



COMUNE DI SANTA MARIA A MONTE (PI)

PROGETTO ESECUTIVO
Ristrutturazione Edifici Scolastici - Lotto II
Sostituzione infissi scuola elementare Montecalvoli



Responsabile Unico del Procedimento

Ing. Maurizio Iannotta

Progettista

Ing. Paolo Bartolucci

Oggetto

RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Collaboratori

Ing. Fabio Mercadante
Geom. Lorenzo Pagni
Per.Inf. Gilles Giannoni
Ing. Emanuele Pacini

Rev.	Data	Descrizione
0	30/06/2019	Prima emissione

PROGETTO ESECUTIVO

data di emissione

30/06/2019

nome file

ES_18_02_L2_E_RT_04_Relazione tecnica impianto fotovoltaico.dwg

eseguito

verificato

approvato

scala

-

elaborato

RT_04



Comune di Santa Maria a Monte

“Ristrutturazione di edifici scolastici – Lotto II”

Sostituzione infissi scuola elementare di Montecalvoli

<p>PROGETTO ESECUTIVO</p>

RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

INDICE

1. OGGETTO	3
1.1 COMPOSIZIONE DELL'OPERA	3
1.2 SUDDIVISIONE DELLE OPERE ELETTRICHE	3
1.3 CRITERI DI SCELTA	3
2. RIFERIMENTI NORMATIVI	4
2.1 PREMessa	4
2.2 RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVA TECNICA.....	4
3. ASPETTI TECNICI DI PROGETTO.....	10
3.1 PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI.....	10
3.2 PROTEZIONE CONTRO I CORTO CIRCUITI	10
3.3 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI	10
3.4 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI	11
4. SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI E DEGLI IMPIANTI.....	12
4.1 QUADRI ELETTRICI DI BASSA TENSIONE.....	12
4.2 QUADRI IN CORRENTE CONTINUA	13
4.3 INTERRUTTORI AUTOMATICI.....	14
4.4 CAVI E CONDUTTURE.....	15
4.5 TUBAZIONI	16
4.6 CASSETTE DI DERIVAZIONE – CONNESSIONI.....	17
4.7 IMPIANTO DI TERRA	17
4.8 SGANCIO DI EMERGENZA	17
5. CRITERI AMBIENTALI MINIMI PER L'AFFIDAMENTO DI SERVIZI DI PROGETTAZIONE E LAVORI PER LA NUOVA COSTRUZIONE, RISTRUTTURAZIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI PUBBLICI.....	18
5.1 APPROVVIGIONAMENTO ENERGETICO (ART. 2.2.5).....	18
5.2 SISTEMA DI MONITORAGGIO DEI CONSUMI ENERGETICI (ART. 2.6.3)	18
6. DESCRIZIONE DELLE OPERE IMPIANTO FV.....	19
6.1 QUADRI ELETTRICI DI DISTRIBUZIONE	19
6.2 IMPIANTO DI MESSA A TERRA	19
6.3 IMPIANTO FOTOVOLTAICO	19
6.1 SITO DI INSTALLAZIONE.....	20
6.2 DISPONIBILITÀ DI SPAZI SUI QUALI INSTALLARE L'IMPIANTO FOTOVOLTAICO	20
6.3 DISPONIBILITÀ DELLA FONTE SOLARE	20
6.4 FATTORI MORFOLOGICI E AMBIENTALI	21
6.5 PROCEDURE DI CALCOLO	22
6.6 DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO	24
6.7 SOTTOIMPIANTO MPPT SOTTOIMPIANTO MPPT1.....	25
6.8 SCHEDE TECNICHE	29
7. CALCOLI IMPIANTO FOTOVOLTAICO	30
7.1 SITO DI INSTALLAZIONE.....	30
7.2 DISPONIBILITÀ DI SPAZI SUI QUALI INSTALLARE L'IMPIANTO FOTOVOLTAICO	30
7.3 DISPONIBILITÀ DELLA FONTE SOLARE	30
7.4 FATTORI MORFOLOGICI E AMBIENTALI	31
7.5 PROCEDURE DI CALCOLO	32
7.6 DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO	34
7.7 SOTTOIMPIANTO MPPT SOTTOIMPIANTO MPPT1.....	35
8. CONSIDERAZIONI FINALI	39

1. OGGETTO

La presente relazione ha lo scopo di evidenziare le linee di intervento ed i criteri eseguiti per la redazione del Progetto Esecutivo per realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica a pannelli fotovoltaici della potenzialità nominale di 6,00 kWp, da installare sulla copertura dell'edificio adibito a scuola elementare posta nel Comune di Santa Maria a Monte, loc. Montecalvoli (Pisa).

Inoltre verranno illustrate le metodologie seguite per il dimensionamento e la scelta dei principali componenti degli impianti elettrici relativamente alla corretta funzionalità degli impianti stessi, con riferimento alle condizioni di pieno esercizio ed al rispetto della normativa tecnica vigente in materia.

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

1.1 Composizione dell'opera

La presente opera progettuale si compone dei seguenti documenti:

- RTIE-01: Relazione tecnica e specialistica;
- IE01: Impianto FV - Schema Planimetrico;
- IE02: Impianto FV - Schema Funzionale;
- RCIE-02: Relazione di Calcolo degli impianti;
- CME.03_Computo metrico estimativo;
- EPIE.04_Elenco prezzi unitari;
- APIE.01_Analisi Prezzi;

1.2 Suddivisione delle opere elettriche

▪ Impianto Fotovoltaico:

- Realizzazione di impianto fotovoltaico da 6,00 kWp, composto 20 pannelli e da 1 inverter trifase da 6 kW;
- quadri elettrici in corrente continua ed in corrente alternata, a protezione delle stringhe fotovoltaiche e dei circuiti elettrici facenti capo all'impianto fotovoltaico;
- Modifiche dell'impianto di messa a terra e di protezione dalle scariche atmosferiche per l'inserimento dell'impianto fotovoltaico.

1.3 Criteri di scelta

In particolare le scelte progettuali sono state motivate dall'obiettivo di dotare il nuovo edificio di sistemi impiantistici semplici e funzionali, conformi agli standard dettati, oltre che dalle norme cogenti, anche da norme di indirizzo emanate da enti o da esperienze in altre simili strutture.

Non potendo sottovalutare i problemi economici, che costringono a comprimere le risorse da destinare alla realizzazione di nuove opere, si è cercato comunque di fare in modo che le scelte progettuali, soprattutto in termini di materiali e tecnologie, non siano rapportate esclusivamente agli aspetti economici, valutino con attenzione oltre ai requisiti irrinunciabili del progetto all'esigenza di non spostare alcuni costi dalla fase di investimento a quella di esercizio.

Inoltre è stata considerata la futura possibilità di implementare ulteriori sistemi e tecnologie volte a criteri generali di progettazione degli impianti elettrici

Oltre ai dati tecnici di progetto, alle prescrizioni di cui alla norma CEI generale ed alle norme CEI specifiche relative, gli impianti elettrici i componenti e la loro progettazione dovranno rispondere a quanto di seguito specificato:

- non dovranno costituire causa primaria di incendio o esplosione;
- non dovranno fornire alimento o propagazione degli incendi;
- dovranno essere adeguati all'uso previsto, compatibili tra loro e compatibili con le caratteristiche delle alimentazioni ordinarie, di sicurezza, di riserva o emergenza;
- dovranno essere protetti dalle influenze esterne ai quali potranno essere sottoposti (agenti atmosferici, urti e danneggiamenti meccanici, atti di vandalismo, ecc.);
- gli impianti ed il loro componenti dovranno risultare accessibili in modo semplice e rapido, onde garantire le operazioni ordinarie di manutenzione preventiva (o programmata) e quelle straordinarie di manutenzione correttiva (o di emergenza).

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

2.1 Premessa

Con particolare riferimento alla costruzione, al funzionamento ed alla sicurezza degli impianti elettrici e speciali assimilati, di seguito sono citate le principali norme di legge e quelle tecniche applicabili al progetto in questione.

2.2 Riferimenti legislativi e normativa tecnica

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

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

LEGGI E DECRETI

Normativa generale

Decreto Legislativo n. 504 del 26-10-1995, aggiornato 1-06-2007: Testo Unico delle disposizioni legislative concernenti le imposte sulla produzione e sui consumi e relative sanzioni penali e amministrative.

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

Legge n. 239 del 23-08-2004: riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia.

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

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

Decreto Legislativo n. 115 del 30-05-2008: attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE.

Decreto Legislativo n. 56 del 29-03-2010: modifiche e integrazioni al decreto 30 maggio 2008, n. 115.

Decreto del presidente della repubblica n. 59 del 02-04-2009: regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.

Decreto Legislativo n. 26 del 2-02-2007: attuazione della direttiva 2003/96/CE che ristruttura il quadro comunitario per la tassazione dei prodotti energetici e dell'elettricità.

Decreto Legge n. 73 del 18-06-2007: testo coordinato del Decreto Legge 18 giugno 2007, n. 73.

Decreto 2-03-2009: disposizioni in materia di incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

Legge n. 99 del 23 luglio 2009: disposizioni per lo sviluppo e l'internazionalizzazione delle imprese, nonché in materia di energia.

Legge 13 Agosto 2010, n. 129 (GU n. 192 del 18-8-2010): Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 8 luglio 2010, n. 105, recante misure urgenti in materia di energia. Proroga di termine per l'esercizio di delega legislativa in materia di riordino del sistema degli incentivi. (Art. 1-septies - Ulteriori disposizioni in materia di impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili).

Decreto legislativo del 3 marzo 2011, n. 28: Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili.

Decreto legge del 22 giugno 2012, n. 83: misure urgenti per la crescita del Paese.

Legge 11 agosto 2014, n. 116: conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 24 giugno 2014, n. 91, recante disposizioni urgenti per il settore agricolo, la tutela ambientale e l'efficientamento energetico dell'edilizia scolastica e universitaria, il rilancio e lo sviluppo delle imprese, il contenimento dei costi gravanti sulle tariffe elettriche, nonché per la definizione immediata di adempimenti derivanti dalla normativa europea. (GU Serie Generale n.192 del 20-8-2014 - Suppl. Ordinario n. 72).

Decreto Ministero dello sviluppo economico del 19 maggio 2015 (GU n.121 del 27-5-2015): approvazione del modello unico per la realizzazione, la connessione e l'esercizio di piccoli impianti fotovoltaici integrati sui tetti degli edifici.

Sicurezza

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

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

Ministero dell'interno

"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - DCPREV, prot.5158 - Edizione 2012.

"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - Nota DCPREV, prot.1324 - Edizione 2012.

"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - Chiarimenti alla Nota DCPREV, prot.1324 "Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici – Edizione 2012".

Secondo Conto Energia

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

Legge n. 244 del 24-12-2007 (Legge finanziaria 2008): disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato.

Decreto Attuativo 18-12-2008 - Finanziaria 2008

DM 02/03/2009: disposizioni in materia di incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

Terzo Conto Energia

Decreto 6 agosto 2010: incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

Quarto Conto Energia

Decreto 5 maggio 2011: incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti solari fotovoltaici.

Quinto Conto Energia

Decreto 5 luglio 2012: attuazione dell'art. 25 del decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28, recante incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti solari fotovoltaici.

Deliberazione 12 luglio 2012 292/2012/R/EFR: determinazione della data in cui il costo cumulato annuo degli incentivi spettanti agli impianti fotovoltaici ha raggiunto il valore annuale di 6 miliardi di euro e della decorrenza delle modalità di incentivazione disciplinate dal decreto del ministro dello sviluppo economico, di concerto con il ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare 5 luglio 2012.

NORME TECNICHE

Normativa fotovoltaica

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

CEI 82-25; V2: guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.

CEI EN 60904-1(CEI 82-1): dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente.

CEI EN 60904-2 (CEI 82-2): dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento.

CEI EN 60904-3 (CEI 82-3): dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento.

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

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

CEI EN 61724 (CEI 82-15): rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati.

CEI EN 61730-1 (CEI 82-27): qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: Prescrizioni per la costruzione.

CEI EN 61730-2 (CEI 82-28): qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2: Prescrizioni per le prove.

CEI EN 62108 (82-30): moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo.

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

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

CEI EN 50521 (CEI 82-31): connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove.

CEI EN 50524 (CEI 82-34): fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici.

CEI EN 50530 (CEI 82-35): rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica.

EN 62446 (CEI 82-38): grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection.

CEI 20-91: cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.

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

UNI/TR 11328-1: "Energia solare - Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia - Parte 1: Valutazione dell'energia ricevuta".

Altra Normativa sugli impianti elettrici

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

CEI 0-16: regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.

CEI 0-21: regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici 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 EN 50438 (CT 311-1): prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione.

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 EN 60099-1 (CEI 37-1): scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata

CEI EN 60439 (CEI 17-13): apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).

CEI EN 60445 (CEI 16-2): principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico.

CEI EN 60529 (CEI 70-1): gradi di protezione degli involucri (codice IP).

CEI EN 60555-1 (CEI 77-2): disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni.

CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso $I_n = 16$ A per fase).

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

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

CEI EN 50470-1 (CEI 13-52): apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparato di misura (indici di classe A, B e C).

CEI EN 50470-3 (CEI 13-54): apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C).

CEI EN 62305 (CEI 81-10): protezione contro i fulmini.

CEI 81-3: valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato.

CEI 20-19: cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V.

CEI 20-20: cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V.

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

CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008: requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

DELIBERE AEEGSI

Connessione

Delibera ARG/ELT n. 33-08: condizioni tecniche per la connessione alle reti di distribuzione dell'energia elettrica a tensione nominale superiore ad 1 kV.

Deliberazione 84/2012/R/EEL: interventi urgenti relativi agli impianti di produzione di energia elettrica, con particolare riferimento alla generazione distribuita, per garantire la sicurezza del sistema elettrico nazionale.

Ritiro dedicato

Delibera ARG/ELT n. 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.

Servizio di misura

Delibera ARG/ELT n. 88-07: disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di generazione.

TIME (2016-2019) - Allegato B Delibera 654/2015/R/EEL: testo integrato delle disposizioni per l'erogazione del servizio di misura dell'energia elettrica.

Tariffe

Delibera 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.

TIV - Allegato A - Deliberazione 19 luglio 2012 301/2012/R/EEL (valido dal 01-01-2016)

TIT (2016-2019) - Allegato A Delibera 654/2015/R/EEL: testo integrato delle disposizioni per l'erogazione dei servizi di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica

TIC (2016-2019) - Allegato C Delibera 654/2015/R/EEL: testo integrato delle condizioni economiche per l'erogazione del servizio di connessione

TIS - Allegato A Deliberazione ARG/ELT 107-09 (valido dal 01-01-2016): testo integrato delle disposizioni dell'autorità per l'energia elettrica e il gas in ordine alla regolazione delle partite fisiche ed economiche del servizio di dispacciamento (Settlement)

TICA

Delibera ARG/ELT n. 99-08 TICA: 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).

Deliberazione ARG/ELT 124/10: Istituzione del sistema di Gestione delle Anagrafiche Uniche Degli Impianti di produzione e delle relative unità (GAUDI) e razionalizzazione dei flussi informativi tra i vari soggetti operanti nel settore della produzione di energia elettrica.

Deliberazione ARG/ELT n. 181-10: attuazione del decreto del Ministro dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 6 agosto 2010, ai fini dell'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

TISP

Delibera ARG/ELT n. 188-05: definizione del soggetto attuatore e delle modalità per l'erogazione delle tariffe incentivanti degli impianti fotovoltaici, in attuazione dell'articolo 9 del decreto del Ministro delle attività produttive, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio, 28 luglio 2005 con modifiche e integrazioni introdotte con le delibere n. 40/06, n. 260/06, 90/07, ARG/ELT 74/08 e ARG/ELT 1/09.

TISP - Delibera ARG/ELT n. 74-08: testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per lo scambio sul posto.

Delibera ARG/ELT n.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.

TISP 2013 Deliberazione n. 570/2012/R/EEL - Testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per l'erogazione del servizio di scambio sul posto: condizioni per l'anno 2013.

TISP 2014 - Allegato A alla deliberazione 570/2012/R/EEL: testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per l'erogazione del servizio di scambio sul posto con integrazioni e modifiche apportate con deliberazioni 578/2013/R/EEL, 614/2013/R/EEL e 612/2014/R/EEL.

Documento per la consultazione 488/2013/R/EEL: scambio sul posto: aggiornamento del limite massimo per la restituzione degli oneri generali di sistema nel caso di impianti alimentati da fonti rinnovabili.

TEP

Delibera EEN 3/08: aggiornamento del fattore di conversione dei kWh in tonnellate equivalenti di petrolio connesso al meccanismo dei titoli di efficienza energetica.

TIQE

Deliberazione - ARG/ELT 198-11: testo integrato della qualità dei servizi di distribuzione e misura dell'energia elettrica per il periodo di regolazione 2012-2015.

SEU

Deliberazione 578/2013/R/EEL: Regolazione dei servizi di connessione, misura, trasmissione, distribuzione, dispacciamento e vendita nel caso di sistemi semplici di produzione e consumo.

Allegato A alla deliberazione 578/2013/R/EEL: Versione integrata e modificata dalle deliberazioni 426/2014/R/EEL, 612/2014/R/EEL, 242/2015/R/EEL, 72/2016/R/EEL. Testo integrato dei sistemi semplici di produzione e consumo - TISSPC.

Deliberazione 609/2014/R/EEL: prima attuazione delle disposizioni del decreto legge 91/2014, in tema di applicazione dei corrispettivi degli oneri generali di sistema per reti interne e sistemi efficienti di produzione e consumo. (Versione modificata con la deliberazione 25 giugno 2015, 302/2015/R/COM).

Deliberazione 242/2015/R/EEL: regole definitive per la qualifica di sistema efficiente di utenza (SEU) o sistema esistente equivalente ai sistemi efficienti di utenza (SESEU): approvazione, riconoscimento dei costi sostenuti dal GSE e modifiche alla deliberazione dell'autorità 578/2013/R/EEL.

AGENZIA DELLE ENTRATE

Circolare n. 46/E del 19/07/2007: articolo 7, comma 2, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 – Disciplina fiscale degli incentivi per gli impianti fotovoltaici.

Circolare n. 66 del 06/12/2007: tariffa incentivante art. 7, c. 2, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387.

Circolare n. 46/E del 19 luglio 2007 - Precisazione.

Risoluzione n. 21/E del 28/01/2008: istanza di Interpello– Aliquota Iva applicabile alle prestazioni di servizio energia - nn. 103) e 122) della Tabella A, Parte terza, d.P.R. 26/10/1972, n. 633 - Alfa S.p.A.

Risoluzione n. 22/E del 28/01/2008: istanza di Interpello - Art. 7, comma 2, d. lgs. vo n. 387 del 29 dicembre 2003.

Risoluzione n. 61/E del 22/02/2008: trattamento fiscale ai fini dell'imposta sul valore aggiunto e dell'applicazione della ritenuta di acconto della tariffa incentivante per la produzione di energia fotovoltaica di cui all'art. 7, comma 2, del d.lgs. n. 387 del 29 dicembre 2003.

Circolare n. 38/E del 11/04/2008: articolo 1, commi 271-279, della legge 27 dicembre 2006, n. 296 – Credito d'imposta per acquisizioni di beni strumentali nuovi in aree svantaggiate.

Risoluzione n. 13/E del 20/01/2009: istanza di interpello – Art. 11 Legge 27 luglio 2000, n. 212 – Gestore dei Servizi Elettrici, SPA –Dpr 26 ottobre 1972, n. 633 e Dpr 22 dicembre 1986, n. 917.

Risoluzione n. 20/E del 27/01/2009: interpello - Art. 11 Legge 27 luglio 2000, n. 212 - ALFA – art.9 , DM 2 febbraio 2007.

Circolare del 06/07/2009 n. 32/E: 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. Articolo 1, comma 423, della legge 23 dicembre 2005, n. 266 e successive modificazioni.

Risoluzione del 25/08/2010 n. 88/E: interpello - Gestore Servizi Energetici - GSE - articolo 2 della legge 24 dicembre 2007, n. 244.

Risoluzione del 04/04/2012 n. 32/E: trattamento fiscale della produzione di energia elettrica da parte dell'ente pubblico mediante impianti fotovoltaici – Scambio sul posto e scambio a distanza.

Risoluzione del 10/08/2012 n. 84/E :interpello - Art. 28 del DPR 29 settembre 1973, n.600 (Impianti FTV su Condomini).

Risoluzione del 06/12/2012: interpello - Gestore Servizi Energetici - GSE - Fiscalità V Conto Energia.

Risoluzione del 02/04/2013 n. 22/E: applicabilità della detrazione fiscale del 36 per cento, prevista dall'art. 16-bis del TUIR, alle spese di acquisto e installazione di un impianto fotovoltaico diretto alla produzione di energia elettrica.

Circolare del 19/12/2013 n. 36/E: impianti fotovoltaici – Profili catastali e aspetti fiscali.

Risoluzione del 15/10/2015 n. 86/E: tassazione forfettaria del reddito derivante dalla produzione e dalla cessione di energia elettrica da impianti fotovoltaici - Art. 22 del decreto legge n. 66 del 2014.

Circolare del 01/02/2016 n. 2/E: unità immobiliari urbane a destinazione speciale e particolare - Nuovi criteri di individuazione dell'oggetto della stima diretta. Nuove metodologie operative in tema di identificazione e caratterizzazione degli immobili nel sistema informativo catastale (procedura Docfa).

AGENZIA DEL TERRITORIO

Risoluzione n. 3/2008: accertamento delle centrali elettriche a pannelli fotovoltaici.

Nota Prot. n. 31892 - Accertamento degli immobili ospitanti gli impianti fotovoltaici.

GSE

SSP

Disposizioni Tecniche di Funzionamento.

Regole Tecniche sulla Disciplina dello scambio sul posto.

Ritiro dedicato

Prezzi medi mensili per fascia oraria e zona di mercato.

Prezzi minimi garantiti.

V Conto Energia

Guida alle applicazioni innovative finalizzate all'integrazione architettonica del fotovoltaico - Agosto 2012

Catalogo impianti fotovoltaici integrati con caratteristiche innovative - Agosto 2012

Regole applicative per l'iscrizione ai registri e per l'accesso alle tariffe incentivanti - 7 agosto 2012

Bando pubblico per l'iscrizione al Registro degli impianti fotovoltaici

Guida all'utilizzo dell'applicazione web per la richiesta di iscrizione al Registro - 20 agosto 2012

Guida all'utilizzo dell'applicazione web FTV - SR - 27 agosto 2012

Chiarimenti sulla definizione di edificio energeticamente certificabile e sulle Certificazioni/Attestazioni riguardanti i moduli fotovoltaici ed i gruppi di conversione (inverter) necessarie per l'ammissione alle tariffe incentivanti - 6 settembre 2012

SEU

Regole applicative per la presentazione della richiesta e il conseguimento della qualifica di SEU e SESEU.

Guida alla qualifica dei sistemi SEU e SESEU.

TERNA

Gestione transitoria dei flussi informativi per GAUDì.

GAUDì - Gestione anagrafica unica degli impianti e delle unità di produzione.

FAQ GAUDì

Requisiti minimi per la connessione e l'esercizio in parallelo con la rete AT (Allegato A.68).

Criteri di connessione degli impianti di produzione al sistema di difesa di Terna (Allegato A.69).

Regolazione tecnica dei requisiti di sistema della generazione distribuita (Allegato A.70).

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.

3. ASPETTI TECNICI DI PROGETTO

3.1 Protezione contro i sovraccarichi

Tale protezione avverrà secondo le prescrizioni contenute nella sezione 433 della Norma CEI 64-8.

I conduttori dell'impianto elettrico saranno protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o cortocircuiti in modo da soddisfare quanto richiesto dalle norme CEI. Gli interruttori sono stati scelti in modo che la portata $[I_z]$ del conduttore sia almeno uguale o superiore alla corrente d'impiego $[I_b]$ del circuito. La corrente nominale $[I_n]$ degli interruttori automatici magnetotermici installati a protezione sarà compresa tra la corrente d'impiego e la portata nominale del conduttore con una corrente di funzionamento $[I_f]$ minore o uguale a 1,45 volte la portata nominale del cavo $[I_z]$. In tutti i casi saranno soddisfatte le seguenti relazioni:

$$[I_b < I_n < I_z]$$

$$[I_f < 1,45 I_z]$$

dove:

I_b = corrente di impiego della conduttura (A);

I_z = portata della conduttura (A);

I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione (A);

I_f = corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione (A).

3.2 Protezione contro i corto circuiti

Tale protezione verrà effettuata secondo le indicazioni contenute nella sezione 434 della Norma CEI 64-8.

In generale la protezione si otterrà installando dispositivi atti ad interrompere le correnti di corto circuito prima che tali correnti possano diventare pericolose per gli effetti termici e meccanici nei conduttori e nelle relative connessioni. I dispositivi di protezione dovranno soddisfare due requisiti fondamentali:

- avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione. E' tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore, a condizione che a monte, vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere d'interruzione; in questo caso le caratteristiche dei due dispositivi dovranno essere coordinate in modo che l'energia specifica passante, detta anche integrale di Joule (I^2t), lasciata passare dal dispositivo a monte, non risulti superiore a quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo a valle e dalle condutture protette.
- intervenire in un tempo inferiore a quello che porterebbe la temperatura dei conduttori oltre il limite ammissibile.
- questa condizione, per i corto circuiti che non superano i 5s, è normalmente verificata dalla formula:

$$[I^2t < K^2S^2]$$

dove:

I^2t = integrale di Joule per la durata del corto circuito (Asec);

S = sezione dei conduttori (mmq);

K = coefficiente il cui valore è riportato nella Norma CEI 64-8 e che varia al variare del tipo di cavo (è uguale a 115 per cavi in rame isolati in PVC, a 135 per cavi in rame isolati in gomma ordinaria ed a 146 per cavi in rame isolati in gomma etilenpropilenica e polietilene reticolato).

3.3 Protezione contro i contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti si divide in totale e parziale.

La protezione totale sarà eseguita:

- mediante isolamento della parti attive (art. 412.1 CEI 64-8 parte 4 fasc. 1919)
- mediante involucri e barriere (art. 412.2 CEI 64-8 parte 4 fasc. 1919)

Quando sia necessario togliere, aprire le barriere e gli involucri o parti di questi, l'operazione deve essere possibile soltanto mediante uno di questi modi:

- con l'uso di una chiave o di un attrezzo; il ripristino sarà possibile solamente dopo la sostituzione e la richiusura delle barriere o degli involucri.
- con l'utilizzo di una barriera intermedia con grado di protezione non inferiore a IPXXB a protezione del contatto con parti attive; tale barriera potrà essere rimossa solo con l'uso di una chiave o di un attrezzo.

La protezione parziale sarà eseguita:

- protezione mediante ostacoli (art. 412.3 CEI 64-8 parte 4 fasc. 1919)
- protezione mediante distanziometro (art. 412.4 CEI 64-8 parte 4 fasc. 1919)
- protezione addizionale mediante differenziali (art. 412.5 CEI 64-8 parte 4 fasc. 1919).

L'uso di interruttori differenziali con I_{dn} non superiore a 30mA è considerata una protezione aggiuntiva perché non permette di evitare infortuni provocati dal contatto simultaneo con due parti attive del circuito protetto che si trovano a potenziali differenti.

3.4 Protezione contro i contatti indiretti

Una volta attuato l'impianto di messa a terra, la protezione contro i contatti indiretti dovrà essere realizzata con uno dei seguenti sistemi:

- coordinamento fra impianto di messa a terra e protezione di massima corrente. Questo tipo di protezione richiederà l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè magnetotermico, in modo che risulti soddisfatta la seguente relazione:

$$R_t \leq 50 / I_s$$

dove R_t è il valore in ohm della resistenza dell'impianto di terra nelle condizioni più sfavorevoli e I_s è il più elevato tra i valori in ampere, della corrente di intervento in 5 s del dispositivo di protezione; se l'impianto comprende più derivazioni protette dai dispositivi con correnti di intervento diverse, deve essere considerata la corrente di intervento più elevata;

- coordinamento fra impianto di messa a terra e interruttori differenziali. Questo tipo di protezione richiederà l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè differenziale che assicuri l'apertura dei circuiti da proteggere non appena eventuali correnti di guasto creino situazioni di pericolo. Affinché detto coordinamento risulti efficiente dovrà essere osservata la seguente relazione:

$$R_t \leq 50 / I_{\Delta}$$

dove R_d è il valore in ohm della resistenza dell'impianto di terra nelle condizioni più sfavorevoli e I_{Δ} il più elevato fra i valori in ampere delle correnti differenziali nominali di intervento delle protezioni differenziali poste a protezione dei singoli impianti utilizzatori.

Essendo questo, un impianto di tipo TT, alimentato direttamente in bassa tensione dalla Società Distributrice, la soluzione più affidabile ed in certi casi anche l'unica possibile, è quella di adottare gli interruttori differenziali che consentano la presenza di un certo margine di sicurezza a copertura degli inevitabili aumenti del valore di R_t durante la vita dell'impianto.

- macchine e apparecchi con isolamento doppio o rinforzato per costruzione od installazione: apparecchi di Classe II.

In uno stesso impianto la protezione con apparecchi di Classe II può coesistere con la protezione mediante messa a terra; tuttavia è vietato collegare intenzionalmente a terra le parti metalliche accessibili delle macchine, degli apparecchi e delle altre parti dell'impianto di Classe II.

4. SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI E DEGLI IMPIANTI

4.1 Quadri elettrici di bassa tensione

I quadri elettrici dovranno essere progettati costruiti e collaudati in totale rispetto delle seguenti normative:

- CEI EN 61439-1 - Regole generali
- CEI EN 61439-2 - Quadri di potenza
- CEI EN 61439-3 - Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO)
- CEI EN 61439-4 - Prescrizioni particolari per quadri per cantiere (ASC)
- CEI EN 61439-5 - Quadri di distribuzione in reti pubbliche

Tutti i componenti in materiale plastico dovranno rispondere ai requisiti di auto-estinguibilità a 960 °C in conformità alle norme Cei.

I quadri saranno realizzati per:

- Tensione nominale di impiego (400V)
- Frequenza di rete (50 Hz)
- Tensione nominale di isolamento dei circuiti principali (690V)
- Temperatura ambiente d'installazione (30°C)

Le correnti nominali e di corto circuito, previste per il quadro, saranno quelle riportate sugli schemi relativi, la durata delle correnti di corto circuito sarà assunta pari a 1 secondo. I quadri elettrici saranno dimensionati secondo le caratteristiche meccaniche ed elettriche contenute negli schemi allegati. I quadri elettrici dovranno essere realizzati utilizzando apparecchiature e dispositivi principali (sezionatori, interruttori, portasbarre, carpenteria) del medesimo Costruttore. Dovrà essere garantita una facile individuazione delle manovre da compiere, che dovranno pertanto essere concentrate sul fronte dello scomparto ed indicate con apposita cartellonistica; tutte le apparecchiature dovranno essere siglate con riferimento allo schema elettrico e dovranno essere dotate di cartellini indicanti la funzione che essi svolgono. I cartellini dovranno essere del tipo pantografato o stampato in modo indelebile su supporto metallico di alluminio; il loro fissaggio potrà avvenire a seconda dei casi con viti o collanti speciali resistenti alle sollecitazioni. All'interno dovrà essere possibile un'agevole ispezionabilità ed una facile manutenzione delle apparecchiature, inoltre dovrà essere garantita la possibilità di intervenire anche a quadro montato per il serraggio delle giunzioni delle apparecchiature di interruzione. Le distanze tra i dispositivi e le eventuali separazioni metalliche dovranno impedire che interruzioni di elevate correnti di corto circuito o avarie notevoli possano interessare l'equipaggiamento elettrico montato in vani adiacenti. Devono essere in ogni caso garantite le distanze che realizzano i perimetri di sicurezza imposti dal costruttore delle apparecchiature. La struttura dei quadri metallici sarà realizzata con profilati di acciaio e pannelli di chiusura in lamiera bordata. Gli spessori delle lamiere non dovranno essere inferiori ai valori indicati, per i singoli quadri, nell'elenco prezzi unitari. Le strutture saranno di tipo saldato od accoppiato tramite bullonatura.

La struttura dei quadri isolanti sarà realizzata in PVC autoestinguente e/o in vetroresina. Il rivestimento frontale potrà essere realizzato in porta, piena o trasparente, corredata di chiusura a chiave. Anche se prevista la possibilità di ispezione dal retro del quadro, tutti i componenti elettrici dovranno essere facilmente accessibili dal fronte. I pannelli frontali, di tipo incernierato o avvitato, saranno provvisti di feritoie per consentire il passaggio degli organi di comando. Tutte le apparecchiature saranno fissate su guide o su pannelli fissati su specifiche traverse di sostegno. Gli strumenti e lampade di segnalazione saranno montate sui pannelli frontali. Tutte le parti metalliche del quadro saranno collegate a terra (in conformità a quanto prescritto dalle norme CEI). I collegamenti a terra di tutte le parti strutturali e di protezione del quadro dovranno essere garantiti dal costruttore degli involucri attraverso appositi sistemi dichiarati idonei e certificati. Il grado di protezione minimo dei quadri a sportello chiuso non dovrà essere inferiore ad IP 30 e comunque non inferiore a quanto indicato negli schemi elettrici. Non saranno consentiti gradi di protezione inferiori ad IP20 a sportello aperto. I quadri dovranno avere dimensioni idonee a contenere cablate e connesse, con una riserva di spazio del 30%, le apparecchiature indicate negli schemi allegati. Per garantire una efficace resistenza alla corrosione, la struttura e i pannelli metallici dovranno essere opportunamente trattati e verniciati. Il trattamento di fondo dovrà prevedere il lavaggio, il decapaggio, la fosfatizzazione e l'elettrolitico zincatura delle lamiere. Le lamiere trattate saranno verniciate con polvere termoindurente a base di resine epossidiche mescolate con resine poliesteri colore a finire RAL (colore a secondo del costruttore o scelta della D.L) con spessore minimo di 70 micron. Il cablaggio dei quadri dovrà essere realizzato come di seguito illustrato e comunque con caratteristiche non inferiori alle richieste riportate in documenti e/o schemi allegati. Le sbarre e i conduttori dovranno essere dimensionati per sopportare le sollecitazioni termiche e dinamiche corrispondenti ai valori delle correnti nominali e per i valori delle correnti presunte di corto circuito nei punti di installazione. Le sbarre orizzontali/verticali dovranno essere in rame elettrolitico di sezione rettangolare a spigoli arrotondati e saranno fissate alla struttura tramite supporti isolati a pettine e dovranno essere disposte in modo da permettere eventuali modifiche future. Le sbarre verticali, anch'esse in rame elettrolitico, di sezione

rettangolare o di tipo a profilo continuo (a seconda del costruttore), non forate ma predisposte per l'utilizzo di appositi accessori per il collegamento e fissate alla struttura tramite supporti isolati. L'interasse tra le fasi e la distanza tra i supporti sbarre saranno indicate dalla casa costruttrice del quadro in funzione delle correnti presunte di corto circuito. I collegamenti tra sistemi sbarre orizzontali e verticali dovranno essere realizzati mediante connettori standard forniti dal Costruttore delle sbarre stesse. Le sbarre principali dovranno essere predisposte per essere suddivise in sezioni pari agli elementi di scomposizione del quadro e dovranno consentire ampliamenti su entrambi i lati. Nel caso di installazione di sbarre di piatto, queste ultime dovranno essere declassate del 20% rispetto alla loro portata nominale. Per correnti fino a 100A gli interruttori verranno alimentati direttamente dalle sbarre principali mediante cavo dimensionato in base alla corrente nominale dell'interruttore stesso, secondo le portate previste dalle norme, resta inteso che non saranno ammesse derivazioni inferiori a 6 mmq per i collegamenti dalle barre principali ad ogni apparecchiatura. Quando prescritto negli allegati, i cavi entranti ed uscenti dovranno transitare entro appositi scomparti predisposti nella carpenteria ove dovranno essere posizionati appositi sistemi di fissaggio dei conduttori stessi. I cavi uscenti partiranno direttamente dai morsetti delle apparecchiature; se richiesto saranno posizionati morsetti per i cavi uscenti solo per sezioni non superiori a 35 mmq, tutte le connessioni saranno comunque coperte con appositi coprimorsetti forniti dal costruttore del quadro. Le sbarre dovranno essere identificate con opportuni contrassegni autoadesivi o verniciati a seconda della fase di appartenenza così come le corde saranno equipaggiate con anellini terminali colorati. Le morsettiere, a cui si attesteranno i conduttori sia ausiliari che di potenza, saranno di tipo componibile su guida. Il conduttore di protezione dovrà essere in barra di rame dimensionata per sopportare le sollecitazioni termiche ed elettrodinamiche dovute alle correnti di guasto.

I collegamenti ausiliari saranno in conduttore flessibile con le seguenti sezioni minime:

- 4 mmq per i T.A.
- 2,5 mmq per i circuiti di comando
- 1,5 mmq per i circuiti di segnalazione e T.V.

I conduttori saranno riuniti a fasci entro canaline o sistemi analoghi con coperchio a scatto. Tali sistemi dovranno consentire un inserimento di conduttori aggiuntivi in volume pari al 30% di quelli installati. L'accesso a queste condutture dovrà essere possibile anche dal fronte del quadro mediante l'asportazione delle lamiera di copertura delle apparecchiature. Non è ammesso il fissaggio con adesivi della canalizzazione ma solo attraverso viteria isolante. Per l'alimentazione di apparecchiature modulari dovranno essere impiegati gli accessori di cablaggio previsti dal Costruttore degli stessi. Ogni quadro, dovrà essere corredato di apposita tasca porta-schemi dove saranno contenuti i disegni degli schemi di potenza e funzionali aggiornati, nella medesima tasca dovranno trovarsi le copie dei certificati di rispondenza alle norme e manuale di manutenzione del quadro stesso, nonché tutte le istruzioni per le apparecchiature montate nel quadro stesso. Ogni quadro deve possedere una targa sulla quale devono essere riportate in modo permanente le principali informazioni tecniche. Deve essere indicato necessariamente:

- il nome o il marchio di fabbrica del costruttore;
- il tipo o numero di identificazione o altro mezzo di identificazione che permetta di ottenere dal costruttore tutte le informazioni fondamentali;
- la data di costruzione;
- la norma EN 61439-X dove la parte "X" deve essere identificata in relazione al la norma di prodotto applicabile al tipo di quadro .

4.2 Quadri in corrente continua

I quadri devono consentire il sezionamento di ciascuna stringa di moduli fotovoltaici, proteggere da sovracorrenti e cortocircuiti, proteggere il generatore fotovoltaico e gli inverter da sovratensioni impulsive lato cc. Specifiche tecniche del quadro:

- possibile sistema IT - caratteristiche della tensione continua di alimentazione, tensione di stringaminore di 1000V;
- corrente nominale dei dispositivi di apertura, in categoria d'impiego minima DC21B, pari a 1,5 volte la somma delle correnti nominali di ciascuna apparecchiatura collegata;
- tenuta al cortocircuito del quadro superiore al valore di corrente nominale ammissibile di picco del quadro;
- all'interno del quadro e sulla faccia interna delle porte, tutte le parti attive dei circuiti, apparecchiature, terminali e morsettiere comprese, indipendentemente dalla tensione di esercizio, devono essere protette con un grado di protezione non inferiore ad IPXXB (EN 60529, CEI 70-1). Se per la protezione contro i contatti diretti delle sbarre o di altri dispositivi vengono utilizzati appositi profilati di copertura, questi devono coprire interamente la sbarra o il dispositivo su tutti i lati;

- dovranno essere utilizzati sistemi, sbarre, supporti, connessioni, apparecchi di protezione e manovra ed assieme che siano già stati sottoposti a prove di tipo conforme a quanto prescritto dalle norme CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1);
- tutti i circuiti, barrature e componenti del quadro dovranno essere idonei ed assemblati in modo da resistere alle sollecitazioni termiche e dinamiche dovute al valore di picco della corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione della macchina (tale valore dovrà essere ottenuto moltiplicando il valore efficace della corrente di cortocircuito nel punto di installazione per il fattore “n” ricavato dalla tabella 5 delle norme CEI 17-13/1).
- tutti i dispositivi di protezione dovranno avere un potere d'interruzione superiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione del quadro.

4.3 Interruttori automatici

Gli interruttori automatici modulari dovranno essere corredati della seguente documentazione:

- scheda tecnica,
- manuali di esercizio e manutenzione.

Gli interruttori dovranno essere installati all'interno di quadri elettrici per bassa tensione. Le condizioni di installazione sono le seguenti:

- Temperatura ambiente massima (40°C)
- Temperatura ambiente minima (-5°C)
- Umidità relativa massima (90%)

Gli interruttori dovranno soddisfare le caratteristiche elettriche e meccaniche riportate nelle seguenti tabelle:

caratteristiche elettriche		
Numero di poli		2 – 3 - 4
Corrente nominale	A	10 - 1000
Tensione nominale	V	230-400
Tensione massima di esercizio	V	440
Tensione nominale di tenuta ad impulso	V	5000
Tensione di prova a frequenza industriale	V	2500
Potere di corto circuito nominale	kA	4,5 – 6 - 10 – 15 -25
Potere di interruzione nominale di servizio	kA	4,5 – 6 - 10 – 15 - 25
Caratteristica sganciatore magnetico		B – C - D
Caratteristica sganciatore differenziale		A – AC – B
Frequenza	Hz	50

Gli interruttori dovranno essere costituiti da un involucro autoestinguente ed atossico realizzato per stampaggio di resina termoindurente, parte meccanica del tipo autoportante senza vincoli meccanici specifici con l'involucro.

I relè termici ed elettromagnetici dovranno avere caratteristiche d'intervento corrente/tempo appropriate. Le caratteristiche ammesse sono le seguenti:

caratteristica B	comando e protezione di circuito ohmici (illuminazione, prese di corrente, riscaldamento, piccoli elettrodomestici)
caratteristica C	comando e protezione di circuiti ohmico induttivi (illuminazione, riscaldamento, piccoli motori)
caratteristica D	comando e protezione di circuiti fortemente induttivi (trasformatori, motori, ecc)

I relè differenziali dovranno avere caratteristiche d'intervento appropriate. Le caratteristiche ammesse sono le seguenti:

caratteristica AC	sensibili a correnti solo sinusoidali
caratteristica A	sensibili a correnti sinusoidali ed a correnti pulsanti unidirezionali (presenti in impianti con dispositivi di raddrizzamento elettronici)

4.4 Cavi e condutture

Per conduttura elettrica s'intende l'insieme dei conduttori e degli elementi che assicurano l'isolamento, il supporto, il fissaggio e l'eventuale protezione meccanica. Le condutture elettriche sono disposte e contrassegnate in modo da poter essere facilmente identificate per le ispezioni, le prove, le riparazioni e le modifiche dell'impianto.

I cavi sono ritenuti prodotti da costruzione dall'omonimo regolamento CPR. Il decreto legislativo n.106 del 16/06/2017 "Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE" è stato pubblicato sulla gazzetta ufficiale n.159 del 10/07/2017 ed è entrato in vigore in data 09/08/2017.

I cavi sono considerati prodotti da costruzione in relazione all'innesco, alla propagazione dell'incendio e all'emissione di prodotti della combustione.

A seguito di quanto sopra descritto i cavi utilizzati per realizzare le opere del presente progetto sono CPR tranne quelli non ancora disponibili sul mercato.

Tipi di Cavo

Nell'impiego di cavi a tensioni nominali differenti dovranno essere utilizzate canalizzazioni separate e si dovrà far capo a cassette di derivazione proprie. Tuttavia sarà ammesso di collocare i cavi nello stesso tubo e far capo alle stesse cassette, purché isolati per la tensione più elevata e le singole cassette munite internamente di diaframmi, non amovibili se non a mezzo d'attrezzo, tra i morsetti destinati a serrare conduttori appartenenti a sistemi diversi.

Dovranno essere utilizzati esclusivamente cavi in rame, rispondenti alle norme CEI, e provvisti di marchio IMQ, appartenenti ai tipi di seguito descritti:

FG16OR16 0.6-1 kV

Conduttori in corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto e isolamento in gomma HEPR qualità G16; Guaina termoplastica LSOH, qualità M16 colore verde. Conforme regolamento Europeo CPR Cca-s1b,d1,a1

- Tensione nominale U_0/U : 0,6/1kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito: 25 0°C fino alla sezione 240mm², oltre 220°C
- Sforzo massimo di trazione: 50 N/mm²
- Raggio minimo di curvatura: 4 volte il diametro esterno massimo

H1Z2Z2-K

Conduttori in corda flessibile di rame stagnato, classe 5 unipolare flessibile stagnato per collegamenti di impianti fotovoltaici. Isolamento e guaina realizzati con mescola elastomerica senza alogeni non propagante la fiamma, in isolante in Mescola LSOH di gomma reticolata speciale e guaina esterna in mescola LSOH di gomma reticolata speciale di qualità conforme alla norma EN 50618.

- Tensione nominale U_0/U : 0,6/1 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -40°C
- Temperatura minima di posa: -40°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C
- Sforzo massimo di trazione: 15 N/mm²
- Raggio minimo di curvatura: 4 volte il diametro esterno massimo

Colori distintivi

I conduttori impiegati per la realizzazione dell'impianto saranno contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti norme CEI. Il bicolore giallo-verde per i conduttori di protezione ed i conduttori equipotenziali; il colore blu chiaro per il conduttore di neutro. Non saranno rispettati colori particolari per i conduttori di fase.

Sezione dei cavi

I conduttori installati dovranno avere sezioni uguali o comunque non inferiori a quelle indicate dalle norme CEI.

Le sezioni minime ammesse, indipendentemente dai valori ricavati con le precedenti indicazioni, saranno:

- 0,75 mm² per i circuiti di comando o segnalazione;
- 1,5 mm² per i cavi d'energia;

- 2,5 mm² per i conduttori di potenza che alimentano macchine, motori o prese, indipendentemente dalla potenza di questi.

La sezione del cavo in ogni caso sarà tale da contenere la caduta di tensione entro i limiti ammessi dalla norma 64-8 in condizioni di normale funzionamento.

Sezione del conduttore di neutro

All'interno dell'impianto il conduttore di neutro avrà la stessa sezione dei conduttori di fase nei seguenti casi:

- nei circuiti monofase, qualunque sia la sezione dei conduttori;
- nei circuiti trifase, quando la sezione dei conduttori sarà uguale o inferiore a 16mm², purché il carico sia fondamentalmente equilibrato, il conduttore sia protetto per un cortocircuito in fondo alla linea o che i carichi alimentati producono correnti armoniche significative.

Sezione del conduttore di protezione

La sezione del conduttore di protezione (conduttore che collega a terra le masse dell'impianto elettrico) dovrà avere sezione almeno uguale a quella dei conduttori di fase (fino a 16mm²) se facente parte della stessa conduttura. Il conduttore di protezione comune a più circuiti sarà dimensionato in base al conduttore di fase maggiore presente nei circuiti considerati. Se il conduttore di protezione non farà parte dalla stessa conduttura d'alimentazione la sua sezione dovrà essere uguale a:

- 2,5mm² se è prevista una protezione meccanica;
- 4mm² se non è prevista alcuna protezione meccanica;

Sezione del conduttore equipotenziale

La sezione dei conduttori equipotenziali (conduttore che collega il nodo di terra alle masse estranee) avranno sezione non inferiore a metà di quella del conduttore di protezione più elevata dell'impianto con un minimo di 6mm² e un massimo di 25mm².

Sezione del conduttore di terra

La sezione del conduttore di terra (conduttore che collega il dispersore al collettore o nodo di terra) dovrà essere almeno uguale a quella del conduttore di fase di sezione più elevata con un minimo di 16mm² se posato in tubo protettivo. Se costituito da corda nuda di rame interrata, la sezione sarà di almeno 35mm².

4.5 Tubazioni

Per la realizzazione delle canalizzazioni sarà consentito l'impiego dei materiali seguenti:

- cavidotto corrugato in polietilene doppia parete per posa interrata;
- tubo in PVC pesante flessibile per posa sottotraccia a parete e/o sottopavimento;
- tubo in acciaio profilato a freddo zincato all'esterno e all'interno, liscio internamente
- tubo in acciaio zincato tipo UNI 3824 con manicotti e pezzi speciali;
- tubo in PVC autoestinguente rigido serie pesante per posa a parete o soffitto.

I cavidotti in polietilene per posa interrata dovranno essere dotati di idonei manicotti di giunzione ove sia necessario unire spezzoni di tubo; la loro posa dovrà avvenire all'interno di un letto di sabbia ed il collegamento ai pozzetti dovrà essere eseguita con rinfiando di cemento per garantire una adeguata tenuta d'acqua.

Le dimensioni interne delle tubazioni dovranno essere tali da permettere l'agevole infilaggio e sfilaggio dei cavi dopo la messa in opera dei tubi stessi. A tale scopo sarà richiesto un diametro interno dei tubi almeno uguale a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi. Il diametro minimo ammesso per le tubazioni è di 20 mm.

Il raggio di curvatura delle tubazioni non dovrà essere inferiore a 10 volte il diametro del tubo e comunque dovrà essere tale da consentire la sfilabilità dei cavi senza che gli stessi risultino danneggiati. Non sono ammesse derivazioni a T.

I tubi portacavi installati sottotraccia a parete dovranno avere percorso orizzontale, verticale o parallelo agli spigoli delle pareti.

I tubi portacavi in acciaio zincato dovranno risultare privi di sbavature alle estremità e privi di asperità taglienti lungo le loro generatrici interne ed esterne.

I sostegni delle tubazioni a parete dovranno essere distanziati quanto necessario per assicurare il loro fissaggio ed evitarne la flessione; per fissare i canali alle pareti saranno utilizzati sostegni in profilati metallici, collari, e staffe ecc.. Le tubazioni dovranno essere complete di tutti gli accessori di posa quali: cassette di derivazione, curve, manicotti di giunzione, accessori di collegamento, accessori di fissaggio compreso viti e tasselli, il tutto per mantenere il grado di protezione richiesto. Gli accessori dovranno appartenere alla stessa serie, materiale e marca delle tubazioni. Nella posa a soffitto/a parete non è ammessa la sigillatura fra tubo e tubo o fra tubo e scatola

mediante silicone; questa deve avvenire esclusivamente a mezzo di bocchettoni filettati o mediante l'interposizione di scatole di sfilaggio con bocchettoni.

La posa delle tubazioni metalliche dovrà essere realizzata in modo da assicurare la continuità elettrica per l'intero percorso, anche nei punti di fissaggio alle cassette metalliche; ciò allo scopo di eliminare cavallotti in corda di rame per la messa a terra.

Le canalette e le tubazioni in PVC ed i relativi pezzi speciali dovranno essere di tipo autoestinguente.

Tutte le tubazioni portacavi dovranno essere posate ad adeguata distanza da tubazioni idriche, da tubazioni dell'impianto di riscaldamento ed infine da superfici calde di ogni genere.

Circuiti appartenenti a sistemi elettrici a tensione diversa dovranno essere alloggiati in tubazioni separate e far capo a cassette di derivazione separate. E' ammesso collocare i cavi nelle stesse canalizzazioni e far capo alle stesse cassette, purché essi siano isolati per la tensione più elevata e le singole cassette siano internamente munite di diaframmi, non amovibili se non a mezzo di attrezzo, tra i morsetti destinati a serrare conduttori appartenenti a sistemi diversi.

L'alloggiamento delle linee elettriche in tubazioni separate è obbligatoria in presenza dei seguenti circuiti:

- linee di fonia;
- linee TV,
- linee dei circuiti di sicurezza;

Le tubazioni dovranno essere di tipo conforme alle corrispondenti norme CEI.

4.6 Cassette di derivazione – connessioni

Le cassette di derivazione saranno della stessa serie costruttiva delle tubazioni su cui saranno installate ed avranno lo stesso grado di protezione. Tutte le cassette dovranno essere saldamente fissate alle strutture; i coperchi dovranno essere fissati alle cassette tramite viti ed essere apribili solo con attrezzo.

Le connessioni (giunzioni e derivazioni) dei conduttori dovranno essere realizzate all'interno delle cassette per essere accessibili per manutenzione, ispezioni e prove. Tutte le connessioni dovranno essere eseguite con morsettiere o con appositi morsetti con vite. Non saranno ammessi la semplice legatura, i morsetti mammut, i morsetti a tappo ed i morsetti che assicurano il contatto tra i conduttori per mezzo di una spirale. I morsetti del neutro e del conduttore di protezione dovranno essere chiaramente individuabili. Non sarà consentito ridurre la sezione dei conduttori, né lasciare le parti conduttrici scoperte.

Le connessioni ed i cavi posati all'interno delle cassette non dovranno occupare più del 50% del volume interno delle stesse. Le eventuali cassette di derivazione di tipo metallico dovranno essere provviste di morsetto di terra.

Le cassette di derivazione in PVC dovranno essere di tipo autoestinguente.

4.7 Impianto di terra

L'impianto elettrico è del tipo TT. L'impianto di terra è già presente nell'impianto dell'edificio ed a tale impianto saranno raccordati tutti i conduttori di terra ed equipotenziali che saranno installati a servizio dell'impianto fotovoltaico. L'impianto sarà collegato all'impianto di terra esistente della struttura mediante cavo in rame rivestito in PVC tipo FS. Dovranno essere collegati all'impianto di messa a terra pure la struttura metallica di ancoraggio e montaggio dei pannelli fotovoltaici.

I quadri elettrici, sia in corrente continua che in corrente alterata, saranno tutti dotati di scaricatori di sovratensione, coordinati con il sistema di alimentazione e la protezione da realizzare.

Tutti gli elementi dell'impianto di terra sono interconnessi tra loro in modo da formare un impianto di terra unico.

4.8 Sgancio di emergenza

Secondo le prescrizioni della circolare VV.F. è opportuno prevedere un dispositivo di comando di emergenza, ubicato a piano terra in posizione opportunamente segnalata ed accessibile, che determini il sezionamento dell'impianto elettrico e dell'impianto fotovoltaico. È presente un pulsante per lo sgancio di emergenza dell'alimentazione elettrica posizionato in corrispondenza dell'ingresso del fabbricato. Tale pulsante sarà ricollegato alla bobina del nuovo quadro elettrico BT fotovoltaico.

5. CRITERI AMBIENTALI MINIMI PER L'AFFIDAMENTO DI SERVIZI DI PROGETTAZIONE E LAVORI PER LA NUOVA COSTRUZIONE, RISTRUTTURAZIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI PUBBLICI.

Il presente capitolo riguarda la verifica dei criteri ambientali minimi (CAM) per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici secondo quanto previsto dal Decreto Ministeriale 11 ottobre 2017.

In particolare per quanto riguarda gli interventi tecnici per la realizzazione del nuovo fabbricato in questione adibito a scuola dell'infanzia l'obiettivo è quello di indirizzare la Pubblica Amministrazione verso una razionalizzazione dei consumi e degli acquisti da un punto di vista di sostenibilità ambientale.

L'utilizzazione dei CAM consente alla stazione appaltante di ridurre gli impatti ambientali degli interventi di nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione degli edifici, considerati in un'ottica di ciclo di vita.

5.1 Approvvigionamento energetico (art. 2.2.5)

Il progetto di nuovi edifici o la riqualificazione energetica di edifici esistenti, ferme restando le norme e i regolamenti più restrittivi (es. piani di assetto di parchi e riserve, piani paesistici, piani territoriali provinciali, regolamenti urbanistici e edilizi comunali, etc.) deve prevedere un sistema di approvvigionamento energetico elettrico in grado di coprire in parte o in toto il fabbisogno, attraverso l'installazione di un parco fotovoltaici/eolici.

5.2 Sistema di monitoraggio dei consumi energetici (art. 2.6.3)

Al fine di ottimizzare l'uso dell'energia nell'edificio, si prevede l'installazione e messa in servizio di un sistema di monitoraggio dei consumi energetici connesso al sistema per l'automazione il controllo in grado di fornire informazioni agli occupanti e agli «energy manager» addetti alla gestione dell'edificio, sull'uso dell'energia nell'edificio con dati in tempo reale ottenuti da sensori combinati aventi una frequenza di misurazione. Il sistema di monitoraggio dovrà essere in grado di memorizzare il dato acquisito e dovrà essere in grado di monitorare, in modo distinto, la produzione di energia elettrica.

I dati in questione dovranno essere scaricabili e analizzabili.

Il sistema deve inoltre consentire l'analisi e il controllo degli usi energetici, per zona, all'interno dell'edificio, l'ottimizzazione di tutti i parametri in base alle condizioni esterne e l'individuazione di possibili deviazioni dalle prestazioni previste dal progetto.

6. DESCRIZIONE DELLE OPERE IMPIANTO FV

Qui di seguito saranno descritti i componenti installati nell'edificio e le norme che dovranno essere applicate per la realizzazione di un impianto a regola d'arte.

Gli impianti elettrici utilizzatori dovranno essere caratterizzati, oltre che dagli elementi già evidenziati ai precedenti punti, anche da quanto di seguito specificato.

6.1 Quadri elettrici di distribuzione

I principali quadri elettrici di distribuzione saranno i seguenti:

Quadro -QPM- Gen. Parallelo e misura;

Quadro -QDG- di Generazione;

All'interno dei quadri elettrici troveranno posto tutte le apparecchiature di protezione delle linee di distribuzione ai principali utilizzatori ed impianti, opportunamente dimensionate.

La struttura dei quadri, le sbarre e tutti gli accessori di montaggio previsti nel progetto, costituiranno un sistema modulare prefabbricato di tipo AS, conforme alle norme CEI 17-13/1 e 17-13/3, con ampia produzione di serie, certificato dal "produttore" per quanto riguarda le prove di tipo (in particolare: tenuta alle correnti di corto circuito e sovratemperatura massima conseguibile nella configurazione più gravosa). A sua volta il "costruttore" sarà tenuto a fornire adeguata documentazione per quanto riguarda le prove individuali, atta a garantire la realizzazione e l'installazione dei quadri conformemente alle norme, nonché alle loro eventuali modifiche ed integrazioni intervenute.

Quadro elettrico "QPM" Gen. Parallelo e misura

Il Quadro elettrico "QPM" Gen. Parallelo e misura sarà posto all'interno del locale magazzino.

Il quadro sarà costituito da un centralino da parete con carpenteria in materiale plastico autoestinguente PVC avente capacità 36 moduli DIN, grado di protezione IP65.

All'interno del quadro sarà installato un dispositivo generale composto da interruttore non automatico sezionatore 4 poli, corrente nominale $I_n=40A$, denominato QS1.

La distribuzione in partenza per le varie utenze sarà realizzata come da schema elettrico unifilare allegato al presente progetto.

Quadro elettrico "QDG" di Generazione

Il Quadro elettrico "QDG" di Generazione sarà posto all'interno del locale magazzino e riceverà l'alimentazione direttamente dall'inverter in corrente continua.

Il quadro sarà costituito da un centralino da parete con carpenteria in materiale plastico autoestinguente PVC avente capacità 36 moduli DIN, grado di protezione IP65.

Il quadro elettrico alimenterà, tutte le utenze in CC. La distribuzione in partenza per le varie utenze sarà realizzata come da schema elettrico unifilare allegato al presente progetto.

6.2 Impianto di messa a terra

All'interno del quadro elettrico "QPM" Gen. Parallelo e misura, ubicato all'interno del locale tecnico, sarà installata una barra in rame su cui saranno fissati sia i conduttori di protezione sia la corda che dovrà collegare l'impianto di terra esistente alla nuova porzione.

Tutte le masse e le masse estranee saranno collegate all'impianto unico di terra, realizzato secondo i criteri di cui alle norme CEI 64-8/5 e 11-8. Il sistema elettrico sarà di tipo TT; la distribuzione sarà realizzata con un conduttore di protezione distinto dal conduttore di neutro. L'impianto di messa a terra ed equipotenziale sarà costituito dai seguenti principali elementi:

- conduttori di terra
- collettori di terra principali e secondari
- conduttori di protezione di interconnessione dei collettori, posizionati nei quadri elettrici
- conduttori di protezione di collegamento delle masse
- conduttori equipotenziali principali e secondari

L'impianto equipotenziale provvederà alla interconnessione dei vari collettori principali, secondari e locali, mediante collegamenti opportunamente dimensionati.

6.3 Impianto fotovoltaico

Il presente progetto è relativo alla realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica tramite conversione fotovoltaica, avente una potenza di picco pari a 6,00 kWp.

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

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

ATTENZIONE PER L'AMBIENTE

Ad oggi, la produzione di energia elettrica è per la quasi totalità proveniente da impianti termoelettrici che utilizzano combustibili sostanzialmente di origine fossile. Quindi, considerando l'energia stimata come produzione del primo anno, 6 510.96 kWh, e la perdita di efficienza annuale, 0.90 %, le considerazioni successive valgono per il tempo di vita dell'impianto pari a 20 anni.

RISPARMIO SUL COMBUSTIBILE

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

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

Risparmio di combustibile	
Risparmio di combustibile in	TEP
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0.187
TEP risparmiate in un anno	1.22
TEP risparmiate in 20 anni	22.38

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

EMISSIONI EVITATE IN ATMOSFERA

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

Emissioni evitate in atmosfera				
Emissioni evitate in atmosfera di	CO ₂	SO ₂	NO _x	Polveri
Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh]	474.0	0.373	0.427	0.014
Emissioni evitate in un anno [kg]	3 086.20	2.43	2.78	0.09
Emissioni evitate in 20 anni [kg]	56 720.89	44.63	51.10	1.68

Fonte dati: Rapporto ambientale ENEL 2013

6.1 Sito di installazione

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

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

6.2 Disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico

La descrizione del sito in cui verrà installato l'impianto fotovoltaico è riportata di seguito.

Progetto Esecutivo per realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica a pannelli fotovoltaici della potenzialità nominale di 6,00 kWp, da installare sulla copertura dell'edificio adibito a scuola elementare posta nel Comune di Santa Maria a Monte, loc. Montecalvoli (Pisa)

6.3 Disponibilità della fonte solare

IRRADIAZIONE GIORNALIERA MEDIA MENSILE SUL PIANO ORIZZONTALE

La disponibilità della fonte solare per il sito di installazione è verificata utilizzando i dati "UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Collesalveti" relativi a valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale.

Per la località sede dell'intervento, ovvero il comune di SANTA MARIA A MONTE (PI) avente latitudine 43°.6992 N, longitudine 10°.6936 E e altitudine di 56 m.s.l.m.m., i valori giornalieri medi mensili dell'irradiazione solare sul piano orizzontale stimati sono pari a:

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [kWh/m ²]											
Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1.50	2.42	3.42	4.81	6.08	6.42	6.86	5.72	4.28	2.81	1.83	1.33

Fonte dati: UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Collesalveti



Fig. 1: Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [kWh/m²]- Fonte dati: UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Collesalveti

Quindi, i valori della irradiazione solare annua sul piano orizzontale sono pari a 1 447.28 kWh/m² (Fonte dati: UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Collesalveti).

6.4 Fattori morfologici e ambientali

OMBREGGIAMENTO

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

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

Di seguito il diagramma solare per il comune di SANTA MARIA A MONTE:



Fig. 2: Diagramma solare

ALBEDO

Per tener conto del plus di radiazione dovuta alla riflettanza delle superfici della zona in cui è inserito l'impianto, si sono stimati i valori medi mensili di albedo, considerando anche i valori presenti nella norma UNI/TR 11328-1:

Valori di albedo medio mensile											
Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

L'albedo medio annuo è pari a 0.20.

6.5 Procedure di calcolo

CRITERIO GENERALE DI PROGETTO

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

Nella generalità dei casi, il generatore fotovoltaico deve essere esposto alla luce solare in modo ottimale, scegliendo prioritariamente l'orientamento a Sud ed evitando fenomeni di ombreggiamento. In funzione degli eventuali vincoli architettonici della struttura che ospita il generatore stesso, sono comunque adottati orientamenti diversi e sono ammessi fenomeni di ombreggiamento, purché adeguatamente valutati.

Perdite d'energia dovute a tali fenomeni incidono sul costo del kWh prodotto e sul tempo di ritorno dell'investimento.

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

CRITERIO DI STIMA DELL'ENERGIA PRODOTTA

L'energia generata dipende:

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

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

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

per i seguenti valori:

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

CRITERIO DI VERIFICA ELETTRICA

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

TENSIONI MPPT: Tensione nel punto di massima potenza, V_m , a 70 °C maggiore o uguale alla Tensione MPPT minima ($V_{mppt \min}$). Tensione nel punto di massima potenza, V_m , a -10 °C minore o uguale alla Tensione MPPT massima ($V_{mppt \max}$). I valori di MPPT rappresentano i valori minimo e massimo della finestra di tensione utile per la ricerca del punto di funzionamento alla massima potenza.

TENSIONE MASSIMA: Tensione di circuito aperto, V_{oc} , a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ minore o uguale alla tensione massima di ingresso dell'inverter.

TENSIONE MASSIMA MODULO: Tensione di circuito aperto, V_{oc} , a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ minore o uguale alla tensione massima di sistema del modulo.

CORRENTE MASSIMA

Corrente massima (corto circuito) generata, I_{sc} , minore o uguale alla corrente massima di ingresso dell'inverter.

DIMENSIONAMENTO: Dimensionamento compreso tra il 70 % e 120 %. Per dimensionamento si intende il rapporto percentuale tra la potenza nominale dell'inverter e la potenza del generatore fotovoltaico a esso collegato (nel caso di sottoimpianti MPPT, il dimensionamento è verificato per il sottoimpianto MPPT nel suo insieme).

6.6 Dimensionamento dell'impianto

L'impianto, è di tipo grid-connected, la tipologia di allaccio è: trifase in bassa tensione.

Ha una potenza totale pari a 6.000 kW e una produzione di energia annua pari a 6 510.96 kWh (equivalente a 1 085.16 kWh/kW), derivante da 20 moduli che occupano una superficie di 41.70 m², ed è composto da 2 generatori.

SCHEDA TECNICA DELL'IMPIANTO

Dati generali	
Indirizzo	Via del Cimitero n. 13
CAP Comune (Provincia)	56020 SANTA MARIA A MONTE (PI)
Latitudine	43°.6992 N
Longitudine	10°.6936 E
Altitudine	56 m
Irradiazione solare annua sul piano orizzontale	1 447.28 kWh/m ²
Coefficiente di ombreggiamento	1.00

Dati tecnici	
Superficie totale moduli	41.70 m ²
Numero totale moduli	20
Numero totale inverter	1
Energia totale annua	6 510.96 kWh
Potenza totale	6.000 kW
Potenza fase L1	2.000 kW
Potenza fase L2	2.000 kW
Potenza fase L3	2.000 kW
Energia per kW	1 085.16 kWh/kW
Sistema di accumulo	Assente
Capacità di accumulo utile	-
BOS	74.97 %

ENERGIA PRODOTTA

L'energia totale annua prodotta dall'impianto è 6 510.96 kWh.

Nel grafico si riporta l'energia prodotta mensilmente:

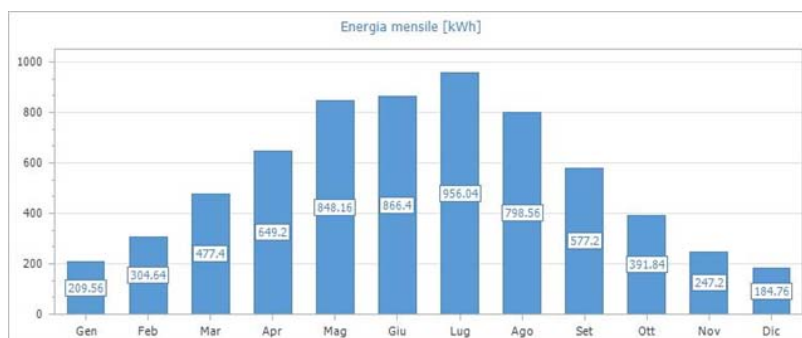


Fig. 3: Energia mensile prodotta dall'impianto

6.7 Sottoimpianto MPPT Sottoimpianto MPPT1

Il sottoimpianto MPPT denominato "Sottoimpianto MPPT1", ha una potenza pari a 6.000 kW e una produzione di energia annua pari a 6 510.96 kWh, derivante da 2 generatori, con un numero totale di moduli pari a 20 e una superficie totale dei moduli di 41.70 m².

Il sottoimpianto MPPT ha una connessione trifase.

SCHEDA TECNICA

Dati generali	
Potenza totale	6.000 kW
Energia totale annua	7 183.08 kWh
Numero totale moduli	20
Superficie totale moduli	41.70 m ²

Inverter	
Numero di MPPT	2
Dimensionamento inverter (compreso tra 70 % e 120 %)	100.00 % (VERIFICATO)
Tipo fase	Trifase

GENERATORE MPPT GENERATORE MPPT1

Il generatore denominato "Generatore MPPT1" ha una potenza pari a 3.000 kW e una produzione di energia annua pari a 3 591.54 kWh, derivante da 10 moduli con una superficie totale dei moduli di 20.85 m².

Dati generali	
Posizionamento dei moduli	Non complanare alle superfici
Struttura di sostegno	Fissa
Inclinazione dei moduli (Tilt)	18°
Orientazione dei moduli (Azimut)	0°
Irradiazione solare annua sul piano dei moduli	1 595.64 kWh/m ²
Numero superfici disponibili	1
Estensione totale disponibile	576 339.46 m ²
Estensione totale utilizzata	576 339.46 m ²
Potenza totale	3.000 kW
Energia totale annua	3 255.48 kWh

Modulo	
Numero totale moduli	10
Superficie totale moduli	20.85 m ²

Configurazione inverter		
MPPT	Numero di moduli	Stringhe per modulo
1	10	1 x 10

VERIFICHE ELETTRICHE MPPT 1

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

TENSIONI MPPT	
V _m a 70 °C (210.50 V) maggiore di V _{mppt min.} (200.00 V)	VERIFICATO

V _m a -10 °C (474.50 V) minore di V _{mppt} max. (750.00 V)	VERIFICATO
--	-------------------

TENSIONE MASSIMA	
V _{oc} a -10 °C (560.50 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (900.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA MODULO	
V _{oc} a -10 °C (560.50 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 000.00 V)	VERIFICATO

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (8.83 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (34.00 A)	VERIFICATO

GENERATORE MPPT GENERATORE MPPT2

Il generatore denominato "Generatore MPPT1 - Copia" ha una potenza pari a 3.000 kW e una produzione di energia annua pari a 3 591.54 kWh, derivante da 10 moduli con una superficie totale dei moduli di 20.85 m².

Dati generali	
Posizionamento dei moduli	Non complanare alle superfici
Struttura di sostegno	Fissa
Inclinazione dei moduli (Tilt)	18°
Orientazione dei moduli (Azimut)	0°
Irradiazione solare annua sul piano dei moduli	1 595.64 kWh/m²
Numero superfici disponibili	1
Estensione totale disponibile	576 339.46 m²
Estensione totale utilizzata	576 339.46 m²
Potenza totale	3.000 kW
Energia totale annua	3 591.54 kWh

Modulo	
Numero totale moduli	10
Superficie totale moduli	20.85 m²

Configurazione inverter		
MPPT	Numero di moduli	Stringhe per modulo
2	10	1 x 10

VERIFICHE ELETTRICHE MPPT 2

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

TENSIONI MPPT	
V _m a 70 °C (210.50 V) maggiore di V _{mppt} min. (200.00 V)	VERIFICATO
V _m a -10 °C (474.50 V) minore di V _{mppt} max. (750.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA	
V _{oc} a -10 °C (560.50 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (900.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA MODULO	
V _{oc} a -10 °C (560.50 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 000.00 V)	VERIFICATO

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (8.83 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (34.00 A)	VERIFICATO

CAVI

			Risultati	
Descrizione	Designazione	Sezione (mm²)	Corrente (A)	Portata (A)
Rete - Quadro generale	FG16R16 0.6/1 kV	10.0	8.66	60.00
Quadro generale - Quadro fotovoltaico	FG16R16 0.6/1 kV	10.0	8.66	60.00
Quadro fotovoltaico - I 1	FG16R16 0.6/1 kV	10.0	8.66	60.00
I 1 - MPPT 1		6.0	8.36	38.00
I 1 - Quadro di campo 1	H1Z2Z2-K	6.0	8.36	54.00
Quadro di campo 1 - S 1	H1Z2Z2-K	6.0	8.36	54.00
I 1 - MPPT 2		6.0	8.36	38.00
I 1 - Quadro di campo 2	H1Z2Z2-K	6.0	8.36	54.00
Quadro di campo 2 - S 2	H1Z2Z2-K	6.0	8.36	54.00

QUADRI

Quadro generale	
SPD uscita presente	
<i>Protezione sugli ingressi</i>	
Ingresso	Dispositivo
Quadro fotovoltaico	Interruttore magnetotermico

Quadro fotovoltaico	
SPD uscita presente	
<i>Protezione sugli ingressi</i>	
Ingresso	Dispositivo
I 1	Interruttore magnetotermico

Quadro di campo 1	
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>	
SPD uscita presente	
<i>Protezione sugli ingressi</i>	
Ingresso S 1 : Interruttore magnetotermico	
SPD presente	

Quadro di campo 2	
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>	
SPD uscita presente	
<i>Protezione sugli ingressi</i>	
Ingresso S 2 : Interruttore magnetotermico	
SPD presente	

SCHEMA UNIFILARE

Il disegno successivo riporta lo schema unifilare dell'impianto, in cui sono messi in evidenza i sottosistemi e le apparecchiature che ne fanno parte.

Riepilogo potenze per fase			
Generatore / sottoimpianto	L1	L2	L3
Sottoimpianto MPPT1	2.000 kW	2.000 kW	2.000 kW
Totale	2.000 kW	2.000 kW	2.000 kW

La differenza fra la potenza installata sulla fase con più generazione e quella con meno generazione risulta pari a: 0.000 kW.

6.8 Schede Tecniche

MODULO M.D.0001

DATI GENERALI

Tipo materiale	Si policristallino
----------------	--------------------

CARATTERISTICHE ELETTRICHE IN CONDIZIONI STC

Potenza di picco	300.0 W
Im	8.36 A
Isc	8.83 A
Efficienza	14.39 %
Vm	35.90 V
Voc	44.50 V

ALTRE CARATTERISTICHE ELETTRICHE

Coeff. Termico Voc	-0.3300 V/°C
Coeff. Termico Isc	5.916 mA/°C
NOCT	45.0 °C
Vmax	1 000.00 V

CARATTERISTICHE MECCANICHE

Lunghezza	1 956.00 mm
Larghezza	1 066.00 mm
Superficie	2.085 m ²
Spessore	50.00 mm
Peso	27.30 kg
Numero celle	72

INVERTER I.D.0001

DATI GENERALI

Tipo fase	Trifase
-----------	---------

INGRESSI MPPT

N	VMppt min [V]	VMppt max [V]	V max [V]	I max [A]
1	200.00	750.00	900.00	34.00
2	200.00	750.00	900.00	34.00

Max pot. FV [W] 6 840

PARAMETRI ELETTRICI IN USCITA

Potenza nominale	6 000 W
Tensione nominale	400 V
Rendimento max	97.60 %
Distorsione corrente	2 %
Rendimento europeo	96.50 %

CARATTERISTICHE MECCANICHE

Dimensioni LxPxH	645x716x222 mm
Peso	41.00 kg

7. CALCOLI IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Il presente progetto è relativo alla realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica tramite conversione fotovoltaica, avente una potenza di picco pari a 6,00 kWp.

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

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

ATTENZIONE PER L'AMBIENTE

Ad oggi, la produzione di energia elettrica è per la quasi totalità proveniente da impianti termoelettrici che utilizzano combustibili sostanzialmente di origine fossile. Quindi, considerando l'energia stimata come produzione del primo anno, 6 510.96 kWh, e la perdita di efficienza annuale, 0.90 %, le considerazioni successive valgono per il tempo di vita dell'impianto pari a 20 anni.

RISPARMIO SUL COMBUSTIBILE

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

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

Risparmio di combustibile	
Risparmio di combustibile in	TEP
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0.187
TEP risparmiate in un anno	1.22
TEP risparmiate in 20 anni	22.38

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

EMISSIONI EVITATE IN ATMOSFERA

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

Emissioni evitate in atmosfera				
Emissioni evitate in atmosfera di	CO ₂	SO ₂	NO _x	Polveri
Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh]	474.0	0.373	0.427	0.014
Emissioni evitate in un anno [kg]	3 086.20	2.43	2.78	0.09
Emissioni evitate in 20 anni [kg]	56 720.89	44.63	51.10	1.68

Fonte dati: Rapporto ambientale ENEL 2013

7.1 Sito di installazione

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

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

7.2 Disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico

La descrizione del sito in cui verrà installato l'impianto fotovoltaico è riportata di seguito.

Progetto Esecutivo per realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica a pannelli fotovoltaici della potenzialità nominale di 6,00 kWp, da installare sulla copertura dell'edificio adibito a scuola elementare posta nel Comune di Santa Maria a Monte, loc. Montecalvoli (Pisa)

7.3 Disponibilità della fonte solare

IRRADIAZIONE GIORNALIERA MEDIA MENSILE SUL PIANO ORIZZONTALE

La disponibilità della fonte solare per il sito di installazione è verificata utilizzando i dati “UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Collesalveti” relativi a valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale. Per la località sede dell’intervento, ovvero il comune di SANTA MARIA A MONTE (PI) avente latitudine 43°.6992 N, longitudine 10°.6936 E e altitudine di 56 m.s.l.m.m., i valori giornalieri medi mensili dell'irradiazione solare sul piano orizzontale stimati sono pari a:

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [kWh/m ²]											
Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1.50	2.42	3.42	4.81	6.08	6.42	6.86	5.72	4.28	2.81	1.83	1.33

Fonte dati: UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Collesalveti



Fig. 1: Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [kWh/m²]- Fonte dati: UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Collesalveti

Quindi, i valori della irradiazione solare annua sul piano orizzontale sono pari a 1 447.28 kWh/m² (Fonte dati: UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Collesalveti).

7.4 Fattori morfologici e ambientali

OMBREGGIAMENTO

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

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

Di seguito il diagramma solare per il comune di SANTA MARIA A MONTE:



Fig. 2: Diagramma solare

ALBEDO

Per tener conto del plus di radiazione dovuta alla riflettanza delle superfici della zona in cui è inserito l’impianto, si sono stimati i valori medi mensili di albedo, considerando anche i valori presenti nella norma UNI/TR 11328-1:

Valori di albedo medio mensile

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

L'albedo medio annuo è pari a 0.20.

7.5 Procedure di calcolo

CRITERIO GENERALE DI PROGETTO

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

Nella generalità dei casi, il generatore fotovoltaico deve essere esposto alla luce solare in modo ottimale, scegliendo prioritariamente l'orientamento a Sud ed evitando fenomeni di ombreggiamento. In funzione degli eventuali vincoli architettonici della struttura che ospita il generatore stesso, sono comunque adottati orientamenti diversi e sono ammessi fenomeni di ombreggiamento, purché adeguatamente valutati.

Perdite d'energia dovute a tali fenomeni incidono sul costo del kWh prodotto e sul tempo di ritorno dell'investimento.

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

CRITERIO DI STIMA DELL'ENERGIA PRODOTTA

L'energia generata dipende:

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

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

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

per i seguenti valori:

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

CRITERIO DI VERIFICA ELETTRICA

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

TENSIONI MPPT: Tensione nel punto di massima potenza, V_m , a 70 °C maggiore o uguale alla Tensione MPPT minima ($V_{mppt\ min}$). Tensione nel punto di massima potenza, V_m , a -10 °C minore o uguale alla Tensione MPPT massima ($V_{mppt\ max}$). I valori di MPPT rappresentano i valori minimo e massimo della finestra di tensione utile per la ricerca del punto di funzionamento alla massima potenza.

TENSIONE MASSIMA: Tensione di circuito aperto, V_{oc} , a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ minore o uguale alla tensione massima di ingresso dell'inverter.

TENSIONE MASSIMA MODULO: Tensione di circuito aperto, V_{oc} , a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ minore o uguale alla tensione massima di sistema del modulo.

CORRENTE MASSIMA

Corrente massima (corto circuito) generata, I_{sc} , minore o uguale alla corrente massima di ingresso dell'inverter.

DIMENSIONAMENTO: Dimensionamento compreso tra il 70 % e 120 %. Per dimensionamento si intende il rapporto percentuale tra la potenza nominale dell'inverter e la potenza del generatore fotovoltaico a esso collegato (nel caso di sottoimpianti MPPT, il dimensionamento è verificato per il sottoimpianto MPPT nel suo insieme).

7.6 Dimensionamento dell'impianto

L'impianto, è di tipo grid-connected, la tipologia di allaccio è: trifase in bassa tensione.

Ha una potenza totale pari a 6.000 kW e una produzione di energia annua pari a 6 510.96 kWh (equivalente a 1 085.16 kWh/kW), derivante da 20 moduli che occupano una superficie di 41.70 m², ed è composto da 2 generatori.

SCHEDA TECNICA DELL'IMPIANTO

Dati generali	
Indirizzo	Via del Cimitero n. 13
CAP Comune (Provincia)	56020 SANTA MARIA A MONTE (PI)
Latitudine	43°.6992 N
Longitudine	10°.6936 E
Altitudine	56 m
Irradiazione solare annua sul piano orizzontale	1 447.28 kWh/m ²
Coefficiente di ombreggiamento	1.00

Dati tecnici	
Superficie totale moduli	41.70 m ²
Numero totale moduli	20
Numero totale inverter	1
Energia totale annua	6 510.96 kWh
Potenza totale	6.000 kW
Potenza fase L1	2.000 kW
Potenza fase L2	2.000 kW
Potenza fase L3	2.000 kW
Energia per kW	1 085.16 kWh/kW
Sistema di accumulo	Assente
Capacità di accumulo utile	-
BOS	74.97 %

ENERGIA PRODOTTA

L'energia totale annua prodotta dall'impianto è 6 510.96 kWh.

Nel grafico si riporta l'energia prodotta mensilmente:

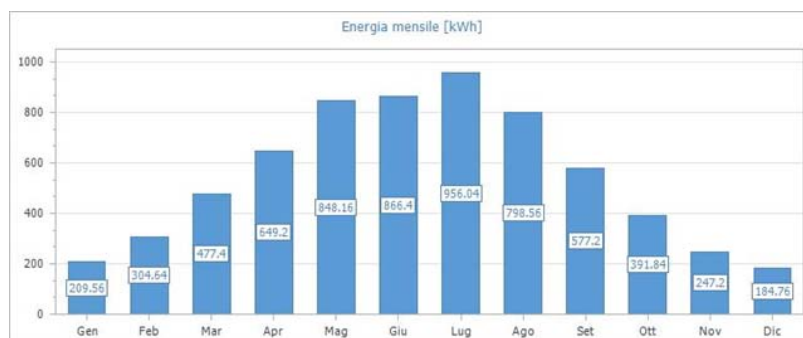


Fig. 3: Energia mensile prodotta dall'impianto

7.7 Sottoimpianto MPPT Sottoimpianto MPPT1

Il sottoimpianto MPPT denominato "Sottoimpianto MPPT1", ha una potenza pari a 6.000 kW e una produzione di energia annua pari a 6 510.96 kWh, derivante da 2 generatori, con un numero totale di moduli pari a 20 e una superficie totale dei moduli di 41.70 m².

Il sottoimpianto MPPT ha una connessione trifase.

SCHEDA TECNICA

Dati generali	
Potenza totale	6.000 kW
Energia totale annua	7 183.08 kWh
Numero totale moduli	20
Superficie totale moduli	41.70 m ²

Inverter	
Numero di MPPT	2
Dimensionamento inverter (compreso tra 70 % e 120 %)	100.00 % (VERIFICATO)
Tipo fase	Trifase

GENERATORE MPPT GENERATORE MPPT1

Il generatore denominato "Generatore MPPT1" ha una potenza pari a 3.000 kW e una produzione di energia annua pari a 3 591.54 kWh, derivante da 10 moduli con una superficie totale dei moduli di 20.85 m².

Dati generali	
Posizionamento dei moduli	Non complanare alle superfici
Struttura di sostegno	Fissa
Inclinazione dei moduli (Tilt)	18°
Orientazione dei moduli (Azimut)	0°
Irradiazione solare annua sul piano dei moduli	1 595.64 kWh/m ²
Numero superfici disponibili	1
Estensione totale disponibile	576 339.46 m ²
Estensione totale utilizzata	576 339.46 m ²
Potenza totale	3.000 kW
Energia totale annua	3 255.48 kWh

Modulo	
Numero totale moduli	10
Superficie totale moduli	20.85 m ²

Configurazione inverter		
MPPT	Numero di moduli	Stringhe per modulo
1	10	1 x 10

VERIFICHE ELETTRICHE MPPT 1

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

TENSIONI MPPT	
V _m a 70 °C (210.50 V) maggiore di V _{mppt min.} (200.00 V)	VERIFICATO
V _m a -10 °C (474.50 V) minore di V _{mppt max.} (750.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA	
V _{oc} a -10 °C (560.50 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (900.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA MODULO	
V _{oc} a -10 °C (560.50 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 000.00 V)	VERIFICATO

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (8.83 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (34.00 A)	VERIFICATO

GENERATORE MPPT GENERATORE MPPT2

Il generatore denominato "Generatore MPPT1 - Copia" ha una potenza pari a 3.000 kW e una produzione di energia annua pari a 3 591.54 kWh, derivante da 10 moduli con una superficie totale dei moduli di 20.85 m².

Dati generali	
Posizionamento dei moduli	Non complanare alle superfici
Struttura di sostegno	Fissa
Inclinazione dei moduli (Tilt)	18°
Orientazione dei moduli (Azimut)	0°
Irradiazione solare annua sul piano dei moduli	1 595.64 kWh/m ²
Numero superfici disponibili	1
Estensione totale disponibile	576 339.46 m ²
Estensione totale utilizzata	576 339.46 m ²
Potenza totale	3.000 kW
Energia totale annua	3 591.54 kWh

Modulo	
Numero totale moduli	10
Superficie totale moduli	20.85 m ²

Configurazione inverter		
MPPT	Numero di moduli	Stringhe per modulo
2	10	1 x 10

VERIFICHE ELETTRICHE MPPT 2

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

TENSIONI MPPT	
V _m a 70 °C (210.50 V) maggiore di V _{mppt min.} (200.00 V)	VERIFICATO
V _m a -10 °C (474.50 V) minore di V _{mppt max.} (750.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA	
------------------	--

Voc a -10 °C (560.50 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (900.00 V)	VERIFICATO
--	-------------------

TENSIONE MASSIMA MODULO	
Voc a -10 °C (560.50 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 000.00 V)	VERIFICATO

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (8.83 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (34.00 A)	VERIFICATO

CAVI

			Risultati	
Descrizione	Designazione	Sezione (mm²)	Corrente (A)	Portata (A)
Rete - Quadro generale	FG16R16 0.6/1 kV	10.0	8.66	60.00
Quadro generale - Quadro fotovoltaico	FG16R16 0.6/1 kV	10.0	8.66	60.00
Quadro fotovoltaico - I 1	FG16R16 0.6/1 kV	10.0	8.66	60.00
I 1 - MPPT 1		6.0	8.36	38.00
I 1 - Quadro di campo 1	H1Z2Z2-K	6.0	8.36	54.00
Quadro di campo 1 - S 1	H1Z2Z2-K	6.0	8.36	54.00
I 1 - MPPT 2		6.0	8.36	38.00
I 1 - Quadro di campo 2	H1Z2Z2-K	6.0	8.36	54.00
Quadro di campo 2 - S 2	H1Z2Z2-K	6.0	8.36	54.00

QUADRI

Quadro generale	
SPD uscita presente	
<i>Protezione sugli ingressi</i>	
Ingresso	Dispositivo
Quadro fotovoltaico	Interruttore magnetotermico

Quadro fotovoltaico	
SPD uscita presente	
<i>Protezione sugli ingressi</i>	
Ingresso	Dispositivo
I 1	Interruttore magnetotermico

Quadro di campo 1	
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>	
SPD uscita presente	
<i>Protezione sugli ingressi</i>	
Ingresso S 1 : Interruttore magnetotermico	
SPD presente	

Quadro di campo 2	
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>	
SPD uscita presente	
<i>Protezione sugli ingressi</i>	
Ingresso S 2 : Interruttore magnetotermico	
SPD presente	

SCHEMA UNIFILARE

Il disegno successivo riporta lo schema unifilare dell'impianto, in cui sono messi in evidenza i sottosistemi e le apparecchiature che ne fanno parte.

Riepilogo potenze per fase			
Generatore / sottoimpianto	L1	L2	L3
Sottoimpianto MPPT1	2.000 kW	2.000 kW	2.000 kW
Totale	2.000 kW	2.000 kW	2.000 kW

La differenza fra la potenza installata sulla fase con più generazione e quella con meno generazione risulta pari a: 0.000 kW.

8. CONSIDERAZIONI FINALI

Quanto esposto nella presente relazione, negli schemi elettrici planimetrici e negli schemi elettrici dei quadri è stato sviluppato nel pieno rispetto delle attuali normative per la sicurezza degli impianti e del lavoro, in base alla destinazione d'uso dei locali espressamente dichiarata dal Committente.

Il Committente e/o l'utilizzatore finale dovrà tenere presente che qualsiasi manomissione o intervento di variazione successivo non eseguito nel rispetto delle vigenti normative di sicurezza e/o da personale abilitato (provvisto cioè dei requisiti tecnico professionali di cui alla legge 22 gennaio 2008 n.37) nonché eseguito senza apportare le necessarie modifiche alla documentazione di progetto, oltre che rappresentare un potenziale pericolo nella gestione degli impianti, comporterà il declino di ogni responsabilità da parte del progettista.