

Comune di Paspardo



Provincia di Brescia

## INSTALLAZIONE DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO DA CIRCA 19.8 kWp PRESSO CONSORZIO DELLA CASTAGNA

Committente :

COMUNE DI PASPARDO

PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTISTA INCARICATO

Per. Ind Adriano Galetti

Via N. Bixio, 8 - 25010 Borgosatollo (BS)

[adriano.galetti@libero.it](mailto:adriano.galetti@libero.it)

[adriano.galetti@pec.eppi.it](mailto:adriano.galetti@pec.eppi.it)



Oggetto :

### PIANO DI MANUTENZIONE

Redatto :	Approvato :	Emissione :	Data :	Revisione :

## PROGETTO ESECUTIVO

Numerazione progetto :	DATA	PROGETTO			SCALA	TAVOLA			
	09 Ottobre 2019	0	0	1	---	A	0	0	6

**PIANO DI MANUTENZIONE**

**MANUALE D'USO**

(Articolo 38 del D.P.R. 5 ottobre 2010, n.207)

**OGGETTO:** Installazione di impianto fotovoltaico da circa 19.8 kWp presso Consorzio della Castagna  
**COMMITTENTE:** Comune di Paspardo

10/10/2019,

**IL TECNICO**

---

(Per.Ind. Adriano Galetti)

Per.Ind. Adriano Galetti

# PIANO DI MANUTENZIONE

Comune di: **PASPARDO**

Provincia di: **BRESCIA**

OGGETTO: Installazione di impianto fotovoltaico da circa 19.8 kWp presso  
Consorzio della Castagna

## **CORPI D'OPERA:**

---

° 01 <nuovo> ...

**<nuovo> ...**

**UNITÀ TECNOLOGICHE:**

---

- 01.01 Impianto fotovoltaico

## 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.

### ELEMENTI MANUTENIBILI DELL'UNITÀ TECNOLOGICA:

- 01.01.01 Accumulatore
- 01.01.02 Aste di captazione
- 01.01.03 Cassetta di terminazione
- 01.01.04 Cella solare
- 01.01.05 Conduttori di protezione
- 01.01.06 Connettore e sezionatore
- 01.01.07 Dispositivo di generatore
- 01.01.08 Dispositivo di interfaccia
- 01.01.09 Dispositivo generale
- 01.01.10 Elementi di copertura per tetti con funzione fotovoltaica
- 01.01.11 Frangisole fotovoltaico
- 01.01.12 Inverter
- 01.01.13 Inverter centralizzati
- 01.01.14 Inverter con batteria integrata
- 01.01.15 Inverter monofase
- 01.01.16 Inverter trifase
- 01.01.17 Manto impermeabilizzante per coperture con moduli FV
- 01.01.18 Membrana in caucciù con pannelli fotovoltaici integrati
- 01.01.19 Membrana impermeabile ad alta permeabilità al vapore
- 01.01.20 Micro inverter
- 01.01.21 Modulo fotovoltaico ad integrazione architettonica
- 01.01.22 Modulo fotovoltaico con celle in silicio monocristallino
- 01.01.23 Modulo fotovoltaico con celle in silicio policristallino
- 01.01.24 Modulo fotovoltaico flessibile
- 01.01.25 Modulo fotovoltaico a film sottile
- 01.01.26 Moduli massimizzatori di energia
- 01.01.27 Muro tenda
- 01.01.28 Pannello precoibentato con modulo fotovoltaico integrato
- 01.01.29 Parzializzatore di potenza
- 01.01.30 Quadro elettrico
- 01.01.31 Regolatore di carica
- 01.01.32 Relè protezione interfaccia
- 01.01.33 Scaricatori di sovratensione

- 01.01.34 Sensore di irraggiamento moduli
- 01.01.35 Sensore di temperatura moduli
- 01.01.36 Sensore eolico
- 01.01.37 Sensore precipitazioni
- 01.01.38 Sistema di copertura in rame con modulo captante
- 01.01.39 Sistema di dispersione
- 01.01.40 Sistema di equipotenzializzazione
- 01.01.41 Sistema di fissaggio per moduli vetro/vetro
- 01.01.42 Sistema di monitoraggio
- 01.01.43 Sistema di montaggio a doppio strato per tetti a spiovente
- 01.01.44 Sistemi ad inseguimento solare
- 01.01.45 Solar roof
- 01.01.46 Stazione fotovoltaica
- 01.01.47 Stazione inverter
- 01.01.48 Strutture di sostegno
- 01.01.49 Tenda copripannelli
- 01.01.50 Tegola fotovoltaica

## Accumulatore

Unità Tecnologica: 01.01

Impianto fotovoltaico

L'energia prodotta da un impianto fotovoltaico viene immagazzinata negli accumulatori (batterie di accumulatori) che poi forniscono l'energia elettrica quando i moduli non sono in grado di produrne per mancanza di irraggiamento solare.

Tra le batterie disponibili oggi sul mercato abbiamo varie tipologie: al piombo ermetico, al piombo acido, al nichel/cadmio (poco utilizzate per l'effetto memoria) e al gel.

Quelle più idonee risultano quelle al piombo acido che risultano più affidabili e con prestazioni elevate con una durata media del ciclo di vita di circa 6-8 anni.

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Indipendentemente dal tipo di batteria scelto particolare attenzione deve essere riservata all'alloggiamento della stessa; è da preferire la collocazione all'interno di locali privi di umidità, fumi e polveri sospese. E' molto importante l'aerazione del locale considerando che il processo di carica e scarica sviluppa una miscela esplosiva di ossigeno e idrogeno che pertanto, mediante opportuna ventilazione, può essere portata al di sotto del limite di esplosività.

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. Nelle vicinanze dell'accumulatore 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. Inoltre devono essere presenti oltre alla documentazione dell'impianto anche i dispositivi di protezione individuale e i dispositivi di estinzione incendi.

### ANOMALIE RICONTRABILI

#### 01.01.01.A01 Difetti di taratura

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

#### 01.01.01.A02 Effetto memoria

Difetti di funzionamento dell'accumulatore dovuti all'effetto memoria in seguito a carica e scarica della batteria

#### 01.01.01.A03 Mancanza di liquido

Mancanza del liquido necessario al funzionamento della batteria.

#### 01.01.01.A04 Autoscarica

Perdita della energia assorbita per autoscarica.

#### 01.01.01.A05 Sbalzi di tensione

Sbalzi dei valori della tensione elettrica.

## Aste di captazione

Unità Tecnologica: 01.01

Impianto fotovoltaico

Quando l'impianto fotovoltaico altera la sagoma dell'edificio (per cui si vedono i collettori al di sopra della copertura di un edificio) sono richieste modifiche al sistema esistente di protezione dalle scariche atmosferiche. In questo caso bisogna dotare l'impianto fotovoltaico di aste captatrici che hanno, quindi, la funzione di proteggere gli utenti ed il sistema edilizio da scariche atmosferiche.

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

In base a quanto previsto dalla norma CEI 81-1 ogni asta di captazione deve essere collegata ad anello e poi connessa ai dispersori, all'impianto base devono essere poi collegate le masse metalliche poste all'interno del volume protetto, quelle esterne al volume e quelle estranee.

### ANOMALIE RICONTRABILI

#### 01.01.02.A01 Corrosione

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

#### **01.01.02.A02 Difetti di ancoraggio**

Difetti degli ancoraggi e dei serraggi dei bulloni.

#### **01.01.02.A03 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

### **Elemento Manutenibile: 01.01.03**

## **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.

#### **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. Nelle vicinanze della cassetta 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. Inoltre devono essere presenti oltre alla documentazione dell'impianto anche i dispositivi di protezione individuale e i dispositivi di estinzione incendi.

#### **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.

##### **01.01.03.A05 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

### **Elemento Manutenibile: 01.01.04**

## **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.

#### **MODALITÀ DI USO CORRETTO:**

Al fine di aumentare l'efficienza di conversione dell'energia solare in energia elettrica la cella fotovoltaica viene trattata 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.  
Provvedere periodicamente alla pulizia della superficie per eliminare depositi superficiali che possono causare un cattivo funzionamento dell'intero apparato.

## **ANOMALIE RISCONTRABILI**

### **01.01.04.A01 Anomalie rivestimento**

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

### **01.01.04.A02 Deposito superficiale**

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

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

Difetti di serraggio dei morsetti elettrici dei pannelli solari.

### **01.01.04.A04 Difetti di fissaggio**

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

### **01.01.04.A05 Difetti di tenuta**

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

### **01.01.04.A06 Incrostazioni**

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

### **01.01.04.A07 Infiltrazioni**

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

### **01.01.04.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.

### **01.01.04.A09 Sbalzi di tensione**

Sbalzi dei valori della tensione elettrica.

## **Elemento Manutenibile: 01.01.05**

## **Conduttori di protezione**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Impianto fotovoltaico**

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. Ma, 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.

### **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.

## **ANOMALIE RISCONTRABILI**

### **01.01.05.A01 Corrosione**

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

### **01.01.05.A02 Difetti di connessione**

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

### **01.01.05.A03 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## Connettore e sezionatore

Unità Tecnologica: 01.01

Impianto fotovoltaico

Il connettore e sezionatore per impianto fotovoltaico è un dispositivo a tenuta stagna che viene utilizzato per la connessione di due cavi di un sistema fotovoltaico; questo dispositivo risulta una valida alternativa alla classica scatola di giunzione e consente anche un risparmio di tempo per il montaggio.

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Il personale addetto al montaggio e/o agli interventi sugli impianti deve essere abilitato e specializzato; 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.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.01.06.A01 Anomalie portacontatti

Difetti di tenuta dei portacontatti per cui si verificano interruzioni di energia.

#### 01.01.06.A02 Difetti di ancoraggio

Difetti di ancoraggio del dispositivo alla struttura dei moduli.

#### 01.01.06.A03 Difetti cavi di collegamento

Difetti di alimentazione dei cavi di collegamento.

#### 01.01.06.A04 Difetti di tenuta guarnizione

Difetti di tenuta della guarnizione per cui si verificano infiltrazioni di acqua.

#### 01.01.06.A05 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## Dispositivo di generatore

Unità Tecnologica: 01.01

Impianto fotovoltaico

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; all'occorrenza può essere realizzato con un contattore combinato con fusibile, con interruttore automatico, con un commutatore combinato con fusibile, con interruttore automatico.

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Nel caso in cui l'impianto preveda l'installazione di un unico inverter il dispositivo di generatore può coincidere con il dispositivo generale.

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.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.01.07.A01 Anomalie dei contatti ausiliari

Difetti di funzionamento dei contatti ausiliari.

#### 01.01.07.A02 Anomalie delle molle

Difetti di funzionamento delle molle.

### **01.01.07.A03 Anomalie degli sganciatori**

Difetti di funzionamento degli sganciatori di apertura e chiusura.

### **01.01.07.A04 Corti circuiti**

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

### **01.01.07.A05 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.

### **01.01.07.A06 Difetti di taratura**

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

### **01.01.07.A07 Disconnessione dell'alimentazione**

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

### **01.01.07.A08 Surriscaldamento**

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

### **01.01.07.A09 Mancanza certificazione ecologica**

Mancanza o perdita delle caratteristiche ecologiche dell'elemento.

## **Elemento Manutenibile: 01.01.08**

# **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).

## **MODALITÀ DI USO CORRETTO:**

Il dispositivo di interfaccia deve soddisfare i requisiti dettati dalla norma CEI 64-8 in base alla potenza P complessiva dell'impianto ovvero:

- per valori di  $P \leq 20$  kW è possibile utilizzare i singoli dispositivi di interfaccia fino ad un massimo di 3 inverter;
- per valori di  $P > 20$  kW è necessario una ulteriore protezione di interfaccia esterna.

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.

## **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.

### 01.01.08.A08 Mancanza certificazione ecologica

Mancanza o perdita delle caratteristiche ecologiche dell'elemento.

Elemento Manutenibile: 01.01.09

## 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.

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Non rimuovere la targhetta di identificazione dalla quale si devono evincere le informazioni tecniche necessarie per il servizio tecnico, la manutenzione e la successiva sostituzione dei pezzi.

Data la presenza di tensioni molto pericolose permettere solo a 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.

Installare il sezionatore in prossimità dell'inverter solare evitando di esporlo direttamente ai raggi solari. Nel caso debba essere installato all'esterno verificare il giusto grado di protezione che dovrebbe essere non inferiore a IP65.

Verificare la polarità di tutti i cavi prima del primo avvio: positivo connesso a positivo e negativo connesso a negativo.

Non usare mai il sezionatore ove vi sia rischio di esplosioni di gas o di polveri o dove vi siano materiali potenzialmente infiammabili.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.01.09.A01 Anomalie dei contatti ausiliari

Difetti di funzionamento dei contatti ausiliari.

#### 01.01.09.A02 Anomalie delle molle

Difetti di funzionamento delle molle.

#### 01.01.09.A03 Anomalie degli sganciatori

Difetti di funzionamento degli sganciatori di apertura e chiusura.

#### 01.01.09.A04 Corto circuiti

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

#### 01.01.09.A05 Difetti delle connessioni

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

#### 01.01.09.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.

#### 01.01.09.A07 Difetti di taratura

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

#### 01.01.09.A08 Surriscaldamento

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

#### 01.01.09.A09 Mancanza certificazione ecologica

Mancanza o perdita delle caratteristiche ecologiche dell'elemento.

Elemento Manutenibile: 01.01.10

## Elementi di copertura per tetti con funzione

## fotovoltaica

Unità Tecnologica: 01.01

Impianto fotovoltaico

Per realizzare e/o integrare gli impianti fotovoltaici degli edifici situati nei centri storici o in aree con vincoli dove non è possibile installare i classici moduli fotovoltaici possono essere utilizzati i moduli fotovoltaici da tetto; si tratta di elementi caratterizzati da un peso limitato abbinato ad un elegante design e che quindi ben si inseriscono nel contesto limitando al minimo l'impatto visivo.

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Provvedere ad effettuare cicli di pulizia e rimozione di residui e/o macchie che possono compromettere la funzionalità degli elementi contenenti le celle mediante l'uso di prodotti detergenti appropriati. Per le operazioni più specifiche rivolgersi a personale tecnico specializzato.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.01.10.A01 Anomalie rivestimento

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

#### 01.01.10.A02 Delimitazione e scagliatura

Disgregazione in scaglie delle superfici.

#### 01.01.10.A03 Deposito superficiale

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

#### 01.01.10.A04 Disgregazione

Disgregazione della massa con polverizzazione degli elementi.

#### 01.01.10.A05 Efflorescenze

Formazione cristalline sulle superfici, di colore biancastro, di sali solubili.

#### 01.01.10.A06 Incrostazioni

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

Elemento Manutenibile: 01.01.11

## Frangisole fotovoltaico

Unità Tecnologica: 01.01

Impianto fotovoltaico

Il frangisole fotovoltaico svolge la doppia funzione di:

- regolare luminosità e temperatura all'interno degli ambienti (trattenendo circa l'80% del calore dei raggi solari e consentendo un risparmio energetico fino al 30% in termini di consumi degli impianti di climatizzazione);
- trasformare direttamente l'energia solare in energia elettrica in corrente continua grazie all'effetto fotovoltaico.

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

L'installazione e la regolazione dei frangisole va fatta in considerazione dell'inclinazione delle lamelle rispetto alle condizioni di soleggiamento, dei flussi d'aria di ventilazione, ecc..

Per un rendimento ottimale delle celle fotovoltaiche effettuare cicli di pulizia e rimozione di residui e/o macchie mediante l'uso di prodotti detergenti appropriati. Controllare il perfetto funzionamento degli organi di manovra e degli accessori connessi. Per le operazioni più specifiche rivolgersi a personale tecnico specializzato.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

### **01.01.11.A01 Anomalie rivestimento**

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

### **01.01.11.A02 Corrosione**

Decadimento dei materiali metallici a causa della combinazione con sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride carbonica, ecc.).

### **01.01.11.A03 Degrado degli organi di manovra**

Degrado degli organi di manovra a causa di processi di ossidazione delle parti metalliche. Deformazione e relativa difficoltà di movimentazione degli organi di apertura-chiusura.

### **01.01.11.A04 Deposito superficiale**

Accumulo di pulviscolo atmosferico o di altri materiali estranei sulla superficie esterna.

### **01.01.11.A05 Difetti di serraggio morsetti**

Difetti di serraggio dei morsetti elettrici dei pannelli.

### **01.01.11.A06 Incrostazioni**

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

### **01.01.11.A07 Infiltrazioni**

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

### **01.01.11.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.

## **Elemento Manutenibile: 01.01.12**

# **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.

### **MODALITÀ DI USO CORRETTO:**

E' opportuno che il convertitore sia dotato di:

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

Inoltre l'inverter deve limitare le emissioni in radio frequenza (RF) e quelle elettromagnetiche.

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. Nelle vicinanze dell'inverter 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. Inoltre devono essere presenti oltre alla documentazione dell'impianto anche i dispositivi di protezione individuale e i dispositivi di estinzione incendi.

### **ANOMALIE RISCOINTRABILI**

#### **01.01.12.A01 Anomalie dei fusibili**

Difetti di funzionamento dei fusibili.

#### **01.01.12.A02 Anomalie delle spie di segnalazione**

Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.

#### **01.01.12.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.

#### **01.01.12.A04 Emissioni elettromagnetiche**

Valori delle emissioni elettromagnetiche non controllate dall'inverter.

#### **01.01.12.A05 Infiltrazioni**

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

#### **01.01.12.A06 Scariche atmosferiche**

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

#### **01.01.12.A07 Sovratensioni**

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

#### **01.01.12.A08 Sbalzi di tensione**

Sbalzi dei valori della tensione elettrica.

### **Elemento Manutenibile: 01.01.13**

## **Inverter centralizzati**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Impianto fotovoltaico**

Gli inverter centralizzati sono in genere utilizzati per grosse potenze (fino ai 500 kW) e garantiscono un rendimento elevato rispetto ai singoli inverter data la particolare tipologia costruttiva che, non prevedendo condensatori elettrolitici, garantisce una migliore funzionalità allungando i tempi medi tra i guasti.

### **MODALITÀ DI USO CORRETTO:**

Per una maggiore sicurezza durante il funzionamento il convertitore, oltre a limitare le emissioni in radio frequenza e quelle elettromagnetiche, deve avere:

- protezioni contro le sovratensioni di manovra e quelle di origine atmosferica;
- protezioni per la sconnessione dalla rete 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, dopo aver tolto la tensione, devono essere effettuate da personale qualificato e dotato di idonei dispositivi di protezione individuali quali guanti e scarpe isolanti. Nelle vicinanze dell'inverter 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 nonché la documentazione dell'impianto.

### **ANOMALIE RISCONTRABILI**

#### **01.01.13.A01 Anomalie dei fusibili**

Difetti di funzionamento dei fusibili.

#### **01.01.13.A02 Anomalie delle spie di segnalazione**

Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.

#### **01.01.13.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.

#### **01.01.13.A04 Emissioni elettromagnetiche**

Valori delle emissioni elettromagnetiche non controllate dall'inverter.

#### **01.01.13.A05 Infiltrazioni**

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

#### **01.01.13.A06 Scariche atmosferiche**

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

#### **01.01.13.A07 Sovratensioni**

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

#### **01.01.13.A08 Sbalzi di tensione**

Sbalzi dei valori della tensione elettrica.

## Inverter con batteria integrata

Unità Tecnologica: 01.01

Impianto fotovoltaico

L'accumulo elettrico dell'energia prodotta dai moduli fotovoltaici può avvenire in batterie esterne oppure in accumulatori integrati direttamente nell'inverter fotovoltaico: è in questo caso che si parla di inverter con accumulo integrato. L'energia prodotta dai pannelli fotovoltaici passa da un primo contatore di produzione e successivamente arriva all'inverter (che ha il compito di convertire l'energia in entrata che è in corrente continua in corrente alternata) che la mette a disposizione delle eventuali utenze attive oppure la accumula nel sistema di accumulo temporaneo integrato.

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

E' opportuno che il convertitore sia dotato di:

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

Inoltre l'inverter deve limitare le emissioni in radio frequenza (RF) e quelle elettromagnetiche.

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.

### ANOMALIE RISCOINTRABILI

#### 01.01.14.A01 Anomalie dei fusibili

Difetti di funzionamento dei fusibili.

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

Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.

#### 01.01.14.A03 Autoscarica

Perdita della energia assorbita per autoscarica.

#### 01.01.14.A04 Difetti di taratura

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

#### 01.01.14.A05 Effetto memoria

Difetti di funzionamento dell'accumulatore dovuti all'effetto memoria in seguito a carica e scarica della batteria.

#### 01.01.14.A06 Emissioni elettromagnetiche

Valori delle emissioni elettromagnetiche non controllate dall'inverter.

#### 01.01.14.A07 Infiltrazioni

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

#### 01.01.14.A08 Mancanza di liquido

Mancanza del liquido necessario al funzionamento della batteria.

#### 01.01.14.A09 Scariche atmosferiche

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

#### 01.01.14.A10 Sovratensioni

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

## Inverter monofase

Unità Tecnologica: 01.01

Impianto fotovoltaico

Negli impianti fotovoltaici la potenza installata determina se è necessario un impianto con inverter monofase o trifase. La connessione avviene in bassa tensione (BT) monofase per potenze nominali d'impianto inferiori a 6 kW, in bassa tensione (BT) trifase fino a una potenza di 50 kW mentre per potenze superiori a 75 kW gli impianti vengono generalmente allacciati in media tensione (MT) attraverso l'interposizione di un trasformatore.

Inoltre a seconda della tipologia dell'impianto gli inverter fotovoltaici possono essere con o senza trasformatore. In generale possiamo avere tre diverse tipologie:

- inverter fotovoltaico con trasformatore ad alta frequenza (decine di kHz): in questo caso il trasformatore (che è di dimensioni ridotte e peso contenuto) è inserito in posizione intermedia tra due stadi di conversione;
- inverter fotovoltaico con trasformatore a bassa frequenza (50 Hz): il trasformatore è inserito all'uscita dello stadio finale;
- inverter fotovoltaico senza trasformatore, che risulta più leggero, compatto e soprattutto più efficiente dei precedenti.

## MODALITÀ DI USO CORRETTO:

E' opportuno che il convertitore sia dotato di:

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

Inoltre l'inverter deve limitare le emissioni in radio frequenza (RF) e quelle elettromagnetiche.

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.

## ANOMALIE RISCOINTRABILI

### 01.01.15.A01 Anomalie dei fusibili

Difetti di funzionamento dei fusibili.

### 01.01.15.A02 Anomalie delle spie di segnalazione

Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.

### 01.01.15.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.

### 01.01.15.A04 Emissioni elettromagnetiche

Valori delle emissioni elettromagnetiche non controllate dall'inverter.

### 01.01.15.A05 Infiltrazioni

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

### 01.01.15.A06 Scariche atmosferiche

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

### 01.01.15.A07 Sovratensioni

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

## Elemento Manutenibile: 01.01.16

## Inverter trifase

Unità Tecnologica: 01.01

Impianto fotovoltaico

Negli impianti fotovoltaici la potenza installata determina se è necessario un impianto con inverter monofase o trifase. La connessione avviene in bassa tensione (BT) monofase per potenze nominali d'impianto inferiori a 6 kW, in bassa tensione (BT) trifase fino a una potenza di 50 kW mentre per potenze superiori a 75 kW gli impianti vengono generalmente allacciati in media tensione (MT) attraverso l'interposizione di un trasformatore.

Inoltre a seconda della tipologia dell'impianto gli inverter fotovoltaici possono essere con o senza trasformatore. In generale possiamo avere tre diverse tipologie:

- inverter fotovoltaico con trasformatore ad alta frequenza (decine di kHz): in questo caso il trasformatore (che è di dimensioni ridotte e peso contenuto) è inserito in posizione intermedia tra due stadi di conversione;
- inverter fotovoltaico con trasformatore a bassa frequenza (50 Hz): il trasformatore è inserito all'uscita dello stadio finale;
- inverter fotovoltaico senza trasformatore, che risulta più leggero, compatto e soprattutto più efficiente dei precedenti.

## MODALITÀ DI USO CORRETTO:

E' opportuno che il convertitore sia dotato di:

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

Inoltre l'inverter deve limitare le emissioni in radio frequenza (RF) e quelle elettromagnetiche.

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.

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### 01.01.16.A01 Anomalie dei fusibili

Difetti di funzionamento dei fusibili.

### 01.01.16.A02 Anomalie delle spie di segnalazione

Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.

### 01.01.16.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.

### 01.01.16.A04 Emissioni elettromagnetiche

Valori delle emissioni elettromagnetiche non controllate dall'inverter.

### 01.01.16.A05 Infiltrazioni

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

### 01.01.16.A06 Scariche atmosferiche

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

### 01.01.16.A07 Sovratensioni

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

## Elemento Manutenibile: 01.01.17

# Manto impermeabilizzante per coperture con moduli FV

Unità Tecnologica: 01.01

Impianto fotovoltaico

Il manto impermeabilizzante integrato a moduli fotovoltaici flessibili permette, oltre alla funzione impermeabilizzante, anche quella di produrre elettricità a partire dall'energia solare; la protezione impermeabile è garantita da un manto in poliolefina stabilizzato con armatura interna in velo di vetro ed accoppiato in fase di produzione ad un tessuto non tessuto.

Questi manufatti sono oggi particolarmente utilizzati per la loro facile posa in opera, per sfruttare le ampie superfici dalle coperture e dalle terrazze non accessibili (coperture a vista) in lavori nuovi e nei rifacimenti di coperture esistenti adattandosi facilmente alle forme della copertura nel caso di coperture curve o a volta.

## MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Questi di moduli sono molto leggeri (pochi kg al mq) e pertanto non hanno alcuna incidenza sui calcoli strutturali dell'edificio e trovano larga applicazione in caso di ristrutturazioni e per costruzioni leggere quali quelle in legno, in metallo.

Affinché l'acqua piovana possa defluire, il tetto deve avere una sufficiente pendenza; nel caso di piani di posa senza pendenza questa può essere realizzata inserendo pannelli di isolamento termico tagliati a spessore variabile.

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### 01.01.17.A01 Accumuli superficiali

Depositi di varia natura sulla superficie dei moduli.

### 01.01.17.A02 Difetti di posa

Difetti di posa dei film dovuti a cattivo incollaggio.

### **01.01.17.A03 Ristagni di acqua**

Cattivo o insufficiente livello delle pendenze del massetto per cui si verificano ristagni di acque meteoriche.

### **01.01.17.A04 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## **Elemento Manutenibile: 01.01.18**

# **Membrana in caucciù con pannelli fotovoltaici integrati**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Impianto fotovoltaico**

La membrana in caucciù con pannelli fotovoltaici è costituita da un rotolo di membrana di gomma sul quale sono applicati i moduli fotovoltaici; queste membrane trovano larga applicazione sulle coperture dei capannoni industriali grazie alla leggerezza per cui non è necessario rinforzare il tetto su cui andranno installate. Le membrane sono dotate di un sistema di auto correzione che, quando la temperatura oltrepassa i 40°C, massimizza l'energia generata.

### **MODALITÀ DI USO CORRETTO:**

Verificare la tenuta del sistema di ancoraggio delle membrane al sistema al tetto per evitare eventuali danni dovuti al forte vento o in caso di eventi meteorici eccezionali.

### **ANOMALIE RISCONTRABILI**

#### **01.01.18.A01 Accumuli superficiali**

Depositi di varia natura sulla superficie dei moduli.

#### **01.01.18.A02 Difetti di posa**

Difetti di posa delle membrane dovuti a cattivo fissaggio sulla struttura.

#### **01.01.18.A03 Ristagni di acqua**

Cattivo o insufficiente livello delle pendenze per cui si verificano ristagni di acque meteoriche.

## **Elemento Manutenibile: 01.01.19**

# **Membrana impermeabile ad alta permeabilità al vapore**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Impianto fotovoltaico**

Con l'installazione di pannelli fotovoltaici si verifica spesso un aumento elevato della temperatura al di sotto degli stessi pannelli; questo aumento della temperatura provoca deterioramenti delle superfici sulle quali sono installati i pannelli (tegole, superfici impermeabili, pavimentazioni, ecc.). Per ovviare a questo inconveniente può risultare utile installare una membrana impermeabile ad alta permeabilità al vapore che permette di disperdere una quantità di calore oltre a rimanere stabile agli UV e impermeabile all'acqua.

### **MODALITÀ DI USO CORRETTO:**

Effettuare controlli generali della membrana in occasione di eventi meteo di una certa entità che possono aver compromesso l'integrità della stessa.

### **ANOMALIE RISCONTRABILI**

### **01.01.19.A01 Delimitazione e scagliatura**

Disgregazione in scaglie delle superfici.

### **01.01.19.A02 Deformazione**

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

### **01.01.19.A03 Disgregazione**

Disgregazione della massa con polverizzazione degli elementi.

### **01.01.19.A04 Distacco**

Distacco degli elementi dai dispositivi di fissaggio e relativo scorrimento.

### **01.01.19.A05 Fessurazioni, microfessurazioni**

Incrinature localizzate interessanti lo spessore degli elementi.

### **01.01.19.A06 Scollamenti tra membrane, sfaldature**

Scollamento delle membrane e sfaldature delle stesse con localizzazione di aree disconnesse dallo strato inferiore e relativo innalzamento rispetto al piano di posa originario. In genere per posa in opera errata o per vetustà degli elementi.

## **CONTROLLI ESEGUIBILI DALL'UTENTE**

### **01.01.19.C01 Controllo dello stato**

*Cadenza: ogni 12 mesi*

*Tipologia: Controllo a vista*

Controllare le condizioni della superficie su cui installare le membrane con particolare attenzione alla presenza di eventuali ristagni di acqua e di vegetazione sopra la tenuta.

• Anomalie riscontrabili: 1) *Delimitazione e scagliatura*; 2) *Deformazione*; 3) *Disgregazione*; 4) *Distacco*; 5) *Fessurazioni, microfessurazioni*; 6) *Scollamenti tra membrane, sfaldature*.

## **Elemento Manutenibile: 01.01.20**

# **Micro inverter**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Impianto fotovoltaico**

I micro inverter convertono la corrente continua in uscita da ogni singolo pannello in corrente alternata pronta per essere inviata alla rete di distribuzione.

Sono in genere installati direttamente sulla struttura di supporto dei moduli fotovoltaici e presentano dimensioni ridotte e migliore efficienza che può essere indicata come:

- efficienza di picco ovvero la quantità di energia più alta che l'inverter può convertire;
- efficienza pesata espressa attraverso l'efficienza media dell'inverter.

### **MODALITÀ DI USO CORRETTO:**

Verificare che il convertitore sia dotato di:

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

Inoltre l'inverter deve limitare le emissioni in radio frequenza e quelle elettromagnetiche.

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. Nelle vicinanze dell'inverter 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. Inoltre devono essere presenti oltre alla documentazione dell'impianto anche i dispositivi di protezione individuale e i dispositivi di estinzione incendi.

## **ANOMALIE RISCOINTRABILI**

### **01.01.20.A01 Anomalie dei fusibili**

Difetti di funzionamento dei fusibili.

### **01.01.20.A02 Anomalie delle spie di segnalazione**

Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.

### **01.01.20.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.

### **01.01.20.A04 Emissioni elettromagnetiche**

Valori delle emissioni elettromagnetiche non controllate dall'inverter.

### **01.01.20.A05 Infiltrazioni**

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

### **01.01.20.A06 Scariche atmosferiche**

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

### **01.01.20.A07 Sovratensioni**

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

### **01.01.20.A08 Sbalzi di tensione**

Sbalzi dei valori della tensione elettrica.

## **Elemento Manutenibile: 01.01.21**

# **Modulo fotovoltaico ad integrazione architettonica**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Impianto fotovoltaico**

Il modulo fotovoltaico ad integrazione architettonica è la combinazione ottimale tra copertura del tetto e generatore di corrente. Infatti questi moduli fotovoltaici sono utilizzati come vero e proprio materiale edilizio; risultano quindi particolarmente indicati quando c'è l'esigenza di un'integrazione architettonica totale (con ottima resa estetica).

Il modulo fotovoltaico ad integrazione architettonica è realizzato con celle in silicio del tipo poli o monocristalline ad alto rendimento e sono protette dal vetro fotovoltaico su cui viene applicata una copertura antiriflesso; tale copertura permette di catturare più luce e conferisce al vetro sia caratteristiche idrofile sia proprietà antiriflettenti.

## **MODALITÀ DI USO CORRETTO:**

Provvedere periodicamente alla pulizia della superficie per eliminare depositi superficiali che possono causare un cattivo funzionamento dell'intero apparato.

In seguito ad eventi meteorici eccezionali (nubifragi, temporali, grandinate, neviccate, ecc.) verificare la tenuta delle tubazioni e dei pannelli e dei relativi sistemi di fissaggio.

## **ANOMALIE RISCONTRABILI**

### **01.01.21.A01 Anomalie rivestimento**

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

### **01.01.21.A02 Deposito superficiale**

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

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

Difetti di serraggio dei morsetti elettrici dei pannelli solari.

### **01.01.21.A04 Difetti di fissaggio**

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

### **01.01.21.A05 Difetti di tenuta**

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

### **01.01.21.A06 Incrostazioni**

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

### **01.01.21.A07 Infiltrazioni**

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

### **01.01.21.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.

### 01.01.21.A09 Sbalzi di tensione

Sbalzi dei valori della tensione elettrica.

Elemento Manutenibile: 01.01.22

## Modulo fotovoltaico con celle in silicio monocristallino

Unità Tecnologica: 01.01

Impianto fotovoltaico

La cella fotovoltaica o cella solare è l'elemento base nella costruzione di un modulo fotovoltaico.

I moduli in silicio monocristallini sono realizzati in maniera che ogni cella fotovoltaica sia cablata in superficie con una griglia di materiale conduttore che ne canalizzi gli elettroni; ogni singola cella viene connessa alle altre mediante nastri metallici, in modo da formare opportune serie e paralleli elettrici.

Il modulo fotovoltaico in silicio è costituito da un sandwich di materie prime denominato laminato e dai materiali accessori atti a rendere usabile il laminato.

Il sandwich viene così composto:

- sopra una superficie posteriore di supporto (in genere realizzata in un materiale isolante con scarsa dilatazione termica come il vetro temperato o un polimero come il tedlar) vengono appoggiati un sottile strato di acetato di vinile (spesso indicato con la sigla EVA), la matrice di moduli preconnessi mediante dei nastri, un secondo strato di acetato e un materiale trasparente che funge da protezione meccanica anteriore per le celle fotovoltaiche (in genere vetro temperato);

- dopo il procedimento di pressofusione (che trasforma l'EVA in collante inerte) le terminazioni elettriche dei nastri vengono chiuse in una morsettiera stagna e il "sandwich" ottenuto viene fissato ad una cornice in alluminio; tale cornice sarà utilizzata per il fissaggio del pannello alle strutture di sostegno.

Le celle al silicio monocristallino sono di colore blu scuro alquanto uniforme ed hanno una purezza superiore a quelle realizzate al silicio policristallino ma hanno costi più elevati rispetto al silicio policristallino.

I moduli fotovoltaici con celle in silicio monocristallino vengono utilizzati per impianti a bassa potenza.

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Al fine di aumentare l'efficienza di conversione dell'energia solare in energia elettrica la cella fotovoltaica viene trattata 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.

Provvedere periodicamente alla pulizia della superficie per eliminare depositi superficiali che possono causare un cattivo funzionamento dell'intero apparato.

### ANOMALIE RISCOINTRABILI

#### 01.01.22.A01 Anomalie rivestimento

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

#### 01.01.22.A02 Deposito superficiale

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

#### 01.01.22.A03 Difetti di serraggio morsetti

Difetti di serraggio dei morsetti elettrici dei pannelli solari.

#### 01.01.22.A04 Difetti di fissaggio

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

#### 01.01.22.A05 Difetti di tenuta

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

#### 01.01.22.A06 Incrostazioni

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

#### 01.01.22.A07 Infiltrazioni

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

#### 01.01.22.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.

#### 01.01.22.A09 Sbalzi di tensione

Sbalzi dei valori della tensione elettrica.

## Modulo fotovoltaico con celle in silicio policristallino

Unità Tecnologica: 01.01

Impianto fotovoltaico

Le celle in silicio policristallino si realizzano riciclando lo scarto di silicio il quale viene rifiuto per ottenere una composizione cristallina compatta. Questi scarti di silicio vengono fusi all'interno di un crogiolo in modo da creare un composto omogeneo che poi viene raffreddato in modo tale da generare una cristallizzazione che si sviluppa in verticale. Si ottiene così un pezzo di silicio solido che poi viene tagliato verticalmente in lingotti di forma parallelepipedo; successivamente, con un taglio orizzontale, si ricavano delle fette di spessore simile ai wafer del monocristallo. I wafer vengono puliti con un attacco in soda e poi drogati con il fosforo per la realizzazione delle giunzioni P-N; successivamente si applica un sottile strato antiriflesso e si realizzano per serigrafia o elettrodeposizione i contatti elettrici anteriori (griglia metallica) e posteriori (superficie continua metallica). Le celle in silicio policristallino hanno un'efficienza che va dal 12 al 14%.

I moduli fotovoltaici con celle in silicio policristallino si prestano molto bene per realizzare impianti fotovoltaici di grande potenza sia per l'alto rendimento alle alte temperature sia per la facilità di reperire le materie prime sul mercato.

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Al fine di aumentare l'efficienza di conversione dell'energia solare in energia elettrica la cella fotovoltaica viene trattata 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.

Provvedere periodicamente alla pulizia della superficie per eliminare depositi superficiali che possono causare un cattivo funzionamento dell'intero apparato.

### ANOMALIE RICONTRABILI

#### 01.01.23.A01 Anomalie rivestimento

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

#### 01.01.23.A02 Deposito superficiale

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

#### 01.01.23.A03 Difetti di serraggio morsetti

Difetti di serraggio dei morsetti elettrici dei pannelli solari.

#### 01.01.23.A04 Difetti di fissaggio

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

#### 01.01.23.A05 Difetti di tenuta

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

#### 01.01.23.A06 Incrostazioni

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

#### 01.01.23.A07 Infiltrazioni

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

#### 01.01.23.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.

#### 01.01.23.A09 Sbalzi di tensione

Sbalzi dei valori della tensione elettrica.

## Modulo fotovoltaico flessibile

Unità Tecnologica: 01.01

Impianto fotovoltaico

Si tratta di materiali innovativi e sono costituiti da un nastro fotovoltaico su supporto flessibile impermeabilizzante; questi materiali sono spesso utilizzati nella sostituzione della guaina impermeabilizzante ottenendo due effetti contemporaneamente: la impermeabilizzazione della superficie su cui insiste il nastro fotovoltaico ed il recupero dell'energia solare per produrre energia elettrica.

## **MODALITÀ DI USO CORRETTO:**

Al fine di aumentare l'efficienza di conversione dell'energia solare in energia elettrica la cella fotovoltaica viene trattata 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.

Provvedere periodicamente alla pulizia della superficie per eliminare depositi superficiali che possono causare un cattivo funzionamento dell'intero apparato.

## **ANOMALIE RICONTRABILI**

### **01.01.24.A01 Deformazione**

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

### **01.01.24.A02 Degrado chimico - fisico**

Fenomeni di invecchiamento, disgregazione e ossidazione a carico delle superfici degli strati di tenuta.

### **01.01.24.A03 Deposito superficiale**

Accumulo di materiale e di incrostazioni di diversa consistenza, spessore e aderenza diversa.

### **01.01.24.A04 Difetti di ancoraggio, di raccordo, di sovrapposizione, di assemblaggio**

Difetti nella posa degli elementi costituenti il manto di copertura con conseguente errata sovrapposizione degli stessi e rischio di infiltrazioni di acqua piovana.

### **01.01.24.A05 Difetti di fissaggio**

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

### **01.01.24.A06 Difetti di serraggio morsetti**

Difetti di serraggio dei morsetti elettrici dei pannelli solari.

### **01.01.24.A07 Difetti di tenuta**

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

### **01.01.24.A08 Distacco**

Distacco degli elementi dai dispositivi di fissaggio e relativo scorrimento.

### **01.01.24.A09 Fessurazioni, microfessurazioni**

Incrinature localizzate interessanti lo spessore degli elementi.

### **01.01.24.A10 Incrinature**

Incrinature, corrugamenti, lacerazioni e conseguenti rotture della membrana.

### **01.01.24.A11 Incrostazioni**

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

### **01.01.24.A12 Infiltrazioni**

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

### **01.01.24.A13 Infragilimento e porosizzazione della membrana**

Infragilimento della membrana con conseguente perdita di elasticità e rischio di rottura.

### **01.01.24.A14 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.

### **01.01.24.A15 Penetrazione e ristagni d'acqua**

Comparsa di macchie da umidità e/o gocciolamento localizzato in prossimità del soffitto e negli angoli per cause diverse quali: invecchiamento dello strato impermeabilizzante con rottura della guaina protettiva; rottura o spostamenti degli elementi di copertura; ostruzione delle linee di deflusso acque meteoriche.

### **01.01.24.A16 Presenza di vegetazione**

Presenza di vegetazione caratterizzata dalla formazione di licheni, muschi e piante in prossimità di superfici o giunti degradati.

### **01.01.24.A17 Scollamenti tra membrane, sfaldature**

Scollamento delle membrane e sfaldature delle stesse con localizzazione di aree disconnesse dallo strato inferiore e relativo innalzamento rispetto al piano di posa originario. In genere per posa in opera errata o per vetustà degli elementi.

### **01.01.24.A18 Sollevamenti**

Formazione di pieghe e microfessurazioni causate da sollevamenti e ondulazioni del manto.

### **01.01.24.A19 Sbalzi di tensione**

Sbalzi dei valori della tensione elettrica.

## CONTROLLI ESEGUIBILI DALL'UTENTE

### 01.01.24.C01 Controllo impermeabilizzazione

*Cadenza: ogni 12 mesi*

*Tipologia: Controllo a vista*

Controllare la tenuta della guaina verificando l'assenza di anomalie (fessurazioni, bolle, scorrimenti, distacchi, ecc.) Controllo delle giunzioni e di eventuali scollamenti di giunti e fissaggi. Controllare l'assenza di depositi e ristagni d'acqua.

- Requisiti da verificare: 1) *Resistenza all'acqua.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Deformazione;* 2) *Distacco;* 3) *Fessurazioni, microfessurazioni;* 4) *Incrinature;* 5) *Infragilimento e porosizzazione della membrana;* 6) *Penetrazione e ristagni d'acqua;* 7) *Scollamenti tra membrane, sfaldature;* 8) *Sollevamenti.*

## Elemento Manutenibile: 01.01.25

## Modulo fotovoltaico a film sottile

Unità Tecnologica: 01.01

Impianto fotovoltaico

I moduli fotovoltaici a film sottile sono costituiti da particolari celle solari in silicio amorfo (dello spessore di qualche micron) che vengono incapsulate in un polimero stabilizzato ai raggi ultravioletti; questa particolare tipologia costruttiva garantisce grazie ai diodi di bypass, anche quando un modulo è in ombra, il funzionamento dell'intera stringa.

I moduli così realizzati possono essere installati, attraverso incollaggio, direttamente sugli elementi strutturali esistenti quali tetti di capannoni industriali, facciate, grandi vetrate, volte, pensiline, tettoie, falde e serre.

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Questi di moduli sono molto leggeri (pochi kg al mq) e pertanto non hanno alcuna incidenza sui calcoli strutturali dell'edificio e trovano larga applicazione in caso di ristrutturazioni e per costruzioni leggere quali quelle in legno, in metallo.

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.

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### 01.01.25.A01 Accumuli superficiali

Depositi di varia natura sulla superficie dei moduli.

### 01.01.25.A02 Anomalie diodi

Difetti di funzionamento dei diodi di by pass.

### 01.01.25.A03 Difetti di posa

Difetti di posa dei film dovuti a cattivo incollaggio.

### 01.01.25.A04 Difetti di ancoraggio

Difetti di tenuta dei moduli sulle relative strutture.

### 01.01.25.A05 Sbalzi di tensione

Sbalzi dei valori della tensione elettrica.

## Elemento Manutenibile: 01.01.26

## Moduli massimizzatori di energia

Unità Tecnologica: 01.01

Impianto fotovoltaico

Gli ottimizzatori per gli impianti fotovoltaici sono dei piccoli apparecchi (in genere sono delle scatole in plastica che vengono applicate sul retro di ogni pannello fotovoltaico) che consentono alle celle di lavorare sempre al punto di lavoro ottimale in base alle condizioni produttive così da non ostacolare la produzione dell'intera stringa e dell'intero impianto fotovoltaico. Inoltre gli ottimizzatori di potenza

trasmettono ad una centralina, via wireless e in tempo reale, i dati di produzione di ogni singolo modulo, in maniera da tenere in costante monitoraggio e controllo il rendimento di ogni singolo pannello.

#### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Verificare il corretto posizionamento dei dispositivi ottimizzatori per garantire la piena funzionalità e rendimento dei pannelli fotovoltaici. Per le operazioni più specifiche rivolgersi a personale tecnico specializzato.

#### ANOMALIE RISCONTRABILI

##### **01.01.26.A01 Difetti di funzionamento**

Difetti di funzionamento del modulo massimizzatore di energia.

##### **01.01.26.A02 Difetti di serraggio**

Difetti di serraggio del modulo sulla relativa cella fotovoltaica.

#### Elemento Manutenibile: 01.01.27

### Muro tenda

Unità Tecnologica: 01.01

Impianto fotovoltaico

Il muro tenda è interamente realizzato con moduli vetrati fotovoltaici protetti da tedlar trasparente che consente così il passaggio della luce; inoltre tale soluzione permette di eliminare la cornice metallica sul lato esterno della facciata.

Il tedlar è un film di polivinilfluoruro caratterizzato da eccellenti proprietà chimiche, elettriche e di resistenza meccanica; inoltre il tedlar ha buona capacità di barriera ai raggi UV e di resistenza all'invecchiamento atmosferico è pertanto particolarmente indicato in tutte quelle situazioni che richiedono protezione dallo sporco e dall'attacco chimico (inquinamento atmosferico, smog, ecc.).

#### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Verificare le parti a vista e che il tedlar sia perfettamente aderente alla vetrata.

#### ANOMALIE RISCONTRABILI

##### **01.01.27.A01 Alterazione cromatica**

Alterazione che si può manifestare attraverso la variazione di uno o più parametri che definiscono il colore: tinta, chiarezza, saturazione. Può evidenziarsi in modo localizzato o in zone più ampie diversamente a secondo delle condizioni.

##### **01.01.27.A02 Distacco tedlar**

Distacco della pellicola protettiva dai moduli fotovoltaici.

##### **01.01.27.A03 Incrostazioni**

Formazione di muschi e licheni sulla superficie dei moduli fotovoltaici che sono causa di cali di rendimento.

##### **01.01.27.A04 Rotture**

Rotture dello strato superficiale vetrato dei moduli fotovoltaici.

##### **01.01.27.A05 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

#### MANUTENZIONI ESEGUIBILI DALL'UTENTE

##### **01.01.27.I01 Pulizia**

*Cadenza: ogni mese*

Pulizia e rimozione dello sporco e dei depositi superficiali con detergenti idonei.

#### Elemento Manutenibile: 01.01.28

### Pannello precoibentato con modulo fotovoltaico integrato

Il pannello precoibentato con modulo fotovoltaico integrato è una proposta innovativa in quanto si ha la possibilità di soddisfare due esigenze con lo stesso prodotto: coperture per tetti e cella fotovoltaica. Il pannello è composto da un'anima isolante in poliuretano espanso ad alta densità rivestita da lamiera rigida in acciaio o alluminio preverniciata e sulla quale viene montato il modulo fotovoltaico; tale soluzione permette una ventilazione dei moduli fotovoltaici che viene favorita dall'altezza delle greche che permette agli stessi di ottimizzare la produzione di energia. Infatti si ha un aumento dell'isolamento termico del pannello grazie all'effetto di tetto ventilato realizzato per la combinazione del pannello da copertura con il modulo fotovoltaico incassato; questa ventilazione permette di ridurre sensibilmente la temperatura della lamiera esterna del pannello e conseguente miglioramento della performance energetica degli edifici.

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

L'utente dovrà provvedere al controllo delle condizioni dei pannelli in occasione di eventi meteo di una certa entità che possono aver compromesso l'integrità degli elementi di copertura. Fare attenzione alla praticabilità o meno della copertura e verificare la tenuta degli elementi di connessione dei pannelli e dei relativi moduli fotovoltaici.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.01.28.A01 Anomalie rivestimento

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

#### 01.01.28.A02 Deposito superficiale

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

#### 01.01.28.A03 Difetti di serraggio morsetti

Difetti di serraggio dei morsetti elettrici dei pannelli solari.

#### 01.01.28.A04 Difetti di fissaggio

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

#### 01.01.28.A05 Difetti di tenuta

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

#### 01.01.28.A06 Fessurazioni, microfessurazioni

Incrinature localizzate interessanti lo spessore degli elementi.

#### 01.01.28.A07 Incrostazioni

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

#### 01.01.28.A08 Infiltrazioni

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

#### 01.01.28.A09 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.

### Elemento Manutenibile: 01.01.29

## Parzializzatore di potenza

Il parzializzatore di potenza è un dispositivo progettato per deviare in automatico l'energia in eccesso prodotta dall'impianto fotovoltaico ad un carico resistivo (ad esempio boiler elettrici) modulandone la potenza attivandola per la sola potenza disponibile in eccesso senza prelevare energia dalla rete. È indicato per alimentare carichi monofasi resistivi e induttivi; infatti la tensione di uscita è direttamente proporzionale al segnale di riferimento mentre la corrente sul carico è funzione della tensione sul carico stesso e può essere limitata al valore desiderato (mediante il potenziometro esterno).

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Controllare di aver montato l'apposita guarnizione per ottenere il grado di protezione; evitare di collocare la parte interna dello strumento in luoghi soggetti ad umidità o che possono provocare condensa.

Assicurarsi che lo strumento abbia una adeguata ventilazione ed evitare l'installazione in contenitori dove sono collocati dispositivi che possano portare lo strumento a funzionare al di fuori dai limiti di temperatura dichiarati e lontano da fonti che possono generare campi elettromagnetici (come motori, teleruttori, relè, elettrovalvole ecc.) e che possano disturbare il regolare funzionamento.

Utilizzare cavi con isolamento appropriato alle tensioni, alle temperature e alle condizioni di esercizio; i cavi relativi ai segnali di comando siano tenuti lontani dai cavi di alimentazione e da altri cavi di potenza al fine di evitare l'induzione di disturbi elettromagnetici.

## **ANOMALIE RISCONTRABILI**

### **01.01.29.A01 Anomalie display**

Difetti di funzionamento del display di segnalazione e comando.

### **01.01.29.A02 Anomalie led**

Difetti di funzionamento dei led indicatori di funzionamento.

### **01.01.29.A03 Corrosione**

Fenomeni di corrosione dovuti ad eccessiva umidità degli ambienti dove installato il dispositivo.

### **01.01.29.A04 Surriscaldamento**

Eccessivi valori della temperatura per cui si verificano malfunzionamenti.

### **01.01.29.A05 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## **Elemento Manutenibile: 01.01.30**

## **Quadro elettrico**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Impianto fotovoltaico**

Nel quadro elettrico degli impianti fotovoltaici (connessi ad una rete elettrica) avviene la distribuzione dell'energia. In caso di consumi elevati o in assenza di alimentazione da parte dei moduli fotovoltaici la corrente viene prelevata dalla rete pubblica. In caso contrario l'energia fotovoltaica eccedente viene di nuovo immessa in rete. Inoltre esso misura la quantità di energia fornita dall'impianto fotovoltaico alla rete.

I quadri elettrici dedicati agli impianti fotovoltaici possono essere a quadro di campo e quadro di interfaccia rete.

Le strutture più elementari sono centralini da incasso, in materiale termoplastico autoestinguento, con indice di protezione IP40, fori asolati e guida per l'assemblaggio degli interruttori e delle morsette e devono essere del tipo stagno in materiale termoplastico con grado di protezione non inferiore a IP65.

### **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. Nelle vicinanze del quadro 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. Inoltre devono essere presenti oltre alla documentazione dell'impianto anche i dispositivi di protezione individuale e i dispositivi di estinzione incendi.

## **ANOMALIE RISCONTRABILI**

### **01.01.30.A01 Anomalie dei contattori**

Difetti di funzionamento dei contattori.

### **01.01.30.A02 Anomalie dei fusibili**

Difetti di funzionamento dei fusibili.

### **01.01.30.A03 Anomalie dei magnetotermici**

Difetti di funzionamento degli interruttori magnetotermici.

### **01.01.30.A04 Anomalie dei relè**

Difetti di funzionamento dei relè termici.

### **01.01.30.A05 Anomalie delle spie di segnalazione**

Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.

### **01.01.30.A06 Depositi di materiale**

Accumulo di polvere sui contatti che provoca malfunzionamenti.

### **01.01.30.A07 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.

### **01.01.30.A08 Difetti di taratura**

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

### **01.01.30.A09 Difetti di tenuta serraggi**

Difetti di tenuta dei bulloni e dei morsetti.

### **01.01.30.A10 Surriscaldamento**

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

### **01.01.30.A11 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## **Elemento Manutenibile: 01.01.31**

# **Regolatore di carica**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Impianto fotovoltaico**

Il regolatore di carica è un importante componente dell'impianto fotovoltaico che regola la tensione generata dal sistema per una corretta gestione delle batterie. Protegge le batterie in situazioni di carica eccessiva o insufficiente e ne garantisce la durata massima.

### **MODALITÀ DI USO CORRETTO:**

Il regolatore deve essere utilizzato esclusivamente per il tipo di batteria indicato sulla scheda interna del regolatore stesso; evitare, quindi, di utilizzare il regolatore per batterie diverse da quelle consentite, utilizzare cavi di sezione adeguata ed esporre in modo costante il regolatore all'irraggiamento.

In ogni caso l'installazione deve essere eseguita da personale tecnico specializzato. Deve essere verificata la capacità di carica (partendo da uno o più ingressi fotovoltaici) per non danneggiare le batterie alle quali sono collegati.

### **ANOMALIE RISCONTRABILI**

#### **01.01.31.A01 Anomalie morsettiere**

Difetti di funzionamento delle morsettiere di serraggio dei cavi di alimentazione.

#### **01.01.31.A02 Anomalie sensore temperatura**

Difetti di funzionamento del sensore della temperatura.

#### **01.01.31.A03 Anomalie batteria**

Difetti di funzionamento della batteria del regolatore di carica.

#### **01.01.31.A04 Carica eccessiva**

La tensione applicata supera il limite della batteria dell'impianto.

#### **01.01.31.A05 Corti circuiti**

Corti circuiti dovuti all'utilizzo di cavi di sezione non adeguata.

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

Difetti di funzionamento del display di segnalazione.

#### **01.01.31.A07 Scarica eccessiva**

Si può verificare quando l'impianto fotovoltaico non riesce a fornire il quantitativo di corrente necessario a mantenere in carica le batterie provocandone il danneggiamento irreversibile.

#### **01.01.31.A08 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## Relè protezione interfaccia

Unità Tecnologica: 01.01

Impianto fotovoltaico

Il relè di protezione di interfaccia (SPI) è un dispositivo deputato al controllo della tensione e della frequenza di rete; quando i parametri sono al di fuori delle soglie impostate provvede al distacco della generazione diffusa.

### 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.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.01.32.A01 Anomalie bobina di sgancio

Difetti di funzionamento della bobina di sgancio necessaria per realizzare la funzione di rincalzo.

#### 01.01.32.A02 Anomalie dei dispositivi di comando

Difetti di funzionamento dei dispositivi di regolazione e comando.

#### 01.01.32.A03 Anomalie fusibile

Difetti di funzionamento dei fusibili.

#### 01.01.32.A04 Difetti di regolazione

Difetti di funzionamento delle viti di regolazione dei relè.

#### 01.01.32.A05 Difetti di serraggio

Difetti di serraggio dei fili dovuti ad anomalie delle viti serrafilo.

## 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.

### 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; 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; infatti nei sistemi TT l'apparecchio va collegato tra fase e neutro e sul conduttore di terra con le opportune protezioni mentre nei sistemi IT e TN trifasi il collegamento dello scaricatore avviene sulle tre fasi.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.01.33.A01 Anomalie dei contatti ausiliari

Difetti di funzionamento dei contatti ausiliari.

### **01.01.33.A02 Anomalie delle molle**

Difetti di funzionamento delle molle.

### **01.01.33.A03 Anomalie degli sganciatori**

Difetti di funzionamento degli sganciatori di apertura e chiusura.

### **01.01.33.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.

### **01.01.33.A05 Difetti varistore**

Esaurimento del varistore delle cartucce dello scaricatore.

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

Difetti delle spie luminose indicatrici del funzionamento.

### **01.01.33.A07 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## **Elemento Manutenibile: 01.01.34**

# **Sensore di irraggiamento moduli**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Impianto fotovoltaico**

Questo sensore serve per la misura della potenza irradiata ed è fissato in molti casi sulla cornice dei pannelli fotovoltaici. Generalmente è realizzato in silicio del tipo monocristallino e può essere collegato ad un dispositivo di oscuramento del modulo fotovoltaico quando si raggiungono determinati e prefissati valori dell'irraggiamento.

### **MODALITÀ DI USO CORRETTO:**

Assicurare in modo stabile (considerare la spinta del vento) il sensore sulla cornice dei moduli di captazione solare; nel montaggio assicurarsi di non recare alcuna ombra sul captatore. Verificare il collegamento del sensore alla relativa centralina di elaborazione dei dati rilevati dal sensore stesso.

Il costruttore deve indicare la tensione del sensore nonché la temperatura ambiente di funzionamento.

In seguito ad eventi meteorici eccezionali (nubifragi, temporali, grandinate, neviccate, ecc.) verificare la tenuta delle tubazioni e dei pannelli e dei relativi sistemi di fissaggio.

### **ANOMALIE RISCONTRABILI**

#### **01.01.34.A01 Anomalie centralina**

Difetti di funzionamento della centralina di elaborazione dei dati inviati dal sensore.

#### **01.01.34.A02 Anomalie connessioni**

Difetti di tenuta delle connessioni elettriche centralina-sensore.

#### **01.01.34.A03 Accumuli di polvere**

Depositi di polvere sul sensore che inficiano la funzionalità dello stesso.

#### **01.01.34.A04 Difetti di ancoraggio**

Difetti nell'esecuzione dell'ancoraggio del sensore alla relativa struttura.

#### **01.01.34.A05 Difetti tenda copripannelli**

Difetti di funzionamento della tenda copripannelli nonostante l'input dato dal sensore di irraggiamento.

#### **01.01.34.A06 Sovratensioni**

Valori eccessivi della tensione rilevata per cui si verificano malfunzionamenti.

#### **01.01.34.A07 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## **Elemento Manutenibile: 01.01.35**

# **Sensore di temperatura moduli**

Il sensore è generalmente utilizzato per la misura della temperatura su superfici piane; ma all'occorrenza può essere utilizzato per la misura della temperatura anche su superfici inclinate come nel caso dei pannelli fotovoltaici.

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Prima di fissare il supporto del sensore sul captatore solare pulire accuratamente la superficie ed accertarsi che sia asciutta.

Fissare il cavo del sensore alla cornice del modulo e fare in modo che il cavo sia lungo abbastanza per creare un'asola sul fissaggio del secondo supporto necessaria in caso di ispezioni del sensore.

Verificare che il cavo vada verso il basso mantenendo il sensore nella parte più in alto del modulo.

In seguito ad eventi meteorici eccezionali (nubifragi, temporali, grandinate, neviccate, ecc.) verificare la tenuta delle tubazioni e dei pannelli e dei relativi sistemi di fissaggio.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.01.35.A01 Anomalie centralina

Difetti di funzionamento della centralina di elaborazione dei dati inviati dal sensore.

#### 01.01.35.A02 Anomalie connessioni

Difetti di tenuta delle connessioni elettriche centralina-sensore.

#### 01.01.35.A03 Accumuli di polvere

Depositi di polvere sul sensore che inficiano la funzionalità dello stesso.

#### 01.01.35.A04 Difetti di ancoraggio

Difetti nell'esecuzione dell'ancoraggio del sensore alla relativa struttura.

#### 01.01.35.A05 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

### Elemento Manutenibile: 01.01.36

## Sensore eolico

Il sensore eolico o sensore di vento è lo strumento necessario per monitorare la velocità e la direzione del vento nell'arco del tempo. Nei sistemi fotovoltaici mobili ovvero ad inseguimento del sole questi dispositivi risultano fondamentali per assicurare la migliore inclinazione ed esposizione dei pannelli rispetto al sole.

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Assicurare in modo stabile (considerare la spinta del vento) il sensore sulla cornice dei pannelli solari; nel montaggio assicurarsi di non recare alcuna ombra sul pannello stesso. Verificare il collegamento del sensore alla relativa centralina di elaborazione dei dati rilevati dal sensore stesso.

In seguito ad eventi meteorici eccezionali (nubifragi, temporali, grandinate, neviccate, ecc.) verificare la tenuta delle tubazioni e dei pannelli e dei relativi sistemi di fissaggio.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.01.36.A01 Anomalie centralina

Difetti di funzionamento della centralina di elaborazione dei dati inviati dal sensore.

#### 01.01.36.A02 Anomalie connessioni

Difetti di tenuta delle connessioni elettriche centralina-sensore.

#### 01.01.36.A03 Accumuli di polvere

Depositi di polvere sul sensore che inficiano la funzionalità dello stesso.

#### 01.01.36.A04 Difetti di ancoraggio

Difetti nell'esecuzione dell'ancoraggio del sensore alla relativa struttura.

#### **01.01.36.A05 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

### **Elemento Manutenibile: 01.01.37**

## **Sensore precipitazioni**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Impianto fotovoltaico**

Il sensore è generalmente utilizzato per la misura delle precipitazioni meteoriche.

#### **MODALITÀ DI USO CORRETTO:**

Assicurare in modo stabile (considerare la spinta del vento) il sensore sulla cornice dei moduli di captazione solare; nel montaggio assicurarsi di non recare alcuna ombra sul captatore. Verificare il collegamento del sensore alla relativa centralina di elaborazione dei dati rilevati dal sensore stesso.

In seguito ad eventi meteorici eccezionali (nubifragi, temporali, grandinate, neviccate, ecc.) verificare la tenuta delle tubazioni e dei pannelli e dei relativi sistemi di fissaggio.

#### **ANOMALIE RICONTRABILI**

##### **01.01.37.A01 Anomalie centralina**

Difetti di funzionamento della centralina di elaborazione dei dati inviati dal sensore.

##### **01.01.37.A02 Anomalie connessioni**

Difetti di tenuta delle connessioni elettriche centralina-sensore.

##### **01.01.37.A03 Accumuli di polvere**

Depositi di polvere sul sensore che inficiano la funzionalità dello stesso.

##### **01.01.37.A04 Difetti di ancoraggio**

Difetti nell'esecuzione dell'ancoraggio del sensore alla relativa struttura.

##### **01.01.37.A05 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

### **Elemento Manutenibile: 01.01.38**

## **Sistema di copertura in rame con modulo captante**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Impianto fotovoltaico**

Questo sistema di copertura prevede che i coppi realizzati in rame siano dotati di moduli fotovoltaici che consente oltre al recupero dell'energia solare anche ad una perfetta integrazione architettonica.

Infatti questi moduli fotovoltaici sono utilizzati come vero e proprio materiale edilizio; risultano quindi particolarmente indicati quando c'è l'esigenza di un'integrazione architettonica totale (con ottima resa estetica).

#### **MODALITÀ DI USO CORRETTO:**

Provvedere periodicamente alla pulizia della superficie per eliminare depositi superficiali che possono causare un cattivo funzionamento dell'intero apparato.

In seguito ad eventi meteorici eccezionali (nubifragi, temporali, grandinate, neviccate, ecc.) verificare la tenuta delle tubazioni e dei pannelli e dei relativi sistemi di fissaggio.

#### **ANOMALIE RICONTRABILI**

##### **01.01.38.A01 Anomalie rivestimento**

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

### **01.01.38.A02 Deposito superficiale**

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

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

Difetti di serraggio dei morsetti elettrici dei pannelli solari.

### **01.01.38.A04 Difetti di fissaggio**

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

### **01.01.38.A05 Difetti di tenuta**

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

### **01.01.38.A06 Incrostazioni**

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

### **01.01.38.A07 Infiltrazioni**

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

### **01.01.38.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.

### **01.01.38.A09 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## **Elemento Manutenibile: 01.01.39**

# **Sistema di dispersione**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Impianto fotovoltaico**

Il sistema di dispersione ha il compito di trasferire le cariche captate dalle calate in un collettore interrato che così realizza un anello di dispersione.

### **MODALITÀ DI USO CORRETTO:**

Per gli organi di captazione si adoperano in linea di massima tondini e piattine in rame, o in acciaio zincato di sezione 50-70 mm quadrati: per la bandella piattine di sezione 30 x 40 mm, per motivi di rigidità metallica.

Gli ancoraggi tra la struttura e gli organi di captazione devono essere fatti con brasatura forte, saldatura, bullonatura o con morsetti; in ogni caso occorre garantire superfici minime di contatto di 200 mm quadrati.

### **ANOMALIE RISCONTRABILI**

#### **01.01.39.A01 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.

#### **01.01.39.A02 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## **Elemento Manutenibile: 01.01.40**

# **Sistema di equipotenzializzazione**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Impianto fotovoltaico**

I conduttori equipotenziali principali e supplementari sono quelli che collegano al morsetto principale di terra i tubi metallici.

### **MODALITÀ DI USO CORRETTO:**

Generalmente questi conduttori 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.

## **ANOMALIE RISCONTRABILI**

### **01.01.40.A01 Corrosione**

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

### **01.01.40.A02 Difetti di serraggio**

Difetti di serraggio dei bulloni del sistema di equipotenzializzazione.

### **01.01.40.A03 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## **Elemento Manutenibile: 01.01.41**

# **Sistema di fissaggio per moduli vetro/vetro**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Impianto fotovoltaico**

Questo dispositivo consente di collegare moduli vetro/vetro dell'impianto sia su tetto e sia a terra; il cuore del dispositivo è il morsetto costituito da una staffa antiscivolo e relativa vite con ghiera di fissaggio. La funzione della staffa oltre ad impedire lo scivolamento del pannello consente il perfetto allineamento, sia verticale sia orizzontale, dei pannelli stessi.

## **MODALITÀ DI USO CORRETTO:**

Verificare che la vite e la relativa ghiera siano ben serrate; in caso di eventi meteorici imprevisti e/o eccezionali controllare la perfetta tenuta del dispositivo.

## **ANOMALIE RISCONTRABILI**

### **01.01.41.A01 Corrosione**

Decadimento dei materiali metallici a causa della combinazione con sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride carbonica, ecc.).

### **01.01.41.A02 Difetti di serraggio**

Difetti di serraggio della vite e della ghiera dei pannelli fotovoltaici.

## **Elemento Manutenibile: 01.01.42**

# **Sistema di monitoraggio**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Impianto fotovoltaico**

Il sistema di monitoraggio è un sistema che assicura l'utilizzo ottimale dell'energia fotovoltaica in quanto combina il monitoraggio dell'impianto con il controllo dei consumi dei singoli elettrodomestici.

Il funzionamento di questi dispositivi è molto semplice: il sistema di monitoraggio riceve dall'inverter, tramite segnali radio, i dati di produzione e confrontandoli in tempo reale con i dati meteo via internet, calcola la produzione energetica per le ore successive. Con questo meccanismo il sistema attiva automaticamente la modalità autoconsumo e avvia gli elettrodomestici in base alla programmazione inserita ed al consumo previsto.

## **MODALITÀ DI USO CORRETTO:**

Il sistema di monitoraggio è adatto a sistemi fotovoltaici medio-piccoli ma risulta importante per consentire una programmazione dei consumi.

Verificare il numero massimo di inverter collegabili per evitare malfunzionamenti.

Controllare periodicamente i grafici di rendimento dell'impianto gestiti dal sistema di monitoraggio.

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### **01.01.42.A01 Anomalie delle spie di segnalazione**

Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.

### **01.01.42.A02 Anomalie inverter**

Difetti di funzionamento degli inverter collegati al sistema di monitoraggio.

### **01.01.42.A03 Difetti di taratura**

Difetti di taratura del sistema per cui si verificano malfunzionamenti.

### **01.01.42.A04 Infiltrazioni**

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

### **01.01.42.A05 Sbalzi di temperatura**

Differenze di temperatura, rispetto a quella di esercizio, segnalate dai dispositivi di regolazione e controllo.

### **01.01.42.A06 Scariche atmosferiche**

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

### **01.01.42.A07 Sovratensioni**

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

### **01.01.42.A08 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## Elemento Manutenibile: 01.01.43

# Sistema di montaggio a doppio strato per tetti a spiovente

Unità Tecnologica: 01.01

Impianto fotovoltaico

Questo sistema di montaggio è realizzato mediante due binari incrociati fissati tra loro che permettono di sostenere i moduli fotovoltaici in più punti; questo particolare sistema di aggancio, rispetto al montaggio con livello singolo, garantisce una migliore ed uniforme distribuzione del peso su tutta la superficie del tetto.

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

La struttura di sostegno deve essere in grado di 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.

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### **01.01.43.A01 Corrosione**

Fenomeni di corrosione degli elementi metallici.

### **01.01.43.A02 Deformazione**

Cambiamento della forma iniziale con imbarcamento degli elementi.

### **01.01.43.A03 Difetti di montaggio**

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

### **01.01.43.A04 Difetti di serraggio**

Difetti di serraggio degli elementi di sostegno delle celle.

### **01.01.43.A05 Fessurazioni, microfessurazioni**

Incrinature localizzate interessanti lo spessore degli elementi.

### **01.01.43.A06 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## Sistemi ad inseguimento solare

Unità Tecnologica: 01.01

Impianto fotovoltaico

Gli inseguitori solari sono così definiti in quanto riescono a catturare l'energia solare in ogni condizione e con un elevato livello di precisione che viene raggiunto dal sistema di rotazione biassiale. Infatti tali dispositivi sono dotati di un meccanismo di elevazione che è realizzato tramite l'impiego di un martinetto a vite e sono in grado di muoversi in un intervallo che va da un angolo di 87° (orizzontale) ad uno di 25° (verticale) ed un angolo di rotazione azimut di 270°.

Inoltre mediante un azionamento (per mezzo di vite senza fine) gli inseguitori possono ruotare completamente. Il controllo può essere gestito a scelta tramite un inseguimento di tipo sensoriale o astronomico, con o senza GPS. I sistemi inoltre possono essere controllati in modo centralizzato o singolarmente.

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Provvedere periodicamente alla pulizia della superficie per eliminare depositi superficiali che possono causare un cattivo funzionamento dell'intero apparato.

### ANOMALIE RICONTRABILI

#### 01.01.44.A01 Anomalie martinetto

Difetti di funzionamento del martinetto che consente di elevare il pannello.

#### 01.01.44.A02 Anomalie meccanismi di movimentazione

Difetti di funzionamento dei meccanismi di movimentazione.

#### 01.01.44.A03 Anomalie rivestimento

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

#### 01.01.44.A04 Deposito superficiale

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

#### 01.01.44.A05 Difetti di serraggio morsetti

Difetti di serraggio dei morsetti elettrici dei pannelli.

#### 01.01.44.A06 Difetti di fissaggio

Difetti di tenuta degli elementi di fissaggio e di tenuta dei pannelli sulle strutture di sostegno.

#### 01.01.44.A07 Difetti di tenuta

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

#### 01.01.44.A08 Incrostazioni

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

#### 01.01.44.A09 Infiltrazioni

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

#### 01.01.44.A10 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.

#### 01.01.44.A11 Sbalzi di tensione

Sbalzi dei valori della tensione elettrica.

## Solar roof

Unità Tecnologica: 01.01

Impianto fotovoltaico

Sono delle celle solari incorporate nelle guaine isolanti polimeriche generalmente utilizzate come guaine impermeabilizzanti sulle coperture degli edifici civili ed industriali.

Tali celle solari a film sottile (in silicio amorfo a-Si in tripla giunzione) sono depositate su un substrato flessibile (in acciaio o direttamente sul polimero); tali celle hanno il vantaggio di avere un peso ridotto (meno di 5 Kg per m<sup>2</sup>) ed una facile integrazione. Inoltre tali celle possono essere abbinare a moduli termici offrendo un triplice vantaggio:

- isolamento termico;
- generazione fotovoltaica;
- generazione del calore.

## MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Il sistema fotovoltaico solar roof è veloce e semplice da posare essendo posato come una normale guaina impermeabilizzante; infatti la saldatura dei vari moduli viene effettuata con una saldatrice ad aria calda. Occorre prestare particolare attenzione alla sovrapposizione dei vari moduli per ottenere una perfetta aderenza al supporto sottostante e bisogna verificare la giusta pendenza della copertura in modo che l'acqua piovana possa facilmente defluire.

L'utente dovrà provvedere alla pulizia del manto di copertura mediante la rimozione di elementi di deposito. In particolare è opportuno effettuare controlli generali del manto in occasione di eventi meteo di una certa entità che possono aver compromesso l'integrità degli elementi di copertura. E' possibile calpestare le celle sia durante la posa sia durante le manutenzioni.

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### 01.01.45.A01 Anomalie rivestimento

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

### 01.01.45.A02 Deposito superficiale

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

### 01.01.45.A03 Difetti di tenuta

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

### 01.01.45.A04 Errori di pendenza

Insufficiente deflusso delle acque con conseguente ristagno delle stesse.

### 01.01.45.A05 Incrostazioni

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

### 01.01.45.A06 Infiltrazioni

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

### 01.01.45.A07 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.

### 01.01.45.A08 Scollamenti e sfaldature

Scollamento delle membrane e sfaldature delle stesse con localizzazione di aree disconnesse dallo strato inferiore e relativo innalzamento rispetto al piano di posa originario.

### 01.01.45.A09 Sbalzi di tensione

Sbalzi dei valori della tensione elettrica.

## Elemento Manutenibile: 01.01.46

## Stazione fotovoltaica

Unità Tecnologica: 01.01

Impianto fotovoltaico

La stazione fotovoltaica è utilizzata per connettere un parco fotovoltaico alla rete elettrica di media tensione in modo rapido e facile.

La stazione fotovoltaica è in genere attrezzata con:

- struttura di contenimento (in genere un container in acciaio isolato termicamente per essere utilizzato a temperature estreme e in ambienti con elevato tasso di umidità);
- uno o più inverter centralizzati;
- un trasformatore;
- un quadro di media tensione;

- un sistema di monitoraggio e connessioni dall'impianto solare.

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Il personale addetto al montaggio e/o agli interventi sugli impianti deve essere abilitato e specializzato; 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. Nelle vicinanze della stazione 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 nonché la documentazione dell'impianto.

### ANOMALIE RISCOINTRABILI

#### **01.01.46.A01 Anomalie dei magnetotermici**

Difetti di funzionamento degli interruttori magnetotermici.

#### **01.01.46.A02 Anomalie dei relè**

Difetti di funzionamento dei relè termici.

#### **01.01.46.A03 Anomalie dei termoregolatori**

Difetti di funzionamento dei termoregolatori.

#### **01.01.46.A04 Anomalie delle sonde termiche**

Difetti di funzionamento delle sonde termiche.

#### **01.01.46.A05 Anomalie dei contattori**

Difetti di funzionamento dei contattori.

#### **01.01.46.A06 Difetti delle connessioni**

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

#### **01.01.46.A07 Difetti di taratura**

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

#### **01.01.46.A08 Perdite di olio**

Perdite di olio evidenziate da tracce sul pavimento.

#### **01.01.46.A09 Sovratensioni**

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

#### **01.01.46.A10 Surriscaldamento**

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

#### **01.01.46.A11 Vibrazioni**

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

#### **01.01.46.A12 Sbalzi di tensione**

Sbalzi dei valori della tensione elettrica.

### Elemento Manutenibile: 01.01.47

## Stazione inverter

Unità Tecnologica: 01.01

Impianto fotovoltaico

La stazione inverter è una soluzione compatta (costituita da un container con struttura in acciaio) per parchi fotovoltaici dotata di tutte le apparecchiature elettriche necessarie per connettere rapidamente gli inverter centralizzati a una stazione di trasformatori di media tensione. In genere la stazione ospita due o più inverter centralizzati oltre a sistemi incorporati di alimentazione ausiliaria, monitoraggio e filtraggio dell'aria.

### 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.

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### 01.01.47.A01 Anomalie dei fusibili

Difetti di funzionamento dei fusibili.

### 01.01.47.A02 Anomalie delle spie di segnalazione

Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.

### 01.01.47.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.

### 01.01.47.A04 Emissioni elettromagnetiche

Valori delle emissioni elettromagnetiche non controllate dall'inverter.

### 01.01.47.A05 Infiltrazioni

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

### 01.01.47.A06 Scariche atmosferiche

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

### 01.01.47.A07 Sovratensioni

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

## Elemento Manutenibile: 01.01.48

## 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 possono essere:

- ad inclinazione fissa (strutture a palo o a cavalletto);
- per l'integrazione architettonica (integrazione retrofit, strutturale, per arredo urbano);
- ad inseguimento.

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

La struttura di sostegno deve essere in grado di 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.

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### 01.01.48.A01 Corrosione

Fenomeni di corrosione degli elementi metallici.

### 01.01.48.A02 Deformazione

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

### 01.01.48.A03 Difetti di montaggio

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

### 01.01.48.A04 Difetti di serraggio

Difetti di serraggio degli elementi di sostegno delle celle.

### 01.01.48.A05 Fessurazioni, microfessurazioni

Incrinature localizzate interessanti lo spessore degli elementi.

### 01.01.48.A06 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## Tenda copripannelli

Unità Tecnologica: 01.01

Impianto fotovoltaico

Si tratta di un dispositivo di schermo per il controllo della luce solare che viene collocato sulla superficie del pannello fotovoltaico. Queste schermature sono generalmente costituite da lamelle riflettenti fisse o orientabili in materiale diverso o da vere e proprie tende in materiale sintetico resistente ai raggi solari e alle alte temperature.

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

L'installazione e la regolazione delle schermature va fatta in considerazione dell'inclinazione delle lamelle rispetto alle condizioni di soleggiamento, dei flussi d'aria di ventilazione, ecc.. Provvedere ad effettuare cicli di pulizia e rimozione di residui e/o macchie che possono compromettere la funzionalità degli schermi mediante l'uso di prodotti detergenti appropriati. Controllare il perfetto funzionamento degli organi di manovra e degli accessori connessi. Per le operazioni più specifiche rivolgersi a personale tecnico specializzato.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.01.49.A01 Alterazione cromatica

Alterazione che si può manifestare attraverso la variazione di uno o più parametri che definiscono il colore: tinta, chiarezza, saturazione. Può evidenziarsi in modo localizzato o in zone più ampie diversamente a secondo delle condizioni.

#### 01.01.49.A02 Corrosione

Decadimento dei materiali metallici a causa della combinazione con sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride carbonica, ecc.).

#### 01.01.49.A03 Degrado degli organi di manovra

Degrado degli organi di manovra a causa di processi di ossidazione delle parti metalliche ed in particolare di quelle di manovra. Deformazione e relativa difficoltà di movimentazione degli organi di apertura-chiusura.

#### 01.01.49.A04 Deposito superficiale

Accumulo di pulviscolo atmosferico o di altri materiali estranei quali: microrganismi, residui organici, ecc. di spessore variabile, poco coerente e poco aderente al materiale sottostante.

#### 01.01.49.A05 Perdita di materiale

Mancanza di parti e di piccoli elementi in seguito ad eventi traumatici.

#### 01.01.49.A06 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

### MANUTENZIONI ESEGUIBILI DALL'UTENTE

#### 01.01.49.I01 Pulizia

*Cadenza: ogni mese*

Pulizia e rimozione dello sporco e dei depositi superficiali con detergenti idonei.

## Tegola fotovoltaica

Unità Tecnologica: 01.01

Impianto fotovoltaico

I sistemi di tegole fotovoltaiche si integrano facilmente e rapidamente in qualunque tipologia di copertura a falda e permettono di sostituire le tegole tradizionali; questi innovativi materiali garantiscono la tenuta all'acqua e allo stesso tempo permettono di ricavare energia elettrica dalla luce solare.

Inoltre grazie al collegamento delle varie tegole per mezzo di un diodo by-pass il sistema è sempre funzionante anche in caso di ombreggiamento dovuto ad alberi, camini, antenne, foglie ecc..

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

I sistemi di tegole fotovoltaiche devono garantire la tenuta all'acqua; particolare cura deve essere posta nel montaggio prevedendo adeguata sovrapposizione tra i moduli e idonea grondaia di drenaggio delle acque. Inoltre per garantire una buona efficienza e una produzione ottimale verificare che ci sia idonea ventilazione a livello di ogni tegola e che il vetro sia del tipo temperato per una migliore resistenza a vento e grandine.

## **ANOMALIE RISCONTRABILI**

### **01.01.50.A01 Anomalie rivestimento**

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

### **01.01.50.A02 Deposito superficiale**

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

### **01.01.50.A03 Difetti di fissaggio**

Difetti di tenuta degli elementi di fissaggio e di tenuta delle tegole sul tetto.

### **01.01.50.A04 Difetti di tenuta**

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

### **01.01.50.A05 Incrostazioni**

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

### **01.01.50.A06 Infiltrazioni**

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

### **01.01.50.A07 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.

### **01.01.50.A08 Sbalzi di tensione**

Sbalzi dei valori della tensione elettrica.

# INDICE

1) PIANO DI MANUTENZIONE .....	pag.	<a href="#">2</a>
2) <nuovo> ... ..	pag.	<a href="#">3</a>
" 1) Impianto fotovoltaico .....	pag.	<a href="#">4</a>
" 1) Accumulatore .....	pag.	<a href="#">6</a>
" 2) Aste di captazione .....	pag.	<a href="#">6</a>
" 3) Cassetta di terminazione .....	pag.	<a href="#">7</a>
" 4) Cella solare .....	pag.	<a href="#">7</a>
" 5) Conduttori di protezione .....	pag.	<a href="#">8</a>
" 6) Connettore e sezionatore .....	pag.	<a href="#">9</a>
" 7) Dispositivo di generatore .....	pag.	<a href="#">9</a>
" 8) Dispositivo di interfaccia .....	pag.	<a href="#">10</a>
" 9) Dispositivo generale .....	pag.	<a href="#">11</a>
" 10) Elementi di copertura per tetti con funzione fotovoltaica .....	pag.	<a href="#">11</a>
" 11) Frangisole fotovoltaico .....	pag.	<a href="#">12</a>
" 12) Inverter .....	pag.	<a href="#">13</a>
" 13) Inverter centralizzati .....	pag.	<a href="#">14</a>
" 14) Inverter con batteria integrata .....	pag.	<a href="#">15</a>
" 15) Inverter monofase .....	pag.	<a href="#">15</a>
" 16) Inverter trifase .....	pag.	<a href="#">16</a>
" 17) Manto impermeabilizzante per coperture con moduli FV .....	pag.	<a href="#">17</a>
" 18) Membrana in caucciù con pannelli fotovoltaici integrati .....	pag.	<a href="#">18</a>
" 19) Membrana impermeabile ad alta permeabilità al vapore .....	pag.	<a href="#">18</a>
" 20) Micro inverter .....	pag.	<a href="#">19</a>
" 21) Modulo fotovoltaico ad integrazione architettonica .....	pag.	<a href="#">20</a>
" 22) Modulo fotovoltaico con celle in silicio monocristallino .....	pag.	<a href="#">21</a>
" 23) Modulo fotovoltaico con celle in silicio policristallino .....	pag.	<a href="#">22</a>
" 24) Modulo fotovoltaico flessibile .....	pag.	<a href="#">22</a>
" 25) Modulo fotovoltaico a film sottile .....	pag.	<a href="#">24</a>
" 26) Moduli massimizzatori di energia .....	pag.	<a href="#">24</a>
" 27) Muro tenda .....	pag.	<a href="#">25</a>
" 28) Pannello precoibentato con modulo fotovoltaico integrato .....	pag.	<a href="#">25</a>
" 29) Parzializzatore di potenza .....	pag.	<a href="#">26</a>
" 30) Quadro elettrico .....	pag.	<a href="#">27</a>
" 31) Regolatore di carica .....	pag.	<a href="#">28</a>
" 32) Relè protezione interfaccia .....	pag.	<a href="#">29</a>
" 33) Scaricatori di sovratensione .....	pag.	<a href="#">29</a>
" 34) Sensore di irraggiamento moduli .....	pag.	<a href="#">30</a>
" 35) Sensore di temperatura moduli .....	pag.	<a href="#">30</a>
" 36) Sensore eolico .....	pag.	<a href="#">31</a>
" 37) Sensore precipitazioni .....	pag.	<a href="#">32</a>
" 38) Sistema di copertura in rame con modulo captante .....	pag.	<a href="#">32</a>
" 39) Sistema di dispersione .....	pag.	<a href="#">33</a>

" 40) Sistema di equipotenzializzazione .....	pag.	<a href="#">33</a>
" 41) Sistema di fissaggio per moduli vetro/vetro .....	pag.	<a href="#">34</a>
" 42) Sistema di monitoraggio .....	pag.	<a href="#">34</a>
" 43) Sistema di montaggio a doppio strato per tetti a spiovente .....	pag.	<a href="#">35</a>
" 44) Sistemi ad inseguimento solare .....	pag.	<a href="#">36</a>
" 45) Solar roof .....	pag.	<a href="#">36</a>
" 46) Stazione fotovoltaica .....	pag.	<a href="#">37</a>
" 47) Stazione inverter .....	pag.	<a href="#">38</a>
" 48) Strutture di sostegno .....	pag.	<a href="#">39</a>
" 49) Tenda copripannelli .....	pag.	<a href="#">40</a>
" 50) Tegola fotovoltaica .....	pag.	<a href="#">40</a>

**PIANO DI MANUTENZIONE**

**MANUALE DI  
MANUTENZIONE**

(Articolo 38 del D.P.R. 5 ottobre 2010, n.207)

**OGGETTO:** Installazione di impianto fotovoltaico da circa 19.8 kWp presso Consorzio della Castagna  
**COMMITTENTE:** Comune di Paspardo

10/10/2019,

**IL TECNICO**

\_\_\_\_\_  
(Per.Ind. Adriano Galetti)

Per.Ind. Adriano Galetti

# PIANO DI MANUTENZIONE

Comune di: **PASPARDO**

Provincia di: **BRESCIA**

OGGETTO: Installazione di impianto fotovoltaico da circa 19.8 kWp presso  
Consorzio della Castagna

## **CORPI D'OPERA:**

---

° 01 <nuovo> ...

**<nuovo> ...**

**UNITÀ TECNOLOGICHE:**

---

- ° 01.01 Impianto fotovoltaico

## 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.

### 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 dell'impianto 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 fotovoltaici 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 fotovoltaici 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 fotovoltaici 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 fotovoltaici 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 fotovoltaici 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 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.R07 Montabilità/Smontabilità**

*Classe di Requisiti: Facilità d'intervento*

*Classe di Esigenza: Funzionalità*

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

##### **Prestazioni:**

Gli elementi costituenti l'impianto fotovoltaico 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.

### **01.01.R08 Resistenza all'acqua**

*Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

I materiali costituenti gli impianti fotovoltaici a contatto con l'acqua dovranno mantenere inalterate le proprie caratteristiche chimico-fisiche.

##### **Prestazioni:**

I materiali costituenti gli impianti fotovoltaici nel caso vengano in contatto con acqua di origine e composizione diversa (acqua meteorica, acqua di condensa, ecc.) devono conservare inalterate le proprie caratteristiche chimico-fisiche, geometriche e funzionali.

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

Tutti gli elementi di tenuta in seguito all'azione dell'acqua meteorica devono osservare le specifiche di imbibizione rispetto al tipo di prodotto secondo le norme vigenti.

### **01.01.R09 Certificazione ecologica**

*Classe di Requisiti: Di salvaguardia dell'ambiente*

*Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente*

I prodotti, elementi, componenti e materiali dovranno essere dotati di etichettatura ecologica o di dichiarazione ambientale.

##### **Prestazioni:**

I prodotti, elementi, componenti e materiali, dovranno presentare almeno una delle tipologie ambientali riportate:  
- TIPO I: Etichette ecologiche volontarie basate su un sistema multicriteria che considera l'intero ciclo di vita del prodotto,

sottoposte a certificazione esterna da parte di un ente indipendente (tra queste rientra, ad esempio, il marchio europeo di qualità ecologica ECOLABEL). (ISO 14024);

- TIPO II: Etichette ecologiche che riportano auto-dichiarazioni ambientali da parte di produttori, importatori o distributori di prodotti, senza che vi sia l'intervento di un organismo indipendente di certificazione (tra le quali: "Riciclabile", "Compostabile", ecc.). (ISO 14021);

- TIPO III: Etichette ecologiche che riportano dichiarazioni basate su parametri stabiliti e che contengono una quantificazione degli impatti ambientali associati al ciclo di vita del prodotto calcolato attraverso un sistema LCA. Sono sottoposte a un controllo indipendente e presentate in forma chiara e confrontabile. Tra di esse rientrano, ad esempio, le "Dichiarazioni Ambientali di Prodotto". (ISO 14025).

**Livello minimo della prestazione:**

Possesso di etichettatura ecologica o di dichiarazione ambientale dei prodotti impiegati.

### **01.01.R10 Controllo consumi**

*Classe di Requisiti: Monitoraggio del sistema edificio-impianti*

*Classe di Esigenza: Aspetto*

Controllo dei consumi attraverso il monitoraggio del sistema edificio-impianti.

**Prestazioni:**

Monitoraggio dei consumi (energia termica, elettrica, acqua, ecc.) dell'edificio attraverso contatori energetici, ai fini di ottenere un costante controllo sulle prestazioni dell'edificio e dell'involucro edilizio per una idonea pianificazione di interventi migliorativi.

**Livello minimo della prestazione:**

Installazione di apparecchiature certificate per la contabilizzazione dei consumi (contatori) di energia termica, elettrica e di acqua e impiego di sistemi di acquisizione e telelettura remota secondo standard riferiti dalla normativa vigente.

### **01.01.R11 Riduzione del fabbisogno d'energia primaria**

*Classe di Requisiti: Utilizzo razionale delle risorse climatiche ed energetiche - requisito energetico*

*Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente*

Utilizzo razionale delle risorse climatiche ed energetiche mediante la riduzione del fabbisogno d'energia primaria.

**Prestazioni:**

In riferimento all'energia primaria, l'efficienza energetica del sistema complessivo edificio-impianto nella fase progettuale, dovrà essere incrementata rispetto ai livelli standard. In particolare l'incremento può determinarsi diminuendo ed utilizzando sistemi energetici da fonti rinnovabili.

**Livello minimo della prestazione:**

L'impiego di tecnologie efficienti per l'ottimizzazione energetica del sistema complessivo edificio-impianto, nella fase progettuale, dovrà essere incrementata mediante fonti rinnovabili rispetto ai livelli standard riferiti dalla normativa vigente.

### **01.01.R12 Utilizzo passivo di fonti rinnovabili per il riscaldamento**

*Classe di Requisiti: Utilizzo razionale delle risorse climatiche ed energetiche - requisiti geometrici e fisici*

*Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente*

Utilizzo razionale delle risorse climatiche ed energetiche derivanti da fonti rinnovabili per il riscaldamento

**Prestazioni:**

In fase progettuale dovranno essere previsti sistemi e tecnologie che possano fornire un apporto termico agli ambienti interni dell'edificio, derivante dal trasferimento di calore da radiazione solare.

Il trasferimento può avvenire sia attraverso l'irraggiamento diretto, sia attraverso il vetro, sia per conduzione attraverso le pareti, sia per convezione se presenti aperture di ventilazione.

In relazione al tipo di trasferimento del calore ed al circuito di distribuzione dell'aria, come nel caso di sistemi convettivi, si possono avere sistemi ad incremento diretto, indiretto ed isolato.

**Livello minimo della prestazione:**

In fase progettuale assicurare una percentuale di superficie irraggiata direttamente dal sole. In particolare, al 21 dicembre alle ore 12 (solari), non inferiore ad 1/3 dell'area totale delle chiusure esterne verticali e con un numero ore di esposizione media alla radiazione solare diretta. In caso di cielo sereno, con chiusure esterne trasparenti, collocate sulla facciata orientata a Sud ( $\pm 20^\circ$ ) non inferiore al 60% della durata del giorno, al 21 dicembre.

### **01.01.R13 Utilizzo passivo di fonti rinnovabili per il raffrescamento e la ventilazione igienico-sanitaria**

*Classe di Requisiti: Utilizzo razionale delle risorse climatiche ed energetiche - requisiti geometrici e fisici*

*Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente*

Utilizzo razionale delle risorse attraverso l'impiego di fonti rinnovabili per il raffrescamento e la ventilazione igienico-sanitaria

**Prestazioni:**

La ventilazione naturale controllata dei sistemi igienico-sanitari dovrà assicurare il ricambio d'aria mediante l'impiego di sistemi di raffrescamento passivo degli ambienti che in base a parametri progettuali (configurazione geometrica, esposizione, ecc.) vanno a dissipare, con gli ambienti confinati lo scambio termico.

**Livello minimo della prestazione:**

I sistemi di controllo termico dovranno essere configurati secondo la normativa di settore. Essi potranno essere costituiti da elementi quali: schermature, vetri con proprietà di trasmissione solare selettiva, ecc.. Le diverse tecniche di dissipazione utilizzano lo scambio termico dell'ambiente confinato con pozzi termici naturali, come l'aria, l'acqua, il terreno, mediante la ventilazione naturale, il raffrescamento derivante dalla massa termica, dal geotermico, ecc...

#### **01.01.R14 Utilizzo passivo di fonti rinnovabili per l'illuminazione**

*Classe di Requisiti: Utilizzo razionale delle risorse climatiche ed energetiche - requisiti geometrici e fisici*

*Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente*

Utilizzo razionale delle risorse attraverso l'impiego di fonti rinnovabili per l'illuminazione

**Prestazioni:**

In fase progettuale dovranno essere previsti sistemi captanti la luce naturale attraverso sistemi di convogliamento di luce e riflettenti.

**Livello minimo della prestazione:**

I parametri relativi all'utilizzo delle risorse climatiche ed energetiche dovranno rispettare i limiti previsti dalla normativa vigente

#### **01.01.R15 Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità**

*Classe di Requisiti: Utilizzo razionale delle risorse*

*Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente*

Utilizzo razionale delle risorse attraverso l'impiego di materiali con una elevata durabilità.

**Prestazioni:**

Nelle fasi progettuali dell'opera individuare e scegliere elementi e componenti caratterizzati da una durabilità elevata.

**Livello minimo della prestazione:**

Nella fase progettuale bisogna garantire una adeguata percentuale di elementi costruttivi caratterizzati da una durabilità elevata.

### **ELEMENTI MANUTENIBILI DELL'UNITÀ TECNOLOGICA:**

---

- 01.01.01 Accumulatore
- 01.01.02 Aste di captazione
- 01.01.03 Cassetta di terminazione
- 01.01.04 Cella solare
- 01.01.05 Conduttori di protezione
- 01.01.06 Connettore e sezionatore
- 01.01.07 Dispositivo di generatore
- 01.01.08 Dispositivo di interfaccia
- 01.01.09 Dispositivo generale
- 01.01.10 Elementi di copertura per tetti con funzione fotovoltaica
- 01.01.11 Frangisole fotovoltaico
- 01.01.12 Inverter
- 01.01.13 Inverter centralizzati
- 01.01.14 Inverter con batteria integrata
- 01.01.15 Inverter monofase
- 01.01.16 Inverter trifase
- 01.01.17 Manto impermeabilizzante per coperture con moduli FV
- 01.01.18 Membrana in caucciù con pannelli fotovoltaici integrati
- 01.01.19 Membrana impermeabile ad alta permeabilità al vapore
- 01.01.20 Micro inverter
- 01.01.21 Modulo fotovoltaico ad integrazione architettonica
- 01.01.22 Modulo fotovoltaico con celle in silicio monocristallino
- 01.01.23 Modulo fotovoltaico con celle in silicio policristallino
- 01.01.24 Modulo fotovoltaico flessibile
- 01.01.25 Modulo fotovoltaico a film sottile
- 01.01.26 Moduli massimizzatori di energia
- 01.01.27 Muro tenda
- 01.01.28 Pannello precoibentato con modulo fotovoltaico integrato
- 01.01.29 Parzializzatore di potenza
- 01.01.30 Quadro elettrico

- 01.01.31 Regolatore di carica
- 01.01.32 Relè protezione interfaccia
- 01.01.33 Scaricatori di sovratensione
- 01.01.34 Sensore di irraggiamento moduli
- 01.01.35 Sensore di temperatura moduli
- 01.01.36 Sensore eolico
- 01.01.37 Sensore precipitazioni
- 01.01.38 Sistema di copertura in rame con modulo captante
- 01.01.39 Sistema di dispersione
- 01.01.40 Sistema di equipotenzializzazione
- 01.01.41 Sistema di fissaggio per moduli vetro/vetro
- 01.01.42 Sistema di monitoraggio
- 01.01.43 Sistema di montaggio a doppio strato per tetti a spiovente
- 01.01.44 Sistemi ad inseguimento solare
- 01.01.45 Solar roof
- 01.01.46 Stazione fotovoltaica
- 01.01.47 Stazione inverter
- 01.01.48 Strutture di sostegno
- 01.01.49 Tenda copripannelli
- 01.01.50 Tegola fotovoltaica

## Accumulatore

Unità Tecnologica: 01.01

Impianto fotovoltaico

L'energia prodotta da un impianto fotovoltaico viene immagazzinata negli accumulatori (batterie di accumulatori) che poi forniscono l'energia elettrica quando i moduli non sono in grado di produrne per mancanza di irraggiamento solare.

Tra le batterie disponibili oggi sul mercato abbiamo varie tipologie: al piombo ermetico, al piombo acido, al nichel/cadmio (poco utilizzate per l'effetto memoria) e al gel.

Quelle più idonee risultano quelle al piombo acido che risultano più affidabili e con prestazioni elevate con una durata media del ciclo di vita di circa 6-8 anni.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.01.01.A01 Difetti di taratura

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

#### 01.01.01.A02 Effetto memoria

Difetti di funzionamento dell'accumulatore dovuti all'effetto memoria in seguito a carica e scarica della batteria

#### 01.01.01.A03 Mancanza di liquido

Mancanza del liquido necessario al funzionamento della batteria.

#### 01.01.01.A04 Autoscarica

Perdita della energia assorbita per autoscarica.

#### 01.01.01.A05 Sbalzi di tensione

Sbalzi dei valori della tensione elettrica.

### CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

#### 01.01.01.C01 Controllo generale accumulatore

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione strumentale*

Verificare lo stato di funzionamento dell'accumulatore misurando lo stato di carica e verificando che siano funzionanti i dispositivi di blocco.

- Requisiti da verificare: 1) *(Attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di taratura;* 2) *Effetto memoria;* 3) *Mancanza di liquido.*
- Ditte specializzate: *Elettricista.*

#### 01.01.01.C02 Controllo energia prodotta

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: TEST - Controlli con apparecchiature*

Verificare la quantità di energia prodotta dall'impianto rispetto a quella indicata dal produttore in condizioni normali di funzionamento.

- Requisiti da verificare: 1) *Controllo consumi;* 2) *Riduzione del fabbisogno d'energia primaria.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Sbalzi di tensione.*
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

### MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

#### 01.01.01.I01 Ricarica batteria

*Cadenza: quando occorre*

Ricarica del livello del liquido dell'elettrolita, quando necessario, nelle batterie dell'accumulatore.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

## Aste di captazione

Unità Tecnologica: 01.01

Quando l'impianto fotovoltaico altera la sagoma dell'edificio (per cui si vedono i collettori al di sopra della copertura di un edificio) sono richieste modifiche al sistema esistente di protezione dalle scariche atmosferiche. In questo caso bisogna dotare l'impianto fotovoltaico di aste captatrici che hanno, quindi, la funzione di proteggere gli utenti ed il sistema edilizio da scariche atmosferiche.

### REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

#### 01.01.02.R01 Resistenza alla corrosione

*Classe di Requisiti: Di stabilità*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

Gli elementi ed i materiali del sistema delle aste di captazione devono essere in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di fenomeni di corrosione.

##### **Prestazioni:**

La resistenza alla corrosione degli elementi e dei materiali del sistema di protezione dalle scariche atmosferiche viene accertata con le prove e le modalità previste dalla norma UNI vigente.

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

Il valore del potenziale al quale la velocità di corrosione diventa trascurabile viene definito potenziale di soglia di protezione  $V_s$  e varia da materiale a materiale. Per garantire un'adeguata protezione dalle scariche atmosferiche occorre che i materiali utilizzati rispettino i valori di  $V_s$  indicati dalla norma UNI EN 12954.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.01.02.A01 Corrosione

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

#### 01.01.02.A02 Difetti di ancoraggio

Difetti degli ancoraggi e dei serraggi dei bulloni.

#### 01.01.02.A03 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

### CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

#### 01.01.02.C01 Controllo degli ancoraggi delle aste

*Cadenza: ogni 2 anni*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare che i componenti del sistema delle aste di captazione siano ben agganciati tra di loro, che i bulloni siano serrati e che vi siano gli anelli di collegamento.

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

#### 01.01.02.C02 Controllo generale

*Cadenza: ogni 2 anni*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare che i componenti del sistema delle aste siano in buone condizioni.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Corrosione.*
- Ditte specializzate: *Elettricista.*

#### 01.01.02.C03 Controllo stabilità

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

### MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

#### 01.01.02.I01 Sostituzione delle aste di captazione

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire le aste danneggiate o deteriorate.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

## 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.

#### 01.01.03.A05 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

### 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.*

#### 01.01.03.C02 Controllo stabilità

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*

- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità.*

- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

### 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.*

## Cella solare

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)

### 01.01.04.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

### 01.01.04.A01 Anomalie rivestimento

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

### 01.01.04.A02 Deposito superficiale

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

### 01.01.04.A03 Difetti di serraggio morsetti

Difetti di serraggio dei morsetti elettrici dei pannelli solari.

### 01.01.04.A04 Difetti di fissaggio

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

### 01.01.04.A05 Difetti di tenuta

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

### 01.01.04.A06 Incrostazioni

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

### 01.01.04.A07 Infiltrazioni

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

### 01.01.04.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.

### 01.01.04.A09 Sbalzi di tensione

Sbalzi dei valori della tensione elettrica.

## CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.04.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.*

#### **01.01.04.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.*

#### **01.01.04.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.*

#### **01.01.04.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) *Infiltrazioni;* 6) *Deposito superficiale.*
- Ditte specializzate: *Generico.*

#### **01.01.04.C05 Controllo energia prodotta**

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: TEST - Controlli con apparecchiature*

Verificare la quantità di energia prodotta dall'impianto rispetto a quella indicata dal produttore in condizioni normali di funzionamento.

- Requisiti da verificare: 1) *Controllo consumi;* 2) *Riduzione del fabbisogno d'energia primaria.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Sbalzi di tensione.*
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

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

#### **01.01.04.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.

#### **01.01.04.I02 Sostituzione celle**

*Cadenza: ogni 10 anni*

Sostituzione delle celle che non assicurano un rendimento accettabile.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

#### **01.01.04.I03 Serraggio**

*Cadenza: quando occorre*

Eseguire il serraggio della struttura di sostegno delle celle

- Ditte specializzate: *Generico.*

### **Elemento Manutenibile: 01.01.05**

## **Conduttori di protezione**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Impianto fotovoltaico**

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. Ma, 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.

## REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

### 01.01.05.R01 Resistenza alla corrosione

*Classe di Requisiti: Di stabilità*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

Gli elementi ed i materiali del sistema dei conduttori di protezione devono essere in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di fenomeni di corrosione.

**Prestazioni:**

La resistenza alla corrosione degli elementi e dei conduttori di protezione viene accertata con le prove e le modalità previste dalla norma UNI ISO 9227.

**Livello minimo della prestazione:**

La valutazione della resistenza alla corrosione viene definita con una prova di alcuni campioni posti in una camera a nebbia salina per un determinato periodo. Al termine della prova devono essere soddisfatti i criteri di valutazione previsti (aspetto dopo la prova, tempo impiegato per la prima corrosione, variazioni di massa, difetti riscontrabili, ecc.) secondo quanto stabilito dalla norma UNI ISO 9227.

## ANOMALIE RISCOINTRABILI

### 01.01.05.A01 Corrosione

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

### 01.01.05.A02 Difetti di connessione

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

### 01.01.05.A03 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.05.C01 Controllo generale

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: Ispezione strumentale*

Verificare con controlli a campione che i conduttori di protezione arrivino fino al nodo equipotenziale.

- Requisiti da verificare: 1) *Resistenza alla corrosione.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di connessione.*
- Ditte specializzate: *Elettricista.*

### 01.01.05.C02 Controllo stabilità

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

## MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.05.I01 Sostituzione conduttori di protezione

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire i conduttori di protezione danneggiati o deteriorati.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

**Elemento Manutenibile: 01.01.06**

## Connettore e sezionatore

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Impianto fotovoltaico**

Il connettore e sezionatore per impianto fotovoltaico è un dispositivo a tenuta stagna che viene utilizzato per la connessione di due cavi

di un sistema fotovoltaico; questo dispositivo risulta una valida alternativa alla classica scatola di giunzione e consente anche un risparmio di tempo per il montaggio.

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### 01.01.06.A01 Anomalie portacontatti

Difetti di tenuta dei porta contatti per cui si verificano interruzioni di energia.

### 01.01.06.A02 Difetti di ancoraggio

Difetti di ancoraggio del dispositivo alla struttura dei moduli.

### 01.01.06.A03 Difetti cavi di collegamento

Difetti di alimentazione dei cavi di collegamento.

### 01.01.06.A04 Difetti di tenuta guarnizione

Difetti di tenuta della guarnizione per cui si verificano infiltrazioni di acqua.

### 01.01.06.A05 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.06.C01 Verifica generale

*Cadenza: ogni 3 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare il serraggio dei dadi di connessione e che la guarnizione di tenuta sia alloggiata correttamente. Controllare l'integrità dei portacontatti interni.

• Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie portacontatti*; 2) *Difetti di ancoraggio*; 3) *Difetti cavi di collegamento*; 4) *Difetti di tenuta guarnizione*.

• Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico*.

### 01.01.06.C02 Controllo stabilità

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

• Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità*.

• Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità*.

• Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico*.

## MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.06.I01 Serraggio dadi

*Cadenza: quando occorre*

Eseguire il serraggio dei dadi allentati ed il ripristino della guarnizione di protezione dall'acqua quando danneggiata.

• Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico*.

**Elemento Manutenibile: 01.01.07**

## Dispositivo di generatore

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Impianto fotovoltaico**

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; all'occorrenza può essere realizzato con un contattore combinato con fusibile, con interruttore automatico, con un commutatore combinato con fusibile, con interruttore automatico.

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### 01.01.07.A01 Anomalie dei contatti ausiliari

Difetti di funzionamento dei contatti ausiliari.

### 01.01.07.A02 Anomalie delle molle

Difetti di funzionamento delle molle.

#### **01.01.07.A03 Anomalie degli sganciatori**

Difetti di funzionamento degli sganciatori di apertura e chiusura.

#### **01.01.07.A04 Corti circuiti**

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

#### **01.01.07.A05 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.

#### **01.01.07.A06 Difetti di taratura**

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

#### **01.01.07.A07 Disconnessione dell'alimentazione**

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

#### **01.01.07.A08 Surriscaldamento**

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

#### **01.01.07.A09 Mancanza certificazione ecologica**

Mancanza o perdita delle caratteristiche ecologiche dell'elemento.

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

#### **01.01.07.C01 Controllo generale**

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: Controllo a vista*

Verificare la corretta pressione di serraggio dei cavi di connessione; controllare che ci sia un buon livello di isolamento e di protezione onde evitare corti circuiti.

• Anomalie riscontrabili: 1) Corti circuiti; 2) Difetti di funzionamento; 3) Difetti di taratura; 4) Disconnessione dell'alimentazione; 5) Surriscaldamento; 6) Anomalie degli sganciatori.

• Ditte specializzate: *Elettricista.*

#### **01.01.07.C02 Controllo dei materiali elettrici**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare che le caratteristiche degli elementi utilizzati corrispondano a quelle indicate dal produttore e che siano idonee all'utilizzo.

- Requisiti da verificare: 1) *Certificazione ecologica.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Mancanza certificazione ecologica.*
- Ditte specializzate: *Generico, Elettricista.*

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

#### **01.01.07.I01 Sostituzioni**

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire, quando usurati o non più rispondenti alle norme, i dispositivi di generatore.

• Ditte specializzate: *Elettricista.*

### **Elemento Manutenibile: 01.01.08**

## **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 RISCOINTRABILI**

#### **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.

#### **01.01.08.A08 Mancanza certificazione ecologica**

Mancanza o perdita delle caratteristiche ecologiche dell'elemento.

### **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*.

#### **01.01.08.C03 Controllo dei materiali elettrici**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare che le caratteristiche degli elementi utilizzati corrispondano a quelle indicate dal produttore e che siano idonee all'utilizzo.

• Requisiti da verificare: 1) *Certificazione ecologica*.

• Anomalie riscontrabili: 1) *Mancanza certificazione ecologica*.

• Ditte specializzate: *Generico, 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*.

## 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

#### 01.01.09.A01 Anomalie dei contatti ausiliari

Difetti di funzionamento dei contatti ausiliari.

#### 01.01.09.A02 Anomalie delle molle

Difetti di funzionamento delle molle.

#### 01.01.09.A03 Anomalie degli sganciatori

Difetti di funzionamento degli sganciatori di apertura e chiusura.

#### 01.01.09.A04 Corto circuiti

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

#### 01.01.09.A05 Difetti delle connessioni

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

#### 01.01.09.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.

#### 01.01.09.A07 Difetti di taratura

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

#### 01.01.09.A08 Surriscaldamento

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

#### 01.01.09.A09 Mancanza certificazione ecologica

Mancanza o perdita delle caratteristiche ecologiche dell'elemento.

### CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

#### 01.01.09.C01 Controllo generale

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: Controllo a vista*

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.*

#### 01.01.09.C02 Controllo dei materiali elettrici

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare che le caratteristiche degli elementi utilizzati corrispondano a quelle indicate dal produttore e che siano idonee all'utilizzo.

• Requisiti da verificare: 1) *Certificazione ecologica.*

• Anomalie riscontrabili: 1) *Mancanza certificazione ecologica.*

• Ditte specializzate: *Generico, Elettricista.*

### MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

#### 01.01.09.I01 Sostituzioni

*Cadenza: quando occorre*

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

- Ditte specializzate: *Elettricista*.

**Elemento Manutenibile: 01.01.10**

## **Elementi di copertura per tetti con funzione fotovoltaica**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Impianto fotovoltaico**

Per realizzare e/o integrare gli impianti fotovoltaici degli edifici situati nei centri storici o in aree con vincoli dove non è possibile installare i classici moduli fotovoltaici possono essere utilizzati i moduli fotovoltaici da tetto; si tratta di elementi caratterizzati da un peso limitato abbinato ad un elegante design e che quindi ben si inseriscono nel contesto limitando al minimo l'impatto visivo.

### **ANOMALIE RISCONTRABILI**

#### **01.01.10.A01 Anomalie rivestimento**

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

#### **01.01.10.A02 Delimitazione e scagliatura**

Disgregazione in scaglie delle superfici.

#### **01.01.10.A03 Deposito superficiale**

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

#### **01.01.10.A04 Disgregazione**

Disgregazione della massa con polverizzazione degli elementi.

#### **01.01.10.A05 Efflorescenze**

Formazione cristalline sulle superfici, di colore biancastro, di sali solubili.

#### **01.01.10.A06 Incrostazioni**

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

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

#### **01.01.10.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 tegole.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie rivestimento*.
- Ditte specializzate: *Elettricista, Tecnico fotovoltaico*.

#### **01.01.10.C02 Controllo fissaggi**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Controllo a vista*

Controllare i sistemi di tenuta e di fissaggio degli elementi di copertura.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Disgregazione*.
- Ditte specializzate: *Generico, Tecnico fotovoltaico*.

#### **01.01.10.C03 Controllo energia celle**

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: Misurazioni*

Verificare che l'energia prodotta dalle celle sia quella indicata dai progettisti nel rispetto dell'orientamento e della zona di esposizione.

- Requisiti da verificare: 1) *Controllo consumi*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie rivestimento*; 2) *Incrostazioni*.

- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico*.

## MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.10.I01 Pulizia elementi di copertura

*Cadenza: ogni 6 mesi*

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

- Ditte specializzate: *Generico*.

Elemento Manutenibile: **01.01.11**

## Frangisole fotovoltaico

Unità Tecnologica: **01.01**

Impianto fotovoltaico

Il frangisole fotovoltaico svolge la doppia funzione di:

- regolare luminosità e temperatura all'interno degli ambienti (trattenendo circa l'80% del calore dei raggi solari e consentendo un risparmio energetico fino al 30% in termine di consumi degli impianti di climatizzazione);
- trasformare direttamente l'energia solare in energia elettrica in corrente continua grazie all'effetto fotovoltaico.

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### 01.01.11.A01 Anomalie rivestimento

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

### 01.01.11.A02 Corrosione

Decadimento dei materiali metallici a causa della combinazione con sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride carbonica, ecc.).

### 01.01.11.A03 Degrado degli organi di manovra

Degrado degli organi di manovra a causa di processi di ossidazione delle parti metalliche. Deformazione e relativa difficoltà di movimentazione degli organi di apertura-chiusura.

### 01.01.11.A04 Deposito superficiale

Accumulo di pulviscolo atmosferico o di altri materiali estranei sulla superficie esterna.

### 01.01.11.A05 Difetti di serraggio morsetti

Difetti di serraggio dei morsetti elettrici dei pannelli.

### 01.01.11.A06 Incrostazioni

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

### 01.01.11.A07 Infiltrazioni

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

### 01.01.11.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

### 01.01.11.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.

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

### 01.01.11.C02 Controllo diodi

*Cadenza: ogni 3 mesi*

*Tipologia: Ispezione*

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

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

- Ditte specializzate: *Elettricista*.

#### **01.01.11.C03 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 serraggio morsetti*; 2) *Incrostazioni*; 3) *Infiltrazioni*.
- Ditte specializzate: *Generico*.

#### **01.01.11.C04 Verifica generale**

*Cadenza: ogni 3 mesi*

*Tipologia: Verifica*

Verificare la corretta posizione rispetto alle condizioni di soleggiamento, dei flussi d'aria di ventilazione, ecc.. Controllare il perfetto funzionamento degli organi di manovra e degli accessori connessi.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Degrado degli organi di manovra*.
- Ditte specializzate: *Serramentista, Elettricista*.

#### **01.01.11.C05 Controllo energia celle**

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: Misurazioni*

Verificare che l'energia prodotta dalle celle sia quella indicata dai progettisti nel rispetto dell'orientamento e della zona di esposizione.

- Requisiti da verificare: 1) *Controllo consumi*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Deposito superficiale*; 2) *Incrostazioni*; 3) *Patina biologica*.
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico*.

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

#### **01.01.11.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.

- Ditte specializzate: *Generico*.

#### **01.01.11.I02 Regolazione degli organi di manovra**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

Regolazione degli organi di manovra e degli elementi accessori rispetto alle condizioni di uso standard.

- Ditte specializzate: *Serramentista, Tecnico fotovoltaico*.

#### **01.01.11.I03 Regolazione orientamento**

*Cadenza: quando occorre*

Regolazione dell'orientamento rispetto alle condizioni di soleggiamento, dei flussi d'aria di ventilazione, ecc..

- Ditte specializzate: *Serramentista, Tecnico fotovoltaico*.

#### **01.01.11.I04 Sostituzione celle**

*Cadenza: ogni 10 anni*

Sostituzione delle celle che non assicurano un rendimento accettabile.

- Ditte specializzate: *Elettricista*.

### **Elemento Manutenibile: 01.01.12**

## **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)

### 01.01.12.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 RICONTRABILI

### 01.01.12.A01 Anomalie dei fusibili

Difetti di funzionamento dei fusibili.

### 01.01.12.A02 Anomalie delle spie di segnalazione

Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.

### 01.01.12.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.

### 01.01.12.A04 Emissioni elettromagnetiche

Valori delle emissioni elettromagnetiche non controllate dall'inverter.

### 01.01.12.A05 Infiltrazioni

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

### 01.01.12.A06 Scariche atmosferiche

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

### 01.01.12.A07 Sovratensioni

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

### 01.01.12.A08 Sbalzi di tensione

Sbalzi dei valori della tensione elettrica.

## CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.12.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.*

### 01.01.12.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.*

### 01.01.12.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.*

### **01.01.12.C04 Controllo energia inverter**

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: Misurazioni*

Eseguire una misurazione dell'energia prodotta e che i valori ottenuti siano conformi a quelli indicati dai produttori degli inverter.

- Requisiti da verificare: 1) *Controllo consumi;* 2) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Sbalzi di tensione.*
- Ditte specializzate: *Elettricista, Tecnico fotovoltaico.*

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.12.I01 Pulizia generale**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

Pulizia generale utilizzando aria secca a bassa pressione.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

### **01.01.12.I02 Serraggio**

*Cadenza: ogni anno*

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

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

### **01.01.12.I03 Sostituzione inverter**

*Cadenza: ogni 3 anni*

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

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

## **Elemento Manutenibile: 01.01.13**

# **Inverter centralizzati**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Impianto fotovoltaico**

Gli inverter centralizzati sono in genere utilizzati per grosse potenze (fino ai 500 kW) e garantiscono un rendimento elevato rispetto ai singoli inverter data la particolare tipologia costruttiva che, non prevedendo condensatori elettrolitici, garantisce una migliore funzionalità allungando i tempi medi tra i guasti.

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

### **01.01.13.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 RISCOINTRABILI**

### **01.01.13.A01 Anomalie dei fusibili**

Difetti di funzionamento dei fusibili.

#### **01.01.13.A02 Anomalie delle spie di segnalazione**

Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.

#### **01.01.13.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.

#### **01.01.13.A04 Emissioni elettromagnetiche**

Valori delle emissioni elettromagnetiche non controllate dall'inverter.

#### **01.01.13.A05 Infiltrazioni**

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

#### **01.01.13.A06 Scariche atmosferiche**

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

#### **01.01.13.A07 Sovratensioni**

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

#### **01.01.13.A08 Sbalzi di tensione**

Sbalzi dei valori della tensione elettrica.

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

#### **01.01.13.C01 Controllo delle ventole**

*Cadenza: ogni 2 anni*

*Tipologia: Controllo a vista*

Verificare il corretto funzionamento delle ventole.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie dei fusibili*; 2) *Anomalie delle spie di segnalazione*; 3) *Difetti agli interruttori*; 4) *Emissioni elettromagnetiche*; 5) *Infiltrazioni*; 6) *Scariche atmosferiche*; 7) *Sovratensioni*.

- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico*.

#### **01.01.13.C02 Controllo igrostatico**

*Cadenza: ogni 2 anni*

*Tipologia: Ispezione*

Per il controllo dell'igrostatico procedere come segue:

- interrompere la tensione di alimentazione esterna;
- aprire gli sportelli dell'inverter;
- regolare l'igrostatico sul valore minimo;
- dopo 5 minuti, verificare se gli elementi riscaldanti emanano calore;
- riportare l'igrostatico sul valore di partenza;
- chiudere gli sportelli dell'inverter.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie dei fusibili*; 2) *Anomalie delle spie di segnalazione*; 3) *Difetti agli interruttori*; 4) *Emissioni elettromagnetiche*; 5) *Infiltrazioni*; 6) *Scariche atmosferiche*; 7) *Sovratensioni*.

- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico*.

#### **01.01.13.C03 Verifica armadio**

*Cadenza: ogni 2 anni*

*Tipologia: Controllo a vista*

Per la verifica dell'armadio procedere come segue:

- aprire gli sportelli dell'inverter;
- verificare che le guarnizioni non presentino danni nella zona del bordo di compressione; se le guarnizioni risultano danneggiate sostituirle;
- trattare le guarnizioni con talco, vaselina o cera per evitare fenomeni di congelamento.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie dei fusibili*; 2) *Anomalie delle spie di segnalazione*; 3) *Difetti agli interruttori*; 4) *Emissioni elettromagnetiche*; 5) *Infiltrazioni*; 6) *Scariche atmosferiche*; 7) *Sovratensioni*.

- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico*.

#### **01.01.13.C04 Verifica collegamenti a vite**

*Cadenza: ogni 2 anni*

*Tipologia: Controllo a vista*

Per la verifica dei collegamenti a vite procedere come segue:

- disinserire l'inverter e attendere almeno 15 minuti finché i condensatori non si sono scaricati completamente;
- aprire gli sportelli dell'inverter;
- controllare che i collegamenti a vite di tutti i moduli (sezionatore di carico, interruttore di potenza) siano ben saldi; in caso di collegamenti allentati stringerli con una chiave dinamometrica;

- verificare che tutti i collegamenti a vite del cablaggio di potenza siano ben fissati; in caso di collegamenti allentati, stringerli con una chiave dinamometrica;
  - verificare se l'isolamento e i collegamenti hanno cambiato colore o forma;
  - verificare che i collegamenti a vite non siano danneggiati o che i contatti non siano corrosi.
- In caso contrario sostituirli.

• Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie dei fusibili*; 2) *Anomalie delle spie di segnalazione*; 3) *Difetti agli interruttori*; 4) *Emissioni elettromagnetiche*; 5) *Infiltrazioni*; 6) *Scariche atmosferiche*; 7) *Sovratensioni*.

• Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico*.

### **01.01.13.C05 Verifica dei fusibili e dei disgiuntori**

*Cadenza: ogni 2 anni*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Per la verifica dei fusibili e dei disgiuntori procedere come segue:

- disinserire l'inverter e attendere almeno 15 minuti finché i condensatori non si sono scaricati completamente;
- aprire gli sportelli dell'inverter;
- verificare se i fusibili e/o i disgiuntori e le molle di fissaggio hanno cambiato colorazione o forma; in tal caso provvedere alla loro sostituzione;
- verificare se l'isolamento e i morsetti hanno cambiato colore o forma.

• Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie dei fusibili*; 2) *Anomalie delle spie di segnalazione*; 3) *Difetti agli interruttori*; 4) *Emissioni elettromagnetiche*; 5) *Infiltrazioni*; 6) *Scariche atmosferiche*; 7) *Sovratensioni*.

• Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico*.

### **01.01.13.C06 Verifica scaricatore di sovratensioni**

*Cadenza: ogni 2 anni*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Per la verifica dello scaricatore di sovratensioni procedere come segue:

- disinserire l'inverter e attendere almeno 15 minuti finché i condensatori non si sono scaricati completamente;
- aprire gli sportelli dell'inverter;
- verificare se la spia di pronto operativo è rossa: se la spia di pronto operativo è rossa, sostituire lo scaricatore di sovratensioni;
- con l'apparecchio di controllo verificare se lo scaricatore di sovratensioni è pronto all'utilizzo.

Se lo scaricatore di sovratensioni è difettoso, sostituirlo.

• Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie dei fusibili*; 2) *Anomalie delle spie di segnalazione*; 3) *Difetti agli interruttori*; 4) *Emissioni elettromagnetiche*; 5) *Infiltrazioni*; 6) *Scariche atmosferiche*; 7) *Sovratensioni*.

• Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico*.

### **01.01.13.C07 Controllo energia inverter**

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: Misurazioni*

Eeguire una misurazione dell'energia prodotta e che i valori ottenuti siano conformi a quelli indicati dai produttori degli inverter.

• Requisiti da verificare: 1) *Controllo consumi*; 2) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità*.

• Anomalie riscontrabili: 1) *Sbalzi di tensione*.

• Ditte specializzate: *Elettricista, Tecnico fotovoltaico*.

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.13.I01 Pulizia elementi riscaldanti**

*Cadenza: ogni anno*

Per eseguire la pulizia degli elementi riscaldanti procedere come segue:

- aprire gli sportelli dell'inverter;
- smontare i coperchi protettivi degli elementi riscaldanti;
- rimuovere sporco e polvere dagli elementi riscaldanti;
- eliminare l'umidità;
- montare i coperchi protettivi degli elementi riscaldanti.

• Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico*.

### **01.01.13.I02 Pulizia sistema di ventilazione**

*Cadenza: ogni anno*

Per eseguire la pulizia del sistema di ventilazione procedere come segue:

- disinserire l'inverter e attendere almeno 15 minuti finché i condensatori non si sono scaricati completamente;
- smontare le coperture;
- estrarre il deflettore dall'armadio dell'inverter e pulirlo con un pennello o un aspirapolvere.

• Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico*.

### **01.01.13.I03 Serraggio collegamenti a vite**

*Cadenza: quando occorre*

Eseguire il serraggio dei collegamenti a vite.

- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

### **01.01.13.I04 Sostituzione contatti**

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire i contatti quando corrosi.

- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

**Elemento Manutenibile: 01.01.14**

## **Inverter con batteria integrata**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Impianto fotovoltaico**

L'accumulo elettrico dell'energia prodotta dai moduli fotovoltaici può avvenire in batterie esterne oppure in accumulatori integrati direttamente nell'inverter fotovoltaico: è in questo caso che si parla di inverter con accumulo integrato. L'energia prodotta dai pannelli fotovoltaici passa da un primo contatore di produzione e successivamente arriva all'inverter (che ha il compito di convertire l'energia in entrata che è in corrente continua in corrente alternata) che la mette a disposizione delle eventuali utenze attive oppure la accumula nel sistema di accumulo temporaneo integrato.

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

#### **01.01.14.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**

#### **01.01.14.A01 Anomalie dei fusibili**

Difetti di funzionamento dei fusibili.

#### **01.01.14.A02 Anomalie delle spie di segnalazione**

Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.

#### **01.01.14.A03 Autoscarica**

Perdita della energia assorbita per autoscarica.

#### **01.01.14.A04 Difetti di taratura**

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

#### **01.01.14.A05 Effetto memoria**

Difetti di funzionamento dell'accumulatore dovuti all'effetto memoria in seguito a carica e scarica della batteria.

#### **01.01.14.A06 Emissioni elettromagnetiche**

Valori delle emissioni elettromagnetiche non controllate dall'inverter.

#### **01.01.14.A07 Infiltrazioni**

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

#### **01.01.14.A08 Mancanza di liquido**

Mancanza del liquido necessario al funzionamento della batteria.

### **01.01.14.A09 Scariche atmosferiche**

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

### **01.01.14.A10 Sovratensioni**

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

## **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.14.C01 Controllo accumulatore**

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione strumentale*

Verificare lo stato di funzionamento dell'accumulatore misurando lo stato di carica e verificando che siano funzionanti i dispositivi di blocco.

- Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di taratura; 2) Effetto memoria; 3) Mancanza di liquido.
- Ditte specializzate: *Elettricista, Tecnico fotovoltaico.*

### **01.01.14.C02 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.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Sovratensioni.*
- Ditte specializzate: *Elettricista, Tecnico fotovoltaico.*

### **01.01.14.C03 Verifica messa a terra**

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Controllo*

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

- Anomalie riscontrabili: 1) *Scariche atmosferiche;* 2) *Sovratensioni.*
- Ditte specializzate: *Elettricista, Tecnico fotovoltaico.*

### **01.01.14.C04 Verifica protezioni**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

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

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie dei fusibili.*
- Ditte specializzate: *Elettricista, Tecnico fotovoltaico.*

### **01.01.14.C05 Controllo energia inverter**

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: Misurazioni*

Eseguire una misurazione dell'energia prodotta e che i valori ottenuti siano conformi a quelli indicati dai produttori degli inverter.

- Requisiti da verificare: 1) *Controllo consumi;* 2) *Riduzione del fabbisogno d'energia primaria.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di taratura;* 2) *Sovratensioni.*
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.14.I01 Pulizia generale**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

Pulizia generale utilizzando aria secca a bassa pressione.

- Ditte specializzate: *Elettricista, Tecnico fotovoltaico.*

### **01.01.14.I02 Ricarica batteria**

*Cadenza: quando occorre*

Ricarica del livello del liquido dell'elettrolita, quando necessario, nelle batterie dell'accumulatore.

- Ditte specializzate: *Elettricista, Tecnico fotovoltaico.*

### **01.01.14.I03 Serraggio**

*Cadenza: ogni anno*

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

- Ditte specializzate: *Elettricista, Tecnico fotovoltaico.*

### **01.01.14.I04 Sostituzione inverter**

Cadenza: ogni 3 anni

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

- Ditte specializzate: *Elettricista, Tecnico fotovoltaico.*

**Elemento Manutenibile: 01.01.15**

## Inverter monofase

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Impianto fotovoltaico**

Negli impianti fotovoltaici la potenza installata determina se è necessario un impianto con inverter monofase o trifase. La connessione avviene in bassa tensione (BT) monofase per potenze nominali d'impianto inferiori a 6 kW, in bassa tensione (BT) trifase fino a una potenza di 50 kW mentre per potenze superiori a 75 kW gli impianti vengono generalmente allacciati in media tensione (MT) attraverso l'interposizione di un trasformatore.

Inoltre a seconda della tipologia dell'impianto gli inverter fotovoltaici possono essere con o senza trasformatore. In generale possiamo avere tre diverse tipologie:

- inverter fotovoltaico con trasformatore ad alta frequenza (decine di kHz): in questo caso il trasformatore (che è di dimensioni ridotte e peso contenuto) è inserito in posizione intermedia tra due stadi di conversione;
- inverter fotovoltaico con trasformatore a bassa frequenza (50 Hz): il trasformatore è inserito all'uscita dello stadio finale;
- inverter fotovoltaico senza trasformatore, che risulta più leggero, compatto e soprattutto più efficiente dei precedenti.

### REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

#### 01.01.15.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

#### 01.01.15.A01 Anomalie dei fusibili

Difetti di funzionamento dei fusibili.

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

Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.

#### 01.01.15.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.

#### 01.01.15.A04 Emissioni elettromagnetiche

Valori delle emissioni elettromagnetiche non controllate dall'inverter.

#### 01.01.15.A05 Infiltrazioni

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

#### 01.01.15.A06 Scariche atmosferiche

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

#### 01.01.15.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

#### 01.01.15.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, Tecnico fotovoltaico.*

#### **01.01.15.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) *Controllo della potenza.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Scariche atmosferiche;* 2) *Sovratensioni.*
- Ditte specializzate: *Elettricista, Tecnico fotovoltaico.*

#### **01.01.15.C03 Verifica protezioni**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

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

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie dei fusibili;* 2) *Difetti agli interruttori.*
- Ditte specializzate: *Elettricista, Tecnico fotovoltaico.*

#### **01.01.15.C04 Controllo energia inverter**

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: Misurazioni*

Eseguire una misurazione dell'energia prodotta e che i valori ottenuti siano conformi a quelli indicati dai produttori degli inverter.

- Requisiti da verificare: 1) *Controllo consumi;* 2) *Riduzione del fabbisogno d'energia primaria.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Sovratensioni.*
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

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

#### **01.01.15.I01 Pulizia generale**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

Pulizia generale utilizzando aria secca a bassa pressione.

- Ditte specializzate: *Elettricista, Tecnico fotovoltaico.*

#### **01.01.15.I02 Serraggio**

*Cadenza: ogni anno*

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

- Ditte specializzate: *Elettricista, Tecnico fotovoltaico.*

#### **01.01.15.I03 Sostituzione inverter**

*Cadenza: ogni 3 anni*

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

- Ditte specializzate: *Elettricista, Tecnico fotovoltaico.*

### **Elemento Manutenibile: 01.01.16**

## **Inverter trifase**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Impianto fotovoltaico**

Negli impianti fotovoltaici la potenza installata determina se è necessario un impianto con inverter monofase o trifase. La connessione avviene in bassa tensione (BT) monofase per potenze nominali d'impianto inferiori a 6 kW, in bassa tensione (BT) trifase fino a una potenza di 50 kW mentre per potenze superiori a 75 kW gli impianti vengono generalmente allacciati in media tensione (MT) attraverso l'interposizione di un trasformatore.

Inoltre a seconda della tipologia dell'impianto gli inverter fotovoltaici possono essere con o senza trasformatore. In generale possiamo avere tre diverse tipologie:

- inverter fotovoltaico con trasformatore ad alta frequenza (decine di kHz): in questo caso il trasformatore (che è di dimensioni ridotte e peso contenuto) è inserito in posizione intermedia tra due stadi di conversione;
- inverter fotovoltaico con trasformatore a bassa frequenza (50 Hz): il trasformatore è inserito all'uscita dello stadio finale;
- inverter fotovoltaico senza trasformatore, che risulta più leggero, compatto e soprattutto più efficiente dei precedenti.

## REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

### 01.01.16.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

### 01.01.16.A01 Anomalie dei fusibili

Difetti di funzionamento dei fusibili.

### 01.01.16.A02 Anomalie delle spie di segnalazione

Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.

### 01.01.16.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.

### 01.01.16.A04 Emissioni elettromagnetiche

Valori delle emissioni elettromagnetiche non controllate dall'inverter.

### 01.01.16.A05 Infiltrazioni

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

### 01.01.16.A06 Scariche atmosferiche

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

### 01.01.16.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

### 01.01.16.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, Tecnico fotovoltaico.*

### 01.01.16.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) *Controllo della potenza.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Scariche atmosferiche;* 2) *Sovratensioni.*
- Ditte specializzate: *Elettricista, Tecnico fotovoltaico.*

### 01.01.16.C03 Verifica protezioni

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

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

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie dei fusibili*; 2) *Difetti agli interruttori*.
- Ditte specializzate: *Elettricista, Tecnico fotovoltaico*.

#### **01.01.16.C04 Controllo energia inverter**

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: Misurazioni*

Eseguire una misurazione dell'energia prodotta e che i valori ottenuti siano conformi a quelli indicati dai produttori degli inverter.

- Requisiti da verificare: 1) *Controllo consumi*; 2) *Riduzione del fabbisogno d'energia primaria*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Sovratensioni*.
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico*.

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

#### **01.01.16.I01 Pulizia generale**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

Pulizia generale utilizzando aria secca a bassa pressione.

- Ditte specializzate: *Elettricista, Tecnico fotovoltaico*.

#### **01.01.16.I02 Serraggio**

*Cadenza: ogni anno*

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

- Ditte specializzate: *Elettricista, Tecnico fotovoltaico*.

#### **01.01.16.I03 Sostituzione inverter**

*Cadenza: ogni 3 anni*

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

- Ditte specializzate: *Elettricista, Tecnico fotovoltaico*.

### **Elemento Manutenibile: 01.01.17**

## **Manto impermeabilizzante per coperture con moduli FV**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Impianto fotovoltaico**

Il manto impermeabilizzante integrato a moduli fotovoltaici flessibili permette, oltre alla funzione impermeabilizzante, anche quella di produrre elettricità a partire dall'energia solare; la protezione impermeabile è garantita da un manto in poliolefina stabilizzato con armatura interna in velo di vetro ed accoppiato in fase di produzione ad un tessuto non tessuto.

Questi manufatti sono oggi particolarmente utilizzati per la loro facile posa in opera, per sfruttare le ampie superfici dalle coperture e dalle terrazze non accessibili (coperture a vista) in lavori nuovi e nei rifacimenti di coperture esistenti adattandosi facilmente alle forme della copertura nel caso di coperture curve o a volta.

### **ANOMALIE RISCONTRABILI**

#### **01.01.17.A01 Accumuli superficiali**

Depositi di varia natura sulla superficie dei moduli.

#### **01.01.17.A02 Difetti di posa**

Difetti di posa dei film dovuti a cattivo incollaggio.

#### **01.01.17.A03 Ristagni di acqua**

Cattivo o insufficiente livello delle pendenze del massetto per cui si verificano ristagni di acque meteoriche.

#### **01.01.17.A04 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

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

#### **01.01.17.C01 Controllo generale**

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: Controllo a vista*

Verificare la perfetta aderenza del manto impermeabile al sottostante supporto. Controllare che non ci siano ristagni di acqua.

- Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di posa; 2) Ristagni di acqua.
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

### **01.01.17.C02 Controllo stabilità**

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.17.I01 Pulizia membrane**

*Cadenza: ogni 3 mesi*

Eseguire, dove possibile, la pulizia delle membrane per aumentare la capacità assorbente dell'energia solare.

- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

### **01.01.17.I02 Sostituzione**

*Cadenza: quando occorre*

Eseguire la sostituzione delle celle quando deteriorate e/o usurate.

- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

**Elemento Manutenibile: 01.01.18**

## **Membrana in caucciù con pannelli fotovoltaici integrati**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Impianto fotovoltaico**

La membrana in caucciù con pannelli fotovoltaici è costituita da un rotolo di membrana di gomma sul quale sono applicati i moduli fotovoltaici; queste membrane trovano larga applicazione sulle coperture dei capannoni industriali grazie alla leggerezza per cui non è necessario rinforzare il tetto su cui andranno installate. Le membrane sono dotate di un sistema di auto correzione che, quando la temperatura oltrepassa i 40°C, massimizza l'energia generata.

## **ANOMALIE RISCONTRABILI**

### **01.01.18.A01 Accumuli superficiali**

Depositi di varia natura sulla superficie dei moduli.

### **01.01.18.A02 Difetti di posa**

Difetti di posa delle membrane dovuti a cattivo fissaggio sulla struttura.

### **01.01.18.A03 Ristagni di acqua**

Cattivo o insufficiente livello delle pendenze per cui si verificano ristagni di acque meteoriche.

## **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.18.C01 Controllo generale**

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Controllo a vista*

Verificare la perfetta aderenza della membrana al sottostante supporto. Controllare che non ci siano ristagni di acqua.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di posa;* 2) *Ristagni di acqua.*
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

### **01.01.18.C02 Controllo energia**

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: Misurazioni*

Verificare che l'energia prodotta dalle celle sia quella indicata dai progettisti nel rispetto dell'orientamento e della zona di esposizione.

- Requisiti da verificare: 1) *Certificazione ecologica.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Accumuli superficiali.*
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

## MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.18.I01 Pulizia membrane

*Cadenza: ogni 3 mesi*

Eseguire, dove possibile, la pulizia delle membrane per aumentare la capacità assorbente dell'energia solare.

- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

### 01.01.18.I02 Sostituzione

*Cadenza: quando occorre*

Eseguire la sostituzione delle membrane quando deteriorate e/o usurate.

- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

**Elemento Manutenibile: 01.01.19**

## Membrana impermeabile ad alta permeabilità al vapore

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Impianto fotovoltaico**

Con l'installazione di pannelli fotovoltaici si verifica spesso un aumento elevato della temperatura al di sotto degli stessi pannelli; questo aumento della temperatura provoca deterioramenti delle superfici sulle quali sono installati i pannelli (tegole, superfici impermeabili, pavimentazioni, ecc.). Per ovviare a questo inconveniente può risultare utile installare una membrana impermeabile ad alta permeabilità al vapore che permette di disperdere una quantità di calore oltre a rimanere stabile agli UV e impermeabile all'acqua.

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### 01.01.19.A01 Delimitazione e scagliatura

Disgregazione in scaglie delle superfici.

### 01.01.19.A02 Deformazione

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

### 01.01.19.A03 Disgregazione

Disgregazione della massa con polverizzazione degli elementi.

### 01.01.19.A04 Distacco

Distacco degli elementi dai dispositivi di fissaggio e relativo scorrimento.

### 01.01.19.A05 Fessurazioni, microfessurazioni

Incrinature localizzate interessanti lo spessore degli elementi.

### 01.01.19.A06 Scollamenti tra membrane, sfaldature

Scollamento delle membrane e sfaldature delle stesse con localizzazione di aree disconnesse dallo strato inferiore e relativo innalzamento rispetto al piano di posa originario. In genere per posa in opera errata o per vetustà degli elementi.

## CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.19.C01 Controllo energia

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: Misurazioni*

Verificare che l'energia prodotta dalle celle sia quella indicata dai progettisti nel rispetto dell'orientamento e della zona di esposizione.

- Requisiti da verificare: 1) *Certificazione ecologica.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Delimitazione e scagliatura.*
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

## MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.19.I01 Sostituzione membrana

*Cadenza: quando occorre*

Sostituzione della membrana quando deteriorata.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

**Elemento Manutenibile: 01.01.20**

## Micro inverter

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Impianto fotovoltaico**

I micro inverter convertono la corrente continua in uscita da ogni singolo pannello in corrente alternata pronta per essere inviata alla rete di distribuzione.

Sono in genere installati direttamente sulla struttura di supporto dei moduli fotovoltaici e presentano dimensioni ridotte e migliore efficienza che può essere indicata come:

- efficienza di picco ovvero la quantità di energia più alta che l'inverter può convertire;
- efficienza pesata espressa attraverso l'efficienza media dell'inverter.

## REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

### 01.01.20.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

### 01.01.20.A01 Anomalie dei fusibili

Difetti di funzionamento dei fusibili.

### 01.01.20.A02 Anomalie delle spie di segnalazione

Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.

### 01.01.20.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.

### 01.01.20.A04 Emissioni elettromagnetiche

Valori delle emissioni elettromagnetiche non controllate dall'inverter.

### 01.01.20.A05 Infiltrazioni

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

### 01.01.20.A06 Scariche atmosferiche

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

### 01.01.20.A07 Sovratensioni

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

### **01.01.20.A08 Sbalzi di tensione**

Sbalzi dei valori della tensione elettrica.

## **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.20.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. Controllare che il sistema di dispersione del calore sia libero da ostruzioni e accumuli di materiale.

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

### **01.01.20.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: *Tecnico fotovoltaico.*

### **01.01.20.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: *Tecnico fotovoltaico.*

### **01.01.20.C04 Controllo energia inverter**

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: Misurazioni*

Eseguire una misurazione dell'energia prodotta e che i valori ottenuti siano conformi a quelli indicati dai produttori degli inverter.

- Requisiti da verificare: 1) *Controllo consumi;* 2) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Sbalzi di tensione.*
- Ditte specializzate: *Elettricista, Tecnico fotovoltaico.*

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.20.I01 Pulizia generale**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

Pulizia generale utilizzando aria secca a bassa pressione.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

### **01.01.20.I02 Serraggio**

*Cadenza: ogni anno*

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

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

### **01.01.20.I03 Sostituzione inverter**

*Cadenza: ogni 3 anni*

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

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

**Elemento Manutenibile: 01.01.21**

## **Modulo fotovoltaico ad integrazione architettonica**

Il modulo fotovoltaico ad integrazione architettonica è la combinazione ottimale tra copertura del tetto e generatore di corrente. Infatti questi moduli fotovoltaici sono utilizzati come vero e proprio materiale edilizio; risultano quindi particolarmente indicati quando c'è l'esigenza di un'integrazione architettonica totale (con ottima resa estetica).

Il modulo fotovoltaico ad integrazione architettonica è realizzato con celle in silicio del tipo poli o monocristalline ad alto rendimento e sono protette dal vetro fotovoltaico su cui viene applicata una copertura antiriflesso; tale copertura permette di catturare più luce e conferisce al vetro sia caratteristiche idrofile sia proprietà antiriflettenti.

## REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

### 01.01.21.R01 Efficienza di conversione

*Classe di Requisiti: Di funzionamento*

*Classe di Esigenza: Gestione*

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

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### 01.01.21.A01 Anomalie rivestimento

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

### 01.01.21.A02 Deposito superficiale

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

### 01.01.21.A03 Difetti di serraggio morsetti

Difetti di serraggio dei morsetti elettrici dei pannelli solari.

### 01.01.21.A04 Difetti di fissaggio

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

### 01.01.21.A05 Difetti di tenuta

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

### 01.01.21.A06 Incrostazioni

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

### 01.01.21.A07 Infiltrazioni

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

### 01.01.21.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.

### 01.01.21.A09 Sbalzi di tensione

Sbalzi dei valori della tensione elettrica.

## CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.21.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.*

### 01.01.21.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.*

#### **01.01.21.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.*

#### **01.01.21.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) *Infiltrazioni;* 6) *Deposito superficiale.*
- Ditte specializzate: *Generico.*

#### **01.01.21.C05 Controllo energia prodotta**

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: TEST - Controlli con apparecchiature*

Verificare la quantità di energia prodotta dall'impianto rispetto a quella indicata dal produttore in condizioni normali di funzionamento.

- Requisiti da verificare: 1) *Controllo consumi;* 2) *Riduzione del fabbisogno d'energia primaria.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Sbalzi di tensione.*
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

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

#### **01.01.21.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.

#### **01.01.21.I02 Sostituzione celle**

*Cadenza: ogni 10 anni*

Sostituzione delle celle che non assicurano un rendimento accettabile.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

#### **01.01.21.I03 Serraggio**

*Cadenza: quando occorre*

Eseguire il serraggio della struttura di sostegno delle celle

- Ditte specializzate: *Generico.*

**Elemento Manutenibile: 01.01.22**

## **Modulo fotovoltaico con celle in silicio monocristallino**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Impianto fotovoltaico**

La cella fotovoltaica o cella solare è l'elemento base nella costruzione di un modulo fotovoltaico.

I moduli in silicio monocristallini sono realizzati in maniera che ogni cella fotovoltaica sia cablata in superficie con una griglia di materiale conduttore che ne canalizzi gli elettroni; ogni singola cella viene connessa alle altre mediante nastri metallici, in modo da formare opportune serie e paralleli elettrici.

Il modulo fotovoltaico in silicio è costituito da un sandwich di materie prime denominato laminato e dai materiali accessori atti a rendere usabile il laminato.

Il sandwich viene così composto:

- sopra una superficie posteriore di supporto (in genere realizzata in un materiale isolante con scarsa dilatazione termica come il vetro temperato o un polimero come il tedlar) vengono appoggiati un sottile strato di acetato di vinile (spesso indicato con la sigla EVA), la matrice di moduli preconnessi mediante dei nastri, un secondo strato di acetato e un materiale trasparente che funge da protezione meccanica anteriore per le celle fotovoltaiche (in genere vetro temperato);

- dopo il procedimento di pressofusione (che trasforma l'EVA in collante inerte) le terminazioni elettriche dei nastri vengono chiuse in una morsettiera stagna e il "sandwich" ottenuto viene fissato ad una cornice in alluminio; tale cornice sarà utilizzata per il fissaggio del pannello alle strutture di sostegno.

Le celle al silicio monocristallino sono di colore blu scuro alquanto uniforme ed hanno una purezza superiore a quelle realizzate al silicio policristallino ma hanno costi più elevati rispetto al silicio policristallino.

I moduli fotovoltaici con celle in silicio monocristallino vengono utilizzati per impianti a bassa potenza.

## REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

### 01.01.22.R01 Efficienza di conversione

*Classe di Requisiti: Di funzionamento*

*Classe di Esigenza: Gestione*

I moduli fotovoltaici devono essere realizzati 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

### 01.01.22.A01 Anomalie rivestimento

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

### 01.01.22.A02 Deposito superficiale

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

### 01.01.22.A03 Difetti di serraggio morsetti

Difetti di serraggio dei morsetti elettrici dei pannelli solari.

### 01.01.22.A04 Difetti di fissaggio

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

### 01.01.22.A05 Difetti di tenuta

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

### 01.01.22.A06 Incrostazioni

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

### 01.01.22.A07 Infiltrazioni

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

### 01.01.22.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.

### 01.01.22.A09 Sbalzi di tensione

Sbalzi dei valori della tensione elettrica.

## CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.22.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.*

### 01.01.22.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.*

### **01.01.22.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.*

### **01.01.22.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) *Infiltrazioni;* 6) *Deposito superficiale.*
- Ditte specializzate: *Generico.*

### **01.01.22.C05 Controllo energia prodotta**

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: TEST - Controlli con apparecchiature*

Verificare la quantità di energia prodotta dall'impianto rispetto a quella indicata dal produttore in condizioni normali di funzionamento.

- Requisiti da verificare: 1) *Controllo consumi;* 2) *Riduzione del fabbisogno d'energia primaria.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Sbalzi di tensione.*
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.22.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.

### **01.01.22.I02 Sostituzione celle**

*Cadenza: ogni 10 anni*

Sostituzione delle celle che non assicurano un rendimento accettabile.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

### **01.01.22.I03 Serraggio**

*Cadenza: quando occorre*

Eseguire il serraggio della struttura di sostegno delle celle

- Ditte specializzate: *Generico.*

## **Elemento Manutenibile: 01.01.23**

# **Modulo fotovoltaico con celle in silicio policristallino**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Impianto fotovoltaico**

Le celle in silicio policristallino si realizzano riciclando lo scarto di silicio il quale viene rifiuto per ottenere una composizione cristallina compatta. Questi scarti di silicio vengono fusi all'interno di un crogiolo in modo da creare un composto omogeneo che poi viene raffreddato in modo tale da generare una cristallizzazione che si sviluppa in verticale. Si ottiene così un pezzo di silicio solido che poi viene tagliato verticalmente in lingotti di forma parallelepipedo; successivamente, con un taglio orizzontale, si ricavano delle fette di spessore simile ai wafer del monocristallo. I wafer vengono puliti con un attacco in soda e poi drogati con il fosforo per la realizzazione delle giunzioni P-N; successivamente si applica un sottile strato antiriflesso e si realizzano per serigrafia o elettrodeposizione i contatti elettrici anteriori (griglia metallica) e posteriori (superficie continua metallica). Le celle in silicio policristallino hanno un'efficienza che va dal 12 al 14%.

I moduli fotovoltaici con celle in silicio policristallino si prestano molto bene per realizzare impianti fotovoltaici di grande potenza sia per l'alto rendimento alle alte temperature sia per la facilità di reperire le materie prime sul mercato.

## REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

### 01.01.23.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

### 01.01.23.A01 Anomalie rivestimento

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

### 01.01.23.A02 Deposito superficiale

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

### 01.01.23.A03 Difetti di serraggio morsetti

Difetti di serraggio dei morsetti elettrici dei pannelli solari.

### 01.01.23.A04 Difetti di fissaggio

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

### 01.01.23.A05 Difetti di tenuta

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

### 01.01.23.A06 Incrostazioni

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

### 01.01.23.A07 Infiltrazioni

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

### 01.01.23.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.

### 01.01.23.A09 Sbalzi di tensione

Sbalzi dei valori della tensione elettrica.

## CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.23.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.*

### 01.01.23.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.*

### 01.01.23.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*.

### **01.01.23.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) Infiltrazioni; 6) Deposito superficiale.
- Ditte specializzate: *Generico*.

### **01.01.23.C05 Controllo energia prodotta**

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: TEST - Controlli con apparecchiature*

Verificare la quantità di energia prodotta dall'impianto rispetto a quella indicata dal produttore in condizioni normali di funzionamento.

- Requisiti da verificare: 1) Controllo consumi; 2) Riduzione del fabbisogno d'energia primaria.
- Anomalie riscontrabili: 1) Sbalzi di tensione.
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico*.

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.23.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.

### **01.01.23.I02 Sostituzione celle**

*Cadenza: ogni 10 anni*

Sostituzione delle celle che non assicurano un rendimento accettabile.

- Ditte specializzate: *Elettricista*.

### **01.01.23.I03 Serraggio**

*Cadenza: quando occorre*

Eseguire il serraggio della struttura di sostegno delle celle

- Ditte specializzate: *Generico*.

## **Elemento Manutenibile: 01.01.24**

# **Modulo fotovoltaico flessibile**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Impianto fotovoltaico**

Si tratta di materiali innovativi e sono costituiti da un nastro fotovoltaico su supporto flessibile impermeabilizzante; questi materiali sono spesso utilizzati nella sostituzione della guaina impermeabilizzante ottenendo due effetti contemporaneamente: la impermeabilizzazione della superficie su cui insiste il nastro fotovoltaico ed il recupero dell'energia solare per produrre energia elettrica.

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

### **01.01.24.R01 Resistenza al gelo**

*Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

Il modulo fotovoltaico flessibile non deve subire disgregazioni e variazioni dimensionali e di aspetto in conseguenza della formazione di ghiaccio.

#### **Prestazioni:**

Sotto l'azione di gelo e disgelo, gli elementi del modulo fotovoltaico flessibile devono conservare inalterate le proprie caratteristiche chimico-fisiche, geometriche, funzionali e di finitura superficiale.

**Livello minimo della prestazione:**

In particolare si rimanda alle norme specifiche vigenti di settore.

**01.01.24.R02 Efficienza di conversione**

*Classe di Requisiti: Di funzionamento*

*Classe di Esigenza: Gestione*

I moduli fotovoltaici devono essere realizzati 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****01.01.24.A01 Deformazione**

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

**01.01.24.A02 Degrado chimico - fisico**

Fenomeni di invecchiamento, disgregazione e ossidazione a carico delle superfici degli strati di tenuta.

**01.01.24.A03 Deposito superficiale**

Accumulo di materiale e di incrostazioni di diversa consistenza, spessore e aderenza diversa.

**01.01.24.A04 Difetti di ancoraggio, di raccordo, di sovrapposizione, di assemblaggio**

Difetti nella posa degli elementi costituenti il manto di copertura con conseguente errata sovrapposizione degli stessi e rischio di infiltrazioni di acqua piovana.

**01.01.24.A05 Difetti di fissaggio**

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

**01.01.24.A06 Difetti di serraggio morsetti**

Difetti di serraggio dei morsetti elettrici dei pannelli solari.

**01.01.24.A07 Difetti di tenuta**

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

**01.01.24.A08 Distacco**

Distacco degli elementi dai dispositivi di fissaggio e relativo scorrimento.

**01.01.24.A09 Fessurazioni, microfessurazioni**

Incrinature localizzate interessanti lo spessore degli elementi.

**01.01.24.A10 Incrinature**

Incrinature, corrugamenti, lacerazioni e conseguenti rotture della membrana.

**01.01.24.A11 Incrostazioni**

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

**01.01.24.A12 Infiltrazioni**

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

**01.01.24.A13 Infragilimento e porosizzazione della membrana**

Infragilimento della membrana con conseguente perdita di elasticità e rischio di rottura.

**01.01.24.A14 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.

**01.01.24.A15 Penetrazione e ristagni d'acqua**

Comparsa di macchie da umidità e/o gocciolamento localizzato in prossimità del soffitto e negli angoli per cause diverse quali: invecchiamento dello strato impermeabilizzante con rottura della guaina protettiva; rottura o spostamenti degli elementi di copertura; ostruzione delle linee di deflusso acque meteoriche.

**01.01.24.A16 Presenza di vegetazione**

Presenza di vegetazione caratterizzata dalla formazione di licheni, muschi e piante in prossimità di superfici o giunti degradati.

**01.01.24.A17 Scollamenti tra membrane, sfaldature**

Scollamento delle membrane e sfaldature delle stesse con localizzazione di aree disconnesse dallo strato inferiore e relativo innalzamento rispetto al piano di posa originario. In genere per posa in opera errata o per vetustà degli elementi.

### **01.01.24.A18 Sollevamenti**

Formazione di pieghe e microfessurazioni causate da sollevamenti e ondulazioni del manto.

### **01.01.24.A19 Sbalzi di tensione**

Sbalzi dei valori della tensione elettrica.

## **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.24.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.*

### **01.01.24.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.*

### **01.01.24.C03 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) *Infiltrazioni;* 6) *Deposito superficiale.*
- Ditte specializzate: *Generico.*

### **01.01.24.C04 Controllo energia prodotta**

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: TEST - Controlli con apparecchiature*

Verificare la quantità di energia prodotta dall'impianto rispetto a quella indicata dal produttore in condizioni normali di funzionamento.

- Requisiti da verificare: 1) *Controllo consumi;* 2) *Riduzione del fabbisogno d'energia primaria.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Sbalzi di tensione.*
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.24.I01 Pulizia**

*Cadenza: ogni 3 mesi*

Eseguire la pulizia della superficie del manto impermeabile per favorire l'assorbimento delle radiazioni solari.

- Ditte specializzate: *Generico.*

### **01.01.24.I02 Rinnovo impermeabilizzazione**

*Cadenza: ogni 15 anni*

Rifacimento completo del manto mediante rimozione del vecchio manto se gravemente danneggiato.

- Ditte specializzate: *Impermeabilizzatore, Specializzati vari.*

### **01.01.24.I03 Sostituzione celle**

*Cadenza: ogni 10 anni*

Sostituzione delle celle che non assicurano un rendimento accettabile.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

**Elemento Manutenibile: 01.01.25**

## **Modulo fotovoltaico a film sottile**

I moduli fotovoltaici a film sottile sono costituiti da particolari celle solari in silicio amorfo (dello spessore di qualche micron) che vengono incapsulate in un polimero stabilizzato ai raggi ultravioletti; questa particolare tipologia costruttiva garantisce grazie ai diodi di bypass, anche quando un modulo è in ombra, il funzionamento dell'intera stringa.

I moduli così realizzati possono essere installati, attraverso incollaggio, direttamente sugli elementi strutturali esistenti quali tetti di capannoni industriali, facciate, grandi vetrate, volte, pensiline, tettoie, falde e serre.

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### 01.01.25.A01 Accumuli superficiali

Depositi di varia natura sulla superficie dei moduli.

### 01.01.25.A02 Anomalie diodi

Difetti di funzionamento dei diodi di by pass.

### 01.01.25.A03 Difetti di posa

Difetti di posa dei film dovuti a cattivo incollaggio.

### 01.01.25.A04 Difetti di ancoraggio

Difetti di tenuta dei moduli sulle relative strutture.

### 01.01.25.A05 Sbalzi di tensione

Sbalzi dei valori della tensione elettrica.

## CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.25.C01 Controllo generale

*Cadenza: ogni 3 mesi*

*Tipologia: Controllo a vista*

Verificare la perfetta aderenza dei moduli fotovoltaici al sottostante supporto. Controllare che i diodi di by pass siano collegati.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di posa*; 2) *Anomalie diodi*.
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico*.

### 01.01.25.C02 Controllo energia prodotta

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: TEST - Controlli con apparecchiature*

Verificare la quantità di energia prodotta dall'impianto rispetto a quella indicata dal produttore in condizioni normali di funzionamento.

- Requisiti da verificare: 1) *Controllo consumi*; 2) *Riduzione del fabbisogno d'energia primaria*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Sbalzi di tensione*.
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico*.

## MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.25.I01 Pulizia moduli

*Cadenza: ogni 3 mesi*

Eseguire, dove possibile, la pulizia dei moduli per aumentare la capacità assorbente dell'energia solare.

- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico*.

### 01.01.25.I02 Sostituzione

*Cadenza: quando occorre*

Eseguire la sostituzione dei moduli quando deteriorati e/o usurati.

- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico*.

## Elemento Manutenibile: 01.01.26

# Moduli massimizzatori di energia

Gli ottimizzatori per gli impianti fotovoltaici sono dei piccoli apparecchi (in genere sono delle scatole in plastica che vengono applicate sul retro di ogni pannello fotovoltaico) che consentono alle celle di lavorare sempre al punto di lavoro ottimale in base alle condizioni produttive così da non ostacolare la produzione dell'intera stringa e dell'intero impianto fotovoltaico. Inoltre gli ottimizzatori di potenza trasmettono ad una centralina, via wireless e in tempo reale, i dati di produzione di ogni singolo modulo, in maniera da tenere in costante monitoraggio e controllo il rendimento di ogni singolo pannello.

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### 01.01.26.A01 Difetti di funzionamento

Difetti di funzionamento del modulo massimizzatore di energia.

### 01.01.26.A02 Difetti di serraggio

Difetti di serraggio del modulo sulla relativa cella fotovoltaica.

## CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.26.C01 Verifica generale

*Cadenza: ogni 3 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare che il modulo sia ben fissato alla cella fotovoltaica e che non ci siano malfunzionamenti in atto.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di funzionamento*; 2) *Difetti di serraggio*.
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico*.

### 01.01.26.C02 Controllo dei materiali elettrici

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare che i materiali utilizzati non contengano sostanze dannose per l'ambiente e siano idonei alla funzione indicata dal produttore.

- Requisiti da verificare: 1) *Certificazione ecologica*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di funzionamento*.
- Ditte specializzate: *Elettricista, Tecnico fotovoltaico*.

## MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.26.I01 Sostituzione

*Cadenza: ogni 25 anni*

Eseguire la sostituzione del modulo massimizzatore di energia.

- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico*.

## Elemento Manutenibile: 01.01.27

## Muro tenda

Unità Tecnologica: 01.01

Impianto fotovoltaico

Il muro tenda è interamente realizzato con moduli vetrati fotovoltaici protetti da tedlar trasparente che consente così il passaggio della luce; inoltre tale soluzione permette di eliminare la cornice metallica sul lato esterno della facciata.

Il tedlar è un film di polivinilfluoruro caratterizzato da eccellenti proprietà chimiche, elettriche e di resistenza meccanica; inoltre il tedlar ha buona capacità di barriera ai raggi UV e di resistenza all'invecchiamento atmosferico è pertanto particolarmente indicato in tutte quelle situazioni che richiedono protezione dallo sporco e dall'attacco chimico (inquinamento atmosferico, smog, ecc.).

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### 01.01.27.A01 Alterazione cromatica

Alterazione che si può manifestare attraverso la variazione di uno o più parametri che definiscono il colore: tinta, chiarezza, saturazione. Può evidenziarsi in modo localizzato o in zone più ampie diversamente a secondo delle condizioni.

### 01.01.27.A02 Distacco tedlar

Distacco della pellicola protettiva dai moduli fotovoltaici.

### **01.01.27.A03 Incrostazioni**

Formazione di muschi e licheni sulla superficie dei moduli fotovoltaici che sono causa di cali di rendimento.

### **01.01.27.A04 Rotture**

Rotture dello strato superficiale vetrato dei moduli fotovoltaici.

### **01.01.27.A05 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.27.C01 Verifica generale**

*Cadenza: ogni 3 mesi*

*Tipologia: Verifica*

Verificare che la pellicola di protezione dei moduli sia saldamente incollata agli stessi.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Distacco tedlar.*
- Ditte specializzate: *Serramentista.*

### **01.01.27.C02 Controllo stabilità**

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.27.I01 Ripristino pellicola protettiva**

*Cadenza: quando occorre*

Ripristino dello strato protettivo dei moduli fotovoltaici.

- Ditte specializzate: *Serramentista.*

### **01.01.27.I02 Sostituzione celle**

*Cadenza: ogni 10 anni*

Sostituzione delle celle che non assicurano un rendimento accettabile.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

## **Elemento Manutenibile: 01.01.28**

# **Pannello precoibentato con modulo fotovoltaico integrato**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Impianto fotovoltaico**

Il pannello precoibentato con modulo fotovoltaico integrato è una proposta innovativa in quanto si ha la possibilità di soddisfare due esigenze con lo stesso prodotto: coperture per tetti e cella fotovoltaica. Il pannello è composto da un'anima isolante in poliuretano espanso ad alta densità rivestita da lamiera rigida in acciaio o alluminio preverniciata e sulla quale viene montato il modulo fotovoltaico; tale soluzione permette una ventilazione dei moduli fotovoltaici che viene favorita dall'altezza delle greche che permette agli stessi di ottimizzare la produzione di energia. Infatti si ha un aumento dell'isolamento termico del pannello grazie all'effetto di tetto ventilato realizzato per la combinazione del pannello da copertura con il modulo fotovoltaico incassato; questa ventilazione permette di ridurre sensibilmente la temperatura della lamiera esterna del pannello e conseguente miglioramento della performance energetica degli edifici.

## **ANOMALIE RISCONTRABILI**

### **01.01.28.A01 Anomalie rivestimento**

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

### **01.01.28.A02 Deposito superficiale**

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

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

Difetti di serraggio dei morsetti elettrici dei pannelli solari.

### **01.01.28.A04 Difetti di fissaggio**

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

### **01.01.28.A05 Difetti di tenuta**

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

### **01.01.28.A06 Fessurazioni, microfessurazioni**

Incrinature localizzate interessanti lo spessore degli elementi.

### **01.01.28.A07 Incrostazioni**

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

### **01.01.28.A08 Infiltrazioni**

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

### **01.01.28.A09 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**

### **01.01.28.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, Tecnico fotovoltaico.*

### **01.01.28.C02 Controllo diodi**

*Cadenza: ogni 3 mesi*

*Tipologia: Ispezione*

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

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

### **01.01.28.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 e dei relativi pannelli.

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

### **01.01.28.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) *Infiltrazioni;* 6) *Deposito superficiale.*
- Ditte specializzate: *Generico, Tecnico fotovoltaico.*

### **01.01.28.C05 Controllo energia celle**

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: Misurazioni*

Verificare che l'energia prodotta dalle celle sia quella indicata dai progettisti nel rispetto dell'orientamento e della zona di esposizione.

- Requisiti da verificare: 1) *Certificazione ecologica;* 2) *Controllo consumi.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Deposito superficiale;* 2) *Incrostazioni.*
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

## MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.28.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.

- Ditte specializzate: *Generico*.

### 01.01.28.I02 Serraggio

*Cadenza: quando occorre*

Eseguire il serraggio della struttura di sostegno delle celle

- Ditte specializzate: *Generico, Tecnico fotovoltaico*.

### 01.01.28.I03 Sostituzione celle

*Cadenza: ogni 10 anni*

Sostituzione delle celle che non assicurano un rendimento accettabile.

- Ditte specializzate: *Elettricista, Tecnico fotovoltaico*.

**Elemento Manutenibile: 01.01.29**

## Parzializzatore di potenza

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Impianto fotovoltaico**

Il parzializzatore di potenza è un dispositivo progettato per deviare in automatico l'energia in eccesso prodotta dall'impianto fotovoltaico ad un carico resistivo (ad esempio boiler elettrici) modulandone la potenza attivandola per la sola potenza disponibile in eccesso senza prelevare energia dalla rete. È indicato per alimentare carichi monofasi resistivi e induttivi; infatti la tensione di uscita è direttamente proporzionale al segnale di riferimento mentre la corrente sul carico è funzione della tensione sul carico stesso e può essere limitata al valore desiderato (mediante il potenziometro esterno).

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### 01.01.29.A01 Anomalie display

Difetti di funzionamento del display di segnalazione e comando.

### 01.01.29.A02 Anomalie led

Difetti di funzionamento dei led indicatori di funzionamento.

### 01.01.29.A03 Corrosione

Fenomeni di corrosione dovuti ad eccessiva umidità degli ambienti dove installato il dispositivo.

### 01.01.29.A04 Surriscaldamento

Eccessivi valori della temperatura per cui si verificano malfunzionamenti.

### 01.01.29.A05 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.29.C01 Controllo generale

*Cadenza: ogni 3 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare che il parzializzatore sia operante in ambiente asciutto e con adeguata ventilazione; verificare il corretto funzionamento del display e dei led luminosi.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie display*; 2) *Anomalie led*; 3) *Corrosione*; 4) *Surriscaldamento*.
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico*.

### 01.01.29.C02 Controllo stabilità

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità*.

- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico*.

## MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.29.I01 Pulizia

*Cadenza: ogni 3 mesi*

Eeguire la pulizia dello strumento con un panno leggermente imbevuto di acqua o con detergente non abrasivo e senza solvente.

- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico*.

## Elemento Manutenibile: 01.01.30

## Quadro elettrico

Unità Tecnologica: 01.01

Impianto fotovoltaico

Nel quadro elettrico degli impianti fotovoltaici (connessi ad una rete elettrica) avviene la distribuzione dell'energia. In caso di consumi elevati o in assenza di alimentazione da parte dei moduli fotovoltaici la corrente viene prelevata dalla rete pubblica. In caso contrario l'energia fotovoltaica eccedente viene di nuovo immessa in rete. Inoltre esso misura la quantità di energia fornita dall'impianto fotovoltaico alla rete.

I quadri elettrici dedicati agli impianti fotovoltaici possono essere a quadro di campo e quadro di interfaccia rete.

Le strutture più elementari sono centralini da incasso, in materiale termoplastico autoestinguento, con indice di protezione IP40, fori asolati e guida per l'assemblaggio degli interruttori e delle morsette e devono essere del tipo stagno in materiale termoplastico con grado di protezione non inferiore a IP65.

## REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

### 01.01.30.R01 Accessibilità

*Classe di Requisiti: Facilità d'intervento*

*Classe di Esigenza: Funzionalità*

I quadri devono essere facilmente accessibili per consentire un facile utilizzo sia nel normale funzionamento sia in caso di guasti.

#### **Prestazioni:**

E' opportuno che sia assicurata la qualità della progettazione, della fabbricazione e dell'installazione dei materiali e componenti con riferimento a 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.

### 01.01.30.R02 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

### 01.01.30.A01 Anomalie dei contattori

Difetti di funzionamento dei contattori.

### 01.01.30.A02 Anomalie dei fusibili

Difetti di funzionamento dei fusibili.

### 01.01.30.A03 Anomalie dei magnetotermici

Difetti di funzionamento degli interruttori magnetotermici.

### 01.01.30.A04 Anomalie dei relè

Difetti di funzionamento dei relè termici.

### **01.01.30.A05 Anomalie delle spie di segnalazione**

Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.

### **01.01.30.A06 Depositi di materiale**

Accumulo di polvere sui contatti che provoca malfunzionamenti.

### **01.01.30.A07 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.

### **01.01.30.A08 Difetti di taratura**

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

### **01.01.30.A09 Difetti di tenuta serraggi**

Difetti di tenuta dei bulloni e dei morsetti.

### **01.01.30.A10 Surriscaldamento**

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

### **01.01.30.A11 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.30.C01 Verifica dei condensatori**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

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

- Requisiti da verificare: 1) *Isolamento elettrico.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie dei contattori.*
- Ditte specializzate: *Elettricista.*

### **01.01.30.C02 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.*

### **01.01.30.C03 Controllo stabilità**

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.30.I01 Pulizia generale**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

Pulizia generale utilizzando aria secca a bassa pressione.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

### **01.01.30.I02 Serraggio**

*Cadenza: ogni anno*

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

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

### **01.01.30.I03 Sostituzione quadro**

*Cadenza: ogni 20 anni*

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

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

## Regolatore di carica

Unità Tecnologica: 01.01

Impianto fotovoltaico

Il regolatore di carica è un importante componente dell'impianto fotovoltaico che regola la tensione generata dal sistema per una corretta gestione delle batterie. Protegge le batterie in situazioni di carica eccessiva o insufficiente e ne garantisce la durata massima.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.01.31.A01 Anomalie morsettiere

Difetti di funzionamento delle morsettiere di serraggio dei cavi di alimentazione.

#### 01.01.31.A02 Anomalie sensore temperatura

Difetti di funzionamento del sensore della temperatura.

#### 01.01.31.A03 Anomalie batteria

Difetti di funzionamento della batteria del regolatore di carica.

#### 01.01.31.A04 Carica eccessiva

La tensione applicata supera il limite della batteria dell'impianto.

#### 01.01.31.A05 Corti circuiti

Corti circuiti dovuti all' utilizzo di cavi di sezione non adeguata.

#### 01.01.31.A06 Difetti spie di segnalazione

Difetti di funzionamento del display di segnalazione.

#### 01.01.31.A07 Scarica eccessiva

Si può verificare quando l'impianto fotovoltaico non riesce a fornire il quantitativo di corrente necessario a mantenere in carica le batterie provocandone il danneggiamento irreversibile.

#### 01.01.31.A08 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

### CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

#### 01.01.31.C01 Controllo generale

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: Controllo a vista*

Verificare la corretta pressione di serraggio dei vari morsetti; verificare che la batteria collegata sia supportata dal regolatore. Controllare il giusto diametro dei cavi di collegamento per evitare corti circuiti e che gli indicatori del display (se presente) siano funzionanti.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie morsettiere.*
- Ditte specializzate: *Elettricista.*

#### 01.01.31.C02 Controllo stabilità

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

### MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

#### 01.01.31.I01 Sostituzioni

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire, quando usurati o non più rispondenti alle norme, i regolatori di carica.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

## Relè protezione interfaccia

Unità Tecnologica: 01.01

Impianto fotovoltaico

Il relè di protezione di interfaccia (SPI) è un dispositivo deputato al controllo della tensione e della frequenza di rete; quando i parametri sono al di fuori delle soglie impostate provvede al distacco della generazione diffusa.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.01.32.A01 Anomalie bobina di sgancio

Difetti di funzionamento della bobina di sgancio necessaria per realizzare la funzione di rinalzo.

#### 01.01.32.A02 Anomalie dei dispositivi di comando

Difetti di funzionamento dei dispositivi di regolazione e comando.

#### 01.01.32.A03 Anomalie fusibile

Difetti di funzionamento dei fusibili.

#### 01.01.32.A04 Difetti di regolazione

Difetti di funzionamento delle viti di regolazione dei relè.

#### 01.01.32.A05 Difetti di serraggio

Difetti di serraggio dei fili dovuti ad anomalie delle viti serrafilo.

### CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

#### 01.01.32.C01 Controllo generale

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare il corretto serraggio dei fili nei rispettivi serrafili. Controllare che tutti i dispositivi di regolazione e comando siano funzionanti.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie dei dispositivi di comando*; 2) *Difetti di regolazione*; 3) *Difetti di serraggio*.
- Ditte specializzate: *Elettricista, Tecnico fotovoltaico*.

#### 01.01.32.C02 Controllo dei materiali elettrici

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare che i materiali utilizzati non contengano sostanze dannose per l'ambiente e siano idonei alla funzione indicata dal produttore.

- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico*.

### MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

#### 01.01.32.I01 Serraggio fili

*Cadenza: ogni 6 mesi*

Eseguire il serraggio di tutti i fili in entrata ed in uscita dal relè.

- Ditte specializzate: *Elettricista, Tecnico fotovoltaico*.

#### 01.01.32.I02 Sostituzione

*Cadenza: quando occorre*

Eseguire la sostituzione dei relè deteriorati quando necessario.

- Ditte specializzate: *Elettricista, Tecnico fotovoltaico*.

## 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.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.01.33.A01 Anomalie dei contatti ausiliari

Difetti di funzionamento dei contatti ausiliari.

#### 01.01.33.A02 Anomalie delle molle

Difetti di funzionamento delle molle.

#### 01.01.33.A03 Anomalie degli sganciatori

Difetti di funzionamento degli sganciatori di apertura e chiusura.

#### 01.01.33.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.

#### 01.01.33.A05 Difetti varistore

Esaurimento del varistore delle cartucce dello scaricatore.

#### 01.01.33.A06 Difetti spie di segnalazione

Difetti delle spie luminose indicatrici del funzionamento.

#### 01.01.33.A07 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

### CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

#### 01.01.33.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*.

#### 01.01.33.C02 Controllo stabilità

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità*.
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico*.

### MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

#### 01.01.33.I01 Sostituzioni cartucce

*Cadenza: quando occorre*

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

- Ditte specializzate: *Elettricista*.

Elemento Manutenibile: 01.01.34

## Sensore di irraggiamento moduli

Questo sensore serve per la misura della potenza irradiata ed è fissato in molti casi sulla cornice dei pannelli fotovoltaici. Generalmente è realizzato in silicio del tipo monocristallino e può essere collegato ad un dispositivo di oscuramento del modulo fotovoltaico quando si raggiungono determinati e prefissati valori dell'irraggiamento.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.01.34.A01 Anomalie centralina

Difetti di funzionamento della centralina di elaborazione dei dati inviati dal sensore.

#### 01.01.34.A02 Anomalie connessioni

Difetti di tenuta delle connessioni elettriche centralina-sensore.

#### 01.01.34.A03 Accumuli di polvere

Depositi di polvere sul sensore che inficiano la funzionalità dello stesso.

#### 01.01.34.A04 Difetti di ancoraggio

Difetti nell'esecuzione dell'ancoraggio del sensore alla relativa struttura.

#### 01.01.34.A05 Difetti tenda copripannelli

Difetti di funzionamento della tenda copripannelli nonostante l'input dato dal sensore di irraggiamento.

#### 01.01.34.A06 Sovratensioni

Valori eccessivi della tensione rilevata per cui si verificano malfunzionamenti.

#### 01.01.34.A07 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

### CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

#### 01.01.34.C01 Verifica generale

*Cadenza: ogni 3 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare che il sensore sia ben fissato alla struttura di sostegno; che i cavi di collegamento siano ben serrati e che la superficie del sensore sia libera da polvere e detriti in genere.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie connessioni*; 2) *Accumuli di polvere*; 3) *Difetti di ancoraggio*.
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore*.

#### 01.01.34.C02 Controllo stabilità

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità*.
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico*.

### MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

#### 01.01.34.I01 Pulizia

*Cadenza: ogni 6 mesi*

Pulizia dei sensori per evitare malfunzionamenti.

- Ditte specializzate: *Generico*.

#### 01.01.34.I02 Ripristini

*Cadenza: ogni settimana*

Eeguire il ripristino delle varie connessioni del sensore.

#### 01.01.34.I03 Sostituzione sensori

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire i sensori quando danneggiati e/o usurati.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari*.

**Elemento Manutenibile: 01.01.35**

## Sensore di temperatura moduli

Il sensore è generalmente utilizzato per la misura della temperatura su superfici piane; ma all'occorrenza può essere utilizzato per la misura della temperatura anche su superfici inclinate come nel caso dei pannelli fotovoltaici.

## ANOMALIE RISCOINTRABILI

### 01.01.35.A01 Anomalie centralina

Difetti di funzionamento della centralina di elaborazione dei dati inviati dal sensore.

### 01.01.35.A02 Anomalie connessioni

Difetti di tenuta delle connessioni elettriche centralina-sensore.

### 01.01.35.A03 Accumuli di polvere

Depositi di polvere sul sensore che inficiano la funzionalità dello stesso.

### 01.01.35.A04 Difetti di ancoraggio

Difetti nell'esecuzione dell'ancoraggio del sensore alla relativa struttura.

### 01.01.35.A05 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.35.C01 Verifica generale

*Cadenza: ogni 3 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare che il sensore sia ben fissato alla struttura di sostegno; che i cavi di collegamento siano ben serrati e che la superficie del sensore sia libera da polvere e detriti in genere.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie connessioni*; 2) *Accumuli di polvere*; 3) *Difetti di ancoraggio*.
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore*.

### 01.01.35.C02 Controllo stabilità

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità*.
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico*.

## MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.35.I01 Pulizia

*Cadenza: ogni 6 mesi*

Pulizia dei sensori per evitare malfunzionamenti.

- Ditte specializzate: *Generico*.

### 01.01.35.I02 Ripristini

*Cadenza: ogni settimana*

Eseguire il ripristino delle varie connessioni del sensore.

### 01.01.35.I03 Sostituzione sensori

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire i sensori quando danneggiati e/o usurati.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari*.

**Elemento Manutenibile: 01.01.36**

## Sensore eolico

Il sensore eolico o sensore di vento è lo strumento necessario per monitorare la velocità e la direzione del vento nell'arco del tempo. Nei sistemi fotovoltaici mobili ovvero ad inseguimento del sole questi dispositivi risultano fondamentali per assicurare la migliore inclinazione ed esposizione dei pannelli rispetto al sole.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.01.36.A01 Anomalie centralina

Difetti di funzionamento della centralina di elaborazione dei dati inviati dal sensore.

#### 01.01.36.A02 Anomalie connessioni

Difetti di tenuta delle connessioni elettriche centralina-sensore.

#### 01.01.36.A03 Accumuli di polvere

Depositi di polvere sul sensore che inficiano la funzionalità dello stesso.

#### 01.01.36.A04 Difetti di ancoraggio

Difetti nell'esecuzione dell'ancoraggio del sensore alla relativa struttura.

#### 01.01.36.A05 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

### CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

#### 01.01.36.C01 Verifica generale

*Cadenza: ogni 3 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare che il sensore sia ben fissato alla struttura di sostegno; che i cavi di collegamento siano ben serrati e che la superficie del sensore sia libera da polvere e detriti in genere.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie connessioni*; 2) *Accumuli di polvere*; 3) *Difetti di ancoraggio*.
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore*.

#### 01.01.36.C02 Controllo stabilità

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità*.
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico*.

### MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

#### 01.01.36.I01 Pulizia

*Cadenza: ogni 6 mesi*

Pulizia dei sensori per evitare malfunzionamenti.

- Ditte specializzate: *Generico*.

#### 01.01.36.I02 Ripristini

*Cadenza: ogni settimana*

Eseguire il ripristino delle varie connessioni del sensore.

#### 01.01.36.I03 Sostituzione sensori

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire i sensori quando danneggiati e/o usurati.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari*.

**Elemento Manutenibile: 01.01.37**

## Sensore precipitazioni

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Impianto fotovoltaico**

Il sensore è generalmente utilizzato per la misura delle precipitazioni meteoriche.

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### 01.01.37.A01 Anomalie centralina

Difetti di funzionamento della centralina di elaborazione dei dati inviati dal sensore.

### 01.01.37.A02 Anomalie connessioni

Difetti di tenuta delle connessioni elettriche centralina-sensore.

### 01.01.37.A03 Accumuli di polvere

Depositi di polvere sul sensore che inficiano la funzionalità dello stesso.

### 01.01.37.A04 Difetti di ancoraggio

Difetti nell'esecuzione dell'ancoraggio del sensore alla relativa struttura.

### 01.01.37.A05 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.37.C01 Verifica generale

*Cadenza: ogni 3 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare che il sensore sia ben fissato alla struttura di sostegno; che i cavi di collegamento siano ben serrati e che la superficie del sensore sia libera da polvere e detriti in genere.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie connessioni*; 2) *Accumuli di polvere*; 3) *Difetti di ancoraggio*.
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore*.

### 01.01.37.C02 Controllo stabilità

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità*.
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico*.

## MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.37.I01 Pulizia

*Cadenza: ogni 6 mesi*

Pulizia dei sensori per evitare malfunzionamenti.

- Ditte specializzate: *Generico*.

### 01.01.37.I02 Ripristini

*Cadenza: ogni settimana*

Eseguire il ripristino delle varie connessioni del sensore.

**Elemento Manutenibile: 01.01.38**

## Sistema di copertura in rame con modulo captante

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Impianto fotovoltaico**

Questo sistema di copertura prevede che i coppi realizzati in rame siano dotati di moduli fotovoltaici che consente oltre al recupero dell'energia solare anche ad una perfetta integrazione architettonica. Infatti questi moduli fotovoltaici sono utilizzati come vero e proprio materiale edilizio; risultano quindi particolarmente indicati quando c'è l'esigenza di un'integrazione architettonica totale (con ottima resa estetica).

## REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

### 01.01.38.R01 Efficienza di conversione

*Classe di Requisiti: Di funzionamento*

### *Classe di Esigenza: Gestione*

Il sistema di copertura in rame con modulo captante deve essere realizzato con materiale e finiture superficiali tali da garantire il massimo assorbimento delle radiazioni solari.

#### **Prestazioni:**

La massima potenza erogabile dal sistema di copertura in rame con modulo captante 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**

### **01.01.38.A01 Anomalie rivestimento**

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

### **01.01.38.A02 Deposito superficiale**

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

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

Difetti di serraggio dei morsetti elettrici dei pannelli solari.

### **01.01.38.A04 Difetti di fissaggio**

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

### **01.01.38.A05 Difetti di tenuta**

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

### **01.01.38.A06 Incrostazioni**

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

### **01.01.38.A07 Infiltrazioni**

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

### **01.01.38.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.

### **01.01.38.A09 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.38.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.*

### **01.01.38.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.*

### **01.01.38.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.*

### **01.01.38.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) Infiltrazioni; 6) Deposito superficiale.
- Ditte specializzate: *Generico*.

### **01.01.38.C05 Controllo stabilità**

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.
- Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di stabilità.
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico*.

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.38.I01 Pulizia**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

Effettuare una pulizia, con trattamento specifico, per eliminare muschi e licheni che si depositano sulla superficie esterna dei moduli captanti.

### **01.01.38.I02 Sostituzione celle**

*Cadenza: ogni 10 anni*

Sostituzione delle celle che non assicurano un rendimento accettabile.

- Ditte specializzate: *Elettricista*.

## **Elemento Manutenibile: 01.01.39**

# **Sistema di dispersione**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Impianto fotovoltaico**

Il sistema di dispersione ha il compito di trasferire le cariche captate dalle calate in un collettore interrato che così realizza un anello di dispersione.

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

### **01.01.39.R01 Resistenza alla corrosione**

*Classe di Requisiti: Di stabilità*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

Gli elementi ed i materiali del sistema di dispersione dell'impianto devono essere in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di fenomeni di corrosione.

**Prestazioni:**

La resistenza alla corrosione degli elementi e dei materiali del sistema di dispersione dell'impianto viene accertata con le prove e le modalità previste dalla norma UNI ISO 9227

**Livello minimo della prestazione:**

Per garantire un'adeguata protezione occorre che i dispersori di terra rispettino i valori di  $V_s$  indicati dalla norma UNI di settore.

## **ANOMALIE RISCOINTRABILI**

### **01.01.39.A01 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.

### **01.01.39.A02 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### 01.01.39.C01 Controllo generale

Cadenza: ogni 12 mesi

Tipologia: Ispezione a vista

Verificare che i componenti (quali connessioni, pozzetti, capicorda, ecc.) del sistema di dispersione siano in buone condizioni e non ci sia presenza di corrosione di detti elementi. Verificare inoltre la presenza dei cartelli indicatori degli schemi elettrici.

- Requisiti da verificare: 1) *Resistenza alla corrosione.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Corrosioni.*
- Ditte specializzate: *Elettricista.*

### 01.01.39.C02 Controllo stabilità

Cadenza: ogni 2 mesi

Tipologia: Ispezione a vista

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

## MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.39.I01 Misura della resistività del terreno

Cadenza: ogni 12 mesi

Effettuare una misurazione del valore della resistenza di terra.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

### 01.01.39.I02 Sostituzione dispersori

Cadenza: quando occorre

Sostituire i dispersori danneggiati o deteriorati.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

## Elemento Manutenibile: 01.01.40

# Sistema di equipotenzializzazione

Unità Tecnologica: 01.01

Impianto fotovoltaico

I conduttori equipotenziali principali e supplementari sono quelli che collegano al morsetto principale di terra i tubi metallici.

## REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

### 01.01.40.R01 Resistenza alla corrosione

Classe di Requisiti: *Di stabilità*

Classe di Esigenza: *Sicurezza*

Il sistema di equipotenzializzazione dell'impianto deve essere in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di fenomeni di corrosione.

#### Prestazioni:

La resistenza alla corrosione dei conduttori equipotenziali principali e supplementari dell'impianto viene accertata con le prove e le modalità previste dalla norma di settore.

#### Livello minimo della prestazione:

Per garantire un'adeguata protezione occorre che i conduttori equipotenziali principali e supplementari rispettino i valori di  $V_s$  indicati dalla norma UNI di settore.

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### 01.01.40.A01 Corrosione

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

### 01.01.40.A02 Difetti di serraggio

Difetti di serraggio dei bulloni del sistema di equipotenzializzazione.

### 01.01.40.A03 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

#### CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

##### 01.01.40.C01 Controllo generale

*Cadenza: ogni 12 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare che i componenti (quali conduttori, ecc.) siano in buone condizioni. Verificare inoltre che siano in buone condizioni i serraggi dei bulloni.

- Requisiti da verificare: 1) *Resistenza alla corrosione.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Corrosione;* 2) *Difetti di serraggio.*
- Ditte specializzate: *Elettricista.*

##### 01.01.40.C02 Controllo stabilità

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

#### MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

##### 01.01.40.I01 Sostituzione degli equipotenzializzatori

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire gli equipotenzializzatori danneggiati o deteriorati.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

Elemento Manutenibile: 01.01.41

## Sistema di fissaggio per moduli vetro/vetro

Unità Tecnologica: 01.01

Impianto fotovoltaico

Questo dispositivo consente di collegare moduli vetro/vetro dell'impianto sia su tetto e sia a terra; il cuore del dispositivo è il morsetto costituito da una staffa antiscivolo e relativa vite con ghiera di fissaggio. La funzione della staffa oltre ad impedire lo scivolamento del pannello consente il perfetto allineamento, sia verticale sia orizzontale, dei pannelli stessi.

#### ANOMALIE RISCONTRABILI

##### 01.01.41.A01 Corrosione

Decadimento dei materiali metallici a causa della combinazione con sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride carbonica, ecc.).

##### 01.01.41.A02 Difetti di serraggio

Difetti di serraggio della vite e della ghiera dei pannelli fotovoltaici.

#### CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

##### 01.01.41.C01 Controllo generale

*Cadenza: ogni 3 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare la tenuta del sistema di fissaggio ed in particolare della vite e della relativa ghiera.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Corrosione;* 2) *Difetti di serraggio.*
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

##### 01.01.41.C02 Controllo stabilità

Cadenza: ogni 2 mesi

Tipologia: Ispezione a vista

Controllare la stabilità della struttura e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Certificazione ecologica.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di serraggio.*
- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

## MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.41.I01 Ripristino serraggio

Cadenza: ogni 3 mesi

Ripristinare la tenuta del dispositivo di fissaggio.

- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

Elemento Manutenibile: 01.01.42

## Sistema di monitoraggio

Unità Tecnologica: 01.01

Impianto fotovoltaico

Il sistema di monitoraggio è un sistema che assicura l'utilizzo ottimale dell'energia fotovoltaica in quanto combina il monitoraggio dell'impianto con il controllo dei consumi dei singoli elettrodomestici.

Il funzionamento di questi dispositivi è molto semplice: il sistema di monitoraggio riceve dall'inverter, tramite segnali radio, i dati di produzione e confrontandoli in tempo reale con i dati meteo via internet, calcola la produzione energetica per le ore successive.

Con questo meccanismo il sistema attiva automaticamente la modalità autoconsumo e avvia gli elettrodomestici in base alla programmazione inserita ed al consumo previsto.

## REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

### 01.01.42.R01 Controllo della potenza

Classe di Requisiti: *Controllabilità tecnologica*

Classe di Esigenza: *Controllabilità*

Il sistema di monitoraggio deve garantire il perfetto accoppiamento tra la tensione in uscita dal generatore e il range di tensioni in ingresso dal convertitore.

#### Prestazioni:

Il sistema di monitoraggio 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

### 01.01.42.A01 Anomalie delle spie di segnalazione

Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.

### 01.01.42.A02 Anomalie inverter

Difetti di funzionamento degli inverter collegati al sistema di monitoraggio.

### 01.01.42.A03 Difetti di taratura

Difetti di taratura del sistema per cui si verificano malfunzionamenti.

### 01.01.42.A04 Infiltrazioni

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

### 01.01.42.A05 Sbalzi di temperatura

Differenze di temperatura, rispetto a quella di esercizio, segnalate dai dispositivi di regolazione e controllo.

### 01.01.42.A06 Scariche atmosferiche

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

### 01.01.42.A07 Sovratensioni

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

### 01.01.42.A08 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.42.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.*

### 01.01.42.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) *Controllo della potenza.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Scariche atmosferiche;* 2) *Sovratensioni.*
- Ditte specializzate: *Elettricista.*

### 01.01.42.C03 Verifica protezioni

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

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

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

### 01.01.42.C04 Controllo stabilità

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

## MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.42.I01 Riprogrammazione centralina

*Cadenza: quando occorre*

Eseguire la riprogrammazione della centralina di monitoraggio quando necessario.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

### 01.01.42.I02 Serraggio

*Cadenza: ogni anno*

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

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

### 01.01.42.I03 Sostituzione inverter

*Cadenza: ogni 3 anni*

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

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

**Elemento Manutenibile: 01.01.43**

## **Sistema di montaggio a doppio strato per tetti a spiovente**

Unità Tecnologica: 01.01

Questo sistema di montaggio è realizzato mediante due binari incrociati fissati tra loro che permettono di sostenere i moduli fotovoltaici in più punti; questo particolare sistema di aggancio, rispetto al montaggio con livello singolo, garantisce una migliore ed uniforme distribuzione del peso su tutta la superficie del tetto.

### REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

#### 01.01.43.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.

#### 01.01.43.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 RICONTRABILI

#### 01.01.43.A01 Corrosione

Fenomeni di corrosione degli elementi metallici.

#### 01.01.43.A02 Deformazione

Cambiamento della forma iniziale con imbarcamento degli elementi.

#### 01.01.43.A03 Difetti di montaggio

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

#### 01.01.43.A04 Difetti di serraggio

Difetti di serraggio degli elementi di sostegno delle celle.

#### 01.01.43.A05 Fessurazioni, microfessurazioni

Incrinature localizzate interessanti lo spessore degli elementi.

#### 01.01.43.A06 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

### CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

#### 01.01.43.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.*

#### 01.01.43.C02 Controllo stabilità

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

## MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.43.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.*

### 01.01.43.I02 Ripristino rivestimenti

*Cadenza: quando occorre*

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

- Ditte specializzate: *Generico.*

## Elemento Manutenibile: 01.01.44

# Sistemi ad inseguimento solare

Unità Tecnologica: 01.01

Impianto fotovoltaico

Gli inseguitori solari sono così definiti in quanto riescono a catturare l'energia solare in ogni condizione e con un elevato livello di precisione che viene raggiunto dal sistema di rotazione biassiale.

Infatti tali dispositivi sono dotati di un meccanismo di elevazione che è realizzato tramite l'impiego di un martinetto a vite e sono in grado di muoversi in un intervallo che va da un angolo di 87° (orizzontale) ad uno di 25° (verticale) ed un angolo di rotazione azimut di 270°.

Inoltre mediante un azionamento (per mezzo di vite senza fine) gli inseguitori possono ruotare completamente. Il controllo può essere gestito a scelta tramite un inseguimento di tipo sensoriale o astronomico, con o senza GPS. I sistemi inoltre possono essere controllati in modo centralizzato o singolarmente.

## REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

### 01.01.44.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 RISCOINTRABILI

### 01.01.44.A01 Anomalie martinetto

Difetti di funzionamento del martinetto che consente di elevare il pannello.

### 01.01.44.A02 Anomalie meccanismi di movimentazione

Difetti di funzionamento dei meccanismi di movimentazione.

### 01.01.44.A03 Anomalie rivestimento

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

### 01.01.44.A04 Deposito superficiale

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

### 01.01.44.A05 Difetti di serraggio morsetti

Difetti di serraggio dei morsetti elettrici dei pannelli.

#### **01.01.44.A06 Difetti di fissaggio**

Difetti di tenuta degli elementi di fissaggio e di tenuta dei pannelli sulle strutture di sostegno.

#### **01.01.44.A07 Difetti di tenuta**

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

#### **01.01.44.A08 Incrostazioni**

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

#### **01.01.44.A09 Infiltrazioni**

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

#### **01.01.44.A10 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.

#### **01.01.44.A11 Sbalzi di tensione**

Sbalzi dei valori della tensione elettrica.

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

#### **01.01.44.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.*

#### **01.01.44.C02 Controllo diodi**

*Cadenza: ogni 3 mesi*

*Tipologia: Ispezione*

Eeguire 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.*

#### **01.01.44.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.*

#### **01.01.44.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) *Infiltrazioni;* 6) *Deposito superficiale.*
- Ditte specializzate: *Generico.*

#### **01.01.44.C05 Controllo energia prodotta**

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: TEST - Controlli con apparecchiature*

Verificare la quantità di energia prodotta dall'impianto rispetto a quella indicata dal produttore in condizioni normali di funzionamento.

- Requisiti da verificare: 1) *Controllo consumi;* 2) *Riduzione del fabbisogno d'energia primaria.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Sbalzi di tensione.*
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

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

#### **01.01.44.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.

#### **01.01.44.I02 Sostituzione celle**

*Cadenza: ogni 10 anni*

Sostituzione delle celle che non assicurano un rendimento accettabile.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

#### **01.01.44.I03 Serraggio**

*Cadenza: quando occorre*

Eseguire il serraggio della struttura di sostegno delle celle.

- Ditte specializzate: *Generico.*

### **Elemento Manutenibile: 01.01.45**

## **Solar roof**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Impianto fotovoltaico**

Sono delle celle solari incorporate nelle guaine isolanti polimeriche generalmente utilizzate come guaine impermeabilizzanti sulle coperture degli edifici civili ed industriali.

Tali celle solari a film sottile (in silicio amorfo a-Si in tripla giunzione) sono depositate su un substrato flessibile (in acciaio o direttamente sul polimero); tali celle hanno il vantaggio di avere un peso ridotto (meno di 5 Kg per m<sup>2</sup>) ed una facile integrazione.

Inoltre tali celle possono essere abbinare a moduli termici offrendo un triplice vantaggio:

- isolamento termico;
- generazione fotovoltaica;
- generazione del calore.

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

#### **01.01.45.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**

#### **01.01.45.A01 Anomalie rivestimento**

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

#### **01.01.45.A02 Deposito superficiale**

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

#### **01.01.45.A03 Difetti di tenuta**

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

#### **01.01.45.A04 Errori di pendenza**

Insufficiente deflusso delle acque con conseguente ristagno delle stesse.

#### **01.01.45.A05 Incrostazioni**

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

#### **01.01.45.A06 Infiltrazioni**

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

#### **01.01.45.A07 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.

#### **01.01.45.A08 Scollamenti e sfaldature**

Scollamento delle membrane e sfaldature delle stesse con localizzazione di aree disconnesse dallo strato inferiore e relativo innalzamento rispetto al piano di posa originario.

#### **01.01.45.A09 Sbalzi di tensione**

Sbalzi dei valori della tensione elettrica.

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

#### **01.01.45.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.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

#### **01.01.45.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.*
- Ditte specializzate: *Elettricista.*

#### **01.01.45.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.

- Ditte specializzate: *Generico.*

#### **01.01.45.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 tenuta;* 2) *Incrostazioni;* 3) *Infiltrazioni;* 4) *Deposito superficiale.*
- Ditte specializzate: *Generico.*

#### **01.01.45.C05 Controllo energia prodotta**

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: TEST - Controlli con apparecchiature*

Verificare la quantità di energia prodotta dall'impianto rispetto a quella indicata dal produttore in condizioni normali di funzionamento.

- Requisiti da verificare: 1) *Controllo consumi;* 2) *Riduzione del fabbisogno d'energia primaria.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Sbalzi di tensione.*
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

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

#### **01.01.45.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.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

#### **01.01.45.I02 Sostituzione celle**

*Cadenza: ogni 25 anni*

Sostituzione delle celle che non assicurano un rendimento accettabile.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

**Elemento Manutenibile: 01.01.46**

## **Stazione fotovoltaica**

La stazione fotovoltaica è utilizzata per connettere un parco fotovoltaico alla rete elettrica di media tensione in modo rapido e facile.

La stazione fotovoltaica è in genere attrezzata con:

- struttura di contenimento (in genere un container in acciaio isolato termicamente per essere utilizzato a temperature estreme e in ambienti con elevato tasso di umidità);
- uno o più inverter centralizzati;
- un trasformatore;
- un quadro di media tensione;
- un sistema di monitoraggio e connessioni dall'impianto solare.

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### 01.01.46.A01 Anomalie dei magnetotermici

Difetti di funzionamento degli interruttori magnetotermici.

### 01.01.46.A02 Anomalie dei relè

Difetti di funzionamento dei relè termici.

### 01.01.46.A03 Anomalie dei termoregolatori

Difetti di funzionamento dei termoregolatori.

### 01.01.46.A04 Anomalie delle sonde termiche

Difetti di funzionamento delle sonde termiche.

### 01.01.46.A05 Anomalie dei contattori

Difetti di funzionamento dei contattori.

### 01.01.46.A06 Difetti delle connessioni

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

### 01.01.46.A07 Difetti di taratura

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

### 01.01.46.A08 Perdite di olio

Perdite di olio evidenziate da tracce sul pavimento.

### 01.01.46.A09 Sovratensioni

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

### 01.01.46.A10 Surriscaldamento

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

### 01.01.46.A11 Vibrazioni

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

### 01.01.46.A12 Sbalzi di tensione

Sbalzi dei valori della tensione elettrica.

## CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.46.C01 Controllo delle ventole

*Cadenza: ogni 2 anni*

*Tipologia: Controllo a vista*

Verificare il corretto funzionamento delle ventole.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Sovratensioni.*
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

### 01.01.46.C02 Controllo igrostato

*Cadenza: ogni 2 anni*

*Tipologia: Ispezione*

Procedere come segue:

- interrompere la tensione di alimentazione esterna;
- aprire gli sportelli dell'inverter;
- regolare l'igrostato sul valore minimo;
- dopo 5 minuti, verificare se gli elementi riscaldanti emanano calore;
- riportare l'igrostato sul valore di partenza;
- chiudere gli sportelli dell'inverter.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Sovratensioni*.
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico*.

#### **01.01.46.C03 Controllo trasformatore**

*Cadenza: ogni anno*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare lo stato generale del trasformatore ed in particolare: -gli isolatori; -le sonde termiche; -i termoregolatori. Verificare inoltre lo stato della vernice di protezione e che non ci siano perdite di olio.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie delle sonde termiche*; 2) *Anomalie dei termoregolatori*; 3) *Difetti delle connessioni*; 4) *Vibrazioni*; 5) *Perdite di olio*.
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico*.

#### **01.01.46.C04 Verifica armadio**

*Cadenza: ogni 2 anni*

*Tipologia: Controllo a vista*

Per la verifica dell'armadio procedere come segue:

- aprire gli sportelli dell'inverter;
- verificare che le guarnizioni non presentino danni nella zona del bordo di compressione; se le guarnizioni risultano danneggiate sostituirle;
- trattare le guarnizioni con talco, vaselina o cera per evitare fenomeni di congelamento.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Sovratensioni*.
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico*.

#### **01.01.46.C05 Verifica collegamenti a vite**

*Cadenza: ogni 2 anni*

*Tipologia: Controllo a vista*

Per la verifica dei collegamenti a vite procedere come segue:

- disinserire l'inverter e attendere almeno 15 minuti finché i condensatori non si sono scaricati completamente;
- aprire gli sportelli dell'inverter;
- controllare che i collegamenti a vite di tutti i moduli (sezionatore di carico, interruttore di potenza) siano ben saldi; in caso di collegamenti allentati stringerli con una chiave dinamometrica;
- verificare che tutti i collegamenti a vite del cablaggio di potenza siano ben fissati; in caso di collegamenti allentati, stringerli con una chiave dinamometrica;
- verificare se l'isolamento e i collegamenti hanno cambiato colore o forma;
- verificare che i collegamenti a vite non siano danneggiati o che i contatti non siano corrosi.

In caso contrario sostituirli.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Sovratensioni*.
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico*.

#### **01.01.46.C06 Verifica dei fusibili e dei disgiuntori**

*Cadenza: ogni 2 anni*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Per la verifica dei fusibili e dei disgiuntori procedere come segue:

- disinserire l'inverter e attendere almeno 15 minuti finché i condensatori non si sono scaricati completamente;
- aprire gli sportelli dell'inverter;
- verificare se i fusibili e/o i disgiuntori e le molle di fissaggio hanno cambiato colorazione o forma; in tal caso provvedere alla loro sostituzione;
- verificare se l'isolamento e i morsetti hanno cambiato colore o forma.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Sovratensioni*.
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico*.

#### **01.01.46.C07 Verifica scaricatore di sovratensioni**

*Cadenza: ogni 2 anni*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Per la verifica dello scaricatore procedere come segue:

- disinserire l'inverter e attendere almeno 15 minuti finché i condensatori non si sono scaricati completamente;
- aprire gli sportelli dell'inverter;
- verificare se la spia di pronto operativo è rossa: se la spia di pronto operativo è rossa, sostituire lo scaricatore di sovratensioni;
- con l'apparecchio di controllo verificare se lo scaricatore di sovratensioni è pronto all'utilizzo.

Se lo scaricatore di sovratensioni è difettoso, sostituirlo.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Sovratensioni*.
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico*.

#### **01.01.46.C08 Verifica dei condensatori**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

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

- Requisiti da verificare: 1) *Isolamento elettrico.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie dei magnetotermici;* 2) *Anomalie dei relè;* 3) *Anomalie dei termoregolatori;* 4) *Anomalie delle sonde termiche;* 5) *Anomalie dei contattori.*
- Ditte specializzate: *Elettricista.*

#### **01.01.46.C09 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 magnetotermici;* 2) *Anomalie dei relè.*
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

#### **01.01.46.C10 Controllo energia prodotta**

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: TEST - Controlli con apparecchiature*

Verificare la quantità di energia prodotta dall'impianto rispetto a quella indicata dal produttore in condizioni normali di funzionamento.

- Requisiti da verificare: 1) *Controllo consumi;* 2) *Riduzione del fabbisogno d'energia primaria.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Sbalzi di tensione.*
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

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

#### **01.01.46.I01 Pulizia elementi riscaldanti**

*Cadenza: ogni anno*

Per eseguire la pulizia degli elementi riscaldanti procedere come segue:

- aprire gli sportelli dell'inverter;
- smontare i coperchi protettivi degli elementi riscaldanti;
- rimuovere sporco e polvere dagli elementi riscaldanti;
- eliminare l'umidità;
- montare i coperchi protettivi degli elementi riscaldanti.

- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

#### **01.01.46.I02 Pulizia sistema di ventilazione**

*Cadenza: ogni anno*

Per eseguire la pulizia del sistema di ventilazione procedere come segue:

- disinserire l'inverter e attendere almeno 15 minuti finché i condensatori non si sono scaricati completamente;
- smontare le coperture;
- estrarre il deflettore dall'armadio dell'inverter e pulirlo con un pennello o un aspirapolvere.

- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

#### **01.01.46.I03 Serraggio collegamenti a vite**

*Cadenza: quando occorre*

Eseguire il serraggio dei collegamenti a vite.

- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

#### **01.01.46.I04 Sostituzione contatti**

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire i contatti quando corrosi.

- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

#### **01.01.46.I05 Sostituzione olio**

*Cadenza: quando occorre*

Eseguire la sostituzione dell'olio di raffreddamento.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

#### **01.01.46.I06 Sostituzione quadro**

*Cadenza: ogni 20 anni*

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

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

## 01.01.46.I07 Sostituzione trasformatore

*Cadenza: ogni 30 anni*

Sostituire il trasformatore quando usurato.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

**Elemento Manutenibile: 01.01.47**

## Stazione inverter

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Impianto fotovoltaico**

La stazione inverter è una soluzione compatta (costituita da un container con struttura in acciaio) per parchi fotovoltaici dotata di tutte le apparecchiature elettriche necessarie per connettere rapidamente gli inverter centralizzati a una stazione di trasformatori di media tensione. In genere la stazione ospita due o più inverter centralizzati oltre a sistemi incorporati di alimentazione ausiliaria, monitoraggio e filtraggio dell'aria.

### REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

#### 01.01.47.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

#### 01.01.47.A01 Anomalie dei fusibili

Difetti di funzionamento dei fusibili.

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

Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.

#### 01.01.47.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.

#### 01.01.47.A04 Emissioni elettromagnetiche

Valori delle emissioni elettromagnetiche non controllate dall'inverter.

#### 01.01.47.A05 Infiltrazioni

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

#### 01.01.47.A06 Scariche atmosferiche

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

#### 01.01.47.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

#### 01.01.47.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.*

#### **01.01.47.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) *Controllo della potenza.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Scariche atmosferiche;* 2) *Sovratensioni.*
- Ditte specializzate: *Elettricista.*

#### **01.01.47.C03 Verifica protezioni**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

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

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie dei fusibili;* 2) *Difetti agli interruttori.*
- Ditte specializzate: *Elettricista.*

#### **01.01.47.C04 Controllo energia inverter**

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: Misurazioni*

Eseguire una misurazione dell'energia prodotta e che i valori ottenuti siano conformi a quelli indicati dai produttori degli inverter.

- Requisiti da verificare: 1) *Controllo consumi;* 2) *Riduzione del fabbisogno d'energia primaria.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Sovratensioni.*
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

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

#### **01.01.47.I01 Pulizia generale**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

Pulizia generale utilizzando aria secca a bassa pressione.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

#### **01.01.47.I02 Serraggio**

*Cadenza: ogni anno*

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

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

#### **01.01.47.I03 Sostituzione inverter**

*Cadenza: ogni 3 anni*

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

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

### **Elemento Manutenibile: 01.01.48**

## **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 possono essere:

- ad inclinazione fissa (strutture a palo o a cavalletto);
- per l'integrazione architettonica (integrazione retrofit, strutturale, per arredo urbano);
- ad inseguimento.

## REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

### 01.01.48.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.

### 01.01.48.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 RISCOINTRABILI

### 01.01.48.A01 Corrosione

Fenomeni di corrosione degli elementi metallici.

### 01.01.48.A02 Deformazione

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

### 01.01.48.A03 Difetti di montaggio

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

### 01.01.48.A04 Difetti di serraggio

Difetti di serraggio degli elementi di sostegno delle celle.

### 01.01.48.A05 Fessurazioni, microfessurazioni

Incrinature localizzate interessanti lo spessore degli elementi.

### 01.01.48.A06 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.48.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.*

### 01.01.48.C02 Controllo stabilità

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

## MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### **01.01.48.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.*

### **01.01.48.I02 Ripristino rivestimenti**

*Cadenza: quando occorre*

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

- Ditte specializzate: *Generico.*

## **Elemento Manutenibile: 01.01.49**

# **Tenda copripannelli**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Impianto fotovoltaico**

Si tratta di un dispositivo di schermo per il controllo della luce solare che viene collocato sulla superficie del pannello fotovoltaico. Queste schermature sono generalmente costituite da lamelle riflettenti fisse o orientabili in materiale diverso o da vere e proprie tende in materiale sintetico resistente ai raggi solari e alle alte temperature.

## **ANOMALIE RISCONTRABILI**

### **01.01.49.A01 Alterazione cromatica**

Alterazione che si può manifestare attraverso la variazione di uno o più parametri che definiscono il colore: tinta, chiarezza, saturazione. Può evidenziarsi in modo localizzato o in zone più ampie diversamente a secondo delle condizioni.

### **01.01.49.A02 Corrosione**

Decadimento dei materiali metallici a causa della combinazione con sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride carbonica, ecc.).

### **01.01.49.A03 Degrado degli organi di manovra**

Degrado degli organi di manovra a causa di processi di ossidazione delle parti metalliche ed in particolare di quelle di manovra. Deformazione e relativa difficoltà di movimentazione degli organi di apertura-chiusura.

### **01.01.49.A04 Deposito superficiale**

Accumulo di pulviscolo atmosferico o di altri materiali estranei quali: microrganismi, residui organici, ecc. di spessore variabile, poco coerente e poco aderente al materiale sottostante.

### **01.01.49.A05 Perdita di materiale**

Mancanza di parti e di piccoli elementi in seguito ad eventi traumatici.

### **01.01.49.A06 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.49.C01 Verifica generale**

*Cadenza: ogni 3 mesi*

*Tipologia: Verifica*

Verificare la corretta posizione delle schermature rispetto alle condizioni di soleggiamento, dei flussi d'aria di ventilazione, ecc.. Controllare il perfetto funzionamento degli organi di manovra e degli accessori connessi.

- Anomalie riscontrabili: *1) Degrado degli organi di manovra; 2) Deposito superficiale.*
- Ditte specializzate: *Serramentista.*

### **01.01.49.C02 Controllo stabilità**

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: *1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: *1) Difetti di stabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.49.I01 Regolazione degli organi di manovra**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

Regolazione degli organi di manovra e degli elementi accessori rispetto alle condizioni di uso standard.

- Ditte specializzate: *Serramentista*.

### **01.01.49.I02 Regolazione orientamento**

*Cadenza: quando occorre*

Regolazione dell'orientamento delle schermature rispetto alle condizioni di soleggiamento, dei flussi d'aria di ventilazione, ecc..

- Ditte specializzate: *Serramentista*.

## **Elemento Manutenibile: 01.01.50**

# **Tegola fotovoltaica**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Impianto fotovoltaico**

I sistemi di tegole fotovoltaiche si integrano facilmente e rapidamente in qualunque tipologia di copertura a falda e permettono di sostituire le tegole tradizionali; questi innovativi materiali garantiscono la tenuta all'acqua e allo stesso tempo permettono di ricavare energia elettrica dalla luce solare.

Inoltre grazie al collegamento delle varie tegole per mezzo di un diodo by-pass il sistema è sempre funzionante anche in caso di ombreggiamento dovuto ad alberi, camini, antenne, foglie ecc..

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

### **01.01.50.R01 Efficienza di conversione**

*Classe di Requisiti: Di funzionamento*

*Classe di Esigenza: Gestione*

Il sistema di copertura con tegola fotovoltaica deve essere realizzato con materiale e finiture superficiali tali da garantire il massimo assorbimento delle radiazioni solari.

#### **Prestazioni:**

La massima potenza erogabile dal sistema con tegola fotovoltaica 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**

### **01.01.50.A01 Anomalie rivestimento**

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

### **01.01.50.A02 Deposito superficiale**

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

### **01.01.50.A03 Difetti di fissaggio**

Difetti di tenuta degli elementi di fissaggio e di tenuta delle tegole sul tetto.

### **01.01.50.A04 Difetti di tenuta**

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

### **01.01.50.A05 Incrostazioni**

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

### **01.01.50.A06 Infiltrazioni**

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

### **01.01.50.A07 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.

### **01.01.50.A08 Sbalzi di tensione**

Sbalzi dei valori della tensione elettrica.

## CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.50.C01 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.*
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

### 01.01.50.C02 Controllo fissaggi

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Controllo a vista*

Controllare i sistemi di tenuta e di fissaggio delle tegole.

- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

### 01.01.50.C03 Controllo generale tegole

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Ispezione a vista*

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

- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di fissaggio;* 2) *Difetti di tenuta;* 3) *Incrostazioni;* 4) *Infiltrazioni;* 5) *Deposito superficiale.*
- Ditte specializzate: *Generico.*

### 01.01.50.C04 Controllo energia prodotta

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: TEST - Controlli con apparecchiature*

Verificare la quantità di energia prodotta dall'impianto rispetto a quella indicata dal produttore in condizioni normali di funzionamento.

- Requisiti da verificare: 1) *Controllo consumi;* 2) *Riduzione del fabbisogno d'energia primaria.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Sbalzi di tensione.*
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

## MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.50.I01 Pulizia

*Cadenza: ogni 6 mesi*

Effettuare una pulizia, con trattamento specifico, per eliminare muschi e licheni che si depositano sulla superficie esterna dei moduli captanti.

- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

### 01.01.50.I02 Sostituzione tegole

*Cadenza: ogni 10 anni*

Sostituzione delle tegole danneggiate e/o usurate che non assicurano un rendimento accettabile.

- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico.*

# INDICE

1) PIANO DI MANUTENZIONE .....	pag.	<a href="#">2</a>
2) <nuovo> ... ..	pag.	<a href="#">3</a>
" 1) Impianto fotovoltaico .....	pag.	<a href="#">4</a>
" 1) Accumulatore .....	pag.	<a href="#">9</a>
" 2) Aste di captazione .....	pag.	<a href="#">9</a>
" 3) Cassetta di terminazione .....	pag.	<a href="#">11</a>
" 4) Cella solare .....	pag.	<a href="#">11</a>
" 5) Conduttori di protezione .....	pag.	<a href="#">13</a>
" 6) Connettore e sezionatore .....	pag.	<a href="#">14</a>
" 7) Dispositivo di generatore .....	pag.	<a href="#">15</a>
" 8) Dispositivo di interfaccia .....	pag.	<a href="#">16</a>
" 9) Dispositivo generale .....	pag.	<a href="#">18</a>
" 10) Elementi di copertura per tetti con funzione fotovoltaica .....	pag.	<a href="#">19</a>
" 11) Frangisole fotovoltaico .....	pag.	<a href="#">20</a>
" 12) Inverter .....	pag.	<a href="#">21</a>
" 13) Inverter centralizzati .....	pag.	<a href="#">23</a>
" 14) Inverter con batteria integrata .....	pag.	<a href="#">26</a>
" 15) Inverter monofase .....	pag.	<a href="#">28</a>
" 16) Inverter trifase .....	pag.	<a href="#">29</a>
" 17) Manto impermeabilizzante per coperture con moduli FV .....	pag.	<a href="#">31</a>
" 18) Membrana in caucciù con pannelli fotovoltaici integrati .....	pag.	<a href="#">32</a>
" 19) Membrana impermeabile ad alta permeabilità al vapore .....	pag.	<a href="#">33</a>
" 20) Micro inverter .....	pag.	<a href="#">34</a>
" 21) Modulo fotovoltaico ad integrazione architettonica .....	pag.	<a href="#">35</a>
" 22) Modulo fotovoltaico con celle in silicio monocristallino .....	pag.	<a href="#">37</a>
" 23) Modulo fotovoltaico con celle in silicio policristallino .....	pag.	<a href="#">39</a>
" 24) Modulo fotovoltaico flessibile .....	pag.	<a href="#">41</a>
" 25) Modulo fotovoltaico a film sottile .....	pag.	<a href="#">43</a>
" 26) Moduli massimizzatori di energia .....	pag.	<a href="#">44</a>
" 27) Muro tenda .....	pag.	<a href="#">45</a>
" 28) Pannello precoibentato con modulo fotovoltaico integrato .....	pag.	<a href="#">46</a>
" 29) Parzializzatore di potenza .....	pag.	<a href="#">48</a>
" 30) Quadro elettrico .....	pag.	<a href="#">49</a>
" 31) Regolatore di carica .....	pag.	<a href="#">51</a>
" 32) Relè protezione interfaccia .....	pag.	<a href="#">52</a>
" 33) Scaricatori di sovratensione .....	pag.	<a href="#">52</a>
" 34) Sensore di irraggiamento moduli .....	pag.	<a href="#">53</a>
" 35) Sensore di temperatura moduli .....	pag.	<a href="#">54</a>
" 36) Sensore eolico .....	pag.	<a href="#">55</a>
" 37) Sensore precipitazioni .....	pag.	<a href="#">56</a>
" 38) Sistema di copertura in rame con modulo captante .....	pag.	<a href="#">57</a>
" 39) Sistema di dispersione .....	pag.	<a href="#">59</a>

" 40) Sistema di equipotenzializzazione .....	pag.	<a href="#">60</a>
" 41) Sistema di fissaggio per moduli vetro/vetro .....	pag.	<a href="#">61</a>
" 42) Sistema di monitoraggio .....	pag.	<a href="#">62</a>
" 43) Sistema di montaggio a doppio strato per tetti a spiovente .....	pag.	<a href="#">63</a>
" 44) Sistemi ad inseguimento solare .....	pag.	<a href="#">65</a>
" 45) Solar roof .....	pag.	<a href="#">67</a>
" 46) Stazione fotovoltaica .....	pag.	<a href="#">68</a>
" 47) Stazione inverter .....	pag.	<a href="#">72</a>
" 48) Strutture di sostegno .....	pag.	<a href="#">73</a>
" 49) Tenda copripannelli .....	pag.	<a href="#">75</a>
" 50) Tegola fotovoltaica .....	pag.	<a href="#">76</a>