

Regione Veneto



Provincia di Padova



Comune di Este



## PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 36.083,52 kWp UBICATO NEL COMUNE DI ESTE (PD) E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN

TITOLO

Piano di gestione e manutenzione dell'impianto FV

PROGETTAZIONE



SR International S.r.l.  
C.so Vittorio Emanuele II, 282-284 - 00186 Roma  
Tel. 06 8079555 - Fax 06 80693106  
C.F e P.IVA 13457211004



Ing. Andrea Bartolazzi

PROPONENTE



K2 Solar S.r.l.  
C.so Vittorio Emanuele II, 282-284 - 00186 Roma  
PEC mail@pec.k2solar.it  
C.F e P.IVA 16890601004

Revisione	Data	Elaborato	Verificato	Approvato	Descrizione
00	07/11/2023	Ing. Pompili	Ing. Bartolazzi	K2 Solar S.r.l.	Piano di gestione e manutenzione dell'impianto FV

Codice Elaborato

K2S-EST-PGM

Scala

-

Formato

A4

## Indice

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2. DESCRIZIONE DELL'OPERA.....</b>	<b>3</b>
<b>3. OBIETTIVO DELLA MANUTENZIONE .....</b>	<b>3</b>
<b>4. ELEMENTI DI MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO.....</b>	<b>4</b>
4.1 CASSETTA DI TERMINAZIONE .....	4
<b>4.1.1. MODALITÀ DI USO CORRETTO .....</b>	<b>4</b>
<b>4.1.2. ANOMALIE RICONTRABILI.....</b>	<b>4</b>
4.2 MODULO FOTOVOLTAICO.....	4
<b>4.2.1 MODALITÀ DI USO CORRETTO .....</b>	<b>5</b>
<b>4.2.2 ANOMALIE RICONTRABILI.....</b>	<b>5</b>
4.3 INVERTER .....	6
<b>4.3.1 MODALITÀ DI USO CORRETTO .....</b>	<b>6</b>
<b>4.3.2 ANOMALIE RICONTRABILI.....</b>	<b>7</b>
4.4 TRASFORMATORI .....	7
<b>4.4.1 MODALITÀ DI USO CORRETTO .....</b>	<b>7</b>
<b>4.4.2 ANOMALIE RICONTRABILI.....</b>	<b>8</b>
4.5 STRUTTURE DI SOSTEGNO DEI MODULI .....	8
<b>4.5.1 MODALITÀ DI USO CORRETTO .....</b>	<b>8</b>
<b>4.5.2 ANOMALIE RICONTRABILI.....</b>	<b>9</b>
4.6 QUADRI ELETTRICI IN BT.....	9
<b>4.6.1 MODALITÀ DI USO CORRETTO .....</b>	<b>9</b>
<b>4.6.2 ANOMALIE RICONTRABILI.....</b>	<b>10</b>
4.7 QUADRI IN MT E DISPOSITIVI DI PROTEZIONE .....	10
<b>4.7.1 MODALITÀ DI USO CORRETTO .....</b>	<b>11</b>
<b>4.7.2 ANOMALIE RICONTRABILI.....</b>	<b>11</b>
4.8 DISPOSITIVO DI GENERATORE.....	12
<b>4.8.1 MODALITÀ DI USO CORRETTO .....</b>	<b>12</b>
<b>4.8.2 ANOMALIE RICONTRABILI.....</b>	<b>12</b>
4.9 DISPOSITIVO DI INTERFACCIA.....	13
<b>4.9.1 MODALITÀ DI USO CORRETTO .....</b>	<b>13</b>
<b>4.9.2 ANOMALIE RICONTRABILI.....</b>	<b>13</b>
4.10 DISPOSITIVO GENERALE .....	14
<b>4.10.1 MODALITÀ DI USO CORRETTO .....</b>	<b>14</b>
<b>4.10.2 ANOMALIE RICONTRABILI.....</b>	<b>14</b>

4.11	CONDUTTORI DI PROTEZIONE.....	15
4.11.1	<b>MODALITÀ DI USO CORRETTO .....</b>	<b>16</b>
4.11.2	<b>ANOMALIE RICONTRABILI.....</b>	<b>16</b>
4.12	SCARICATORI DI SOVRATENSIONE .....	16
4.12.1	<b>MODALITÀ DI USO CORRETTO .....</b>	<b>16</b>
4.12.2	<b>ANOMALIE RICONTRABILI.....</b>	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>ALTRI ELEMENTI DELL'IMPIANTO ELETTRICO .....</b>	<b>17</b>
5.1	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE .....	17
5.1.1	<b>LAMPADE.....</b>	<b>17</b>
5.2	PALI IN ACCIAIO.....	18
5.2.1	<b>MODALITÀ DI USO CORRETTO .....</b>	<b>18</b>
5.2.2	<b>ANOMALIE RICONTRABILI.....</b>	<b>18</b>
5.3	IMPIANTO DI MESSA A TERRA .....	19
5.3.1	<b>CONDUTTORI DI PROTEZIONE .....</b>	<b>19</b>
5.3.1.1	<b>MODALITÀ DI USO CORRETTO .....</b>	<b>19</b>
5.3.1.2	<b>ANOMALIE RICONTRABILI.....</b>	<b>19</b>
5.3.2	<b>SISTEMA DI DISPERSIONE .....</b>	<b>20</b>
5.3.2.1	<b>MODALITÀ DI USO CORRETTO .....</b>	<b>20</b>
5.3.2.2	<b>ANOMALIE RICONTRABILI.....</b>	<b>20</b>
5.3.3	<b>SISTEMA DI EQUIPOTENZIALIZZAZIONE.....</b>	<b>20</b>
5.3.3.1	<b>MODALITÀ DI USO CORRETTO .....</b>	<b>20</b>
5.3.3.2	<b>ANOMALIE RICONTRABILI.....</b>	<b>20</b>
5.3.4	<b>CONTROLLO DELLE DISPERSIONI ELETTRICHE .....</b>	<b>21</b>
5.3.5	<b>ATTITUDINE AL CONTROLLO DELLA CONDENSAZIONE INTERSTIZIALE .....</b>	<b>21</b>
5.3.6	<b>ISOLAMENTO ELETTRICO .....</b>	<b>21</b>
5.3.7	<b>LIMITAZIONE DEI RISCHI DI INTERVENTO .....</b>	<b>21</b>
5.3.8	<b>MONTABILITÀ/SMONTABILITÀ .....</b>	<b>22</b>
5.3.9	<b>RESISTENZA MECCANICA.....</b>	<b>22</b>
<b>6</b>	<b>PIANO DI MANUTENZIONE .....</b>	<b>23</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>27</b>

## **1. PREMESSA**

Il presente documento costituisce il Piano di manutenzione di un impianto fotovoltaico da realizzare nel territorio comunale di Este, localizzato nella Regione Veneto, in Provincia di Padova, prendendo in considerazione tutti gli elementi che potrebbero necessitare una manutenzione. Lo scopo delle operazioni di manutenzione è quello di conservare in buono stato di sicurezza e di efficienza l'impianto fotovoltaico, una volta realizzato. Le indicazioni fornite per il piano di manutenzione, dovranno essere aggiornate ed integrate successivamente alla realizzazione dell'impianto, sulla base delle specifiche dei componenti effettivamente installati e delle lavorazioni eseguite.

In particolare, dovranno integrare il documento:

- la lista anagrafica dei componenti dell'impianto;
- le schede tecniche dei componenti dell'impianto (moduli fotovoltaici, inverter, trasformatori, cavi, dispositivi di manovra e protezione, ecc.);
- gli schemi elettrici di connessione;
- i manuali d'uso e manutenzione forniti dai costruttori.

## **2. DESCRIZIONE DELL'OPERA**

I principali componenti dell'impianto fotovoltaico di progetto sono:

- I moduli fotovoltaici;
- La struttura portante in metallo zincato dei pannelli fotovoltaici, con pali interrati;
- Il sistema di conversione corrente continua/corrente alternata (inverter);
- I cablaggi (lato CC e lato AC);
- I quadri elettrici in BT e MT nelle cabine elettriche;
- Le cabine di trasformazione MT/BT;
- I dispositivi di manovra e protezione (sezionatori, interruttori automatici, scaricatori di sovratensione, ecc.);
- Il sistema di videosorveglianza e monitoraggio;
- Il sistema d'illuminazione;
- Il sistema antincendio;
- Il sistema di messa a terra.

## **3. OBIETTIVO DELLA MANUTENZIONE**

Le operazioni di seguito elencate si pongono l'obiettivo di:

- conservare le prestazioni ed il livello di sicurezza iniziale dell'impianto;
- evitare perdite economiche per mancanza di produzione a causa del deterioramento di componenti o porzioni dell'impianto;
- rispettare le disposizioni normative vigenti.

Le attività di verifica dovranno essere effettuate da parte di personale specializzato e che abbia preso visione dei singoli manuali d'uso e manutenzione oltre che del progetto esecutivo, nel rispetto delle norme di sicurezza vigente.

## **4. ELEMENTI DI MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO**

Considerando il tipo di impianto da realizzare, a terra con i pannelli fotovoltaici montati su strutture metalliche interrate, sono evidenziati di seguito i componenti principali dell'impianto, la descrizione del tipo di manutenzione da effettuare e le tipologie di anomalie riscontrabili durante il funzionamento dei singoli componenti.

### **4.1 CASSETTA DI TERMINAZIONE**

La cassetta di terminazione è un contenitore a tenuta stagna (realizzato generalmente in materiale plastico) nel quale viene alloggiata la morsettiera per il collegamento elettrico e i diodi di by pass delle celle fotovoltaiche.

#### **4.1.1. MODALITÀ DI USO CORRETTO**

Tutte le eventuali operazioni tecniche, in particolare di cablaggio e montaggio dei moduli, devono essere effettuate da personale qualificato e dotato di idonei dispositivi di protezione individuali quali guanti e scarpe isolanti, solo dopo aver tolto la tensione elettrica del sistema.

#### **4.1.2. ANOMALIE RISCONTRABILI**

##### **Corto circuiti**

Corto circuiti dovuti a difetti nell'impianto di messa a terra, a sbalzi di tensione (sovraccarichi) o ad altro.

##### **Surriscaldamento**

Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. In aggiunta, esso può essere dovuto da ossidazione delle masse metalliche.

### **4.2 MODULO FOTOVOLTAICO**

È il componente elettrico facente parte dell'impianto che consente la conversione dell'energia proveniente dalla radiazione solare incidente sulla superficie delle celle solari, in energia elettrica. È generalmente costituito da un sottile strato (valore compreso tra 0,2 e 0,35 mm) di materiale semiconduttore in silicio opportunamente trattato (tale procedimento viene indicato come processo di drogaggio).

A titolo indicativo, la produzione industriale di moduli fotovoltaici riguarda:

- moduli a silicio cristallino, le cui celle sono ricavate dal taglio di lingotti fusi di silicio di un singolo cristallo monocristallino (della tipologia utilizzata nella progettazione dell'impianto in oggetto) o di più cristalli (policristallino);
- moduli a film sottile, ottenuti dalla deposizione di uno strato di silicio amorfo su un supporto plastico o su una lastra di vetro.

I moduli al silicio monocristallino sono di colore blu scuro alquanto uniforme ed hanno una purezza superiore a quelle realizzate al silicio policristallino; i moduli a film sono

economicamente vantaggiose dato il ridotto apporto di materiale semiconduttore (1-2 micron) necessario alla realizzazione di una cella ma hanno un decadimento delle prestazioni del 30% nel primo mese di vita.

#### **4.2.1 MODALITÀ DI USO CORRETTO**

Al fine di conservare l'efficienza di conversione dell'energia solare in energia elettrica, il modulo fotovoltaico viene trattato superficialmente con un rivestimento antiriflettente costituito da un sottile strato di ossido di titanio (TiO<sub>2</sub>) che ha la funzione di ridurre la componente solare riflessa. Bisogna provvedere periodicamente alla pulizia della superficie per eliminare quei depositi che possono causarne un cattivo funzionamento e verificare inoltre, mediante termocamere, eventuali danni e/o hot-spot superficiali che limitano la produzione dell'intero modulo e/o della stringa collegata. È opportuno anche controllare lo stato delle piante e/o arbusti selvatici che crescono in prossimità delle strutture, le quali potrebbero causare ombreggiamenti sui moduli. Si provvederà in tal caso al taglio delle stesse.

#### **4.2.2 ANOMALIE RISCONTRABILI**

##### **Anomalie del rivestimento**

Difetti di tenuta del rivestimento superficiale che provoca un abbassamento del rendimento del modulo.

##### **Deposito superficiale**

Accumulo di pulviscolo atmosferico o di altri materiali estranei, di spessore variabile, aderenti alla superficie del rivestimento, che sono causa di cali di rendimento del modulo.

##### **Difetti di serraggio morsetti**

Difetti di serraggio dei morsetti elettrici dei pannelli.

##### **Difetti di fissaggio**

Difetti di tenuta degli elementi di fissaggio e di tenuta dei pannelli.

##### **Nei primi anni di vita prevalgono i seguenti fenomeni:**

Mismatching, ovvero la disomogeneità nelle caratteristiche delle celle fotovoltaiche le quali, nonostante provengano dallo stesso processo di fabbricazione, sono leggermente differenti tra loro;

Problemi ai cavi e alle scatole di giunzione dei moduli;

Rottura del vetro dovute ad inclusioni di solfuro di nichel all'interno del vetro temprato.

##### **Dopo oltre sette/otto anni di vita i problemi maggiormente riscontrati sono:**

- Rotture superficiali;
- Micro-fatture delle celle;

- Effetto "Bava di Lumaca";
- Distaccamento del back-sheet;
- De-laminazione dei moduli FV;
- Isolamento delle celle;
- Ingiallimento e i fenomeni corrosivi.

### **4.3 INVERTER**

L'inverter o convertitore statico, è un dispositivo elettronico che trasforma l'energia continua (prodotta dal generatore fotovoltaico) in energia alternata (monofase o trifase) che può essere utilizzata da un'utenza oppure collegati a trasformatori elevatori per poter essere immessa in rete. In quest'ultimo caso, si adoperano convertitori del tipo a commutazione forzata con tecnica PWM e dotati del sistema MPPT (inseguimento del punto di massima potenza) che permette di ottenere il massimo rendimento adattando i parametri in uscita dal generatore fotovoltaico alle esigenze del carico. Contemporaneamente l'inverter, controlla e monitora l'intero impianto: da un lato garantisce che i moduli fotovoltaici funzionino sempre al massimo delle loro prestazioni (in funzione dell'irraggiamento e della temperatura) dall'altro monitora costantemente la rete elettrica a valle dell'uscita.

In base alla connessione dei moduli, un inverter si distingue in:

- inverter di stringa, ossia con una fila di moduli fotovoltaici collegati in serie;
- inverter multistringa, che dispongono di due o più entrate di stringa con inseguitore MPP (Maximum Power Point) dedicato. Sono raccomandabili soprattutto se il generatore fotovoltaico è composto da numerose superfici parziali o se è parzialmente ombreggiato (utilizzato nell'impianto in oggetto);
- inverter centralizzati che, nonostante la loro grande potenza, possiedono un unico inseguitore MPP. Essi sono particolarmente idonei per grandi impianti con generatore FV omogeneo.

#### **4.3.1 MODALITÀ DI USO CORRETTO**

È opportuno che il convertitore statico sia dotato di:

- protezioni contro le sovratensioni di manovra e/o di origine atmosferica;
- protezioni per la sconnessione dalla rete elettrica a valle in caso di valori fuori soglia della tensione e della frequenza;
- un dispositivo di reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.

Tutte le eventuali operazioni di installazione e manutenzione, solo dopo aver tolto la tensione elettrica, devono essere effettuate da personale qualificato e dotato di idonei dispositivi di protezione individuali quali guanti e scarpe isolanti.

#### **4.3.2 ANOMALIE RISCONTRABILI**

##### **Anomalie dei fusibili**

Difetti di funzionamento dei fusibili.

##### **Anomalie delle spie di segnalazione**

Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.

##### **Difetti agli interruttori**

Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

##### **Infiltrazione**

Fenomeni di infiltrazioni di acqua all'interno dell'alloggiamento dell'inverter.

##### **Scariche atmosferiche**

Danneggiamenti del sistema di protezione dell'inverter dovuti agli effetti delle scariche atmosferiche.

##### **Sovratensioni**

Valori della tensione e della frequenza elettrica superiore a quella ammessa dall'inverter per cui si verificano malfunzionamenti.

#### **4.4 TRASFORMATORI**

I trasformatori in BT/MT possono essere distinti in:

- trasformatore a olio, quando il circuito magnetico e gli avvolgimenti sono immersi in un liquido isolante. Questi trasformatori si adoperano in ambienti in cui è minimo il rischio incendio e si presenta come ambiente polveroso;
- trasformatore a secco (Norme CEI 14-8 e 14-4) quando gli avvolgimenti sono inglobati in resina. Richiedono poca manutenzione e sono senz'altro da preferire negli ambienti in cui è elevato il rischio di incendio.

La presenza di umidità e di polvere non producono effetti significativi se si procede periodicamente alla pulizia esterna delle superfici. In tal caso viene garantita la tenuta dielettrica e non occorrono ulteriori interventi. Durante il funzionamento il movimento ascensionale dell'aria calda all'interno delle cabine impedisce il deposito della polvere e l'assorbimento di umidità.

##### **4.4.1 MODALITÀ DI USO CORRETTO**

Verificare che sul cartello del trasformatore sia indicato il modo di raffreddamento che generalmente è indicato da quattro lettere: la prima e la seconda indicano la natura e il tipo di circolazione del refrigerante che si trova in contatto con gli avvolgimenti; la terza e la quarta indicano la natura e il tipo di circolazione del refrigerante esterno all'involucro. Questi trasformatori sono installati all'interno di cabine prefabbricate, con conseguenti difficoltà legate allo smaltimento del calore prodotto dai trasformatori stessi. È opportuno, quindi, studiare la



circolazione dell'aria nel locale di installazione e verificare che la portata sia sufficiente a garantire che non siano superate le temperature ammesse.

#### **4.4.2 ANOMALIE RISCOINTRABILI**

##### **Anomalie degli isolatori**

Difetti di tenuta degli isolatori.

##### **Anomalie delle sonde termiche**

Difetti di funzionamento delle sonde termiche.

##### **Anomalie dello strato protettivo**

Difetti di tenuta dello strato di vernice protettiva.

##### **Anomalie dei termoregolatori**

Difetti di funzionamento dei termoregolatori.

##### **Depositi di polvere**

Accumuli di materiale polveroso sui trasformatori quando questi sono fermi.

##### **Difetti delle connessioni**

Difetti di funzionamento delle connessioni dovuti ad ossidazioni, scariche, deformazioni, surriscaldamenti.

##### **Umidità**

Penetrazione di umidità nei trasformatori quando questi sono fermi.

##### **Vibrazioni**

Difetti di tenuta dei vari componenti per cui si verificano vibrazioni durante il funzionamento.

#### **4.5 STRUTTURE DI SOSTEGNO DEI MODULI**

Le strutture di sostegno metalliche sono i supporti metallici che sostengono i moduli fotovoltaici e sono ancorati al terreno mediante dei pali infissi. Generalmente sono realizzate assemblando profili metallici in acciaio zincato o in alluminio anodizzato in grado di limitare gli effetti causati dalla corrosione.

Le strutture di sostegno possono essere:

- ad inclinazione fissa (strutture a pali o a cavallette);
- ad inclinazione variabile (strutture montate su sistemi tracker o ad inseguimento, usate nella nostra progettazione).

##### **4.5.1 MODALITÀ DI USO CORRETTO**

La generica struttura di sostegno deve essere in grado di supportare il peso dei moduli fotovoltaici e resistere ad eventuali carichi e a particolari condizioni climatiche quali neve,

vento, fenomeni sismici senza provocare danni a persone o cose e deve garantire la salvaguardia dell'intero apparato.

#### **4.5.2 ANOMALIE RISCOINTRABILI**

##### **Corrosione**

Fenomeni di corrosione degli elementi metallici.

##### **Deformazione**

Cambiamento della forma iniziale con imbarcamento degli elementi e relativa irregolarità della sovrapposizione degli stessi.

##### **Difetti di montaggio**

Difetti nella posa in opera degli elementi (difetti di raccordo, di giunzione, di assemblaggio).

##### **Difetti di serraggio**

Difetti di serraggio degli elementi di sostegno dei moduli.

##### **Fessurazioni, microfessurazioni**

Incrinature localizzate interessanti lo spessore degli elementi.

##### **Anomalie del motore**

Difetti di funzionamento del motore in cc.

##### **Anomalie del localizzatore solare**

Difetti di funzionamento del localizzatore solare.

#### **4.6 QUADRI ELETTRICI IN BT**

I quadri elettrici, che contengono i dispositivi di protezione con i rispettivi cablaggi a servizio di un impianto fotovoltaico, possono essere di diverse tipologie:

- di campo;
- di parallelo stringhe;
- interni alle cabine elettriche per alimentazione luci, FM e di controllo
- di protezione inverter e delle linee di collegamento con i trasformatori;

Nell'impianto fotovoltaico in esame, verranno installati all'interno degli inverter dispositivi di protezione costituiti da sezionatori di manovra o da interruttori magnetotermici opportunamente dimensionati, posizionati in ingresso e in uscita, del tipo bipolari e quadripolari. All'interno delle cabine di trasformazione verranno alloggiati i sistemi di protezione lato BT, per la protezione dalle sovracorrenti sia delle linee elettriche di collegamento con gli inverter lato BT che del rispettivo trasformatore BT/MT.

##### **4.6.1 MODALITÀ DI USO CORRETTO**

I quadri elettrici in a servizio di un impianto fotovoltaico sono da preferirsi con un grado di protezione molto alta per una eventuale installazione esterna. Il cablaggio deve essere

realizzato con cavi opportunamente dimensionati in base alle correnti che vi circolano; deve essere completo di identificativo numerico e polarità e ogni componente (morsettiere, fili, apparecchiature ecc.) e siglato in riferimento allo schema elettrico esecutivo.

Tutte le eventuali operazioni, dopo aver tolto la tensione, devono essere effettuate da personale qualificato e deve essere inoltre dotato di idonei dispositivi di protezione individuali quali guanti e scarpe isolanti. Nel locale dove sono installati i quadri deve essere presente un cartello sul quale sono riportate le funzioni degli interruttori, le azioni da compiere in caso di emergenza su persone colpite da folgorazione e gli eventuali schemi elettrici. Inoltre devono essere presenti oltre alla documentazione dell'impianto anche i dispositivi di protezione individuale e i dispositivi di estinzione incendi.

#### **4.6.2 ANOMALIE RISCOINTRABILI**

##### **Anomalie dei contattori**

Difetti di funzionamento dei contattori.

##### **Anomalie dei fusibili**

Difetti di funzionamento dei fusibili.

##### **Anomalie dei relè**

Difetti di funzionamento dei relè termici, magnetici voltmetri ed amperometrici in MT.

##### **Anomalie delle spie di segnalazione**

Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.

##### **Depositi di materiale**

Accumulo di polvere sui contatti che provoca malfunzionamenti.

##### **Difetti agli interruttori**

Difetti di taratura sui dispositivi di protezione, difetti dei sistemi di sgancio o dei contatti.

##### **Surriscaldamento**

L'aumento di temperatura he può provocare difetti di protezione e di isolamento.

##### **Anomalie dei Trasformatori di misura**

Difetti dei collegamenti elettrici e anomalie sui componenti elettronici.

#### **4.7 QUADRI IN MT E DISPOSITIVI DI PROTEZIONE**

I quadri in MT sono ubicati all'interno delle cabine di trasformazione e nell'apposito vano nella cabina di ricezione. I dispositivi di protezione che compongono il quadro hanno lo scopo di proteggere i trasformatori e le linee elettriche, in entrata provenienti dalle cabine di trasformazione ed in uscita verso la rete, dalle sovracorrenti dovute a guasti o malfunzionamenti dei vari sistemi. I quadri in MT sono generalmente ubicati all'interno di cabine protette.

Gli interruttori generalmente utilizzati sono del tipo ad interruzione in esafluoruro di zolfo con pressione relativa del SF<sub>6</sub> di primo riempimento a 20 °C uguale a 0,5 bar. Gli interruttori possono essere dotati dei seguenti accessori:

- comando a motore carica molle;
- sganciatore di apertura;
- sganciatore di chiusura;
- contamanovre meccanico;
- contatti ausiliari per la segnalazione di aperto-chiuso dell'interruttore.

#### **4.7.1 MODALITÀ DI USO CORRETTO**

I quadri elettrici sono supporti o carpenterie che servono a racchiudere le apparecchiature elettriche di comando e/o a preservare i circuiti elettrici. Tutte le eventuali operazioni dovranno essere effettuate con personale qualificato e dotato di idonei dispositivi di protezione individuali, quali guanti e scarpe isolanti solo dopo aver disinserito la tensione. I dispositivi di protezione dei quadri sono in generale:

- gli interruttori, dispositivi elettromeccanici che hanno lo scopo di portare la corrente che li attraversa in condizioni di funzionamento normale del circuito e di interromperla nel caso di guasti dovuti a sovracorrenti. Sono composti da morsetti di sgancio e organi elettromeccanici comandati da opportuni relè. Essi devono essere posizionati in modo da essere facilmente individuabili e quindi di facile utilizzo. I comandi luce sono posizionati in genere a livello maniglie porte. Il comando meccanico dell'interruttore dovrà essere garantito per almeno 10.000 manovre.
- i sezionatori, apparecchio meccanico di connessione che risponde, in posizione di apertura, alle prescrizioni specificate per la funzione di sezionamento. È formato da un blocco tripolare o tetrapolare, da uno o due contatti ausiliari di preinterruzione e da un dispositivo di comando che determina l'apertura e la chiusura dei poli. La velocità di intervento dell'operatore (manovra dipendente manuale) determina la rapidità di apertura e chiusura dei poli. Il sezionatore è un congegno a "rottura lenta" che non deve essere maneggiato sotto carico: deve essere prima interrotta la corrente nel circuito d'impiego attraverso l'apparecchio di commutazione. La posizione del dispositivo di comando, l'indicatore meccanico separato (interruzione completamente apparente) o contatti visibili (interruzione visibile) devono segnalare in modo chiaro e sicuro lo stato dei contatti. Non deve mai essere possibile la chiusura a lucchetto del sezionatore in posizione di chiuso o se i suoi contatti sono saldati in conseguenza di un incidente. I fusibili possono sostituire nei sezionatori i tubi o le barrette di sezionamento.

#### **4.7.2 ANOMALIE RISCOINTRABILI**

##### **Anomalie dei contatti ausiliari**

Difetti di funzionamento dei contatti ausiliari.

##### **Corti circuiti**

Corti circuiti dovuti a difetti nell'impianto di messa a terra, a sbalzi di tensione (sovraccarichi), ad altro.

### **Difetti di funzionamento**

Difetti del dispositivo di generatore dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

### **Disconnessione dell'alimentazione**

Disconnessione dell'alimentazione dovuta a difetti di messa a terra, di sovraccarico di tensione di alimentazione, di corto circuito imprevisto.

### **Surriscaldamento**

Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. Può essere dovuto da ossidazione delle masse metalliche.

### **Anomalie degli sganciatori**

Difetti di funzionamento degli sganciatori di apertura e chiusura.

### **Difetti di taratura**

Difetti di taratura dei contattori, di collegamento o di taratura della protezione.

### **Disconnessione dell'alimentazione**

Disconnessione dell'alimentazione dovuta a difetti di messa a terra, di sovraccarico di tensione di alimentazione, di corto circuito imprevisto.

### **Difetti degli organi di manovra**

Difetti di funzionamento degli organi di manovra, ingranaggi e manovellismi.

### **Difetti di tenuta serraggi**

Difetti di tenuta dei bulloni e dei morsetti.

## **4.8 DISPOSITIVO DI GENERATORE**

Il dispositivo di generatore viene installato in numero pari a quello degli inverter e interviene in caso di guasto escludendo dall'erogazione di potenza l'inverter di competenza. È installato a monte del dispositivo di interfaccia nella direzione del flusso di energia ed è generalmente costituito da un interruttore automatico con sganciatore di apertura.

### **4.8.1 MODALITÀ DI USO CORRETTO**

Tutte le eventuali operazioni, dopo aver tolto la tensione, devono essere effettuate da personale qualificato e dotato di idonei dispositivi di protezione individuali quali guanti e scarpe isolanti.

### **4.8.2 ANOMALIE RICONTRABILI**

#### **Anomalie dei contatti ausiliari**

Difetti di funzionamento dei contatti ausiliari.

### **Corti circuiti**

Corti circuiti dovuti a difetti nell'impianto di messa a terra, a sbalzi di tensione (sovraccarichi), ad altro.

### **Difetti di funzionamento**

Difetti del dispositivo di generatore dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

### **Disconnessione dell'alimentazione**

Disconnessione dell'alimentazione dovuta a difetti di messa a terra, di sovraccarico di tensione di alimentazione, di corto circuito imprevisto.

### **Surriscaldamento**

Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. In aggiunta, esso può essere dovuto da ossidazione delle masse metalliche.

### **Anomalie degli sganciatori**

Difetti di funzionamento degli sganciatori di apertura e chiusura.

## **4.9 DISPOSITIVO DI INTERFACCIA**

Il dispositivo di interfaccia è un interruttore in MT comandato da una protezione di interfaccia, realizzate generalmente da relè di frequenza e tensione. Il dispositivo di interfaccia è un interruttore automatico con bobina di apertura a mancanza di tensione.

Ha lo scopo di isolare l'impianto fotovoltaico (dal lato rete ac) quando:

- i parametri di frequenza e di tensione dell'energia che si immette in rete sono fuori i massimi consentiti;
- c'è assenza di tensione di rete (per esempio durante lavori di manutenzione su rete pubblica).

### **4.9.1 MODALITÀ DI USO CORRETTO**

Il dispositivo di interfaccia deve soddisfare i requisiti dettati dalla norma CEI 0-21 e CEI 0-16 in base alla potenza complessiva dell'impianto.

Tutte le eventuali operazioni, dopo aver tolto la tensione, devono essere effettuate da personale qualificato e dotato di idonei dispositivi di protezione individuali quali guanti e scarpe isolanti.

### **4.9.2 ANOMALIE RISCONTRABILI**

#### **Anomalie dei Trasformatori di misura**

Difetti dei collegamenti elettrici e anomalie sui componenti elettronici.

#### **Anomalie dei relè di protezione**

Difetti dei collegamenti elettrici e anomalie sui componenti elettronici per l'apertura degli interruttori.

#### **Anomalie degli organi di interruzione**

Difetti degli interruttori, fusibili (IMS), contattori.

#### **Anomalie sui contatti di sgancio**

Difetti dei morsetti di sgancio

#### **Corti circuiti**

Corti circuiti dovuti a difetti nell'impianto di messa a terra, a sbalzi di tensione (sovraccarichi), ad altro.

#### **Difetti di funzionamento**

Difetti del dispositivo di generatore dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

#### **Disconnessione dell'alimentazione**

Disconnessione dell'alimentazione dovuta a difetti di messa a terra, di sovraccarico di tensione di alimentazione, di corto circuito imprevisto.

#### **Surriscaldamento**

Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. In aggiunta, esso può essere dovuto da ossidazione delle masse metalliche.

### **4.10 DISPOSITIVO GENERALE**

Il dispositivo generale è un dispositivo installato all'origine della rete del produttore immediatamente prima del punto di consegna ed in condizioni di aperto esclude l'intera rete del cliente produttore dalla rete pubblica.

#### **4.10.1 MODALITÀ DI USO CORRETTO**

Data la presenza di tensioni molto pericolose occorre permettere solo agli elettricisti qualificati l'installazione, la manutenzione e la riparazione del sezionatore.

I collegamenti e le caratteristiche di sicurezza devono essere eseguiti in conformità ai regolamenti nazionali in vigore.

#### **4.10.2 ANOMALIE RISCONTRABILI**

##### **Anomalie dei Trasformatori di misura**

Difetti dei collegamenti elettrici e anomalie sui componenti elettronici.

##### **Anomalie dei relè di protezione**

Difetti dei collegamenti elettrici e anomalie sui componenti elettronici per l'apertura degli interruttori.

**Anomalie degli organi di interruzione**

Difetti degli interruttori, fusibili (IMS), contattori.

**Anomalie sui contatti di sgancio**

Difetti dei morsetti di sgancio

**Anomalie dei contatti ausiliari**

Difetti di funzionamento dei contatti ausiliari.

**Corti circuiti**

Corti circuiti dovuti a difetti nell'impianto di messa a terra, a sbalzi di tensione (sovraccarichi), ad altro.

**Difetti di funzionamento**

Difetti del dispositivo di generatore dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

**Disconnessione dell'alimentazione**

Disconnessione dell'alimentazione dovuta a difetti di messa a terra, di sovraccarico di tensione di alimentazione, di corto circuito imprevisto.

**Surriscaldamento**

Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. In aggiunta, esso può essere dovuto da ossidazione delle masse metalliche.

**Anomalie degli sganciatori**

Difetti di funzionamento degli sganciatori di apertura e chiusura.

**Difetti di taratura**

Difetti di taratura dei contattori, di collegamento o di taratura della protezione.

**4.11 CONDUTTORI DI PROTEZIONE**

Per i pannelli fotovoltaici qualora i moduli siano dotati solo di isolamento principale si rende necessario mettere a terra le cornici metalliche dei moduli; se, però, questi fossero dotati di isolamento supplementare o rinforzato (classe II) ciò non sarebbe più necessario. Tuttavia, anche in questo caso, per garantirsi da un eventuale decadimento nel tempo della tenuta dell'isolamento è opportuno rendere equipotenziali le cornici dei moduli con la struttura metallica di sostegno.

Per raggiungere tale obiettivo basta collegare le strutture metalliche dei moduli a dei conduttori di protezione o captatori.



#### **4.11.1 MODALITÀ DI USO CORRETTO**

Le persone devono essere protette dai contatti indiretti così come prescritto dalla norma; pertanto le masse di tutte le apparecchiature devono essere collegate a terra mediante il conduttore di protezione.

Generalmente questi captatori vengono realizzati con un cavo di colore giallo-verde. L'utente deve controllare il serraggio dei bulloni e che gli elementi siano privi di fenomeni di corrosione.

#### **4.11.2 ANOMALIE RISCONTRABILI**

##### **Corrosione**

Evidenti segni di decadimento evidenziato da cambio di colore e presenza di ruggine in prossimità delle connessioni alle parti metalliche.

##### **Difetti di connessione**

Difetti di connessione delle masse con conseguente interruzione della continuità dei conduttori fino al nodo equipotenziale.

#### **4.12 SCARICATORI DI SOVRATENSIONE**

Quando in un impianto elettrico la differenza di potenziale fra le varie fasi o fra una fase e la terra assume un valore di tensione maggiore al valore della tensione normale di esercizio, si è in presenza di una sovratensione.

A fronte di questi inconvenienti, è buona regola scegliere dispositivi idonei che assicurano la protezione degli impianti elettrici; questi dispositivi sono denominati scaricatori di sovratensione. Generalmente gli scaricatori di sovratensione sono del tipo estraibili; sono progettati per scaricare a terra le correnti e sono costituiti da una cartuccia contenente un varistore la cui vita dipende dal numero di scariche e dall'intensità di corrente di scarica che fluisce nella cartuccia.

##### **4.12.1 MODALITÀ DI USO CORRETTO**

L'efficienza dello scaricatore viene segnalata sul fronte dell'apparecchio da una bandierina colorata: verde indica l'efficienza del dispositivo, rosso la sua sostituzione. Esso è dotato di un contatto elettrico utilizzato per riportare a distanza la segnalazione di fine vita della cartuccia. Lo scaricatore di sovratensione va scelto rispetto al tipo di Sistema di distribuzione, nei sistemi TN trifasi il collegamento dello scaricatore avviene sulle tre fasi.

##### **4.12.2 ANOMALIE RISCONTRABILI**

###### **Anomalie dei contatti ausiliari**

Difetti di funzionamento dei contatti ausiliari.

###### **Corti circuiti**

Corti circuiti dovuti a difetti nell'impianto di messa a terra, a sbalzi di tensione (sovraccarichi), ad altro.

#### **Difetti di funzionamento**

Difetti del dispositivo di generatore dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

#### **Disconnessione dell'alimentazione**

Disconnessione dell'alimentazione dovuta a difetti di messa a terra, di sovraccarico di tensione di alimentazione, di corto circuito imprevisto.

#### **Surriscaldamento**

Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. In aggiunta, esso può essere dovuto da ossidazione delle masse metalliche.

#### **Anomalie degli sganciatori**

Difetti di funzionamento degli sganciatori di apertura e chiusura.

#### **Difetti di taratura**

Difetti di taratura dei contattori, di collegamento o di taratura della protezione.

#### **Difetti del varistore**

Esaurimento del varistore delle cartucce dello scaricatore.

## **5 ALTRI ELEMENTI DELL'IMPIANTO ELETTRICO**

### **5.1 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE**

L'impianto di illuminazione consente di creare condizioni di visibilità negli ambienti e deve permettere, nel rispetto del risparmio energetico, un buon livello ed uniformità di illuminamento e la limitazione dell'abbagliamento del fascio luminoso.

L'impianto di illuminazione perimetrale del campo fotovoltaico è costituito generalmente da lampade a Led e pali in alluminio per il sostegno dei corpi illuminanti. L'Unità Tecnologica dunque è composta dai seguenti elementi di manutenibilità:

- Lampade a LED
- Pali in acciaio

#### **5.1.1 LAMPADE**

La disposizione dei corpi illuminanti sarà realizzata per garantire la massima efficienza energetica, e distribuendo la luce solo dove necessaria. Le lampade presenteranno un grado di protezione IP66 adatte a resistere al vento ed alle vibrazioni con un'ottica variabile in funzione delle necessità.

### **5.1.1.1 MODALITA' DI USO CORRETTO**

Tutte le eventuali operazioni di controllo e manutenzione, dopo aver tolto la tensione, devono essere effettuate con personale qualificato e dotato di idonei dispositivi di protezione individuali quali guanti e scarpe isolanti. Evitare di smontare le lampade se sono ancora calde. Una volta smontate le lampade a led, non funzionanti, vanno smaltite seguendo le prescrizioni fornite dalla normativa vigente.

### **5.1.1.2 ANOMALIE RISCOINTRABILI**

#### **Abbassamento livello di illuminazione**

Abbassamento del livello di illuminazione dovuto ad usura delle lampadine, ossidazione dei deflettori, impolveramento delle lampadine.

#### **Avarie**

Possibili avarie dovute a corti circuito degli apparecchi, usura degli accessori, apparecchi inadatti.

#### **Difetti agli interruttori**

Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

## **5.2 PALI IN ACCIAIO**

I pali sostengono uno o più apparecchi di illuminazione e/o telecamere di videosorveglianza, sono formati generalmente da più parti quali un fusto, un prolungamento e all'occorrenza un braccio. Possono essere realizzati in acciaio che deve essere del tipo saldabile, resistente all'invecchiamento e, quando occorre, zincabile a caldo. L'acciaio deve essere di qualità almeno pari a quella Fe 360 B della EU 25 o migliore.

### **5.2.1 MODALITÀ DI USO CORRETTO**

Nel caso di eventi eccezionali (temporali, terremoti, ecc.) bisogna verificare la stabilità dei pali per evitare danni a cose o persone. I materiali utilizzati devono possedere caratteristiche tecniche rispondenti alle normative vigenti nonché alle prescrizioni delle norme UNI e CEI ed in ogni caso rispondenti alla regola dell'arte. Tutti i componenti dovranno essere forniti nei loro imballaggi originali, accompagnati da certificati delle case produttrici e conservati in cantiere in luoghi sicuri e al riparo da eventuali danni.

### **5.2.2 ANOMALIE RISCOINTRABILI**

#### **Anomalie del rivestimento**

Difetti di tenuta del rivestimento o della zincatura.

#### **Corrosione**

Possibili corrosioni dei pali realizzati in acciaio, in ferro o in leghe metalliche dovuta a difetti di tenuta dello strato di protezione superficiale.

#### **Difetti di messa a terra**

Difetti di messa a terra dovuti all'eccessiva polvere all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

#### **Difetti di serraggio**

Abbassamento del livello di serraggio dei bulloni tra palo ed ancoraggio a terra o tra palo e corpo illuminante.

#### **Difetti di stabilità**

Difetti di ancoraggio dei pali al terreno dovuti ad affondamento della piastra di appoggio.

### **5.3 IMPIANTO DI MESSA A TERRA**

L'impianto di messa a terra ha la funzione di collegare determinati punti, elettricamente definiti, con un conduttore a potenziale nullo. È il sistema migliore per evitare gli infortuni dovuti a contatti indiretti, ossia contatti con parti metalliche in tensione a causa di mancanza di isolamento o altro. L'impianto di terra deve essere unico e deve collegare le masse di protezione e quelle di funzionamento, inclusi i centri stella dei trasformatori per i sistemi TN, gli eventuali scaricatori e le discese contro le scariche atmosferiche ed elettrostatiche. Lo scopo è quello di ridurre allo stesso potenziale, attraverso i dispersori e i conduttori di collegamento, le parti metalliche dell'impianto e il terreno circostante. L'impianto di terra è generalmente composto da collettori di terra, conduttori equipotenziali, il conduttore di protezione principale e quelli che raccordano i singoli impianti. I collegamenti devono poter essere sconnessi e il morsetto principale deve avere il contrassegno di terra. L'Unità Tecnologica è composta dai seguenti elementi di manutenibilità:

- Conduttori di protezione;
- Sistema di dispersione;
- Sistema equipotenziale.

#### **5.3.1 CONDUTTORI DI PROTEZIONE**

I conduttori di protezione principali o montanti sono quelli che raccolgono i conduttori di terra.

##### **5.3.1.1 MODALITÀ DI USO CORRETTO**

Generalmente questi conduttori vengono realizzati con un cavo di colore giallo-verde. Il Tecnico specializzato deve controllare il serraggio dei bulloni e che gli elementi siano privi di fenomeni di corrosione.

##### **5.3.1.2 ANOMALIE RICONTRABILI**

#### **Difetti di connessione**

Difetti di connessione delle masse con conseguente interruzione della continuità dei conduttori fino al nodo equipotenziale.

### **5.3.2 SISTEMA DI DISPERSIONE**

Il sistema di dispersione ha il compito di trasferire le cariche elettriche e la corrente dispersa, tramite un collettore e/o corda nuda nel terreno in cui deve essere presente un impianto disperdente.

#### **5.3.2.1 MODALITÀ DI USO CORRETTO**

Per gli organi di captazione e di collegamento a terra si potranno utilizzare cavi nudi o guainati, piattine in rame o in acciaio zincato di sezione minima di 50 mmq. Per eventuali collegamenti di coperture metalliche gli spessori non devono essere inferiori a 1020 mm per scongiurare perforazioni catalitiche.

#### **5.3.2.2 ANOMALIE RISCONTRABILI**

##### **Corrosioni**

Corrosione del materiale costituente il sistema di dispersione. Evidenti segni di decadimento evidenziato da cambio di colore e presenza di ruggine in prossimità delle corrosioni.

### **5.3.3 SISTEMA DI EQUIPOTENZIALIZZAZIONE**

I conduttori equipotenziali principali e supplementari sono quelli che collegano al morsetto principale di terra le strutture metalliche.

#### **5.3.3.1 MODALITÀ DI USO CORRETTO**

Generalmente questi conduttori vengono realizzati con un cavo di colore giallo-verde. Il Tecnico responsabile deve controllare il serraggio dei bulloni e che gli elementi siano privi di fenomeni di corrosione.

#### **5.3.3.2 ANOMALIE RISCONTRABILI**

##### **Corrosione**

Evidenti segni di decadimento evidenziato da cambio di colore e presenza di ruggine in prossimità delle corrosioni.

##### **Difetti di serraggio**

Difetti di serraggio dei bulloni del sistema di equipotenzializzazione.

#### **5.3.4 CONTROLLO DELLE DISPERSIONI ELETTRICHE**

Per evitare qualsiasi pericolo di folgorazione alle persone, causato da un contatto diretto, i componenti degli impianti elettrici devono essere dotati di collegamenti equipotenziali con l'impianto di terra principale.

##### **Prestazioni**

Le dispersioni elettriche possono essere verificate controllando i collegamenti equipotenziali e di messa a terra dei componenti degli impianti mediante misurazioni di resistenza a terra.

##### **Livello minimo della prestazione**

Devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto e nell'ambito della dichiarazione di conformità prevista dall'art.7 del D.M. 22 gennaio 2008 n .37.

#### **5.3.5 ATTITUDINE AL CONTROLLO DELLA CONDENSAZIONE INTERSTIZIALE**

I componenti degli impianti elettrici capaci di condurre elettricità devono essere in grado di evitare la formazione di acqua di condensa per evitare alle persone qualsiasi pericolo di folgorazioni per contatto diretto secondo quanto prescritto dalla norma tecnica. Si possono controllare i componenti degli impianti elettrici procedendo ad un esame nonché a misure eseguite secondo le norme CEI vigenti.

##### **Livello minimo della prestazione**

Devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

#### **5.3.6 ISOLAMENTO ELETTRICO**

Gli elementi costituenti l'impianto fotovoltaico devono essere in grado di resistere al passaggio di cariche elettriche senza perdere le proprie caratteristiche tecniche ed elettriche.

##### **Prestazioni**

È opportuno che gli elementi costituenti l'impianto fotovoltaico siano realizzati e posti in opera secondo quanto indicato dalle norme e come certificato dalle ditte costruttrici di detti materiali e componenti.

##### **Livello minimo della prestazione**

Devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

#### **5.3.7 LIMITAZIONE DEI RISCHI DI INTERVENTO**

Gli elementi costituenti l'impianto fotovoltaico devono essere in grado di consentire ispezioni, manutenzioni e sostituzioni in modo agevole ed in ogni caso senza arrecare danno a persone e/o cose.

##### **Prestazioni**

È opportuno che gli elementi costituenti l'impianto fotovoltaico siano realizzati e posti in opera secondo quanto indicato dalle norme e come certificato dalle ditte costruttrici di detti materiali e componenti.

**Livello minimo della prestazione**

Devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

**5.3.8 MONTABILITÀ/SMONTABILITÀ**

Gli elementi costituenti l'impianto elettrico devono essere atti a consentire la collocazione in opera di altri elementi in caso di necessità.

**Prestazioni**

Gli elementi costituenti l'impianto elettrico devono essere montati in opera in modo da essere facilmente smontabili senza per questo smontare o disfare l'intero impianto.

**Livello minimo della prestazione**

Devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

**5.3.9 RESISTENZA MECCANICA**

Gli impianti elettrici devono essere realizzati con materiali in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di deformazioni o rotture sotto l'azione di determinate sollecitazioni.

**Prestazioni**

Gli elementi costituenti gli impianti elettrici devono essere idonei ad assicurare stabilità e resistenza all'azione di sollecitazioni meccaniche in modo da garantirne durata e funzionalità nel tempo garantendo allo stesso tempo la sicurezza degli utenti.

**Livello minimo della prestazione**

Devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

## 6 PIANO DI MANUTENZIONE

NUMERO INTERVENTO	COMPONENTE O SEZIONE DI IMPIANTO	DESCRIZIONE ATTIVITÀ MANUTENTIVA	FREQUENZA
<b>1. MODULI FOTOVOLTAICI</b>			
1.1	Moduli Fotovoltaici	<p>Ispezione visiva:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificare l'integrità dei moduli con particolare riferimento a: superficie captante, stato dell'incapsulante, presenza di infiltrazioni d'acqua, formazione di condensa;</li> <li>- Verificare lo stato di pulizia dei moduli;</li> <li>- Verificare (a campione) l'integrità delle cassette di terminazione in relazione a possibili deformazioni, infiltrazioni d'acqua, formazione di condensa, presenza di sporczia, stato dei contatti elettrici, siliconatura dei passacavi;</li> <li>- Verificare lo stato dei diodi di by-pass.</li> </ul>	3/6 mesi
1.2	Moduli Fotovoltaici	<p>Pulizia dei moduli:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Effettuare la pulizia dei moduli dalle impurità (preferibilmente ogni qualvolta si formano in modo significativo) sulla superficie captante (utilizzare acqua).</li> </ul>	6 mesi
1.3	Moduli Fotovoltaici	<p>Controllo elettrico ed ispezione termografica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificare le prestazioni di ogni singola stringa accertando in particolare l'uniformità delle tensioni a vuoto e delle tensioni e correnti di cortocircuito.</li> <li>- Verificare eventuali anomalie termiche sulla superficie dei moduli, mediante l'uso di una macchina termografica a raggi infrarossi.</li> </ul>	12 mesi
<b>2. STRUTTURE DI FISSAGGIO E SOSTEGNO</b>			
2.1	Strutture di sostegno e fissaggio	<p>Ispezione visiva:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificare l'integrità dei componenti;</li> <li>- Verificare l'assenza di piegature;</li> <li>- Verificare l'uniformità dello strato di zincatura e dell'assenza di macchie di ruggine.</li> </ul>	Annuale



2.2	Strutture di sostegno e fissaggio	Controllo dei serraggi meccanici: - Assicurare il corretto serraggio delle connessioni meccaniche bullonate. Controllo organo rotante, motore elettrico, quadro BT, localizzatore solare e cablaggi in BT	6 mesi
<b>3. QUADRI ELETTRICI</b>			
3.1	Quadri elettrici	Ispezione visiva: - Verificare l'integrità dei quadri in relazione a: danneggiamenti degli involucri, protezione contro i contatti diretti, infiltrazione d'acqua e formazione di condensa, presenza di sporcizia; - Verificare (con prova di sfilamento) il serraggio dei morsetti.	6 mesi
3.2	Dispositivi di manovra e protezione	Ispezione visiva: - Verificare il buono stato di conservazione dei dispositivi di manovra e protezione.	6 mesi
3.3	Dispositivi di manovra e protezione	Controllo elettrico: - Verificare le tarature e le caratteristiche elettriche di progetto degli interruttori automatici; - Verificare l'efficienza dei dispositivi di manovra e protezione (sezionatori, interruttori automatici, relè, scaricatori di sovratensione).	Annuale
3.4	Convertitori statici DC/AC (Inverter)	Ispezione visiva: - Verificare l'integrità dei cavi elettrici (ove posizionati a vista) in relazione a: danneggiamenti, bruciature, abrasioni, deterioramento isolante; - Verificare lo stato dei contatti e serraggio dei morsetti.	Annuale
3.5	Convertitori statici DC/AC (Inverter)	Ispezione visiva: - Verificare l'integrità dell'involucro in relazione a: danneggiamenti meccanici, protezione contro i contatti diretti, infiltrazioni d'acqua, formazione di condensa; - Verificare il corretto funzionamento del display e dei dispositivi di segnalazione.	Annuale

3.6	Convertitori statici DC/AC (Inverter)	Manutenzione delle aperture d'aria:  - Effettuare la pulizia delle aperture di aerazione - Effettuare la pulizia dei filtri dell'aria delle unità di condizionamento.	Annuale
<b>4. CABINE ELETTRICHE</b>			
4.1	Cabine trafo bt/MT	Ispezione visiva:  - Verificare dei valori di tensione e della temperatura delle cabine.	Settimanale
4.2	Cabine trafo bt/MT	Ispezione visiva:  - Verificare le condizioni interne del locale e dell'attrezzatura delle cabine; - Verificare dello stato di pulizia dei quadri e del trasformatore.  Controlli elettrici:  - Controllo del serraggio dei morsetti di connessione dei cavi BT e MT al trasformatore; - Controllo dei dispositivi di emergenza; - Verificare il sistema di ventilazione.	6 mesi
4.3	Cabine trafo bt/MT	Controlli elettrici:  - Controllo delle temperature degli avvolgimenti del trasformatore	6 mesi
4.4	Cabine trafo bt/MT	Ispezione visiva:  - Verificare l'integrità dell'involucro in relazione a: danneggiamenti meccanici, protezione contro i contatti diretti, infiltrazioni d'acqua, formazione di condensa; - Verificare il corretto funzionamento del display e dei sistemi di segnalazione; - Verificare i parametri di funzionamento dell'impianto; - verificare il corretto funzionamento delle telecamere.	3 mesi
<b>5. IMPIANTI DI TERRA</b>			

5.1	Impianto di terra	<p>Ispezione visiva:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificare l'integrità dell'impianto;</li> <li>- Verificare il serraggio delle connessioni nei punti accessibili;</li> <li>- Sostituire i componenti che presentano evidenti segni di ossidazione o corrosione.</li> </ul>	Annuale
5.2	Impianto di terra	<p>Controlli elettrici:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eseguire la prova di continuità tra conduttori di protezione ed equipotenziali;</li> <li>- Eseguire la verifica di isolamento dei cavi.</li> </ul>	Annuale
<b>6. IMPIANTI DI RILEVAZIONE E CONTROLLO</b>			
6.1	Rilevamento e registrazione dei dati	<p>Ispezione visiva:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Registrazione dei dati prodotti;</li> <li>- Registrazione dei valori di irradianza e calcolo delle performance istantanee dei convertitori;</li> <li>- Rilevamento on-line degli allarmi di impianto;</li> <li>- Verifica istantanea del Performance Ratio dell'impianto;</li> <li>- Registrazione dello storico eventi;</li> </ul>	Giornaliera
6.2	Controlli elettrici	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Controllo della recinzione e dei dispositivi antifurto e videosorveglianza;</li> </ul>	Semestrale
6.3	Sistema antincendio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verifica e controllo qualitativo e semestrale quantitativo;</li> <li>- Controllo degli estintori a polvere ed eventuale ricarica.</li> </ul>	Semestrale
<b>7. OPERE CIVILI E STRADE</b>			
7.1	Opere civili e strade	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Taglio dell'erba;</li> <li>- Rimozione di altra vegetazione;</li> <li>- Controllo e pulizia delle cabine e degli impianti;</li> <li>- Controllo e manutenzione delle strade interne e delle vie di passaggio.</li> </ul>	6 mesi

## **7 CONCLUSIONI**

Tutte le operazioni di manutenzione elettrica andranno eseguite garantendo il sezionamento a monte e a valle delle unità stesse, con la messa in sicurezza degli operatori.

Qualsiasi tipo di manutenzione o lavoro sui componenti elettrici costituenti l'impianto fotovoltaico, si realizzerà seguendo scrupolosamente le specifiche tecniche dei manuali dei fabbricanti. Occorre porre attenzione ad eseguire manovre sotto carico per i fusibili, i sezionatori e gli interruttori nei quadri elettrici. Inoltre, occorre fare particolare attenzione in presenza di giornate soleggianti in cui il valore d'irraggiamento solare consente la produzione di energia elettrica nei moduli fotovoltaici e dunque valori di tensione nei sistemi elettrici. In nessun caso bisogna effettuare operazioni di manutenzione elettrica sui moduli fotovoltaici e sui relativi cablaggi senza opportuni sezionamenti dell'impianto e protezioni.

Tutti gli interventi di manutenzione devono essere accuratamente registrati sul libretto dell'impianto che va conservato sul luogo di installazione.