



Regione Piemonte  
Provincia di Biella  
Comune di Castelletto Cervo

Progetto

Realizzazione di un impianto  
fotovoltaico a terra su aree agricole  
della potenza di 52,3 MWp "Sette  
Sorelle" ed opere connesse -  
Comune di Castelletto Cervo (BI)

Localizzazione

Comune di Castelletto Cervo

Fase progettuale

Progetto definitivo

Titolo elaborato

Piano di manutenzione

Scala

-

Committenza

Sette Sorelle srl  
Via Leonardo da Vinci 12  
Bolzano (BZ)  
PI: 03186330217

Professionisti



ing. V. M. Chiono (Ord. Ingegneri Torino n. 8645F)

Nome file

A\_SET\_PD\_GEN\_R08\_00\_Piano\_manutenzione.pdf

Emissione

Rev. n°	Data	Redatto	Verificato	Approvato
00	07/23	AO	VMC	AR

Elaborato

A\_SET\_PD\_GEN\_R08\_00



## Indice

1	PREMESSA.....	4
2	MANUALE D'USO DELL'IMPIANTO .....	4
2.1	Messa in Servizio dell'impianto .....	5
2.2	Messa fuori servizio dell'impianto.....	6
2.3	Componenti d'impianto soggetti a manutenzione ordinaria.....	6
3	MANUALE DI MANUTENZIONE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO .....	7
4	PROGRAMMA DI MANUTENZIONE ORDINARIA DELL'IMPIANTO .....	26
4.1	Ispezione visiva dei moduli FV .....	26
4.2	Ispezione del quadro di campo .....	26
4.3	Verifica della funzionalità dei diodi di blocco delle stringhe .....	27
4.4	Verifica dell'isolamento delle stringhe FV.....	27
4.5	Verifica del funzionamento elettrico delle stringhe FV.....	27
4.6	Verifica della continuità elettrica.....	28
4.7	Verifica del distacco dell'inverter per mancanza di rete .....	28
4.8	Ispezione del quadro QCA .....	28
4.9	Attività di manutenzione programmata.....	29

## 1 PREMESSA

Il presente documento costituisce il Piano di manutenzione dell'impianto fotovoltaico di 52.3 MWp circa previsto nel comune di Castelletto Cervo, in provincia di Biella.

In questa relazione sono trattati nello specifico gli aspetti specialistici alla gestione dell'opera, con particolare riferimento alla programmazione degli interventi manutentivi ordinari.

Nel presente documento vengono descritti i seguenti aspetti, connessi alla gestione dell'impianto FV in progetto:

- Manuale d'uso dell'impianto;
- Manuale di manutenzione dei componenti dell'impianto;
- Programma di manutenzione ordinaria.

## 2 MANUALE D'USO DELL'IMPIANTO

Gli obiettivi principali del manuale d'uso e di conduzione sono:

- prevenire e limitare gli eventi di guasto che comportano l'interruzione del funzionamento;
- evitare un invecchiamento precoce degli elementi tecnici e dei componenti costitutivi,
- fornire un'adeguata conoscenza all'utilizzatore dell'impianto medesimo.

La gestione della programmazione può essere più efficace se inquadrata all'interno di sistema di gestione integrata degli impianti d'illuminazione presenti sul territorio quali per esempio sistemi GIS di gestione topografica georeferenziata del territorio.

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.

Il manuale d'uso fa riferimento alle parti più importanti dell'impianto. Per quanto riguarda la manutenzione programmata, nel seguito sono riportate le operazioni da eseguirsi ed il programma temporale, mentre non sono contemplati gli interventi di manutenzione straordinaria o quelli su richiesta.

## MANUALE D'USO DELL'IMPIANTO

### IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'impianto fotovoltaico è l'insieme dei componenti meccanici, elettrici ed elettronici che captano l'energia solare per trasformarla in energia elettrica che poi viene resa disponibile all'utilizzazione da parte dell'utenza.

Gli impianti fotovoltaici possono essere:

- alimentazione diretta: l'apparecchio da alimentare viene collegato direttamente al FV (acronimo di modulo fotovoltaico); lo svantaggio di questo tipo di impianti è che l'apparecchio collegato al modulo fotovoltaico non funziona in assenza di sole (di notte); applicazioni: piccole utenze come radio, piccole pompe, calcolatrici tascabili, ecc.;
- funzionamento ad isola: il modulo FV alimenta uno o più apparecchi elettrici; l'energia fornita dal modulo, ma momentaneamente non utilizzata, viene usata per caricare degli accumulatori; quando il fabbisogno aumenta, o quando il modulo FV non funziona (p.e. di notte), viene utilizzata l'energia immagazzinata negli accumulatori; applicazioni: zone non raggiunte dalla rete di distribuzione elettrica e dove l'installazione di essa non sarebbe conveniente;
- funzionamento per immissione in rete: come nell'impianto ad isola il modulo solare alimenta le apparecchiature elettriche collegate, l'energia momentaneamente non utilizzata viene immessa nella rete pubblica; il gestore di un impianto di questo tipo fornisce dunque l'energia eccedente a tutti gli altri utenti collegati alla rete elettrica, come una normale centrale elettrica; nelle ore serali e di notte la corrente elettrica può essere nuovamente prelevata dalla rete pubblica.

Un semplice impianto fotovoltaico ad isola è composto dai seguenti elementi:

- cella solare: per la trasformazione di energia solare in energia elettrica; per ricavare più potenza vengono collegate tra loro diverse celle;
- regolatore di carica: è un apparecchio elettronico che regola la ricarica e la scarica degli accumulatori; uno dei suoi compiti è di interrompere la ricarica ad accumulatore pieno;
- accumulatori: sono i magazzini di energia di un impianto fotovoltaico; essi forniscono l'energia elettrica quando i moduli non sono in grado di produrne, per mancanza di irradiazione solare;
- inverter: trasforma la corrente continua proveniente dai moduli e/o dagli accumulatori in corrente alternata convenzionale a 230 V; se l'apparecchio da alimentare necessita di corrente continua si può fare a meno di questa componente;

utenze: apparecchi alimentati dall'impianto fotovoltaico.

- Inverter
- Quadri elettrici
- Trasformatore MT/BT
- Dispositivo di interfaccia

### 2.1 Messa in Servizio dell'impianto

La procedura di messa in servizio dell'impianto prevede le seguenti operazioni:

- chiusura degli eventuali interruttori in continua degli inverter

- chiusura dell'interruttore contenuto nel quadro di connessione alla rete
- chiusura dell'interruttore Generale Fotovoltaico contenuto nel quadro ausiliario

**ATTENZIONE:**

CHIUSURA DEGLI INTERRUITORI È INTESA COME DA  
OFF VERSO ON  
SPENTO → ACCESO

Dopo aver effettuato le operazioni descritte dopo qualche minuto, l'inverter si metterà in servizio. Il monitoraggio dei parametri di funzionamento dell'inverter può avvenire.

## 2.2 Messa fuori servizio dell'impianto

La procedura di messa fuori servizio dell'impianto prevede le seguenti operazioni:

- apertura degli eventuali interruttori in continua degli inverter
- apertura dell'interruttore contenuto nel quadro di connessione alla rete
- apertura dell'interruttore Generale Fotovoltaico contenuto nel quadro ausiliario

**ATTENZIONE:**

APERTURA DEGLI INTERRUITORI È INTESA COME DA  
ON VERSO OFF  
ACCESO → SPENTO

Dopo l'apertura dell'interruttore Generale Fotovoltaico gli inverter cesseranno il funzionamento mettendosi a riposo.

**IMPORTANTE**

Effettuare sempre la procedura di messa fuori servizio dell'impianto nel caso di intervento in una qualunque parte dell'impianto.

La tensione lato corrente continua, a monte del quadro di sezionamento stringhe, rimane presente e pertanto occorre evitare di toccare i conduttori attivi lato DC

All'interno degli inverter è possibile ricevere scariche elettriche molto pericolose anche ad interruttori tutti aperti, per un tempo abbastanza prolungato (almeno 5 minuti), in quanto i componenti elettronici interni restano in tensione.

## 2.3 Componenti d'impianto soggetti a manutenzione ordinaria

L'impianto fotovoltaico è costituito dai seguenti elementi soggetti a manutenzione ordinaria che verranno descritti dettagliatamente nel prossimo capitolo, specificando le anomalie e i difetti riscontrabili in ognuno di essi e le operazioni di controllo e manutenzione necessarie per garantire un corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico:

- Strutture di sostegno
- Moduli fotovoltaici (Cella solare)
- Cassetta di terminazione

- Cavi solari
- Cavi dati di comunicazione
- Dispositivo generale
- Scaricatori di sovratensione

### 3 MANUALE DI MANUTENZIONE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO

Nella gestione dell'impianto elettrico, si deve considerare che esso comporta manutenzione, controlli e interventi per anomalie o guasti. Tali operazioni devono essere effettuate da personale autorizzato, allo scopo specializzato il quale dovrà sempre disporre della documentazione di progetto.

A tale fine, il personale autorizzato deve disporre di tutti i dispositivi personali di protezione, secondo le norme in vigore, e degli attrezzi e strumenti necessari, tenuti in perfetta efficienza in luogo adatto.

In caso di interventi di manutenzione straordinaria e di modifiche per mutate esigenze degli impianti o ammodernamenti, questi dovranno essere eseguiti da ditte specializzate.

Allo scopo di conservare per la vita prevista tutti i componenti nelle condizioni prestazionali iniziali di progetto, eseguire la manutenzione in sicurezza per il personale adibito e per le persone che ne usufruiscono e in condizioni di convenienza economica, occorre definire le procedure di pianificazione della manutenzione attraverso:

- piano di manutenzione;
- organizzazione del servizio;
- formazione e aggiornamento del personale.

Il quadro normativo nel quale si opera è il seguente:

- D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81 "Attuazione dell'art. 1 della legge 3 aprile 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";
- D.Lgs. 3 agosto 2009, n. 106 "Disposizioni integrative e correttive del D. Lgs. 9 aprile 2008 n. 81 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";
- Legge n. 186/1968: "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici";
- D.M. 16-02-82: "Modificazioni del decreto ministeriale 27 settembre 1965, concernente la determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione";
- D.P.R. 380/1, capo V: "Norme per la sicurezza degli impianti".
- D.P.R. n° 462 del 22 ottobre 2001 "Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici pericolosi";
- "Testo Unico delle disposizioni legislative concernenti le imposte sulla produzione e sui consumi e relative sanzioni penali e amministrative", approvato con D.L. 26/10/1995 n. 504 ed integrato con le modifiche apportate dal D. Lgs. 02/02/2007 n. 26
- Delibera AEEG n. 88/07 "Disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di generazione"

- Norma CEI 64-8, Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.
- CEI 64-8: "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";
- CEI 82-25 "Guida alla realizzazione di sistemi di generazione di energia fotovoltaica collegati alle reti elettriche dei sistemi di Media e Bassa Tensione".
- CEI 11-25 (EN 60909-0): "Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata, Parte 0: Calcolo delle correnti";
- CEI 99-2 (EN 61936-1) "Impianti elettrici a tensione > 1 kV c.a.";
- CEI 99-3 (EN 50522) "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione > 1 kV c.a."
- CEI 9-17 – 2006 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica Linee in cavo";
- CEI 99-5 "Guida per l'esecuzione degli impianti di terra delle utenze attive e passive connesse ai sistemi di distribuzione con tensione superiore a 1 kV in c.a.";
- CEI 64-14 "Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori";
- CEI EN 50618 "Cavi elettrici per impianti fotovoltaici"
- CEI EN 60076-11 "Trasformatori di potenza – Parte 11: trasformatori di tipo a secco"
- CEI EN 62305-1 "Protezione contro i fulmini. Parte 1: principi generali";
- CEI EN 62305-2 "Protezione contro i fulmini. Parte 2: valutazione del rischio dovuto al fulmine";
- CEI EN 62305-3 "Protezione contro i fulmini. Parte 3: danno materiale alle strutture e pericolo per le persone";
- CEI EN 62305-4 "Protezione contro i fulmini. Parte 4: impianti elettrici ed elettronici nelle strutture";
- CEI 99-4 "Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale";
- CEI 0-16 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica";
- ENEL "Guida per le connessioni alla rete elettrica di ENEL distribuzione", ed. 5.0. marzo 2015.

## **MANUALE DI MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO**

### **IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

L'impianto fotovoltaico è l'insieme dei componenti meccanici, elettrici ed elettronici che captano l'energia solare per trasformarla in energia elettrica che poi viene resa disponibile all'utilizzazione da parte dell'utenza.

L'impianto fotovoltaico è costituito dai seguenti elementi soggetti a manutenzione:

- Strutture di sostegno
- Moduli fotovoltaici
- Cassetta di terminazione
- Dispositivo generale
- Scaricatori di sovratensione
- Inverter
- Quadri elettrici
- Dispositivo di interfaccia

### ***REQUISITI E PRESTAZIONI (UT)***

#### ***01.01.R01 Isolamento elettrico***

*Classe di Requisiti: Protezione elettrica*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

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

**Prestazioni:**

E' 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.

#### ***01.01.R02 Limitazione dei rischi di intervento***

*Classe di Requisiti: Protezione dai rischi d'intervento*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

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:**

E' 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.

### **01.01.R03 (Attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche**

*Classe di Requisiti: Funzionalità d'uso*

*Classe di Esigenza: Funzionalità*

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 dell'edificio.

**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.

### **01.01.R04 Resistenza meccanica**

*Classe di Requisiti: Di stabilità*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

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.

### **01.01.R05 (Attitudine al) controllo della condensazione interstiziale**

*Classe di Requisiti: Sicurezza d'intervento*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

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.

**Prestazioni:**

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.

### **01.01.R06 Impermeabilità ai liquidi**

*Classe di Requisiti: Sicurezza d'intervento*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

I componenti degli impianti elettrici devono essere in grado di evitare il passaggio di fluidi liquidi per evitare alle persone qualsiasi pericolo di folgorazione per contatto diretto secondo quanto prescritto dalla normativa.

**Prestazioni:**

E' opportuno che gli elementi costituenti l'impianto elettrico 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.

### **01.01. R07 Montabilità/Smontabilità**

*Classe di Requisiti: Facilità d'intervento*

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.

## Strutture di sostegno

Unità Tecnologica: 01.01

**Impianto fotovoltaico**

Le strutture di sostegno sono i supporti meccanici che consentono l'ancoraggio dei pannelli fotovoltaici alle strutture su cui sono montati e/o al terreno. 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 utilizzate sono del tipo tracker con sostegni metallici ad infissione diretta o in zavorre di cls..

### **REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)**

#### **01.01.01. R01 Resistenza alla corrosione**

*Classe di Requisiti: Di stabilità*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

Le strutture di sostegno devono essere in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di fenomeni di corrosione.

**Prestazioni:**

Devono essere utilizzati materiali adeguati e all'occorrenza devono essere previsti sistemi di protezione in modo da contrastare il fenomeno della corrosione.

**Livello minimo della prestazione:**

Per la verifica della resistenza alla corrosione possono essere condotte prove in conformità a quanto previsto dalla normativa di settore.

#### **01.01.01.R02 Resistenza meccanica**

*Classe di Requisiti: Di stabilità*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

Le strutture di sostegno devono essere in grado di non subire disgregazioni se sottoposte all'azione di carichi accidentali.

**Prestazioni:**

Le strutture di sostegno devono essere realizzate con materiali e finiture in grado di garantire stabilità e sicurezza.

**Livello minimo della prestazione:**

Le strutture di sostegno devono sopportare i carichi previsti in fase di progetto.

### **ANOMALIE RISCONTRABILI**

#### **01.01.01.A01 Corrosione**

Fenomeni di corrosione degli elementi metallici.

#### **01.01.01.A02 Deformazione**

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

#### **01.01.01.A03 Difetti di montaggio**

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

**01.01.01.A04 Difetti di serraggio**

Difetti di serraggio degli elementi di sostegno delle celle.

**01.01.01.A05 Fessurazioni, microfessurazioni**

Incrinature localizzate interessanti lo spessore degli elementi.

### **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

**01.01.01.C01 Controllo generale**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare le condizioni e la funzionalità delle strutture di sostegno verificando il fissaggio ed eventuali connessioni. Verificare che non ci siano fenomeni di corrosione in atto.

- Requisiti da verificare: 1) *Resistenza meccanica.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Deformazione;* 2) *Difetti di montaggio;* 3) *Fessurazioni, microfessurazioni;* 4) *Corrosione;* 5) *Difetti di serraggio.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

### **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

**01.01.01.I01 Reintegro**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

Reintegro degli elementi di fissaggio con sistemazione delle giunzioni mediante l'utilizzo di materiali analoghi a quelli preesistenti.

- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

**01.01.01. I02 Ripristino rivestimenti**

*Cadenza: quando occorre*

Eeguire il ripristino dei rivestimenti superficiali quando si presentano fenomeni di corrosione.

- Ditte specializzate: *Generico.*

## Cella solare

Unità Tecnologica: 01.01

**Impianto fotovoltaico**

E' un dispositivo che consente la conversione dell'energia prodotta dalla radiazione solare in energia elettrica.

E' generalmente costituita 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).

Attualmente la produzione industriale di celle fotovoltaiche sono:

- celle al silicio cristallino ricavate dal taglio di lingotti fusi di silicio di un singolo cristallo (monocristallino) o di più cristalli (policristallino);
  - celle a film sottile ottenute dalla deposizione di uno strato di silicio amorfo su un supporto plastico o su una lastra di vetro.
- Le celle al silicio monocristallino sono di colore blu scuro alquanto uniforme ed hanno una purezza superiore a quelle realizzate al silicio policristallino; le celle al 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.

### **REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)**

#### **01.01.02. R01 Efficienza di conversione**

*Classe di Requisiti: Di funzionamento*

*Classe di Esigenza: Gestione*

La cella deve essere realizzata con materiale e finiture superficiali tali da garantire il massimo assorbimento delle radiazioni solari.

#### **Prestazioni:**

La massima potenza erogabile dalla cella è in stretto rapporto con l'irraggiamento solare in condizioni standard ed è quella indicata dai produttori.

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

La massima potenza di picco (Wp) erogabile dalla cella così come definita dalle norme internazionali STC (standard Test Conditions) deve essere almeno pari a 1,5 Wp con una corrente di 3 A e una tensione di 0,5 V.

### **ANOMALIE RISCONTRABILI**

#### **01.01.02.A01 Anomalie rivestimento**

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

#### **01.01.02.A02 Deposito superficiale**

Accumulo di pulviscolo atmosferico o di altri materiali estranei, di spessore variabile, poco coerente e poco aderente alla superficie del rivestimento.

#### **01.01.02.A03 Difetti di serraggio morsetti**

Difetti di serraggio dei morsetti elettrici dei pannelli solari.

#### **01.01.02.A04 Difetti di fissaggio**

Difetti di tenuta degli elementi di fissaggio e di tenuta dei pannelli solari sul tetto.

**01.01.02.A05 Difetti di tenuta**

Difetti di tenuta con evidenti perdite di fluido captatore dell'energia solare dagli elementi del pannello.

**01.01.02.A06 Incrostazioni**

Formazione di muschi e licheni sulla superficie dei pannelli solari che sono causa di cali di rendimento.

**01.01.02.A07 Infiltrazioni**

Penetrazione continua di acqua che può venire in contatto con parti del pannello non previste per essere bagnate.

**01.01.02.A08 Patina biologica**

Strato sottile, morbido e omogeneo, aderente alla superficie e di evidente natura biologica, di colore variabile, per lo più verde. La patina biologica è costituita prevalentemente da microrganismi cui possono aderire polvere, terriccio.

---

**CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

---

**01.01.02.C01 Controllo apparato elettrico**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Controllo a vista*

Controllare lo stato di serraggio dei morsetti e la funzionalità delle resistenze elettriche della parte elettrica delle celle e/o dei moduli di celle.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di serraggio morsetti.*
- Ditte specializzate: *Elettricista.*

---

**01.01.02.C02 Controllo diodi**

*Cadenza: ogni 3 mesi*

*Tipologia: Ispezione*

Eseguire il controllo della funzionalità dei diodi di by-pass.

- Requisiti da verificare: 1) *Efficienza di conversione.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di serraggio morsetti.*
- Ditte specializzate: *Elettricista.*

---

**01.01.02.C03 Controllo fissaggi**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Controllo a vista*

Controllare i sistemi di tenuta e di fissaggio delle celle e/o dei moduli.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di serraggio morsetti.*
- Ditte specializzate: *Generico.*

**01.01.02.C04 Controllo generale celle**

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare lo stato delle celle in seguito ad eventi meteorici eccezionali quali temporali, grandinate, ecc. Controllare che non ci siano incrostazioni e/o depositi sulle superfici delle celle che possano inficiare il corretto funzionamento.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di fissaggio;* 2) *Difetti di serraggio morsetti;* 3) *Difetti di tenuta;* 4) *Incrostazioni;* 5)

**MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

---

**01.01.02.I01 Pulizia***Cadenza: ogni 6 mesi*

Effettuare una pulizia, con trattamento specifico, per eliminare muschi e licheni che si depositano sulla superficie esterna delle celle.

**01.01.02.I02 Sostituzione celle***Cadenza: ogni 10 anni*

Sostituzione delle celle che non assicurano un rendimento accettabile.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*
- 

**01.01.02. I03 Serraggio***Cadenza: quando occorre*

Eseguire il serraggio della struttura di sostegno delle celle

- Ditte specializzate: *Generico.*
-

## Cassetta di terminazione

Unità Tecnologica: 01.01

Impianto fotovoltaico

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.

### **ANOMALIE RISCONTRABILI**

#### **01.01.03. A01 Corto circuiti**

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

#### **01.01.03.A02 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.

#### **01.01.03.A03 Difetti di taratura**

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

#### **01.01.03.A04 Surriscaldamento**

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

### **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

#### **01.01.03.C01 Controllo generale**

Cadenza: ogni mese

Tipologia: Controllo a vista

Verificare la corretta pressione di serraggio delle viti e delle morsettiere nonché dei coperchi delle cassette. Verificare che ci sia un buon livello di isolamento e di protezione (livello minimo di protezione da assicurare è IP54) onde evitare corti circuiti.

- Requisiti da verificare: 1) *(Attitudine al) controllo della condensazione interstiziale;* 2) *(Attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche;* 3) *Impermeabilità ai liquidi;* 4) *Isolamento elettrico;* 5) *Limitazione dei rischi di intervento;* 6) *Montabilità/Smontabilità;* 7) *Resistenza meccanica.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Corto circuiti;* 2) *Difetti agli interruttori;* 3) *Difetti di taratura;* 4) *Surriscaldamento.*
- Ditte specializzate: *Elettricista.*

### **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

#### **01.01.03. I01 Sostituzioni**

Cadenza: quando occorre

Sostituire, quando usurate o non più rispondenti alle norme, parti delle cassette quali coperchi, morsettiera, apparecchi di protezione e di comando.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

## Dispositivo generale

Unità Tecnologica: 01.01

Impianto fotovoltaico

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.

E' solitamente:

- un sezionatore quadripolare nelle reti trifase;
- un sezionatore bipolare nelle reti monofase.

### **ANOMALIE RISCOINTRABILI**

#### **01.01.04. A01 Anomalie dei contatti ausiliari**

Difetti di funzionamento dei contatti ausiliari.

#### **01.01.04.A02 Anomalie delle molle**

Difetti di funzionamento delle molle.

#### **01.01.04.A03 Anomalie degli sganciatori**

Difetti di funzionamento degli sganciatori di apertura e chiusura.

#### **01.01.04.A04 Corto circuiti**

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

#### **01.01.04.A05 Difetti delle connessioni**

Difetti di serraggio delle connessioni in entrata ed in uscita dai sezionatori.

#### **01.01.04.A06 Difetti ai dispositivi di manovra**

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

#### **01.01.04.A07 Difetti di taratura**

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

#### **01.01.04.A08 Surriscaldamento**

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

### **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

#### **01.01.04.C01 Controllo generale**

*Cadenza: ogni mese*

Verificare la funzionalità dei dispositivi di manovra dei sezionatori. Verificare che ci sia un buon livello di isolamento e di protezione onde evitare corto circuiti.

- Anomalie riscontrabili: 1) Corto circuiti; 2) Difetti ai dispositivi di manovra; 3) Difetti di taratura; 4) Surriscaldamento; 5) Anomalie degli sganciatori.
- Ditte specializzate: *Elettricista*.

### **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

#### **01.01.04. I01 Sostituzioni**

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire, quando usurate o non più rispondenti alle norme, il dispositivo generale.

- Ditte specializzate: *Elettricista*.

## Scaricatori di sovratensione

Unità Tecnologica: 01.01

**Impianto fotovoltaico**

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.

### **ANOMALIE RISCONTRABILI**

#### *01.01.05. A01 Anomalie dei contatti ausiliari*

Difetti di funzionamento dei contatti ausiliari.

#### *01.01.05.A02 Anomalie delle molle*

Difetti di funzionamento delle molle.

#### *01.01.05.A03 Anomalie degli sganciatori*

Difetti di funzionamento degli sganciatori di apertura e chiusura.

#### *01.01.05.A04 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.

#### *01.01.05.A05 Difetti varistore*

Esaurimento del varistore delle cartucce dello scaricatore.

#### *01.01.05.A06 Difetti spie di segnalazione*

Difetti delle spie luminose indicatrici del funzionamento.

### **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

#### *01.01.05.C01 Controllo generale*

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: Controllo a vista*

Verificare la corretta pressione di serraggio delle viti e delle placchette, e dei coperchi delle cassette. Controllare il corretto funzionamento delle spie di segnalazione della carica delle cartucce.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti varistore*; 2) *Difetti agli interruttori*; 3) *Anomalie degli sganciatori*.
- Ditte specializzate: *Elettricista*.

### **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

#### *01.01.05. I01 Sostituzioni cartucce*

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire, quando usurate o non più rispondenti alle norme, le cartucce dello scaricatore di sovratensione.

- Ditte specializzate: *Elettricista*.

## Inverter

Unità Tecnologica: 01.01

Impianto fotovoltaico

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 essere immessa in rete.

In quest'ultimo caso si adoperano convertitori del tipo a commutazione forzata con tecnica PWM senza clock e/o riferimenti di tensione o di corrente 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.

Gli inverter possono essere di due tipi:

- a commutazione forzata in cui la tensione di uscita viene generata da un circuito elettronico oscillatore che consente all'inverter di funzionare come un generatore in una rete isolata;
- a commutazione naturale in cui la frequenza della tensione di uscita viene impostata dalla rete a cui è collegato.

### REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

#### 01.01.06. R01 Controllo della potenza

Classe di Requisiti: Controllabilità tecnologica

Classe di Esigenza: Controllabilità

L'inverter deve garantire il perfetto accoppiamento tra la tensione in uscita dal generatore e il range di tensioni in ingresso dal convertitore.

#### **Prestazioni:**

L'inverter deve assicurare che il valore della corrente in uscita deve essere inferiore al valore massimo della corrente supportata dallo stesso.

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

La potenza massima  $P_{inv}$  destinata ad un inverter deve essere compresa tra la potenza massima consigliata in ingresso del convertitore  $P_{pv}$  ridotta del 20% con tolleranza non superiore al 5%:  $P_{pv} (-20\%) < P_{inv} < P_{pv} (+5\%)$ .

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.01.06.A01 Anomalie dei fusibili

Difetti di funzionamento dei fusibili.

#### 01.01.06.A02 Anomalie delle spie di segnalazione

Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.

#### 01.01.06.A03 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.

#### 01.01.06.A04 Emissioni elettromagnetiche

Valori delle emissioni elettromagnetiche non controllate dall'inverter.

#### **01.01.06.A05 Infiltrazioni**

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

#### **01.01.06.A06 Scariche atmosferiche**

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

#### **01.01.06.A07 Sovratensioni**

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

### **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

#### **01.01.06.C01 Controllo generale**

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione strumentale*

Verificare lo stato di funzionamento del quadro di parallelo invertitori misurando alcuni parametri quali le tensioni, le correnti e le frequenze di uscita dall'inverter. Effettuare le misurazioni della potenza in uscita su inverter-rete.

- Requisiti da verificare: 1) *Controllo della potenza.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Sovratensioni.*
- Ditte specializzate: *Elettricista.*

#### **01.01.06.C02 Verifica messa a terra**

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Controllo*

Verificare l'efficienza dell'impianto di messa a terra (quando previsto) dell'inverter.

- Requisiti da verificare: 1) *Limitazione dei rischi di intervento;* 2) *Resistenza meccanica;* 3) *Controllo della potenza.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Scariche atmosferiche;* 2) *Sovratensioni.*
- Ditte specializzate: *Elettricista.*

#### **01.01.06.C03 Verifica protezioni**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare il corretto funzionamento dei fusibili e degli interruttori automatici dell'inverter.

- Requisiti da verificare: 1) *(Attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie dei fusibili;* 2) *Difetti agli interruttori.*
- Ditte specializzate: *Elettricista.*

### **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

#### **01.01.06.I01 Pulizia generale**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

Pulizia generale utilizzando aria secca a bassa pressione.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

#### **01.01.06.I02 Serraggio**

*Cadenza: ogni anno*

Eseguire il serraggio di tutti i bulloni, dei morsetti e degli interruttori.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

#### **01.01.06. I03 Sostituzione inverter**

*Cadenza: ogni 3 anni*

Eseguire la sostituzione dell'inverter quando usurato o per un adeguamento alla normativa.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

## Quadri elettrici

Unità Tecnologica: 01.01

Impianto fotovoltaico

I quadri elettrici a servizio di un impianto fotovoltaico possono essere di diverse tipologie:

- di campo;
- di parallelo;
- di protezione inverter e di interfaccia rete.

I quadri di campo vengono realizzati per il sezionamento e la protezione della sezione in corrente continua all'ingresso dell'inverter; sono costituiti da sezionatori con fusibili estraibili modulari e da scaricatori di tensione modulari. I quadri di campo adatti all'installazione di più stringhe in parallelo prevedono inoltre diodi di blocco, opportunamente dimensionati, con dissipatori e montaggio su isolatori. I quadri di parallelo si rendono necessari quando più stringhe devono essere canalizzate nello stesso ingresso del convertitore CC/CA; nella gran parte dei casi sono costituiti da sezionatori di manovra e all'occorrenza da interruttori magnetotermici opportunamente dimensionati. I quadri di protezione uscita inverter sono costituiti da uno o più interruttori magnetotermici (secondo il numero degli inverter) del tipo bipolari in sistemi monofase o quadripolari in sistemi trifase. Il quadro di interfaccia rete è necessario per convogliare le uscite dei quadri di protezione inverter su un'unica linea e da questa alla rete elettrica; generalmente è costituito da un interruttore magnetotermico (bipolare in sistemi monofase o quadripolare in sistemi trifase). Negli impianti fotovoltaici con un solo inverter il quadro uscita inverter e il quadro interfaccia rete possono diventare un unico apparecchio.

### REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

#### 01.01.07. R01 Identificabilità

Classe di Requisiti: *Facilità d'intervento*

Classe di Esigenza: *Funzionalità*

I quadri devono essere facilmente identificabili per consentire un facile utilizzo. Deve essere presente un cartello sul quale sono riportate le funzioni degli interruttori nonché le azioni da compiere in caso di emergenza su persone colpite da folgorazione.

#### **Prestazioni:**

E' opportuno che gli elementi costituenti l'impianto elettrico 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.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.01.07.A01 Anomalie dei contattori

Difetti di funzionamento dei contattori.

#### 01.01.07.A02 Anomalie dei fusibili

Difetti di funzionamento dei fusibili.

#### 01.01.07.A03 Anomalie dell'impianto di rifasamento

Difetti di funzionamento della centralina che gestisce l'impianto di rifasamento.

**01.01.07.A04 Anomalie dei magnetotermici**

Difetti di funzionamento degli interruttori magnetotermici.

**01.01.07.A05 Anomalie dei relè**

Difetti di funzionamento dei relè termici.

**01.01.07.A06 Anomalie della resistenza**

Difetti di funzionamento della resistenza anticondensa.

**01.01.07.A07 Anomalie delle spie di segnalazione**

Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.

**01.01.07.A08 Anomalie dei termostati**

Difetti di funzionamento dei termostati.

**01.01.07.A09 Depositi di materiale**

Accumulo di polvere sui contatti che provoca malfunzionamenti.

**01.01.07.A10 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.

**CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

**01.01.07.C01 Controllo centralina di rifasamento**

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Controllo a vista*

Verificare il corretto funzionamento della centralina di rifasamento.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie dell'impianto di rifasamento.*
- Ditte specializzate: *Elettricista.*

**01.01.07.C02 Verifica dei condensatori**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare l'integrità dei condensatori di rifasamento e dei contattori.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie dell'impianto di rifasamento;* 2) *Anomalie dei contattori.*
- Ditte specializzate: *Elettricista.*

**01.01.07.C03 Verifica messa a terra**

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Controllo*

Verificare l'efficienza dell'impianto di messa a terra dei quadri.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie dei contattori;* 2) *Anomalie dei magnetotermici.*
- Ditte specializzate: *Elettricista.*

**01.01.07.C04 Verifica protezioni***Cadenza: ogni 6 mesi**Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare il corretto funzionamento dei fusibili, degli interruttori automatici e dei relè termici.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie dei fusibili*; 2) *Anomalie dei magnetotermici*; 3) *Anomalie dei relè*.
- Ditte specializzate: *Elettricista*.

**MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO****01.01.07.I01 Pulizia generale***Cadenza: ogni 6 mesi*

Pulizia generale utilizzando aria secca a bassa pressione.

- Ditte specializzate: *Elettricista*.

**01.01.07.I02 Serraggio***Cadenza: ogni anno*

Eseguire il serraggio di tutti i bulloni, dei morsetti e degli interruttori.

- Ditte specializzate: *Elettricista*.

**01.01.07.I03 Sostituzione centralina rifasamento***Cadenza: quando occorre*

Eseguire la sostituzione della centralina elettronica di rifasamento con altra dello stesso tipo.

- Ditte specializzate: *Elettricista*.

**01.01.07. I04 Sostituzione quadro***Cadenza: ogni 20 anni*

Eseguire la sostituzione del quadro quando usurato o per un adeguamento alla normativa.

- Ditte specializzate: *Elettricista*.

## Dispositivo di interfaccia

Unità Tecnologica: 01.01

**Impianto fotovoltaico**

Il dispositivo di interfaccia è un teleruttore comandato da una protezione di interfaccia; le protezioni di interfaccia possono essere realizzate da relè di frequenza e tensione o dal sistema di controllo inverter. 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).

### **ANOMALIE RISCONTRABILI**

#### **01.01.08. A01 Anomalie della bobina**

Difetti di funzionamento della bobina di avvolgimento.

#### **01.01.08.A02 Anomalie del circuito magnetico**

Difetti di funzionamento del circuito magnetico mobile.

#### **01.01.08.A03 Anomalie dell'elettromagnete**

Vibrazioni dell'elettromagnete del contattore dovute ad alimentazione non idonea.

#### **01.01.08.A04 Anomalie della molla**

Difetti di funzionamento della molla di ritorno.

#### **01.01.08.A05 Anomalie delle viti serrafili**

Difetti di tenuta delle viti serrafilo.

#### **01.01.08.A06 Difetti dei passacavo**

Difetti di tenuta del coperchio passacavi.

#### **01.01.08.A07 Rumorosità**

Eccessivo livello del rumore dovuto ad accumuli di polvere sulle superfici.

### **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

#### **01.01.08.C01 Controllo generale**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare che i fili siano ben serrati dalle viti e che i cavi siano ben sistemati nel coperchio passacavi. Nel caso di eccessivo rumore smontare il contattore e verificare lo stato di pulizia delle superfici dell'elettromagnete e della bobina.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie della bobina*; 2) *Anomalie del circuito magnetico*; 3) *Anomalie della molla*; 4) *Anomalie*

delle viti serrafili; 5) Difetti dei passacavo; 6) Anomalie dell'elettromagnete; 7) Rumorosità.

- Ditte specializzate: *Elettricista*.

#### **01.01.08.C02 Verifica tensione**

*Cadenza: ogni anno*

*Tipologia: Ispezione strumentale*

Misurare la tensione di arrivo ai morsetti utilizzando un voltmetro.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie dell'elettromagnete*.
- Ditte specializzate: *Elettricista*.

---

### **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

---

#### **01.01.08.I01 Pulizia**

*Cadenza: quando occorre*

Eseguire la pulizia delle superfici rettifiche dell'elettromagnete utilizzando benzina o tricloretilene.

- Ditte specializzate: *Elettricista*.

#### **01.01.08.I02 Serraggio cavi**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

Effettuare il serraggio di tutti i cavi in entrata e in uscita dal dispositivo di interfaccia.

- Ditte specializzate: *Elettricista*.

#### **01.01.08.I03 Sostituzione bobina**

*Cadenza: a guasto*

Effettuare la sostituzione della bobina quando necessario con altra dello stesso tipo.

- Ditte specializzate: *Elettricista*.
-

## 4 PROGRAMMA DI MANUTENZIONE ORDINARIA DELL'IMPIANTO

Il programma di manutenzione riporta le prestazioni delle parti, gli interventi manutentivi e i tempi relativi, i controlli per il mantenimento dei livelli prestazionali.

Ai fini della programmazione della manutenzione, sono previsti gli interventi sopra richiamati e i controlli periodici di seguito indicati.

I controlli da fare sono costituiti dalle verifiche periodiche previste dalle Norme CEI 64-8 e 64-7, che saranno effettuate a cura del personale tecnico, che dovrà riportare i risultati in apposito registro. A tal fine, è importante, come detto in precedenza, tenere a disposizione la documentazione di progetto.

Di seguito verranno elencate le operazioni di manutenzione ordinaria programmata eseguibili solo da personale qualificato e dotato di idonei dispositivi di protezione individuali al fine di garantire il corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico:

- ispezione visiva dei moduli FV;
- ispezione dei quadri di campo e raccolta stringhe;
- verifica e misura dell'isolamento delle stringhe FV;
- verifica e misura del funzionamento elettrico delle stringhe;
- verifica e misura della continuità elettrica;
- verifica del distacco dell'inverter per mancanza di rete;
- ispezione del quadro;
- verifica funzionalità della protezione di interfaccia di rete e tarature (se installata).

### 4.1 Ispezione visiva dei moduli FV

L'ispezione visiva dei moduli fotovoltaici è effettuata da personale specializzato; tale operazione consente di verificare:

- l'integrità meccanica dei moduli fotovoltaici;
- l'eventuale presenza di strati di materiale sulla superficie dei moduli in grado di oscurare una o più celle fotovoltaiche con conseguente diminuzione di produzione di energia.
- integrità dei cablaggi delle stringhe fotovoltaiche;
- integrità delle cassette di retro-modulo;
- integrità dei cavi di collegamento tra i moduli.

#### **IMPORTANTE**

La verifica del piano dei moduli, se in copertura, dovrà essere sempre effettuata in presenza di una linea vita certificata ed idonea al momento della verifica. Effettuare sempre la procedura di controllo previo controllo da parte di personale qualificato dei serraggi e delle tenute del sistema di protezione anticaduta.

### 4.2 Ispezione del quadro di campo

Nel quadro di campo è realizzato il sezionamento e l'eventuale raggruppamento delle stringhe del generatore fotovoltaico. Il controllo del quadro di campo, da effettuarsi, a cura di personale specializzato, ha lo scopo di verificare:

- l'integrità degli scaricatori di tensione se presenti; nel caso in cui gli scaricatori di tensione risultino guasti per anomalia di funzionamento o a seguito di intervento, devono essere sostituiti;
- lo stato dei cablaggi interni ai quadri;
- lo stato dei componenti e cablaggi interni.

#### **IMPORTANTE**

La tensione massima presente nel quadro può essere da 500 a 1500 Vdc, tale tensione può risultare pericolosa per le persone, quindi gli interventi tecnici su tale quadro devono essere eseguiti da personale specializzato.

### 4.3 Verifica della funzionalità dei diodi di blocco delle stringhe

I diodi di blocco delle stringhe fotovoltaiche sono ubicati all'interno degli inverter e del quadro di campo. La verifica della loro funzionalità, da effettuarsi, a cura di personale specializzato, garantisce che durante le ore diurne non vi sia un reflusso di corrente verso i moduli fotovoltaici in seguito ad un qualunque guasto all'impianto elettrico a monte degli stessi diodi.

La verifica consiste nella misura della caduta di tensione sui diodi di blocco che in genere deve essere compresa tra 0,5Vdc e 0,8Vdc. Nel caso in cui si dovessero riscontrare valori di tensione molto diversi da quello indicato occorre effettuare le seguenti ulteriori operazioni:

1. mettere fuori servizio l'inverter a cui afferiscono le stringhe su cui sono collegati i diodi;
2. aprire i sezionatori delle stringhe fotovoltaiche e provare il diodo con l'ausilio di un multimetro in prova diodi;
3. se sarà confermata la condizione di guasto si dovrà procedere alla sostituzione del diodo, operazione che comunque ai fini della garanzia dovrà essere effettuata da personale autorizzato dal costruttore dell'inverter.

### 4.4 Verifica dell'isolamento delle stringhe FV

La verifica dell'isolamento delle stringhe del campo fotovoltaico, da effettuarsi a cura di personale specializzato, avviene tramite la misura della resistenza di isolamento verso massa per le tutte stringhe, che dovrà essere non inferiore a 50/N Mohm in condizioni di clima secco e non inferiore a 20/N Mohm in condizioni di clima umido (dove N = numero di moduli in serie per stringa).

### 4.5 Verifica del funzionamento elettrico delle stringhe FV

La verifica del corretto funzionamento delle stringhe di moduli fotovoltaici, da effettuarsi a cura di personale specializzato, garantisce la massima produttività dell'impianto; essa consiste nella misura dei parametri elettrici tensione e corrente durante il funzionamento delle stringhe stesse.

Per indagare sul corretto funzionamento elettrico delle stringhe occorrerà effettuare le seguenti operazioni:

1. la misura della tensione a vuoto ( $V_{oc}$ ) delle stringhe fotovoltaiche; per effettuare tale misura occorre mettere fuori servizio l'inverter a cui afferisce la stringa in oggetto ed aprire il relativo sezionatore;

se si dovessero verificare variazioni dell'ordine della decina di Volt o valori di tensione pari a zero sarà necessario indagare sulla stringa per individuare eventuali moduli guasti;

2. Verificare la temperatura del modulo;
3. la misura, nel quadro di campo, della corrente erogata dalle stringhe allo scopo di individuare eventuali interruzioni nel circuito serie delle stesse.

#### 4.6 Verifica della continuità elettrica

La verifica della continuità elettrica dovrà essere effettuata tra i componenti dell'impianto di terra al fine di garantire l'assenza di interruzioni (discontinuità) nel conduttore PE ed EQP.

In particolare dovrà verificarsi la continuità elettrica tra gli inverter ed il nodo equipotenziale di terra, tra gli scaricatori eventuali ed i dispersori, nonché tra la struttura ed il nodo equipotenziale di terra.

#### 4.7 Verifica del distacco dell'inverter per mancanza di rete

L'inverter utilizzato nell'impianto non è in grado di sostenere la tensione e la frequenza della rete elettrica di distribuzione in assenza della stessa cessando in tal caso la produzione di energia elettrica.

La verifica del distacco dell'inverter per mancanza della rete, da effettuarsi a cura di personale specializzato, consente di verificare l'efficienza delle protezioni elettriche presenti nell'inverter (o nella protezione interfaccia se presente) a tutto vantaggio della sicurezza elettrica complessiva dell'impianto.

La procedura per l'effettuazione della verifica è la seguente:

1. apertura dell'interruttore relativo all'inverter da provare (es I1);
2. verifica della mancanza di tensione in uscita dell'inverter;
3. richiusura dell'interruttore precedentemente aperto;
4. verifica che l'inverter ricominci a funzionare correttamente

#### 4.8 Ispezione del quadro QCA

All'interno del quadro QCA sono contenuti il dispositivo di interruzione della linea proveniente dall'inverter ( $I_1, I_2, \dots, I_n$ ), su specifica richiesta dell'Ente Distributore può essere necessaria la verifica, da effettuarsi a cura di personale specializzato, della funzionalità dei dispositivi di interfaccia CT che sono integrati negli inverter (tale prova è effettuata in concomitanza con la verifica di funzionamento delle protezioni di interfaccia).

La verifica consiste nella simulazione di alcune condizioni di funzionamento anomalo di rete per verificare il distacco (apertura del contattore CT dell'inverter) dell'impianto fotovoltaico dalla rete elettrica di distribuzione.

Il controllo del quadro QCA, da effettuarsi, a cura di personale specializzato, ha lo scopo di verificare lo stato dei componenti e cablaggi interni

#### **IMPORTANTE**

Nel quadro è presente una tensione di 230/400 Vca, tale tensione può risultare pericolosa per le persone, quindi gli interventi tecnici devono essere eseguiti da personale specializzato dopo aver messo fuori servizio l'intero impianto.

## 4.9 Attività di manutenzione programmata

Il Programma di manutenzione prevede le seguenti mansioni, suddivise in:

- programma delle prestazioni;
- programma dei controlli;
- programma degli interventi.

<b>PROGRAMMA DELLE PRESTAZIONI</b>				
<b>Classe requisiti</b>	<b>Elemento</b>	<b>Operazione</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Frequenza</b>
<b>Controllabilità tecnologica</b>	<b>Inverter</b>	Requisito: Controllo della potenza  L'inverter deve garantire il perfetto accoppiamento tra la tensione in uscita dal generatore e il range di tensioni in ingresso dal convertitore.  Controllo: Verifica messa a terra Controllo: Controllo generale	Controllo Ispezione strumentale	Ogni 2 mesi Ogni 2 mesi
		<b>Di funzionamento</b>		
<b>Di stabilità</b>	<b>Impianto fotovoltaico</b>	Requisito: 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.  Controllo: Controllo generale Controllo: Verifica messa a terra	Controllo a vista Controllo strumentale	Ogni mese Ogni 2 mesi
	<b>Strutture di sostegno</b>	Requisito: Resistenza alla corrosione  Le strutture di sostegno devono essere in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di fenomeni di corrosione. Requisito: Resistenza meccanica Le strutture di sostegno devono essere in grado di non subire disgregazioni se sottoposte all'azione di carichi accidentali.  Controllo: Controllo generale		
<b>Facilità di intervento</b>	<b>Impianto fotovoltaico</b>	Requisito: Montabilità/Smontabilità  Gli elementi costituenti l'impianto elettrico devono essere atti a consentire la collocazione in opera di altri elementi in caso di necessità.  Controllo: Controllo generale	Controllo a vista	Ogni mese
	<b>Quadri elettrici</b>	Requisito: Identificabilità  I quadri devono essere facilmente identificabili per consentire un facile utilizzo. Deve essere presente un cartello sul quale sono riportate le funzioni degli interruttori nonché le azioni da compiere		

PROGRAMMA DELLE PRESTAZIONI				
Classe requisiti	Elemento	Operazione	Tipologia	Frequenza
		in caso di emergenza su persone colpite da folgorazione.		
<b>Funzionalità d'uso</b>	<b>Impianto fotovoltaico</b>	Requisito: (Attitudine al) 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 dell'edificio.  Controllo: Controllo generale Controllo: Verifica protezioni	Controllo a vista Ispezione a vista	Ogni mese Ogni 6 mesi
<b>Protezione dai rischi di intervento</b>	<b>Impianto fotovoltaico</b>	Requisito: 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.  Controllo: Controllo generale Controllo: Verifica messa a terra	Controllo a vista Controllo strumentale	Ogni mese Ogni 2 mesi
<b>Protezione elettrica</b>	<b>Impianto fotovoltaico</b>	Requisito: Isolamento elettrico  Gli elementi costituenti l'impianto fotovoltaico devono essere in grado di resistere al passaggio di cariche elettriche senza perdere le proprie caratteristiche.  Controllo: Controllo generale	Controllo a vista Controllo strumentale	Ogni mese Ogni 6 mesi
<b>Sicurezza di intervento</b>	<b>Impianto fotovoltaico</b>	Requisito: (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.  Controllo: Controllo generale	Controllo a vista	Ogni mese
	<b>Impianto fotovoltaico</b>	Requisito: Impermeabilità ai liquidi  I componenti degli impianti elettrici devono essere in grado di evitare il passaggio di fluidi liquidi per evitare alle persone qualsiasi pericolo di folgorazione per contatto diretto secondo quanto prescritto dalla normativa.  Controllo: Controllo generale	Controllo a vista	Ogni mese

PROGRAMMA DEI CONTROLLI			
Elemento	Operazione	Tipologia	Frequenza
<b>Strutture di sostegno</b>	Controllo: Controllo generale  Controllare le condizioni e la funzionalità delle strutture di sostegno verificando il fissaggio ed eventuali connessioni. Verificare che non ci siano fenomeni di corrosione in atto.	Ispezione a vista	Ogni 6 mesi
<b>Modulo fotovoltaico</b>	Controllo: Controllo generale celle  Verificare lo stato delle celle in seguito ad eventi meteorici eccezionali quali temporali, grandinate, ecc. Controllare che non ci siano incrostazioni e/o depositi sulle superfici delle celle che possano inficiare il corretto funzionamento.	Ispezione a vista	Quando occorre
	Controllo: Controllo diodi  Eseguire il controllo della funzionalità dei diodi di bypass.	Ispezione	Ogni 3 mesi
	Controllo: Controllo apparato elettrico  Controllare lo stato di serraggio dei morsetti e la funzionalità delle resistenze elettriche della parte elettrica delle celle e/o dei moduli di celle.	Controllo a vista	Ogni 6 mesi
	Controllo: Controllo fissaggi  Controllare i sistemi di tenuta e di fissaggio delle celle e/o dei moduli.	Controllo a vista	Ogni 6 mesi
<b>Cassetta di terminazione</b>	Controllo: Controllo generale  Verificare la corretta pressione di serraggio delle viti e delle morsettiere nonché dei coperchi delle cassette. Verificare che ci sia un buon livello di isolamento e di protezione (livello minimo di protezione da assicurare è IP54) onde evitare corti circuiti	Controllo a vista	Ogni mese
<b>Dispositivo generale</b>	Controllo: Controllo generale  Verificare la funzionalità dei dispositivi di manovra dei sezionatori. Verificare che ci sia un buon livello di isolamento e di protezione onde evitare corto circuiti	Controllo a vista	Ogni mese
<b>Scaricatori di sovratensione</b>	Controllo: Controllo generale  Verificare la corretta pressione di serraggio delle viti e delle placchette, e dei coperchi delle cassette. Controllare il corretto funzionamento delle spie di segnalazione della carica delle cartucce.	Controllo a vista	Ogni mese
<b>Inverter</b>	Controllo: Controllo generale  Verificare lo stato di funzionamento del quadro di parallelo invertitori misurando alcuni parametri quali le tensioni, le correnti e le frequenze di uscita dall'inverter. Effettuare le misurazioni della potenza in uscita su inverter-rete.	Ispezione strumentale	Ogni 2 mesi
	Controllo: Verifica messa a terra  Verificare l'efficienza dell'impianto di messa a terra (quando previsto) dell'inverter.	Controllo	Ogni 2 mesi
	Controllo: Verifica protezioni  Verificare il corretto funzionamento dei fusibili e degli interruttori automatici dell'inverter.	Ispezione a vista	Ogni 6 mesi
<b>Quadri elettrici</b>	Controllo: Controllo centralina di rifasamento  Verificare il corretto funzionamento della centralina di rifasamento.	Controllo a vista	Ogni 2 mesi
	Controllo: Verifica messa a terra	Controllo	Ogni 2 mesi

PROGRAMMA DEI CONTROLLI			
Elemento	Operazione	Tipologia	Frequenza
	Verificare l'efficienza dell'impianto di messa a terra dei quadri		
	Controllo: Verifica dei condensatori		
	Verificare l'integrità dei condensatori di rifasamento e dei contattori.	Ispezione a vista	Ogni 6 mesi
	Controllo: Verifica protezioni		
	Verificare il corretto funzionamento dei fusibili, degli interruttori automatici e dei relè termici.	Ispezione a vista	Ogni 6 mesi
<b>Dispositivo di interfaccia</b>	Controllo: Controllo generale		
	Verificare che i fili siano ben serrati dalle viti e che i cavi siano ben sistemati nel coperchio passacavi. Nel caso di eccessivo rumore smontare il contattore e verificare lo stato di pulizia delle superfici dell'elettromagnete e della bobina.	Ispezione a vista	Ogni 6 mesi
	Controllo: Verifica tensione		
	Misurare la tensione di arrivo ai morsetti utilizzando un voltmetro.	Ispezione a vista	Ogni anno

PROGRAMMA DEGLI INTERVENTI		
Elemento	Operazione	Frequenza
<b>Strutture di sostegno</b>	Intervento: Ripristino rivestimenti	
	Eseguire il ripristino dei rivestimenti superficiali quando si presentano fenomeni di corrosione.	Quando occorre
<b>Strutture di sostegno</b>	Intervento: Reintegro	
	Reintegro degli elementi di fissaggio con sistemazione delle giunzioni mediante l'utilizzo di materiali analoghi a quelli	Ogni 6 mesi
<b>Moduli fotovoltaici</b>	Intervento: Serraggio	
	Eseguire il serraggio della struttura di sostegno dei moduli	Quando occorre
	Intervento: Pulizia	
	Effettuare una pulizia, con trattamento specifico, per eliminare muschi e licheni che si depositano sulla superficie esterna delle celle.	Ogni 6 mesi
<b>Moduli fotovoltaici</b>	Intervento: Sostituzione moduli	
	Sostituzione dei moduli che non assicurano un rendimento accettabile.	Ogni 10 anni
<b>Cassetta di terminazione</b>	Intervento: Sostituzioni	
	Sostituire, quando usurate o non più rispondenti alle norme, parti delle cassette quali coperchi, morsettiere, apparecchi di protezione e di comando.	Quando occorre
<b>Dispositivo generale</b>	Intervento: Sostituzioni	
	Sostituire, quando usurate o non più rispondenti alle norme, il dispositivo generale.	Quando occorre
<b>Scaricatori di sovratensione</b>	Intervento: Sostituzioni cartucce	
	Sostituire, quando usurate o non più rispondenti alle norme, le cartucce dello scaricatore di sovratensione	Quando occorre
<b>Inverter</b>	Intervento: Pulizia generale	
	Pulizia generale utilizzando aria secca a bassa pressione	Ogni 6 mesi
	Intervento: Serraggio	
	Eseguire il serraggio di tutti i bulloni, dei morsetti e degli interruttori.	Ogni anno
<b>Inverter</b>	Intervento: Sostituzione inverter	
	Eseguire la sostituzione dell'inverter quando usurato o per un adeguamento alla normativa.	Ogni 3 anni
<b>Quadri elettrici</b>	Intervento: Sostituzione centralina rifasamento	
	Eseguire la sostituzione della centralina elettronica di rifasamento con altra dello stesso tipo.	Quando occorre
	Intervento: Pulizia generale	
	Pulizia generale utilizzando aria secca a bassa pressione	Ogni 6 mesi
	Intervento: Serraggio	
<b>Quadri elettrici</b>	Eseguire il serraggio di tutti i bulloni, dei morsetti e degli interruttori.	Ogni anno
	Intervento: Sostituzione quadro	
<b>Quadri elettrici</b>	Eseguire la sostituzione del quadro quando usurato o per un adeguamento alla normativa.	Ogni 20 anni
	Intervento: Pulizia	
<b>Dispositivo di interfaccia</b>	Eseguire la pulizia delle superfici rettifiche dell'elettromagnete utilizzando benzina o tricloretilene.	Quando occorre
	Intervento: Sostituzione bobina	
	Effettuare la sostituzione della bobina quando necessario con altra dello stesso tipo.	Al guasto
	Intervento: Serraggio cavi	
<b>Dispositivo di interfaccia</b>	Effettuare il serraggio di tutti i cavi in entrata e in uscita dal dispositivo di interfaccia.	Ogni 6 mesi