza per le sovracorrenti, il ramo di collegamento con il contatore Enel Distribuzione S.p.A. "energia prodotta"⁴, è protetto da un interruttore automatico magnetotermico. Il contatore "energia prodotta" ed il "contatore di scambio" saranno entrambe installati in nuovi quadri elettrici, a parete sul muro perimetrale adiacente la palestra dell'Istituto, il primo, ed in prossimità del Quadro Elettrico Generale, il secondo.

Nell'Elaborato grafico "ELB02_Piandello_Unifilare elettrico_R03" è riportato lo schema di collegamento dell'impianto alla rete elettrica di distribuzione.

Generatore fotovoltaico "L. Pirandello"

Il generatore fotovoltaico è complessivamente composto da n. 2 sottocampi ed n. 8 stringhe, queste ultime, uguali tra loro, ottenute collegando in serie n. 13 moduli fotovoltaici Schüco International KG MPE 240 PS 04 (similari o equivalenti). Le stringhe presentano le seguenti caratteristiche elettriche:

CARATTERISTICHE ELETTRICHE DI STRINGA FOTOVOLTAICA		
Numero moduli	n.	13
Potenza nominale stringa	Wp	3.120
Tensione nominale a STC	Vmp	395,2
Corrente di stringa alla massima potenza	A	7,91
Tensione a circuito aperto	Voc	481
Corrente di corto circuito	A	8,61

Tabella 8 - Caratteristiche elettriche del generatore Luigi Pirandello

Questi parametri elettrici sono conformi a quelli in ingresso al gruppo di conversione.

Componenti dell'impianto fotovoltaico "L. Pirandello"

⁴ Nel caso specifico del progetto "L. Pirandello", l'impianto fotovoltaico sarà realizzato interamente con contributi in conto capitale che ne rendono inammissibile l'accesso alle incentivazioni previste dal V Conto Energia. Pertanto, l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico potrà essere autoconsumata oppure immessa in rete aderendo al regime di Scambio sul Posto così come regolamentato dalla Delibera dell'Autorità per l'Energia ed il gas ARG/elt 74/08, mentre il contatore dell'"energia prodotta" rimane pertanto una scelta installativa opzionale valida al fine del monitoraggio della produzione dell'impianto.

- Moduli fotovoltaici;
- Strutture di supporto dei moduli fotovoltaici;
- Convertitori statici corrente continua/corrente alternata;
- Quadri di campo, quadri di sezionamento e quadro di parallelo alla rete;
- Cavi elettrici e cablaggio;
- Sistema di controllo e monitoraggio;
- Impianto di messa a terra.

Moduli fotovoltaici "L. Pirandello"

I moduli fotovoltaici utilizzati per il progetto saranno di marca Schüco International KG, modello MPE 240 PS 04, simile o equivalente, del tipo con celle in silicio policristallino, con telaio in alluminio, scatola giunzione e diodi bypass, con potenza pari a 240 Wp, alto grado di efficienza e tolleranza di potenza esclusivamente positiva da 0 a +5%. I moduli Schüco della serie MPE PG 04 sono coperti da una garanzia di prodotto di 10 anni. Schüco garantisce inoltre un rendimento non inferiore all'80% della potenza nominale indicata per un periodo di 25 anni, certificato EN61215.

Inoltre presentano un aspetto estetico particolarmente gradevole che pone il prodotto con caratteristiche uniche per un uso spiccatamente architettonico.

I moduli fotovoltaici da utilizzare nell'impianto hanno le caratteristiche elettriche, misurate ad STC (STC = Standard Test Condition: AM = 1.5; E = 1 kW / m²; T = 25° C).

Convertitore statico corrente continua/corrente alternata "L. Pirandello"

I n. 2 inverter trifase, del produttore SMA Solar Technology AG, modello Sunny Tripower 15000TL (similiari o equivalenti), saranno montati a parete in luogo esterno, in posizione protetta, in prossimità della copertura in cemento armato che costituisce il lastrico solare piano dell'edificio scolastico cui si posizionerà il campo fotovoltaico.

Il collegamento in parallelo delle uscite in alternata sarà realizzato all'interno dell'attuale quadro contatori effettuando un collegamento fasi/neutro a tensione di 380 Vca.

I convertitori DC/AC presenteranno, inoltre, un display alfanumerico sul quale sarà possibile evidenziare i parametri elettrici di funzionamento più importanti.

Cavi elettrici e cablaggio "L. Pirandello"

I cavi saranno dimensionati e sistemati in modo da semplificare e ridurre al minimo le operazioni di posa in opera e con particolare riguardo al contenimento delle cadute di tensione.

I cavi dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

- tipo autoestinguenti e non propagante l'incendio;
- estremità stagnate oppure terminate con idonei capicorda;
- Cavi con isolamento e guaina in gomma da 6 mmq resistenti ai raggi UV e all'ozono per la parte in corrente continua, 0,6/1kV, temperatura max. 120°C, che consentono una durata idonea alle condizioni di posa all'esterno.
- cavi FG7OR da 35 mmq con guaina in PVC per l'esterno lato corrente alternata;

La caduta di tensione totale, valutata dal modulo fotovoltaico più lontano fino all'ingresso c.c. del gruppo di conversione è mantenuta entro l'1% e comunque tale da garantire la potenza in uscita. Le sezioni sono scelte in modo da contenere le perdite nei seguenti limiti:

- 1 % per il lato c.c.
- Pari al 0,5 % per la parte in c.a.

Il cablaggio dei moduli fotovoltaici e degli inverter lato c.c. sarà realizzato con connettori di tipo MCT4 a tenuta ad innesto obbligato. I cavi tra i moduli a formare le stringhe saranno posati opportunamente fissati alla struttura tramite fascette, in modo da essere a vista. I cavi condotti ai gruppi di conversione ed i tubi lato c.a. saranno posati, secondo le disposizioni della Direzione Lavori, in tubo in materiale plastico autoestinguente del tipo flessibile o rigido con livello di protezione IP 55 o del tipo corrugato termoplastico autoestinguente a doppia camera, serie pesante (schiacciamento superiore a 450 N, per la protezione dei cavi interrati).

Il quadro elettrico generale c.c. - c.a. (cfr. ELB02_Pirandello_Unifilare elettrico_R03) conterrà i convertitori cc/ca, i quadri di campo, il quadro di sezionamento lato c.a. e il weblogger e sarà dotato di serratura per l'accesso riservato. Il suo utilizzo consente di riservare uno spazio ben protetto alle apparecchiature di conversione e comando più importanti dell'impianto fotovoltaico al fine di evitare manomissioni e/o intrusioni.

Trattandosi di applicazioni in un edificio scolastico, particolare cura sarà posta anche nella definizione del percorso cavi nel rispetto delle norme di sicurezza, dello stato dell'arte e dell'aspetto architettonico interno ed esterno. Per la protezione meccanica dei cavi lungo le

discese saranno installati tubi garantendo, per il collegamento con i quadri, un livello di protezione analogo a quello dei quadri stessi. In accordo con il lay-out definitivo delle apparecchiature, sono definiti i tipi e sezione dei cavi e le caratteristiche della componentistica (connettori, cassette, canaline, morsetteria, ecc.) in accordo con le prescrizioni tecniche e di dimensionamento.

Impianto di messa a terra "L. Pirandello"

La messa a terra di tutte le carcasse delle apparecchiature dell'impianto fotovoltaico esposte, degli SPD e dell'inverter, secondo la normativa vigente sarà eseguita mediante corda di rame con guaina giallo-verde di sezione 16 mmq e palina in acciaio zincato; l'equipotenzialità fra questi elementi viene garantita dal collegamento meccanico.

Calcoli e verifiche di progetto "L. Pirandello"

1) Variazione della tensione con la temperatura per la sezione c.c.

Occorre verificare che in corrispondenza dei valori minimi di temperatura esterna e dei valori massimi di temperatura raggiungibili dai moduli fotovoltaici risultino essere verificate tutte le seguenti condizioni (elaborazioni PV*SOL Pro 4.5):

- $V_{min} \geq V_{inv} (MPPT_{min})$ $320 > 150$
- $V_{max} \leq V_{inv} (MPPT_{max})$ $412 < 800$
- $V_{oc_{max}} < V_{inv_{max}}$ $540 < 1.000$

In cui:

- $V_{inv} (MPPT_{min})$ = tensione minima utile per la ricerca del punto di massima potenza
- $V_{inv} (MPPT_{max})$ = tensione massima utile per la ricerca del punto di massima potenza
- $V_{inv_{max}}$ = valore massimo di tensione c.c. ammissibile ai morsetti dell'inverter
- V_{oc} = valore di tensione massima di stringa a vuoto a $-10^{\circ}C$.
- V_{min} = valore di tensione di stringa minimo
- V_{max} = valore di tensione di stringa massimo

Considerando una variazione della tensione a circuito aperto di ogni modulo in dipendenza della temperatura pari a $-0,43\%/^{\circ}\text{C}$ e i limiti di temperatura estremi pari a -10°C e 70°C , V_m e V_{oc} assumono valori differenti rispetto a quelli misurati a STC (25°C).

I valori di tensione della stringa rientrano nella finestra di funzionamento dell'inverter (150-800 V). In particolare il valore massimo di tensione a circuito aperto a -10°C è inferiore al valore massimo consentito dall'inverter (1.000 V). Vi è quindi compatibilità elettrica tra le stringhe e l'inverter utilizzato.

2) Portata dei cavi in regime permanente

La sezione dei cavi e il materiale di cui sono costituiti è tale da assicurare una durata di vita soddisfacente dei conduttori e degli isolamenti sottoposti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente elettrica per periodi prolungati e in condizioni ordinarie di esercizio. La verifica per sovraccarico è stata eseguita utilizzando le relazioni:

$$\bullet \quad I_b \leq I_n \leq I_z \quad \text{ed} \quad I_f \leq 1,45 I_z$$

Per la parte in c.c. può essere posta $I_n = I_f = I_{cc}$ dei moduli fotovoltaici, non essendo tale corrente superabile dal circuito.

Collegamento tra moduli e inverter

Tutti i collegamenti tra i moduli saranno realizzati con il loro cavo unipolare in dotazione. Tra moduli e inverter si utilizzerà un cavo unipolare solare di sezione 6 mmq (cfr. caratteristiche del cavo).

Dove:

- $I_b = 7,91 \text{ A}$
- $I_n = 8,61 \text{ A}$
- $I_z = I_o \times k_1 \times k_2 = 70 \times 1 \times 0,65 = 45,5 \text{ A}$

Con:

- $I_o =$ portata a 30°C per cavi posati in aria
- $k_1 = 1$ (temperatura ambiente di 30°C)
- $k_2 = 0,65$ (fascio di 4 cavi unipolari)

Per cui:

- $7,91 \leq 8,61 \leq 45,5$ e $8,61 \leq 65,9$

Collegamento tra uscita inverter e quadro c.a.

Sarà usato un cavo bipolare FG7 con guaina in PVC da 35 mmq, collegato a un magnetotermico da 60 A curva C da 4,5kA.

Assunto:

- $I_b = 47,40$ A
- $I_n = 60$ A
- $I_z = 125$ A

Otteniamo:

- $47,40 \leq 60 \leq 125$

La seconda disuguaglianza è verificata in quanto si utilizza un interruttore automatico magnetotermico.

3) Protezione dalle sovracorrenti lato cc, lato ca e protezione dei moduli contro la corrente inversa

Per il lato c.c., i cavi da 6 mmq utilizzati per il collegamento tra le stringhe verificano la relazione:

- $I_z \geq 1,25 \times I_{sc}$

Dove

- I_z la portata del cavo utilizzato
- I_{sc} la corrente di c.c. dei moduli fotovoltaici

Per il lato c.a., si è utilizzato cavo bipolare FG70-R 0,6-1 kV, con isolante in gomma G7 di sezione 35 mmq, la cui portata è superiore alla corrente d'esercizio erogata dall'inverter. Per quanto riguarda la protezione contro il corto circuito, gli inverter sono dotati di un dispositivo limitatore contenuto al loro interno; l'interruttore magnetotermico previsto nel quadro di parallelo agisce quindi da ricalzo all'azione di tale dispositivo posto all'interno delle unità stesse.

4) Cadute di tensione

Tramite le sezioni scelte, si contiene la caduta di tensione tra lato c.c. e lato c.a. entro l'1%.

5) Stiramento dei cavi in tubo

Dove sono utilizzati tubi di protezione, la percentuale della sezione dei cavidotti occupata dai cavi deve essere inferiore al 50%, come prescritto dalla CEI 64-8.

6) Sezione del conduttore di protezione

Tutti i conduttori di protezione sono in cordina in rame tipo N07V-K da almeno 16 mmq.

7) Misure di protezione contro i contatti diretti

Ogni parte dell'impianto è in bassa tensione. La protezione contro i contatti diretti è assicurata da:

- componenti con marchio CE;
- componenti con idoneo grado di protezione alla penetrazione di solidi e liquidi;
- collegamenti con cavo rivestito con guaina esterna protettiva, idoneo per la tensione nominale utilizzata e alloggiato in condotto portacavi idoneo allo scopo.

Alcuni brevi tratti di collegamento tra moduli fotovoltaici non sono alloggiati in tubi o canali. Questi collegamenti, tuttavia, essendo protetti dai moduli stessi, non sono soggetti a sollecitazioni meccaniche di alcun tipo, né sono ubicati in luoghi dove sussistano rischi di danneggiamento.

8) Misure di protezione contro i contatti indiretti

Sistema in corrente alternata (TT)

L'inverter e tutte le masse dell'impianto FV devono essere collegate all'impianto di terra: l'impianto è gestito come sistema TT. La protezione è attuata tramite un interruttore automatico magnetotermico da 16 A curva C, il cui tempo di intervento in caso di guasto è inferiore a 5 s.

Sistema in corrente continua (IT)

La presenza del trasformatore d'isolamento tra sezione c.c. e sezione c.a. nell'inverter consente di classificare come IT il sistema in corrente continua costituito dalla serie dei moduli fotovoltaici, dagli SPD e dai loro collegamenti agli inverter. La protezione nei confronti dei contatti indiretti è assicurata:

1. dall'interruttore differenziale dell'impianto fotovoltaico. Per le caratteristiche di isolamento dei componenti dell'impianto previsti nel progetto, si prevede un interruttore differenziale di tipo A da 60 A posto a valle della zona tecnica in cui è installato l'inverter. Nel caso di utilizzo di componenti diversi dal progetto, per la scelta dell'interruttore differenziale si seguano le indicazioni dei fogli tecnici forniti dal costruttore dell'inverter e la normativa vigente;
2. dal collegamento a terra delle carcasse metalliche.

9) Sezionamento lato cc e ca

L'interruttore denominato Solar Switch installato di serie sugli inverter SMA, consente il sezionamento dei sottocampi dell'impianto fotovoltaico, **mentre i fusibili presenti nel quadro di campo vanno manovrati solamente a vuoto.**

Il lato ca è invece sezionabile tramite l'interruttore automatico magnetotermico.

10) Misure di protezione sul collegamento alla rete elettrica

La protezione del sistema di generazione fotovoltaica è realizzata in conformità alla CEI 11-20 e alla DK 5940 ed. 2.2 . La protezione di interfaccia è interna agli inverter ed è certificata secondo la citata normativa.

11) Misure di protezione contro gli effetti delle scariche atmosferiche

L'impianto fotovoltaico non influisce in modo apprezzabile sulla forma o volumetria dell'edificio e pertanto non aumenta la probabilità di fulminazione diretta sulla struttura, che peraltro è già protetta tramite una rete magliata adiacente al campo solare.

Per quanto riguarda la 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 il particolare l'inverter. E' quindi stato necessario prevedere l'inserzione di due SPD a variatori sulla sezione c.c. e uno spinterometrico con collegamento a Y, nel quadro di campo in prossimità dell'impianto fotovoltaico.

Essi sono del tipo per ogni stringa:

1. N. 1 SPD tipo L 3/40 ciascuno aventi le seguenti caratteristiche :
 - Tensione massima continuativa Uc: 600 V cc
 - Classe di prova sec. IEC 61643-1+A1 (2001): I e II

- Corrente nominale di scarica I_n : 40 kA (8/20 μ s)/polo
- Corrente impulsiva di scarica I_{imp} : 12,5 kA (10/350 μ s)/polo
- Livello di protezione a I_n : $\leq 1,5$ kV
- Tempo di risposta: ≤ 25 ns
- Segnalazione ottica locale di eventuale guasto dell'SPD

Per la parte in c.a.

2. N. 3 SPD tipo L 2/20 e N. 1 SPD tipo I12 avente le seguenti caratteristiche :

- Tensione massima continuativa U_c : 335 V cc
- Classe di prova sec. IEC 61643-1+A1 (2001): I
- Corrente nominale di scarica I_n : 60 kA (8/20 μ s)/polo
- Corrente impulsiva di scarica I_{imp} : 60 kA (10/350 μ s)/polo
- Livello di protezione a I_n : $\leq 1,5$ kV
- Tempo di risposta: ≤ 100 ns

Compito degli scaricatori di sovratensione, adottati sul lato corrente continua, è quindi quello di agire prontamente al propagarsi nei cavi di eventuali forze elettromotrici indotte con caratteristica (8/20), (cioè sono efficaci per fronti ripidi di tensione avente tempo di salita del fronte d'onda pari a 8 microsecondi, e tempo di discesa del fronte d'onda pari a 20 microsecondi), e corrente di cresta di 20 kA, scaricando il picco di sovratensione verso terra.

Allo stesso modo, la protezione dal lato c.a. è attuata tramite l'installazione di Spd dello stesso tipo del lato c.c.

Dettagli di installazione

Il posizionamento delle apparecchiature e dei componenti è riportato negli Elaborati grafici allegati.

Posa moduli

I moduli fotovoltaici sono fissati sul lastrico solare piano della palestra per mezzo di apposite strutture in grado di consentire il montaggio e lo smontaggio per ciascun modulo, indipendentemente dalla presenza o meno dei moduli attigui.

Il sistema di fissaggio scelto è costituito da profili in alluminio e viteria in inox (cfr. pag. precedenti).

Posa inverter, quadri di campo e di parallelo

Gli inverter (di tipo IP65) saranno installati a parete, in posizione protetta, in prossimità del campo solare, all'interno di un quadro metallico.

I quadri di campo, di sezionamento lato c.a. e di parallelo utilizzati saranno IP65.

I cavi provenienti dalla stringa sono di tipo "solare" e sono fissati all'inverter tramite gli appositi morsetti stagni MTC4.

Collegamenti elettrici

I collegamenti tra i moduli fotovoltaici sono effettuati collegando tra loro i moduli tramite i connettori MTC4 positivi e negativi di cui sono già dotati.

La discesa dei cavi unipolari (conduttori attivi e cordina di terra) verso l'inverter è in tubo corrugato flessibile da 32 mm o in canalina.

Etichette identificative e cartellonistica

I vari componenti, con particolare attenzione per i quadri, i cavi e la messa a terra, saranno dotati di opportuna etichettatura al fine di facilitare le operazioni di manutenzione di personale specializzato.

2.3. SCHEDA TECNICA IMPIANTO "L. PIRANDELLO"

- Ubicazione dell'impianto fotovoltaico:

Indirizzo	via Nanterre snc
Comune di:	PESARO (PU)
Provincia di:	PESARO ED URBINO
Destinazione d'uso:	Istituto Compr. Statale "L. Pirandello"
Potenza nominale dell' impianto	24,96 kWp
Tensione in CC in ingresso al gruppo di Conversione della CC / CA	395,2 V
Tensione in CA in uscita dal gruppo di conversione della CC/ CA	400 V

- Caratteristiche dei moduli fotovoltaici:

STC = (Standard Test Condition: AM = 1.5; E = 1 kW / m²; T = 25° C)

MARCA E MODELLO MODULO FV	Schüco, MPE PS 04
<i>(similare o equivalente)</i>	
Dati Elettrici	
Potenza di picco (Wp)	240
Tolleranza rispetto alla Pmax	+5 % / - 0 %
Tensione al punto di massima potenza (Vmp)	30,40 V
Corrente al punto di massima potenza (Imp)	7,91 A
Tensione circuito aperto (Voc)	37,00 V
Corrente di corto circuito (Isc)	8,61 A
Dimensioni Modulo Fotovoltaico	
Tensione massima del sistema	1.000 V
Lunghezza	1.639 mm
larghezza	983 mm
Spessore (sola cornice)	42 mm
Peso modulo	18 Kg
Cavi	Schüco / 4 mm ² (MC-T4 compatibili) 100 cm ± 5 cm / 100 cm ± 5 cm
Celle	

MARCA E MODELLO MODULO FV	Schüco, MPE PS 04
<i>(similare o equivalente)</i>	
Tecnologia e numero di celle per modulo	Silicio policristallino, 60
Forma delle celle	Quadrate, 156 mm di lato

- Caratteristiche del gruppo di conversione (Inverter)

MARCA E MODELLO	SMA, STP 15000TL-10
<i>(similare o equivalente)</i>	
Ingresso (c.c.)	
Potenza max. c.c.	15.340 W
Tensione max. c.c.	1000 V
Intervallo di tensione, MPPT (inseguimento punto di max P)	150 V - 800 V
Corrente max. in ingresso	33 A / 11 A
Numero di inseguitori del punto di massima potenza	2
Numero massimo di stringhe (parallele)	5 / 1
Uscita (c.a.)	
Potenza nominale c.a.	15 kW
Potenza max. c.a.	15 kVA
Corrente max in uscita	24,6 A
Tensione nominale c.a./ intervallo	3 / N / PE, 230 / 400V
Frequenza di rete c.a./intervallo	50 Hz / 60 Hz / $\pm 4,5$ Hz
Fattore di potenza ($\cos \varphi$)	Regolabile (± 0.8)
Allacciamento c.a.	trifase
Grado di rendimento	
Grado di rendimento max	98,1%
Euro - η	97,7%
Dispositivi di protezione	
Protezione contro l'inversione di polarità c.c.	SI
Interruttore sezionatore del carico in corrente continua ESS	SI
Resistenza di corti circuiti c.a.	SI
Rivelatore di guasto a terra	SI
Controllo rete (SMA grid guard 2)	SI
Unità do monitoraggio correnti di guasto sensibile	SI
Dati generali	
Dimensioni (larghezza \times altezza \times profondità) in mm	665 / 690 / 265
Peso	65 kg

MARCA E MODELLO	SMA, STP 1500TL-10
<i>(similare o equivalente)</i>	
Intervallo temperatura di esercizio	-25 C... +60 C
Consumo: funzionamento (standby) / notturno	< 1 W
Topologia	Senza trasformatore
Tecnologia raffreddamento	OptiCool
Luogo d'installazione: interno / esterno (IP65)	SI

- Produzione media annua attesa di energia elettrica:

Potenza totale $P_{tot} = P_{mod} \times N_{mod} = 240 \text{ Wp} \times 104$	24.960 Wp
Superficie modulo $S_m = 1,639 \text{ m} \times 0,983 \text{ m}$	1,61 m ²
Superficie totale $S_{pv} = S_m \times 104 \text{ (N moduli)}$	167,55 m ²
Efficienza nominale del generatore PV $\eta_{PV} = P_{tot} / S_{pv} = 24,96 \text{ kWp} / 167,55 \text{ m}^2$	14,89%
Energia solare media annuale G _m (Superficie Inclinata di 30°)	1.602,35 kWh/m ²
Energia producibile in CC $E_{cc} = G_m \times \eta_{PV} \times S_{pv} = 1.602,35 \text{ kWh/m}^2 \times 14,89\% \times 167,55 \text{ m}^2$	39.975,74 kWh
Efficienza operativa media annuale dell'impianto η_{tot}	85%
Produzione media annua attesa $E_{ac} = E_{cc} \times \eta_{tot} = 39.975,74 \text{ kWh} \times 85\%$	33.979,37 kWh

- Requisiti tecnici minimi dei componenti e degli impianti:

Impianto fotovoltaico di potenza nominale non inferiore a 1 kW e non superiore a 1.000 kW collegati alla rete elettrica	x
Impianto collegato alla rete elettrica in bassa tensione	x
Impianto collegato alla rete elettrica in media tensione	
Impianto fotovoltaici ad isola	
ENTRATA IN ESERCIZIO	
Nuova costruzione o rifacimento totale dell' impianto FV	x
Potenziamento dell'impianto PV (produzione aggiuntiva)	

3. STRUTTURE DI SUPPORTO DEI MODULI FOTOVOLTAICI

La struttura di sostegno proposta per i moduli, di marca Schüco mod. PV Light simile o equivalente, sarà posata sulla copertura in cemento armato che costituisce il lastrico solare piano dei due plessi scolastici. I moduli saranno fissati ai sostegni per tetto piano in alluminio, attraverso staffe di bloccaggio in alluminio e bulloni in inox per il bloccaggio garantendone la facilità nell'installazione ed una modularità necessaria alle possibili operazioni di manutenzione e sostituzione. La presenza di tiranti nel senso longitudinale ha lo scopo di rinforzare le file e irrigidirle contro le oscillazioni generate da carichi aerodinamici. L'ancoraggio alla soletta sulla copertura avverrà tramite zavorre in calcestruzzo da 80 kg cad. per ogni modulo.

La carpenteria metallica per il fissaggio moduli alla struttura di supporto è illustrata nelle figure che seguono.

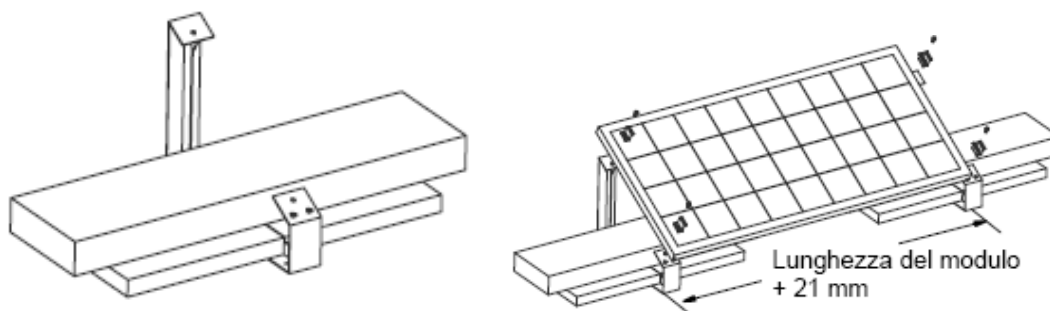


Figura 9 - Zavorra di sostegno per tetto piano e dettaglio di installazione modulo

Tutta la struttura, comprensiva dei moduli è idonea a sopportare i carichi statici di pressione di neve e vento secondo la normativa vigente. Il telaio metallico che sostiene i moduli risulterà in parte sovrapposto alla rete magliata presente, costituente la protezione elettrica dell'edificio, e sarà ad esso opportunamente collegato elettricamente.



Figura 10 - Staffe in alluminio per il fissaggio moduli alla struttura di sostegno

4. SISTEMA DI MONITORAGGIO E CONTROLLO IMPIANTI

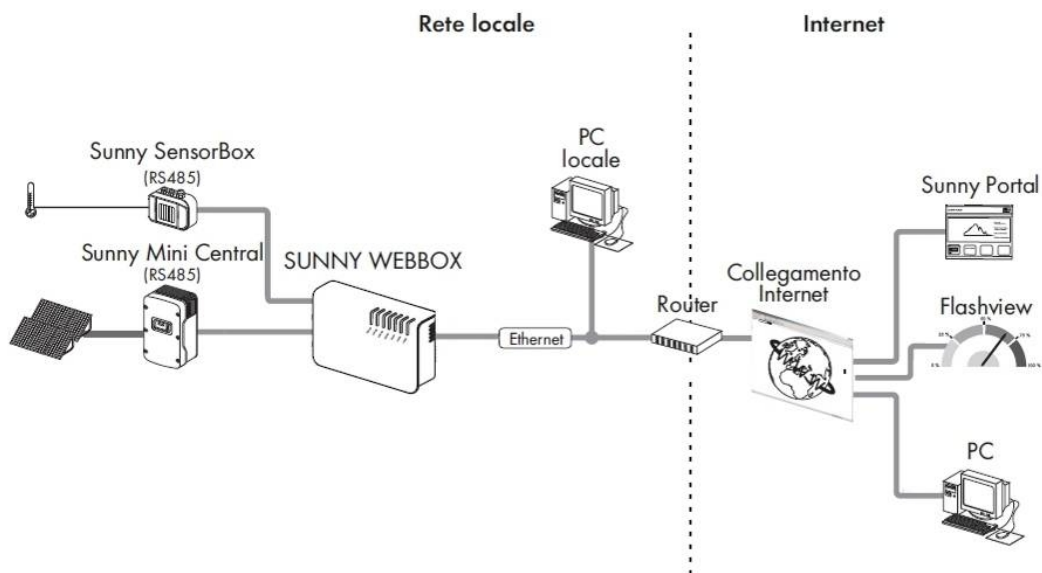


Figura 11 - Sistema di monitoraggio e controllo

Il sistema sarà fornito di un sistema di monitoraggio, controllo e diagnosi, collegato alla rete lan locale della scuola, tramite:

- Schüco Sunny Sensor Box, simile o equivalente, ovvero un kit sensori di irraggiamento (modulo solare ASI irraggiamento ISET - precisione +/-8% integrato) e di temperatura moduli (sensore al platino pt1000 per misura T modulo con precisione +/-5%) posizionato sul campo solare;



Figura 12 - Schüco Sunny Sensor Box (similare o equivalente)

- Schüco Sunny Web, similare o equivalente, ovvero un box centrale weblogger di comunicazione impianto solare tramite cavetto RS485 per monitoraggio, diagnosi, memorizzazione e visualizzazione. Sarà posizionato nel quadro generale c.c. / c.a.
- Collegamento tramite PC locale.



Figura 13 - Schüco Sunny Web (similare o equivalente)

5. VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE IMPIANTI

L'impianto fotovoltaico "L. Pirandello" e i relativi componenti saranno realizzati nel rispetto delle norme tecniche richiamate nell'Allegato 1 al DM 28 luglio 2005, ai sensi di quanto previsto dall'articolo 4, comma 3, del DM 28 luglio 2005.

Gli impianti fotovoltaici di potenza nominale superiore a 1 kW ed inferiore a 1.000 kW, saranno realizzati con componenti che assicurino l'osservanza delle due condizioni di cui all'articolo 4, comma 4, del DM 28 luglio 2005 e s.m.i.:

$$a. P_{CC} > 0,85 \times P_{NOM} \times I / I_{STC};$$

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 $1.000 W/m^2$, è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;
- Tale condizione deve essere verificata per $I > 600 W/m^2$.

$$b. P_{CA} > 0,9 \times P_{CC},$$

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%.

Tale condizione deve essere verificata per $P_{CA} > 90\%$ della potenza di targa del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata.

Gli impianti fotovoltaici saranno collegati alla rete elettrica, ivi incluse le piccole reti isolate di cui all'articolo 2, comma 17, del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79, e in particolare, se di potenza nominale non superiore a 20 kW, saranno collegato alla rete elettrica in bassa o media tensione ai sensi di quanto previsto dall'articolo 4, comma 5, del DM 28 luglio 2005.

I sistemi di misura dell'energia elettrica prodotta saranno collocati all'uscita dei gruppi di conversione della corrente continua in corrente alternata, resa disponibile alle utenze elettriche del soggetto responsabile e/o immessa nella rete elettrica e saranno idonei a consentire la telelettura della misura dell'energia elettrica prodotta e di quella immessa in rete nel caso in cui il soggetto responsabile intenda avvalersi del gestore di rete cui l'impianto è collegato per il servizio di misura.

Le verifiche di cui sopra dovranno essere effettuate, a lavori ultimati, dall'installatore dell'impianto, che dovrà essere in possesso di tutti i requisiti previsti dalle leggi in materia e dovrà emettere una dichiarazione, firmata e siglata in ogni parte, che attesti l'esito delle verifiche e la data in cui le predette sono state effettuate.

6. PIANO DI MANUTENZIONE IMPIANTI

Le attività di verifica sono consigliate con cadenza almeno annuale da effettuarsi da personale specializzato nel rispetto delle norme di sicurezza vigente e che abbia preso visione dei singoli manuali d'uso e manutenzione oltre che dei progetto esecutivi e dell'as built.

Componente	Controllo
Generatore Fotovoltaico	Stato di pulizia dei moduli fotovoltaici
	Integrità della superficie captante dei moduli
	Deterioramento visivo dell'incapsulante o microscariche per perdita isolamento
	Controllo di delle cassette di terminazione (deformazione, umidità, contatti elettrici, diodi di bypass, serraggio, siliconatura passacavi, sfilabilità cavi)

Componente	Controllo
	Uniformità di tensioni correnti e resistenza d'isolamento delle stringhe fotovoltaiche
Strutture di sostegno	Serraggio delle connessioni bullonate e integrità della geometria
	Stato dell'ossidazione/passivazione della struttura metallica
Quadri elettrici	Integrità dell'armadio e corretta indicazione degli strumenti eventualmente presenti
	Efficacia dei diodi di blocco e dell'efficienza degli scaricatori di sovratensione
	Efficienza degli organi di manovra e degli interruttori automatici
	Prova a sfilamento dei cablaggi in ingresso ed uscita
Rete di terra	Verifica della continuità dell'impianto di terra e misura della resistenza
Convertitori statici	Riferirsi al manuale d'uso e manutenzione della macchina
Collegamenti elettrici	Sui cavi a vista, identificare danneggiamenti, bruciature, abrasioni, deterioramento isolante, variazioni di colorazione del materiale usato

Tabella 9 - Piano di manutenzione degli impianti

7. NORME TECNICHE RILEVANTI

Il presente progetto è stato elaborato in conformità alle leggi e norme di seguito elencate, che devono essere in ogni caso rispettate in fase di realizzazione e messa in opera dei singoli componenti e dell'installazione nel suo insieme.

7.1. LEGGI E DECRETI DI CARATTERE GENERALE

- Legge 1° marzo 1968, n. 186 – Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici.
- Legge 5 novembre 1971, n. 1086 – Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica.
- Legge 2 febbraio 1974 n. 64 – Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche

- Legge 18 ottobre 1977, n. 791 – Attuazione della direttiva del Consiglio delle Comunità europee (73/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione – bassa tensione.
- Legge 5 marzo 1990, n. 46 – Norme per la sicurezza degli impianti.
- D.P.R. 6 dicembre 1991, n. 447 – Regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990, n. 46 in materia di sicurezza degli impianti.
- D.P.R. 18 aprile 1994, n. 392 – Regolamento recante disciplina del procedimento di riconoscimento delle imprese ai fini della installazione, ampliamento e trasformazione degli impianti nel rispetto delle norme di sicurezza.
- D.Lgs. 12 novembre 1996, n. 615 – Attuazione della direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 3 maggio 1989, in materia di ravvicinamento delle legislazioni degli stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica, modificata e integrata dalla direttiva 92/31/CEE del Consiglio del 28 aprile 1992, dalla direttiva 93/68/CEE del Consiglio del 22 luglio 1993 e dalla direttiva 93/97/CEE del Consiglio del 29 ottobre 1993.
- D.Lgs. 25 novembre 1996, n. 626 – Attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione.
- D.Lgs. 16 marzo 1999, n. 79 – Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica.
- D.M. 11 novembre 1999 – Direttive per l'attuazione delle norme in materia di energia elettrica da fonti rinnovabili di cui ai commi 1, 2 e 3 dell'articolo 11 del D.L. 16 marzo 1999, n. 79.
- Legge 22 febbraio 2001 n. 36 – Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici
- DPCM 8 luglio 2003 – Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz
- D.Lgs. 29 dicembre 2003. n. 387 – Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.
- Legge 23 agosto 2004, n. 239 – Riordino del settore energetico, nonché delega al governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia.

- D.M. 28 luglio 2005 – Criteri per l'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.
- D.M. 6 febbraio 2006 – Criteri per l'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.
- Decreto 16 febbraio 2007 del Ministero dell'Interno – Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione
- D.M. 19 febbraio 2007 – Criteri e modalità per incentivare la produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare, in attuazione dell'articolo 7 del D.L. 29 dicembre 2003, n. 387.
- Circolare n. 46/E del 19 luglio 2007 – Disciplina fiscale degli incentivi per gli impianti fotovoltaici.
- Decreto 14 gennaio 2008 del Min. delle Infr. e dei Trasp. – Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni
- D.M 22 gennaio 2008 n. 37 – 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
- D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 – Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro (Testo unico sulla sicurezza nei luoghi di lavoro)
- Decreto 29 maggio 2008 – Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti
- Circolare n. 32/E del 6 luglio 2009 – Imprenditori agricoli - produzione e cessione di energia elettrica e calorica da fonti rinnovabili agroforestali e fotovoltaiche nonché di carburanti e di prodotti chimici derivanti prevalentemente da prodotti del fondo: aspetti fiscali.
- Circolare del Ministero dell'Interno n. 5158 del 26 marzo 2010 – Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici
- D.P.R. 9 luglio 2010 – Regolamento recante procedimento semplificato di autorizzazione paesaggistica per gli interventi di lieve entità, a norma dell'articolo 146, comma 9, del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, e successive modificazioni
- Decreto 6 agosto 2010 – Incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare

- Risoluzione n. 88/E del 25 agosto 2010 – Interpello - Art. 11 Legge 27 luglio 2000, n. 212 – Gestore Servizi Energetici - GSE – articolo 2 della legge 24 dicembre 2007, n. 244
- DM 10 settembre 2010 – Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili

7.2. DELIBERAZIONI AUTORITÀ PER L'ENERGIA ELETTRICA E IL GAS

- Delibera AEEG 111/06 – Condizioni per l'erogazione del pubblico servizio di dispacciamento dell'energia elettrica sul territorio nazionale e per l'approvvigionamento delle relative risorse su base di merito economico, ai sensi degli articoli 3 e 5 del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79
- Delibera n. 260/06 – Modificazione ed integrazione della 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.
- Delibera n. 88/07 – Disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di generazione.
- Delibera 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 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 ARG/elt 280/07 – Modalità e condizioni tecnico-economiche per il ritiro dell'energia elettrica ai sensi dell'articolo 13, commi 3 e 4, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387/03, e del comma 41 della legge 23 agosto 2004, n. 239/04
- Delibera n. 348/07 – Testo integrato delle disposizioni dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas per l'erogazione dei servizi di trasmissione, distribuzione e misura dell'energia elettrica per il periodo di regolazione 2008-2011 e disposizioni in materia di condizioni economiche per l'erogazione del servizio di connessione
- Delibera ARG/elt 33/08 – Condizioni tecniche per la connessione alle reti di distribuzione dell'energia elettrica a tensione nominale superiore ad 1 kV
- Delibera ARG/elt 74/08 – Testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per lo scambio sul posto (TISP)

- Delibera ARG/elt 99/08 – Testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica (Testo integrato delle connessioni attive – TICA)
- Delibera ARG/elt 107/08 – Modificazioni e integrazioni alla deliberazione dell’Autorità per l’energia elettrica e il gas 6 novembre 2007, n. 280/07, in materia di ritiro dedicato dell’energia elettrica
- Delibera ARG/elt 119/08 – Disposizioni inerenti l’applicazione della deliberazione dell’Autorità per l’energia elettrica e il gas ARG/elt 33/08 e delle richieste di deroga alla norma CEI 0-16, in materia di connessioni alle reti elettriche di distribuzione con tensione maggiore di 1 kV
- Delibera ARG/elt 161/08 – Modificazione della deliberazione dell’Autorità per l’energia elettrica e il gas 13 aprile 2007, n. 90/07, in materia di incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti fotovoltaici
- Delibera ARG/elt 179/08 – Modifiche e integrazioni alle deliberazioni dell’Autorità per l’energia elettrica e il gas ARG/elt 99/08 e n. 281/05 in materia di condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica
- Delibera ARG/elt 184/08 – Disposizioni transitorie in materia di scambio sul posto di energia elettrica
- Delibera ARG/elt 205/08
- Istituzione di un’anagrafica per gli impianti di produzione di energia elettrica e razionalizzazione dei flussi informativi tra i vari soggetti operanti nel settore della produzione di energia elettrica
- Delibera ARG/elt 1/09 – Attuazione dell’articolo 2, comma 153, della legge n. 244/07 e dell’articolo 20 del decreto ministeriale 18 dicembre 2008, in materia di incentivazione dell’energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili tramite la tariffa fissa onnicomprensiva e di scambio sul posto
- Delibera ARG/elt 127/10 – Modifiche e integrazioni alla deliberazione dell’Autorità per l’energia elettrica e il gas ARG/elt 99/08 in materia di condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione (TICA)

7.3. NORME TECNICHE

Criteria di progetto e documentazione

- CEI 0-2 – Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici.
- CEI EN 60445 – Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione – Identificazione dei morsetti degli apparecchi e delle estremità di conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico.
- Guida CEI 82-25 – Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione

Sicurezza elettrica

- CEI 11-27 – Lavori su impianti elettrici.
- 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 64-12 – Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario.
- CEI 64-14 – Guida alla verifica degli impianti elettrici utilizzatori.
- IEC/TS 60479-1 – Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects.
- CEI EN 60529 – Gradi di protezione degli involucri (codice IP).

Parte fotovoltaica

- IEC/TS 61836 – Solar photovoltaic energy systems - Terms and symbols.
- CEI EN 60891 – Caratteristiche I-V di dispositivi fotovoltaici in silicio cristallino – Procedure di riporto dei valori misurati in funzione di temperatura e irraggiamento.
- CEI EN 60904-1 – Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione.
- CEI EN 60904-2 – Dispositivi fotovoltaici – Parte 2: Prescrizione per le celle solari di riferimento.
- CEI EN 60904-3 – Dispositivi fotovoltaici – Parte 3: Principi di misura dei sistemi solari fotovoltaici (PV) per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento.
- CEI EN 61173 – Protezione contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici (FV) per la produzione di energia – Guida.

- CEI EN 61215 – Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri – Qualifica del progetto e omologazione del tipo.
- CEI EN 61646 – Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri – Qualifica del progetto e approvazione di tipo.
- CEI EN 61277 – Sistemi fotovoltaici (FV) di uso terrestre per la generazione di energia elettrica – Generalità e guida.
- CEI EN 61345 – Prova all'UV dei moduli fotovoltaici (FV).
- CEI EN 61701 – Prova di corrosione da nebbia salina dei moduli fotovoltaici (FV).
- CEI EN 61724 – Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici – Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati.
- CEI EN 61727 – Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo alla rete.
- CEI EN 61829 – Schiere di moduli fotovoltaici (FV) in silicio cristallino – Misura sul campo delle caratteristiche I-V.
- CEI EN 50380 – Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici.

Quadri elettrici

- CEI EN 60439-1 (17-13/1) – 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 60439-3 (17-13/3) – Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 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 23-51 – Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.

Rete elettrica del distributore e allacciamento degli impianti

- CEI 11-1 – Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata.
- CEI 11-17 – Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica.
- CEI 11-20 – Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria

- CEI 11-20;V1 – Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria
- CEI 11-20;V2 – Allegato C. Prove per la verifica delle funzioni di interfaccia con la rete elettrica per i micro generatori
- Norma CEI 0-16 – Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica

Linee in cavo

- CEI 11-20 – Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria.
- CEI 11-20;V1 – Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria – Variante.
- CEI EN 50110-1 – Esercizio degli impianti elettrici.
- CEI EN 50160 – Caratteristiche della tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione dell'energia elettrica.

Cavi, cavidotti e accessori

- CEI 20-19/1 – Cavi con isolamento reticolato con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 1: Prescrizioni generali.
- CEI 20-19/4 – Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 4: Cavi flessibili.
- CEI 20-19/9 – Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 9: Cavi unipolari senza guaina, per installazione fissa, a bassa emissione di fumi e di gas tossici e corrosivi.
- CEI 20-19/10 – Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 10: Cavi flessibili isolati in EPR e sotto guaina di poliuretano.
- CEI 20-19/11 – Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 11: Cavi flessibili con isolamento in EVA.
- CEI 20-19/12 – Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 12: Cavi flessibili isolati in EPR resistenti al calore.
- CEI 20-19/13 – Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 470/750 V – Parte 13: Cavi unipolari e multipolari, con isolante e guaina in miscela reticolata, a bassa emissione di fumi e di gas tossici e corrosivi.

- CEI 20-19/14 – Cavi con isolamento reticolato con tensione nominale non superiore a 450/750V Parte 14: Cavi per applicazioni con requisiti di alta flessibilità.
- CEI 20-19/16 – Cavi isolati in gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 16: Cavi resistenti all'acqua sotto guaina di policloroprene o altro elastomero sintetico equivalente.
- CEI 20-20/1 – Cavi con isolamento termoplastico con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 1: Prescrizioni generali.
- CEI 20-20/3 – Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 3: Cavi senza guaina per posa fissa.
- CEI 20-20/4 – Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 4: Cavi con guaina per posa fissa.
- CEI 20-20/5 – Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 5: Cavi flessibili.
- CEI 20-20/9 – Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 9: Cavi senza guaina per installazione a bassa temperatura.
- CEI 20-20/12 – Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 12: Cavi flessibili resistenti al calore.
- CEI 20-20/14 – Cavi con isolamento termoplastico con tensione nominale non superiore a 450/750 V - Parte 14: Cavi flessibili con guaina e isolamento aventi mescole termoplastiche prive di alogeni.
- CEI-UNEL 35024-1 – Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI-UNEL 35026 – Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.
- CEI 20-40 – Guida per l'uso di cavi a bassa tensione.
- CEI 20-65 – Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico, termoplastico e isolante minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua - Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati in fascio contenente conduttori di sezione differente.

- CEI 20-67 – Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV.
- CEI 20-91 – Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma per impianti fotovoltaici
- CEI EN 50086-1 – Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Parte 1: Prescrizioni generali.
- CEI EN 50086-2-1 (23-54) – Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche – Parte 2-1: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori.
- CEI EN 50086-2-2 (23-55) – Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche – Parte 2-2: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori.
- CEI EN 50086-2-3 (23-56) – Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche – Parte 2-3: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori.
- CEI EN 50086-2-4 (23-46) – Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati.
- CEI EN 50262 (20-57) – Pressacavo metrici per installazioni elettriche.
- CEI EN 60423 (23-26) – Tubi per installazioni elettriche – Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi e accessori.

Conversione della potenza

- CEI 22-2 – Convertitori elettronici di potenza per applicazioni industriali e di trazione.
- CEI EN 60146-1-1 (22-7) – Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-1: Specifiche per le prescrizioni fondamentali.
- CEI EN 60146-1-3 (22-8) – Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-3: Trasformatori e reattori.
- CEI UNI EN 45510-2-4 – Guida per l'approvvigionamento di apparecchiature destinate a centrali per la produzione di energia elettrica – Parte 2-4: Apparecchiature elettriche – Convertitori statici di potenza.

Scariche atmosferiche e sovratensioni

- CEI 81-3 – Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato nei comuni d'Italia, in ordine alfabetico.
- CEI 81-8 – Guida d'applicazione all'utilizzo di limitatori di sovratensioni sugli impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione.

- CEI EN 50164-1 (81-5) – Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC) – Parte 1: Prescrizioni per i componenti di connessione.
- CEI EN 61643-11 (37-8) – Limitatori di sovratensioni di bassa tensione – Parte 11: Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi di bassa tensione – Prescrizioni e prove.
- CEI EN 62305-1 – Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali.
- CEI EN 62305-2 – Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio.
- CEI EN 62305-3 – Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone.
- CEI EN 62305-4 – Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture.

Dispositivi di potenza

- CEI EN 50123 (serie) – Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi - Apparecchiatura a corrente continua.
- CEI EN 60898-1 – Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e simili – Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata.
- CEI EN 60947-4-1 – Apparecchiature a bassa tensione – Parte 4-1: Contattori ed avviatori – Contattori e avviatori elettromeccanici.
- CEI EN 61095 – Contattori elettromeccanici per usi domestici o simili.

Compatibilità elettromagnetica

- CEI 110-26 – Guida alle norme generiche EMC.
- CEI EN 61000-6-1 (210-64) – Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-1: Norme generiche - Immunità per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera.
- CEI EN 61000-6-2 (210-54) – Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-2: Norme generiche - Immunità per gli ambienti industriali.
- CEI EN 61000-6-3 (210-65) – Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-3: Norme generiche - Emissione per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera.
- CEI EN 61000-6-4 (210-66) – Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-4: Norme generiche - Emissione per gli ambienti industriali.

- CEI EN 50082-1 (110-8) – Compatibilità elettromagnetica – Norma generica sull'immunità – Parte 1: Ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera.
- CEI EN 50263 (95-9) – Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Norma di prodotto per i relè di misura e i dispositivi di protezione.
- CEI EN 60555-1 (77-2) – Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili – Parte 1: Definizioni.
- CEI EN 61000-2-2 (110-10) – Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-2: Ambiente – Livelli di compatibilità per i disturbi condotti in bassa frequenza e la trasmissione dei segnali sulle reti pubbliche di alimentazione a bassa tensione.
- CEI EN 61000-2-4 (110-27) – Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-4: Ambiente – Livelli di compatibilità per disturbi condotti in bassa frequenza negli impianti industriali.
- CEI EN 61000-3-2 (110-31) – Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-2: Limiti – Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso ≤ 16 A per fase).
- CEI EN 61000-3-3 (110-28) – Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3: Limiti – Sezione 3: Limitazione delle fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature con corrente nominale > 16 A e non soggette ad allacciamento su condizione.
- CEI EN 61000-3-12 (210-81) – Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-12: Limiti - Limiti per le correnti armoniche prodotte da apparecchiature collegate alla rete pubblica a bassa tensione aventi correnti di ingresso > 16 A e ≤ 75 A per fase.

Energia solare

- UNI 8477 Energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Valutazione dell'energia raggiante ricevuta.
- UNI EN ISO 9488 Energia solare – Vocabolario.
- UNI 10349 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici.

Strutture

- UNI ENV 1991-1 Eurocodice 1 – Basi di calcolo ed azioni sulle strutture – Parte 1: basi di calcolo.
- UNI ENV 1991-2-1 Eurocodice 1 – Basi di calcolo ed azioni sulle strutture – Parte 2-1: Azioni sulle strutture – Massa volumica, pesi propri e carichi composti.

- UNI ENV 1991-2-3 Eurocodice 1 – Basi di calcolo ed azioni sulle strutture – Parte 2-3: Azioni sulle strutture – Carichi da neve.
- UNI ENV 1991-2-4 Eurocodice 1 – Basi di calcolo ed azioni sulle strutture – Parte 2-4: Azioni sulle strutture – Azioni del vento.
- UNI ENV 1991-2-5 Eurocodice 1 – Basi di calcolo ed azioni sulle strutture – Parte 2-5: Azioni sulle strutture – Azioni termiche.

7.4. REGOLAMENTI

- Enel – Guida per le connessioni alla rete elettrica di Enel Distribuzione

7.5. ALTRI DOCUMENTI

Esistono documenti (Istruzioni CNR) che non hanno valore di normativa, anche se in qualche caso i decreti ministeriali fanno espressamente riferimento ad essi. Quelli di interesse ai fini del presente lavoro vengono riportati di seguito.

- CNR 10011/86 – Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.
- CNR 10022/84 – Costruzioni di profilati di acciaio formati a freddo.
- CNR 10024/86 – Analisi mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo.

7.6. ELENCO ELABORATI GRAFICI (ELB)

- | | | |
|----|--|-------|
| 1. | Pirandello_Planimetria_Stato di progetto_R04 | ELB03 |
| 2. | Pirandello_Schema unifilare elettrico_R04 | ELB04 |