

COMUNE di CIVITANOVA MARCHE



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU

Provincia di Macerata



LAVORI DI RIMOZIONE DELLA COPERTURA IN CEMENTO - AMIANTO DEL CINETEATRO ROSSINI, RICOPERTURA IN EFFICIENTAMENTO ENERGETICO E INSTALLAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO CON POTENZA NOMINALE $P_n = 110,72$ kWp

Via Bruno Buozzi, 1 - 62012 Civitanova Marche (MC)

PROGETTO ESECUTIVO

(Art. 23 comma 4, 7 e 8 del Decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50)

Elaborato:

RELAZIONE TECNICA DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

TAV. 04



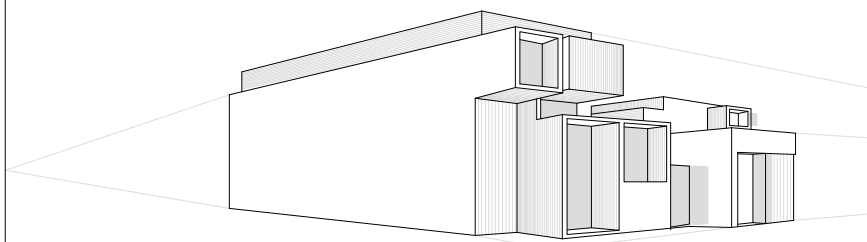
Proprietà:

Comune di Civitanova Marche
Sede: Piazza XX Settembre, 93

Revisione
4°

Data documento
21/10/2022

Il Resp. Procedimento
Ing. Arianna Nasini



Il Tecnico Progettista:

Ing. Egidio Santucci

Via P.Nenni, 25 - Montappone (FM)

P. IVA 01633150444 Tel. 0734 761200
e-mail egorsantucci@libero.it Cell. 338 3781917

Firma



**Ottobre
2022**

RELAZIONE TECNICA

PROGETTO: Rete elettrica per impianto fotovoltaico da 110,72 kWp inverter da 100,00kw da installare in Via B. Buozzi - CIVITANOVA MARCHE (MC) -

1.0 PREMESSA

Il presente progetto è relativo alla sola parte elettrica di un impianto di produzione di energia elettrica a pannelli fotovoltaici da 110,72 Kwp con cessione parziale dell'energia prodotta, che verrà installato sul tetto della struttura sita a CIVITANOVA MARCHE (MC) in Via B. Buozzi, 10

Sono parte integrante del presente progetto specialistico i seguenti elaborati allegati:

- **Tav.04** La presente relazione tecnica dell'impianto fotovoltaico.
- **Tav.05** Planimetria della distribuzione dell'impianto fotovoltaico e schema unifilare dell'impianto.

1.1 RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI

I riferimenti Legislativi e Normativi principali da rispettare e comunque considerati per redigere il presente progetto, sono i seguenti:

Leggi e decreti

- Legge 1 marzo 1968 n. 186: "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici."

- Legge 18 ottobre 1977 n. 791: "Attuazione della direttiva CEE n: 73/23 relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione".

- D.L. 25 Novembre 1996 n. 626 e modificazioni: "Attuazione della direttiva CEE n; 93/68 relativa al materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione".

Decreti del Presidente della Repubblica:

- D.P.R. 26 maggio 1959 n. 689 e successive modifiche ed integrazioni:
"Determinazione delle aziende e lavorazioni soggette, ai fini della prevenzione degli incendi, al controllo del Comando del Corpo dei Vigili del fuoco."

Decreti e Circolari Ministeriali:

- D.M. n ° 37 del 22/01/2008 Installazione degli impianti all'interno di edifici

- D.lgs n ° 81 del 09/04/2008 Testo unico in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro

Norme CEI ,UNI ed altre direttive tecniche:

- standard ENEL per la connessione alla rete dell'ente distributore cei 0-21;

- Norma UNI 10349 per il calcolo dell'energia producibile;
- Norme CEI I IEC e/o JRC/ESTI CEI EN 61173, CEI EN 61277 per i moduli fotovoltaici;
- CEI 64-8/7 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1.500V in corrente continua."
- Guida CEI 64-14
"Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzati."
- CEI 11-1 "Impianti di produzione, trasporto e di distribuzione dell'energia elettrica."
- CEI 11-17
"Impianti di produzione, trasporto e di distribuzione dell'energia elettrica. Linee in cavo."
- CEI 11-25 "Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata."
- CEI 11-28 "Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali e bassa tensione."
- CEI 11-35 "Guida all'esecuzione delle cabine elettriche d'utente."
- CEI 17-5 "Apparecchi a bassa tensione, Parte 2: Interruttori automatici."
- CEI 17-113 "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione – Parti 1,2,3,4,"
- CEI 20-40 "Raccomandazioni per la posa dei cavi per energia con tensione nominale fino a 1kV".
- Tabelle CEI UNEL riportanti le portate e le cadute di tensione per le diverse tipologie di cavo impiegate.
- Norme del CT20 dell'ente normatore CEI "cavi elettrici".
- CEI 82-20 Sistemi fotovoltaici (Condizionatori di potenza Procedura per misurare l'efficienza)
- Guida CEI 82-25, "Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione".
- Guida CEI 0-2, "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici".
- Guida CEI 64-14, "Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori".
- direttive vigenti dell'Ente distributore di energia locale relative ai criteri di allacciamento di impianti fotovoltaici alla rete BT di distribuzione.

1.2 DATI PROGETTUALI

Pannelli fotovoltaici

Verranno installati n.346 pannelli fotovoltaici su struttura metallica ancorata al tetto. I pannelli verranno posizionati su falde orientate prevalentemente a Est/Ovest.

Dati di progetto relativi alle influenze esterne

Temperatura

Min/Max. all'interno degli edifici: N.P.

Min/Max. all'esterno degli edifici: 5°C /+35°C

Media giorno più caldo: +31°C

Media max. mensile: +25°C

Media annuale: +16°C

Umidità

Prevista condensa – Livello umidità: medio

Presenza corpi solidi estranei e acqua

Ambiente: esterno Pezzatura corpi solidi: > 1mm

Polvere: ambiente polveroso

Presenza acqua: pioggia e spruzzi da ogni direzione

Ventilazione locali/ambienti

Tipo: Naturale

Dati di progetto relativi all'impianto elettrico

Tipo d'intervento

Nuovo Impianto

Limiti di competenza

Dal punto di consegna dell'energia da parte dell'ente distributore fino ai moduli Fotovoltaici.

Dati dell'alimentazione elettrica da parte ente distributore

Alimentazione: in cavo BT 400V con neutro

Punto di consegna: Nuovo contatore di energia con l'indicazione dell'energia immessa nella rete e quella prelevata dalla rete.

Tensione nominale e max. variazione: $400 \pm 10\%$ (V)

Frequenza nominale e max. variazione: $50 \pm 2\%$ (Hz)

Icc presunta al punto di consegna: 15kA

Stato del Neutro ente distributore: TT

Vincoli del distributore: direttive per le connessioni alla rete elettrica BT cei 0-21

Sistema di distribuzione impianto: TT

Tensioni nominale degli utilizzatori:400V

Dati dell'alimentazione elettrica da parte impianto fotovoltaico

Alimentazione:

moduli fotovoltaici (tensione nominale 41,45 V c.c.)

Unità di conversione energia:

Gruppi per connessione in rete (Inverter grid/connected)

Tensione nominale lato c.c. e max. variazione: 200-1100 (V)

Tensione nominale lato c.a. e max. variazione: $400 \pm 10\%$ (V)

Frequenza nominale e max. variazione: $50 \pm 2\%$ (Hz)

Stato del Neutro sistema fotovoltaico: IT

Misura dell'energia

Contatore ente distributore bidirezionale con energia immessa ed energia prelevata per alimentare dei servizi privati.

2.0 DESCRIZIONE DEL SISTEMA

L'impianto sarà composto da n. 346 moduli fotovoltaici monocristallino con vetro colorato marrone tipo BISOL Spectrum o equivalente da 320W per una potenza totale di 110,72 kWp di picco. I moduli verranno fissati alle strutture mediante opportuni sostegni che ne garantiscono la tenuta.

Il gruppo di conversione sarà composto da n.1 inverter, N°1 tipo HUAWEI SUN2000-100KTL-M1 (100,00KW) o equivalente dotato di 20 ingressi lato cc equamente distribuiti su n°3 MPPT (inseguitori solari) interni.

L'impianto fotovoltaico NON sarà connesso a terra essendo previsti sul lato c.c. tutti componenti in classe II d'isolamento. Solo l'inverter lato ac dell'impianto sarà connesso a terra. I gruppi di conversione da utilizzare sono dotati per costruzione della limitazione della componente continua della corrente immessa in rete, ma visto che l'impianto è maggiore di 11,08Kw come prescritto dalla cei 0-21 si dovrà installare una PROTEZIONE DI INTERFACCIA ESTERNA.

2.1 CONFIGURAZIONE CAMPO FOTOVOLTAICO

Potenza nominale pari a 110.720 Wp (346 pannelli fotovoltaici):

Numero di stringhe: 20

Numero moduli stringa: 14x18, 4x17, 2x13,

Superficie complessiva moduli: circa 650 mq

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

Le stringhe saranno dotate di un sezionatore portafusibile manovrabile a vuoto, in modo da isolare la stringa stessa in caso di guasto.

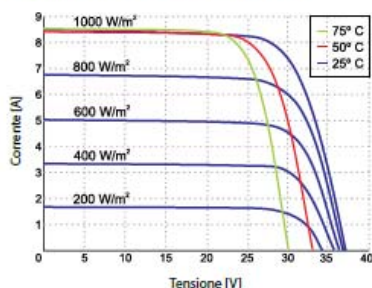
2.2 CARATTERISTICHE COMPONENTI MODULI FOTOVOLTAICI TIPO

Celle solari: silicio monocristallino

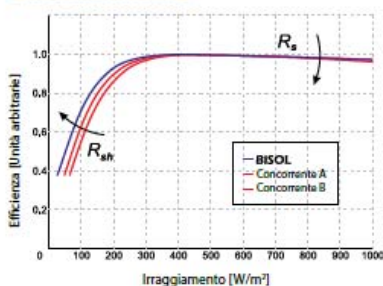
Potenza nominale: 320Wp

Classe di isolamento II

Curva I-V a vari livelli di irraggiamento e a varie temperature delle celle



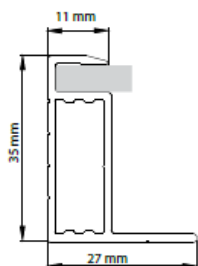
Efficienza effettiva



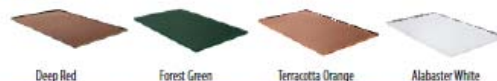
Dimensioni



Sezione della cornice



Specifiche elettriche @ STC - Condizioni standard di test (AM1,5, 1.000 W/m², temperatura della cella di 25 °C):



Tipo di modulo	BDO	320	300	280	220
Potenza nominale P_{MPP} [W]		320	300	280	220
Corrente di corto circuito I_{SC} [A]		9,55	9,30	8,30	6,55
Tensione di circuito aperto V_{OC} [V]		41,5	41,1	43,2	40,9
Corrente alla potenza di picco I_{MPP} [A]		9,10	8,70	7,55	6,20
Tensione alla potenza di picco V_{MPP} [V]		35,2	34,5	37,1	35,5
Tolleranza di potenza		±3 %			
Corrente inversa massima		20 A			
Tensione massima del sistema		1.500 V			
Classe di isolamento		Classe II			

Efficienza a irraggiamento 200 W/m²: 99,3 % dell'efficienza a irraggiamento STC o maggiore. Tolleranza per V_{OC} e I_{SC} : 3 %.

Specifiche elettriche @ NOCT (AM1,5; 800 W/m²; 20 °C; vento: 1 m/s; temperatura della cella di 44 °C):

Tipo di modulo	BDO	320	300	280	220
Potenza nominale P_{MPP} [W]		239	224	209	164
Corrente di corto circuito I_{SC} [A]		7,73	7,52	6,72	5,30
Tensione di circuito aperto V_{OC} [V]		39,4	39,0	41,0	38,8
Corrente alla potenza di picco I_{MPP} [A]		7,36	7,04	6,11	5,02
Tensione alla potenza di picco V_{MPP} [V]		32,5	31,8	34,2	32,8

Tolleranza nella misurazione di potenza: ± 3 %.

Specifiche termiche:

Coefficiente di temperatura di corrente α	+ 0,06 %/°C
Coefficiente di temperatura di tensione β	- 0,27 %/°C
Coefficiente di temperatura di potenza γ	- 0,35 %/°C
NOCT	44 ± 2 °C
Range di temperatura	- 40 °C fino a + 85 °C

Specifiche meccaniche:

Lunghezza x larghezza x spessore	1.770 x 1.050 x 35 mm
Peso	20,5 kg
Celle solari	120 mono c-Si PERC Half-Cut / 166 mm x 166 mm
Scatola di giunzione / Connettori / IP	3 diodi di bypass / MC4 compatibili / IP 68
Lunghezza dei cavi	Standard: 1.200 mm Su richiesta (per orientamento in verticale): 300 mm
Cornice	Cornice standard (AL anodizzato con fori di drenaggio e angoli rigidi fissi)
Colore del back sheet	Nero
Vetro	Vetro di 3,2 mm colorato rosso con rivestimento antiriflesso / temperato / alta trasparenza / basso contenuto di ferro
Carico di prova certificato (neve/vento)	5.400 Pa / 2.400 Pa
Resistenza	Chicco di grandine / Ø 25 mm / 83 km/h

Tolleranze dei valori +/- 5 % Le proprietà del prodotto non specificate sono a totale discrezione di BISOL Production.

Imballaggio:

Moduli per pallet	Dimensioni dell'imballaggio: lunghezza/larghezza/altezza	Sovrapponibile	Peso totale di un pallet	Numero totale di pallet/carico
30	181 x 109 x 128 cm	3 Pallet	653 kg	28

2.3 GRUPPO DI CONVERSIONE TIPO

SUN2000-100KTL-M1

Technical Specifications

Efficiency	
Max. Efficiency	98.8% @480 V, 98.6% @380 V / 400 V
European Efficiency	98.6% @480 V, 98.4% @380 V / 400 V
Input	
Max. Input Voltage	1,100 V
Max. Current per MPPT	26 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	40 A
Start Voltage	200 V
MPPT Operating Voltage Range	200 V ~ 1,000 V
Nominal Input Voltage	720 V @480 Vac, 600 V @400 Vac, 570 V @380 Vac
Number of Inputs	20
Number of MPP Trackers	10
Output	
Nominal AC Active Power	100,000 W
Max. AC Apparent Power	110,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	110,000 W
Nominal Output Voltage	480 V/ 400 V/ 380 V, 3W+(N)+PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	120.3 A @480 V, 144.4 A @400 V, 152.0 A @380 V
Max. Output Current	133.7 A @480 V, 160.4 A @400 V, 168.8 A @380 V
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%
Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-Islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes (isolation transformer required)
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch)
Weight (with mounting plate)	90 kg (198.4 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Staubli MC4
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless
Standard Compliance (more available upon request)	
Certificates	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 61727, IEC 60068, IEC 61683

2.4 QUADRI ELETTRICI

Nell'impianto sono presenti i seguenti quadri:

- Quadro Lato Corrente Continua denominato QB (Interno o esterno all'inverter);
- n.1 Quadro Lato Corrente Alternata denominato QI.NV.;
- n.1 Quadro Fornitura energia elettrica Q.FOR.

I quadri in questione conterranno le apparecchiature di manovra e protezione, a norme CEI 23-3 o CEI 17-5, come indicato negli schemi allegati, compreso di apposita morsettiera per alloggio conduttori equipotenziali della struttura in oggetto per il collegamento con il conduttore di protezione generale dell'impianto. Inoltre i quadri elettrici di Bassa Tensione, di cui sopra basati su involucri a norma CEI17-113, dovranno essere Certificati dal costruttore dello stesso secondo quanto richiesto dalla norma CEI 17-113.

I quadri elettrici avranno:

Targa d'identificazione

- nome o marchio di fabbrica del costruttore;
- tipo numero o altro mezzo d'identificazione;
- marcatatura visibile, leggibile e indelebile;

Dichiarazione di conformità CE e fascicolo tecnico

- dichiarazione di conformità secondo CEI17-113;
- nome o marchio di fabbrica del costruttore;
- tipo numero o altro mezzo d'identificazione;
- elenco caratteristiche meccaniche, elettriche e condizioni d'impiego;
- rapporto prove effettuate da strumento di misura;
- elenco materiali utilizzati;
- schemi elettrici con siglatura dei circuiti e dei componenti;
- disposizioni di sicurezza, avvertenze;

2.5 TIPOLOGIA CONDUTTURE

Il tipo di conduttura in cavo, installati per il collegamento dei quadri elettrici, degli inverter e dei pannelli fotovoltaici, sarà scelta in base al particolare tipo di posa, alle esigenze di assorbimento e con riferimento alla normativa in vigore CPR riguardante i cavi per energia.

I cavi dovranno essere dimensionati per contenere la caduta di tensione a valori compresi tra l'1 ed il 2%.

Le tipologie di condutture in cavo utilizzate nella struttura in oggetto saranno le seguenti:

Cablaggio interno dei quadri elettrici

- Conduttori in rame isolati in materiale termoplastico PVC tensione nominale 450/750 V, tensione di prova a frequenza industriale 3KV, non propagante l'incendio a norme CPR, tipo FS17.

Linee di collegamento inverter e quadri elettrici lato BT c.a.

- Conduttori in rame isolati in materiale termoplastico EPR tensione nominale 600/1000 V, tensione di prova a frequenza industriale 1,5KV, non propagante l'incendio a norme CPR, tipo FG16.

Linee di collegamento tra pannelli fotovoltaici e inverter Lato c.c.

- conduttori in rame isolati in mescola elastomerica reticolata ad alto modulo a base di gomma sintetica, sotto guaina in mescola elastomerica reticolata senza alogeni, tensione nominale in corrente continua 0,9/1,5 KV, tensione di prova 6,5kV, non propagante l'incendio a norme CPR, tipo H1Z2Z2.

2.6 CANALIZZAZIONI E PASSERELLE PORTACAVI

Tutte le condutture di bassa tensione saranno realizzate con canalizzazioni o con passerelle portacavi a norme :

CEI 23-54 "Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche".

CEI 23-31 "Sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso portacavi e porta apparecchi".

I tubi e i condotti saranno realizzati in :

Tubo rigido in PVC, per tutti i percorsi in vista che non presentino pericolo di danneggiamento meccanico;

Tubo rigido TAZ in metallo zincato o passerella metallica zincata o verniciata, per tutti i percorsi in vista che presentino pericolo di danneggiamento meccanico;

Tubo flessibile in PVC serie pesante, per tutti i percorsi sottotraccia a parete o a pavimento protetti con scudo di malta;

Guaina flessibile in PVC, per tutti i percorsi non lineari a vista per il raccordo di cassette, quadri elettrici o utenze elettriche;

Guaina flessibile armata, per tutti i percorsi non lineari a vista per il raccordo di cassette, quadri elettrici o utenze elettriche ove vi sia la presenza di pericoli di danneggiamento meccanico;

Il diametro delle tubazioni non dovrà essere mai inferiore a 1,3 volte quello del cerchio circoscritto ai cavi in esso contenuti, con un minimo di 16mmq, in conformità alle Norme CEI.

La sezione dei canali portacavi occupata dai cavi non dovrà eccedere il 50% della sezione totale del canale stesso.

Dovranno essere utilizzati tutti gli accessori necessari per il mantenimento del grado di protezione (CEI 70-1) richiesto per il tipo di ambiente d'installazione.

2.7 CASSETTE DI CONNESSIONE

Le cassette di connessione e rompitratta, saranno in materiale isolante autoestinguento, certificate secondo CEI 23-48 e di dimensioni tali da alloggiare comodamente tutti i conduttori ed i morsetti necessari; permetteranno una rapida e sicura identificazione di tutti i conduttori per successivi interventi.

Saranno del tipo da incasso o a vista, in materiale plastico o in metallo dove esista pericolo di danneggiamento meccanico.

Dovranno essere utilizzati tutti gli accessori necessari per il mantenimento del grado di protezione (CEI 70-1) richiesto per il tipo di ambiente d'installazione.

2.8 CONNESSIONI

Le connessioni (giunzioni o derivazioni) saranno eseguite con appositi morsetti, con o senza vite, certificati secondo le Norme CEI 23-20, CEI 23-21 e CEI 23-40. Non è consentito ridurre la sezione dei conduttori, né lasciare parti conduttrici scoperte.

Non sono ammesse connessioni entro tubi di sezione circolare o di altra forma. Sono ammesse connessioni entro canali portacavi ammesso che i morsetti siano del tipo IPXXB.

2.9 SCARICATORI DI SOVRATENSIONE PER SCARICHE ATMOSFERICHE

Allo scopo di ridurre il rischio M (perdite economiche) contemplato da norme CEI 81-10, saranno installati dei dispositivi di protezione SPD (scaricatori di sovratensione) a valle delle linee entranti e in corrispondenza delle apparecchiature denominate "sensibili" (dispositivi elettronici essenziali o di alto costo).

Gli SPD installati a valle delle linee di energia in ingresso saranno del tipo a varistori Classe II nel Quadro lato corrente continua QC e nel quadro inverter Q.INV..

Ogni SDP sarà collegato tra le linee di segnale o energia e le barre equipotenziali di zona utilizzando cavi di adeguata sezione (vedi libretti di installazione) e riducendo il più possibile le lunghezze dei collegamenti .

2.10 DISPOSITIVO D'INTERFACCIA

La funzione del dispositivo d'interfaccia è svolta da una centralina esterna che comanderà la chiusura alimentante la bobina di minima tensione accoppiata all'interruttore "DG" del fotovoltaico.

Tale situazione è richiesta dalla norma CEI 0-21 perchè l'impianto ha una potenza superiore a 11,08KWp.

3.0 SICUREZZA DEGLI IMPIANTI

Protezione contro i contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti, ovvero contro il contatto delle persone con parti dell'impianto normalmente in tensione, sarà garantita mediante l'utilizzo di cassette o involucri (apribili solo mediante attrezzo) tali da proteggere le parti attive dei circuiti quali morsetti di collegamento, giunzioni, derivazioni, etc..

Gli involucri, le cassette o le barriere utilizzate, quando costruite in metallo, sono collegate all'impianto di terra generale.

Protezione contro i contatti indiretti

La protezione dai contatti indiretti per l'impianto fotovoltaico dovrà essere realizzata tenendo in considerazione che i sistemi di collegamento del neutro e delle masse sono diversi per il lato c.c. e il lato c.a. dell'impianto.

Lato c.c.: **Sistema IT**

Lato c.a.: **Sistema TT**

Sistema IT

L'utilizzo di un inverter che separi il lato c.c dal lato c.a. permetterà la realizzazione di un sistema assimilabile al tipo IT.

Nel caso di cedimento dell'isolamento nella parte c.c. infatti, si crea una debole corrente di primo guasto, dovuta unicamente alla generazione fotovoltaica c.c., che fluisce attraverso lo stesso inverter.

La protezione interna nell'inverter rileva l'abbassamento del livello d'isolamento dell'impianto c.c. e genera un allarme ottico sul pannello dell'inverter stesso.

Si precisa che con l'adozione di moduli fotovoltaici, apparecchiature e sistemi di cablaggio in classe II, come nel presente progetto, è improbabile un secondo guasto del sistema e comunque la messa a terra è vietata.

Resta inteso che, nonostante l'intervento degli interruttori automatici e/o fusibili, ai capi delle stringhe permangono tensioni pericolose (>120V) mentre ai morsetti dei moduli fotovoltaici permane un livello di tensione al di sotto delle tensioni di contatto limite stabilite dalle norme (120V condiz. Ordinarie, 60V condizioni particolari).

In conclusione occorre che prima di ogni operazione di manutenzione all'impianto fotovoltaico si rilevino eventuali segnalazioni di allarme emesse dagli inverter e si operi con dovuta cautela sul circuito in corrente continua soprattutto lungo e ai capi delle linee di collegamento delle stringhe agli inverter.

La resistenza dell'impianto di terra (R_e) deve soddisfare la condizione:

$$R_e \leq 120/I_d$$

dove:

I_d è la corrente di guasto a terra.

La corrente I_d non è nota a priori, ma si tratta di una corrente di dispersione di piccolo valore e la resistenza R_e dell'impianto utilizzatore, dimensionata per un guasto in rete soddisfa in genere la condizione suddetta.

Nei sistemi IT la norma CEI 64-8 garantisce la sicurezza anche in condizioni di doppio guasto a terra e impone vincoli alla resistenza dell'anello di guasto su ciascun circuito nell'intento di provocare l'intervento delle protezioni di sovracorrente.

Questo non è sempre possibile negli impianti fotovoltaici, dove la corrente di corto circuito cambia secondo la posizione dei due punti di guasto e può essere di poco superiore a quella nominale.

La tensione assunta dalle masse interconnesse in caso di doppio guasto a terra è spesso trascurabile.

Ad esempio, se la resistenza del conduttore che collega tra loro le masse affette dal guasto a terra è minore di 1 ohm e la corrente di guasto non supera 120 A, la persona è soggetta ad una tensione che non supera 120V.

Sistema TT

La protezione delle persone contro il contatto indiretto accidentale con parti dell'impianto normalmente non in tensione, appunto i contatti indiretti, sarà garantita dal coordinamento delle protezioni poste a monte di ogni linea elettrica (realizzabile con interruttore del tipo automatico magnetotermico o interruttore differenziale), con il valore della resistenza dell'impianto di terra, trattandosi di Sistema TT, con fornitura in bassa tensione.

Il corretto coordinamento delle protezioni è dato dal rapporto seguente:

$$V_c / I_d \leq R_t$$

dove:

V_c = Tensione di contatto verso terra (50V per luoghi ordinari, 25V per luoghi particolari)

R_t = resistenza globale dell'impianto di terra, espressa in ohm

I_d = valore della corrente di intervento delle protezioni poste a monte.

Protezione contro i cortocircuiti e le sovracorrenti

La protezione delle condutture contro il cortocircuito, sarà garantita dalle

apparecchiature di protezione poste a monte di ogni circuito, che possiedono un Potere di Interruzione nominale (P_n) superiore al valore di corrente di cortocircuito presunta sul punto di installazione, che trattandosi di impianto con fornitura in BT, è come previsto dalle Norme, non superiore a 15000 A (sistema trifase).

La protezione contro le sovracorrenti che si fossero verificate in ogni punto delle condutture, sono affidate alle apparecchiature automatiche magnetotermiche installate a monte di ogni circuito, che saranno scelte in funzione della seguente relazione:

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

dove:

$I^2 t$ = energia specifica lasciata passare dall'interruttore di protezione

$K^2 S^2$ = energia specifica sopportata dal conduttore, dove $K = 115$ per isolamento in PVC, 135 per isolamento in gomma e 143 per il butile, mentre S è la sezione dei conduttori.

Protezioni contro sovraccarichi

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

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

dove:

I_b = corrente di impiego del circuito;

I_z = portata in regime permanente della conduttura

I_n = corrente nominale del circuito di protezione

I_f = corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite.

Montappone, lì 10/10/2022

IL PROGETTISTA