

# IMPIANTO A G RIVOLTAICO EG BETULLA SRL E OPERE CONNESSE

POTENZA IMPIANTO 93,73 MWp - COMUNE DI POLESELLA (RO)

## Proponente

### EG BETULLA S.R.L.

VIA DEI PELLEGRINI 22 – 20122 MILANO (MI) - P.IVA: 12460120962 – PEC: [egbetulla@pec.it](mailto:egbetulla@pec.it)

## Progettazione

### Ing. Antonello Rutilio

VIA R. ZANDONAI 4 – 44124 - FERRARA (FE) - P.IVA: 00522150382 – PEC: [incico@pec.it](mailto:incico@pec.it)

Tel.: +39 0532 202613 – email: [a.rutilio@incico.com](mailto:a.rutilio@incico.com)

## Coordinamento progettuale

### SOLAR IT S.R.L.

VIA ILARIA ALPI 4 – 46100 - MANTOVA (MN) - P.IVA: 02627240209 – PEC: [solarit@lamiapec.it](mailto:solarit@lamiapec.it)

Tel.: +390425 072 257 – email: [info@solaritglobal.com](mailto:info@solaritglobal.com)

## Titolo Elaborato

### PIANO MANUTENZIONE FV

LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILE NAME	DATA
DEFINITIVO	PD_REL13	24SOL069_PD_REL13.00-Piano Manutenzione FV	GIUGNO '24

## Revisioni

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
0	GIUGNO '24	EMISSIONE PER PERMITTING	MIA	EPO	ARU



COMUNE DI POLESELLA (RO)

REGIONE VENETO



# PIANO MANUTENZIONE FV

## INDICE

1	PREMESSA .....	1
2	IMPIANTO AGRIVOLTAICO .....	1
3	MANUALE D'USO E CONDUZIONE.....	1
3.1	COMPONENTI D' IMPIANTO LATO DC .....	2
3.1.1	Modulo fotovoltaico con celle in Silicio Monocristallino .....	2
3.1.2	Cassetta di trasformazione .....	2
3.1.3	Strutture di sostegno .....	3
3.1.4	Quadri di stringa.....	3
3.1.5	Inverter.....	3
3.2	COMPONENTI D'IMPIANTO LATO AC .....	4
3.2.1	Cabina di Trasformazione AT/BT .....	4
3.2.2	Cabina elettrica di interfaccia .....	7
3.3	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE CAMPO FV.....	10
3.3.1	Lampade a LED .....	10
3.3.2	Pali in acciaio .....	11
3.4	IMPIANTO DI MESSA A TERRA CAMPO FV .....	11
3.4.1	Conduttori di protezione .....	11
3.4.2	Sistema di dispersione .....	11
3.4.3	Sistema di equipotenzializzazione.....	12
4	MANUALE DI MANUTENZIONE E PROTEZIONE.....	12
4.1	COMPONENTI D'IMPIANTO LATO DC .....	13
4.1.1	Modulo fotovoltaico con celle in Silicio Monocristallino .....	15
4.1.2	Cassetta di terminazione .....	17
4.1.3	Strutture di sostegno .....	17
4.1.4	Quadri di stringa.....	19
4.1.5	Inverter.....	21
4.2	COMPONENTI D'IMPIANTO LATO AC .....	22
4.2.1	Cabina di trasformazione AT/BT .....	25
4.2.2	Cabina elettrica di interfaccia .....	38
4.3	IMPIANTO DI MESSA A TERRA CAMPO FV .....	51
4.3.1	Conduttori di protezione .....	52
4.3.2	Sistema di dispersione .....	53
4.3.3	Sistema di equipotenzializzazione.....	54
4.4	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE CAMPO FV.....	55
4.4.1	Lampade a LED .....	59
4.4.2	Pali in acciaio .....	60



## 1 PREMESSA

Il presente progetto si riferisce alla realizzazione di un Impianto Agrivoltaico e delle opere di connessione che la società EG Betulla S.R.L. intende realizzare nel comune di Polesella (RO).

L'impianto, installato a terra, con potenza di picco pari a 93,7 MWp è destinato ad essere collegato in antenna a 36 kV su una nuova Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione RTN a 132/36 kV da inserire in entra-esce alle linee RTN a 132 kV "San Bellino - Rovigo ZI" e "Canaro – Rovigo RT" come indicato nella Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) fornita da Terna.

I criteri generali adottati per lo sviluppo del presente progetto sono in linea con le prescrizioni contenute nel quadro normativo di riferimento per tali interventi.

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

Il piano di manutenzione costituisce un sistema per la gestione ed il controllo degli strumenti ed obiettivi della manutenzione, ed è articolato in:

- Manuale d'uso e conduzione;
- Manuale di manutenzione e protezione;

## 2 IMPIANTO AGRIVOLTAICO

L'impianto agrivoltaico di cui in oggetto prevede l'integrazione della tecnologia fotovoltaica nell'attività agricola permettendo di produrre energia e al contempo di continuare la coltivazione delle colture agricole o l'allevamento di animali sui terreni interessati.

I principali componenti dell'impianto agrivoltaico di progetto sono:

- ✓ I moduli fotovoltaici, dispositivi che consentono la trasformazione dell'energia solare in energia elettrica;
- ✓ Le strutture di sostegno, realizzate tramite inseguitori mono assiali (tracker), sistemi di regolazione automatica dell'orientamento dei pannelli solari che consentono di massimizzare la produzione di energia elettrica;
- ✓ L'inverter centralizzato, che trasforma la corrente continua proveniente dai moduli in corrente alternata convenzionale a 630 V;
- ✓ Cavi solare in corrente continua;
- ✓ Cavi elettrici in corrente alternata;
- ✓ Le cabine elettriche di campo e di interconnessione;

L'impianto agrivoltaico è così dotato di:

Numero di strutture tracker monoassiali: 1486 (992x4 - 116x3 – 88x2 – 290x1);

Numero di cabine di trasformazione AT/BT: 20;

Numero di inverter: 20;

Potenza di picco: 93,73 MWp;

Numero di pannelli fotovoltaici: 133896.

L'impianto, inoltre, è suddiviso in 20 "sottocampi", ciascuno dei quali è collegato ad una cabina di trasformazione AT/BT.

## 3 MANUALE D'USO E CONDUZIONE

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

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

Il manuale d'uso fa riferimento alle parti più importanti dell'impianto.

### 3.1 COMPONENTI D' IMPIANTO LATO DC

L'impianto fotovoltaico lato DC si costituisce dell'insieme dei componenti meccanici, elettrici ed elettronici che captano l'energia solare per trasformarla in energia elettrica.

L'unità elementare risulta essere il modulo fotovoltaico, formato da un certo numero di celle elettricamente collegate tra di loro. Più moduli verranno collegati in serie a costituire una stringa di moduli. Il parallelo di più stringhe di moduli costituisce un sottocampo che verrà poi posto in ingresso agli Inverter, unità di conversione della corrente continua in uscita dai moduli in corrente alterna.

L'impianto deve essere progettato secondo le norme CEI vigenti per assicurare un'adeguata protezione.

L'unità tecnologica lato DC è composta dai seguenti elementi manutenibili:

- Modulo fotovoltaico;
- Cassetta di trasformazione;
- Strutture di sostegno;
- Quadri di stringa;
- Inverter;

#### 3.1.1 MODULO FOTOVOLTAICO CON CELLE IN SILICIO MONOCRISTALLINO

Il modulo fotovoltaico è un dispositivo che consente la conversione dell'energia prodotta dalla radiazione solare in energia elettrica. È 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 è concentrata su:

- 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.

#### 3.1.2 CASSETTA DI TRASFORMAZIONE

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.

### 3.1.3 STRUTTURE DI SOSTEGNO

I moduli fotovoltaici saranno tenuti in posizione ed orientamento da idonee strutture in acciaio zincato a caldo, che, attraverso servomeccanismi, consentiranno "l'inseguimento" del sole durante tutto il suo percorso nella volta del cielo.

Si tratta di sistemi ad inseguimento mono-assiale, cosiddetti di rollio o comunemente "Tracker". Tale tipologia di inseguitore, che effettua una rotazione massima di +/-60°, risulta particolarmente adatto per i Paesi come l'Italia caratterizzati da basse latitudini, poiché in essi il percorso apparente del Sole è più ampio.

I tracker funzionano grazie a dei sensori che rilevano così la posizione del sole ed attivano i motori per orientare la struttura. Forniscono un supporto meccanico e favoriscono l'orientazione dei moduli andando ad aumentare le ore di irraggiamento diretto.

#### 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.

### 3.1.4 QUADRI DI STRINGA

I quadri di stringa raccolgono l'energia generata dal campo DC, collegando in parallelo le stringhe all'inverter e fornendo protezione elettrica per il campo fotovoltaico. Per far corrispondere il numero di ingressi dell'inverter, diverse stringhe in parallelo saranno concentrate in modo da funzionare come un unico circuito.

#### Modalità di uso corretto:

Il dispositivo dovrà essere destinato al solo uso per il quale è stato espressamente concepito. Ogni altro uso è da considerarsi improprio e quindi pericoloso. Qualsiasi intervento che alteri la struttura o il ciclo di funzionamento del dispositivo deve essere eseguito od autorizzato dall'Ufficio Tecnico del produttore del dispositivo. Ogni modifica eseguita senza autorizzazione esplicita del produttore comporta l'immediata decadenza delle condizioni di garanzia e la cessazione di responsabilità del costruttore per le conseguenze da essa derivate. Il mancato rispetto delle condizioni ambientali di funzionamento di installazione delle cassette di primo parallelo di campo può provocare dei danni alla apparecchiatura o al sistema e sono considerate al pari dell'inadeguato uso del dispositivo per il quale il produttore si dichiara esente da ogni responsabilità.

### 3.1.5 INVERTER

L'inverter o convertitore statico è quel componente di sistema costituente il gruppo di conversione che configura il livello di potenza trasferito verso la rete, assolvendo tre funzioni fondamentali:

- Trasforma la corrente continua prodotta dal generatore fotovoltaico, nella forma d'onda CA in un livello di tensione e frequenza compatibile con quello della rete a cui viene connesso l'impianto in parallelo;
- Consente di far funzionare l'impianto inseguendo il punto di massima potenza (MPP – maximum power point);
- Permette il monitoraggio dell'intero sistema permettendo di operare in condizioni di sicurezza;

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:

È 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.

## 3.2 COMPONENTI D'IMPIANTO LATO AC

L'impianto elettrico lato AC ha la funzione di addurre, distribuire ed erogare l'energia elettrica in uscita dall'inverter.

Le linee in uscita dall'inverter in bassa tensione si attesteranno ai quadri situati in cabina di trasformazione, mentre le linee in uscita dai cabinati verranno raggruppate nel quadro locato in cabina di interfaccia. In uscita ci si andrà poi a connettere in sottostazione.

L'impianto deve essere progettato secondo le norme CEI vigenti per assicurare un'adeguata protezione.

L'unità tecnologica è composta dai seguenti elementi manutenibili:

- Cabina di trasformazione AT/BT e componenti in esso contenuti di cui di seguito nello specifico;
- Cabina di interfaccia e componenti in esso contenuti di cui di seguito nello specifico;

### 3.2.1 CABINA DI TRASFORMAZIONE AT/BT

Adottando come cabina di trasformazione una soluzione modulare in container si ottengono installazioni rapide garantendo energia a lungo termine, affidabile e sicura conforme alla rete. La cabina di trasformazione contiene quadri bassa tensione, trasformatore AT/BT, quadro di alta tensione, armadio di distribuzione dell'alimentazione, scatola di comunicazione e trasformatore ausiliario.

#### 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. Nel locale dove è installato il 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.

Negli impianti fotovoltaici connessi in media o alta tensione, il lavoro nei locali di MT ed in cabina di trasformazione è considerato complesso, le persone abilitate ai lavori devono appartenere ad aziende autorizzate.

#### 3.2.1.1 Quadri di bassa tensione

I quadri di bassa tensione hanno la funzione di fornire protezione elettrica sia all'impianto che agli operatori, contro le sollecitazioni termiche e meccaniche delle correnti di cortocircuito. Nello specifico, proteggono da correnti di sovraccarico, correnti di corto circuito e guasti d'isolamento.

Grazie ai quadri di bassa tensione è possibile disporre in qualsiasi momento dell'indicazione dello stato di salute dell'impianto e controllare i processi in atto.

Il quadro è realizzato per la distribuzione di energia elettrica primaria BT ed è composto da moduli prefabbricati in lamiera



di acciaio verniciata con resine epossidiche. Ha uno portello trasparente in vetro temperato, dotato di serratura a chiave e cerniere a norme CEI EN 60917 di dimensioni adeguate all'alloggiamento dei dispositivi di protezione previsti da progetto.

Le lastre interne sono sottoposte a trattamento di zincatura (sendzimir/zincato), mentre l'esterno è verniciato con polveri epossidiche RAL 7035. Ha un grado di protezione pari a IP55 per esterno e IP20 per interni.

#### 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.

Prima di qualsiasi intervento sui collegamenti è necessario spegnere e scollegare il quadro, smontare gli schermi di protezione, i separatori e le cassette.

Nel locale dove è installato il 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.

#### Interruttori BT

Gli interruttori di bassa tensione si possono suddividere in tre tipologie: aperti, scatolati e modulari.

Gli interruttori aperti hanno le parti attive isolate in aria, presentano notevoli dimensioni e sono destinate soprattutto in ambienti industriali. Gli interruttori con le più elevate correnti nominali sono di tipo aperto.

Gli interruttori scatolati hanno le parti attive isolate mediante scomparti in plastica, presentano dimensioni più contenute di quelli aperti e sono utilizzati soprattutto in ambienti industriali.

Gli interruttori modulari hanno dimensioni unificate, larghezze multiplo di un modulo normalizzato, dispositivo di fissaggio a scatto su guida DIN.

#### Modalità di uso corretto:

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

Le curve di limitazione proprie degli interruttori sono il risultato di prove condotte secondo le norme CEI. I valori indicati sulle curve di limitazione della corrente di cresta e dell'energia specifica passante corrispondono ai valori massimi. I costruttori sono tenuti a fornire le caratteristiche di limitazione di ogni interruttore in funzione del valore efficace della corrente di cortocircuito presunta.

Per il corretto coordinamento ai fini di realizzare la protezione selettiva non sono sufficienti i soli dati tecnici (ricavabili dai cataloghi) relativi ai singoli interruttori, ma occorrono anche le tabelle di coordinamento che le Ditte costruttrici ricavano, nei propri laboratori, a seguito di prove sperimentali.

#### Dispositivo di generatore

Il dispositivo di generatore, inserito all'interno del quadro di bassa tensione, 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 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:

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.

La scelta del dispositivo deve essere fatta con riferimento alle grandezze nominali del sistema in cui è installato; in particolare, per quanto si riferisce alla corrente di breve durata ed ai poteri di interruzione e di stabilimento, questi devono essere proporzionati alla corrente presunta di cortocircuito nel punto di installazione, tenendo conto che a tale corrente possono contribuire la rete di distribuzione e i gruppi di produzione dell'energia.

### 3.2.1.2 *Trasformatore AT/BT*

I trasformatori in olio sono all'interno di un cassone metallico che contiene l'olio minerale, il quale svolge funzioni di isolamento e smaltimento del calore prodotto nel rame per effetto Joule e nel ferro per isteresi e correnti parassite.

Un recipiente cilindrico, con capacità di circa un decimo di quella del cassone, chiamato conservatore d'olio, viene spesso adoperato per consentire l'espansione del liquido al crescere della temperatura. Un filtro con cristalli di silica-gel consente la comunicazione del conservatore con l'aria esterna, impedendo che l'umidità possa compromettere la rigidità dielettrica dell'olio. E' necessaria una periodica sostituzione del filtro.

Una soluzione alternativa è quella di sigillare il cassone, inserendo, nella parte superiore, un cuscino d'aria secca o di azoto che consente le dilatazioni del liquido senza sollecitare il cassone.

#### Modalità di uso corretto:

Verificare che sul cartello del trasformatore sia indicato il modo di raffreddamento che generalmente è indicato da quattro lettere: la prima e la seconda indicano la natura e il tipo di circolazione del refrigerante che si trova in contatto con gli avvolgimenti; la terza e la quarta indicano la natura e il tipo di circolazione del refrigerante esterno all'involucro. Qualora non ci fosse l'involucro - come per i trasformatori a secco - si adoperano solo le prime due lettere. Questi trasformatori sono installati all'interno con conseguenti difficoltà legate allo smaltimento del calore prodotto dai trasformatori stessi. È opportuno, quindi, studiare la circolazione dell'aria nel locale di installazione e verificare che la portata sia sufficiente a garantire che non siano superate le temperature ammesse.

### 3.2.1.3 *Quadri di alta tensione*

I quadri elettrici hanno il compito di distribuire ai vari livelli dove sono installati l'energia elettrica proveniente dalla linea principale di adduzione. Sono supporti o carpenterie che servono a racchiudere le apparecchiature elettriche di comando e/o a preservare i circuiti elettrici.

#### 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. Nel locale dove è installato il 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.

#### Interruttori AT

Gli interruttori generalmente utilizzati sono del tipo ad interruzione in esafluoruro di zolfo con pressione relativa del SF6 di primo riempimento a 20 °C uguale a 0,5 bar. Gli interruttori possono essere dotati dei seguenti accessori:

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

#### Modalità di uso corretto:

Tutte le eventuali operazioni, dopo aver tolto la tensione, devono essere effettuate con personale qualificato e dotato di idonei dispositivi di protezione individuali quali guanti e scarpe isolanti. Gli interruttori devono essere posizionati in modo da essere facilmente individuabili e quindi di facile utilizzo; la distanza dal pavimento di calpestio deve essere di 17,5 cm se la presa è a parete, di 7 cm se è in canalina, 4 cm se da torretta, 100-120 cm nei locali di lavoro. I comandi luce sono posizionati in genere a livello maniglie porte. Il comando meccanico dell'interruttore dovrà essere garantito per almeno 10 manovre.

### Sezionatore

Il sezionatore è un dispositivo meccanico di manovra a vuoto che assicura una idonea distanza di sezionamento tra i contatti superiore alle distanze fase-fase e fase-terra. Il dispositivo risponde, in posizione di apertura, alle prescrizioni specificate per la funzione di sezionamento. È formato da un blocco tripolare o tetrapolare, da uno o due contatti ausiliari di preinterruzione e da un dispositivo di comando che determina l'apertura e la chiusura dei poli.

#### Modalità di uso corretto:

La velocità di intervento dell'operatore (manovra dipendente manuale) determina la rapidità di apertura e chiusura dei poli. Il sezionatore è un congegno a "rottura lenta" che non deve essere maneggiato sotto carico: deve essere prima interrotta la corrente nel circuito d'impiego attraverso l'apparecchio di commutazione.

Il contatto ausiliario di preinterruzione si collega in serie con la bobina del contattore; quindi, in caso di manovra in carico, interrompe l'alimentazione della bobina prima dell'apertura dei poli. Nonostante questo, il contatto ausiliario di preinterruzione non può e non deve essere considerato un dispositivo di comando del contattore che deve essere dotato del comando Marcia/Arresto. La posizione del dispositivo di comando, l'indicatore meccanico separato (interruzione completamente apparente) o contatti visibili (interruzione visibile) devono segnalare in modo chiaro e sicuro lo stato dei contatti. Non deve mai essere possibile la chiusura a lucchetto del sezionatore in posizione di chiuso o se i suoi contatti sono saldati in conseguenza di un incidente. I fusibili possono sostituire nei sezionatori i tubi o le barrette di sezionamento.

#### *3.2.1.4 Servizi Ausiliari*

Il quadro servizi ausiliari è necessario a garantire l'alimentazione ed il funzionamento dei dispositivi di protezione e comando dei quadri in cabina. I servizi ausiliari di cabina necessari per assicurare il funzionamento dei dispositivi di protezione e di manovra possono essere alimentati da un gruppo batterie.

#### 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. Nel locale dove è installato il 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.

### **3.2.2 CABINA ELETTRICA DI INTERFACCIA**

La cabina di interfaccia è costituita da un manufatto all'interno del quale sarà collocato il quadro di distribuzione che collega tutte le stazioni di trasformazione presenti in campo. All'interno di essa è presente il quadro rappresentativo del punto di interfaccia dell'impianto con la rete pubblica.

Su di essa verrà infatti attestata la linea di collegamento in uscita dal campo verso la sottostazione elettrica e all'interno di essa saranno collocate tutte le protezioni indicate dalle vigenti normative tecniche per la connessione come il Sistema di Protezione Generale (SPG) e il Sistema di Protezione di Interfaccia (SPI).

#### Modalità di uso corretto:

Negli impianti fotovoltaici connessi in media o alta tensione, il lavoro nei locali di interfaccia è considerato complesso, le persone abilitate ai lavori devono appartenere ad aziende autorizzate. 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. Inoltre, devono essere presenti oltre alla documentazione dell'impianto anche i dispositivi di protezione individuale e i dispositivi di estinzione incendi.

#### *3.2.2.1 Quadro di distribuzione AT*

Un quadro di distribuzione AT sarà contenuto all'interno della cabina elettrica di interfaccia. Al suo interno saranno presenti principalmente interruttori IMS di tipo compatto con isolamento in SF6 ed interruttori isolati in SF6. Sono supporti o

carpenterie che servono a racchiudere le apparecchiature elettriche di comando e/o a preservare i circuiti elettrici.

#### 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. Le segregazioni metalliche tra le celle e l'utilizzo di materiali isolanti autoestinguenti impediscono il diffondersi di eventuali incendi.

Nel locale dove è installato il 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.

#### Dispositivo di interfaccia (DDI)

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 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.

La scelta del dispositivo deve essere fatta con riferimento alle grandezze nominali del sistema in cui è installato; in particolare, per quanto si riferisce alla corrente di breve durata ed ai poteri di interruzione e di stabilimento, questi devono essere proporzionati alla corrente presunta di cortocircuito nel punto di installazione, tenendo conto che a tale corrente possono contribuire la rete di distribuzione e i gruppi di produzione dell'energia.

#### Dispositivo di rinalzo (DDR)

Il dispositivo di rinalzo è richiesto per la sicurezza della linea d'interconnessione. È necessario per prevedere un rinalzo alla mancata apertura del dispositivo d'interfaccia. Il rinalzo consiste nel riportare il comando di scatto, emesso dalla protezione di interfaccia, ad un altro dispositivo di interruzione. Esso è costituito da un circuito, condizionato dalla posizione di chiuso del dispositivo di interfaccia, che agisce sul dispositivo generale, con ritardo non eccedente 1 s.

#### Modalità di uso corretto:

Il produttore deve prevedere all'interno del proprio impianto uno o più DDR in modo da potere effettuare il rinalzo alla mancata apertura di tutti i DDI presenti. Il temporizzatore viene attivato dal circuito di scatto della protezione di interfaccia. Il ripristino del dispositivo di rinalzo deve avvenire solo manualmente.

#### Dispositivo generale (DG)

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. È solitamente costituito da un sezionatore quadripolare nelle reti trifase.

#### 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.

### 3.2.2.2 *Trasformatore Ausiliari*

All'interno della cabina è presente un trasformatore con rapporto di trasformazione 36kV/0,4kV. Viene utilizzato per alimentare tutti quei componenti che funzionano in bassa tensione, come ad esempio luci interne ed esterne, cancelli automatici, sistema di videosorveglianza, protezioni, UPS, apparati di telecontrollo e telemanovra, condizionatori, ecc.

#### 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. Occorre prestare attenzione ad osservare eventuali norme e disposizioni per le installazioni elettriche specifiche del rispettivo Paese e consultare un installatore di prodotti elettrici locale. Osservare inoltre le avvertenze di sicurezza e le indicazioni per i prodotti aggiornate e/o le descrizioni del prodotto e le avvertenze per l'installazione presenti sulla pagina del produttore.

### 3.2.2.3 *Quadro Servizi Ausiliari BT-AUX*

Il quadro servizi ausiliari è necessario a garantire l'alimentazione ed il funzionamento dei dispositivi di protezione e comando dei quadri in cabina. I servizi ausiliari di cabina necessari per assicurare il funzionamento dei dispositivi di protezione e di manovra possono essere alimentati da un gruppo batterie.

#### 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. Nel locale dove è installato il 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.

### 3.2.2.4 *UPS*

Riguardo i fermi impianto causati da interruzione di rete si mette in evidenza la presenza dei gruppi di continuità - UPS in cabina. Tali gruppi di continuità rispondono ai requisiti per l'alimentazione e la protezione delle bobine di sgancio e relè di protezione in cabina.

#### Modalità di uso corretto:

L'UPS garantisce la continuità per un periodo di 60 minuti, mantenendo una riserva di carica, avvio da batteria, utile al riarmo del sistema di protezione interfaccia (SPI) e successiva chiusura dell'interruttore generale e del sistema di protezione generale (SPG) (compreso eventuale data logger) e i circuiti di comando del dispositivo generale.

Occorre installare l'UPS in luogo protetto verificando la temperatura e l'umidità. Condizioni climatiche al di fuori delle caratteristiche specifiche dell'ups, possono essere causa di scariche elettriche interne che danneggiano l'ups. Occorre installare l'UPS in modo che siano accessibili i cavi di collegamento, e che possa essere isolato togliendo il cavo di alimentazione di rete. Le manutenzioni interne all'ups devono essere fatte da centro di assistenza qualificato. Prima di effettuare la manutenzione minima (togliere la polvere dall'ups), o di spedire l'UPS, occorre assicurarsi che l'UPS sia spento completamente.

### 3.2.2.5 *Sistema SCADA*

Il sistema SCADA è presente in cabina ed è un sistema informatico distribuito per il monitoraggio elettronico di sistemi fisici.

Per l'impianto nello specifico si effettuerà il monitoraggio delle grandezze elettriche (tensione, corrente, potenza), fisiche (temperatura, irraggiamento) o logiche (stato degli interruttori o messaggi di allarme) mentre il controllo remoto si applica per l'azionamento remoto degli interruttori.

Il sistema SCADA si basa su microcontrollori per la trasmissione dei dati acquisiti e necessita di un'infrastruttura di comunicazione affidabile ed immune ai disturbi per garantire la continuità di invio delle misure effettuate.

#### Modalità di uso corretto:

Gli standard di connessione più frequentemente utilizzati per l'applicazione specifica sono:

- Seriali RS232/485/422;
- Ethernet;
- Fibra ottica.

Ciascuno standard può essere utilizzato in una parte d'impianto a seconda delle necessità specifiche.

#### *3.2.2.6 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.

#### 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.

### **3.3 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE CAMPO FV**

L'impianto di illuminazione consente di creare condizioni di visibilità negli ambienti. L'impianto di illuminazione deve consentire, nel rispetto del risparmio energetico, livello ed uniformità di illuminamento, limitazione dell'abbagliamento, direzionalità della luce, colore e resa della luce.

L'unità tecnologica è composta dai seguenti elementi manutenibili:

- Lampade a LED.
- Pali in acciaio.

#### **3.3.1 LAMPADE A LED**

La lampada a LED è un dispositivo di illuminazione basato sull'impiego di diodi ad emissione luminosa. Le lampade a LED, essendo basate su semiconduttori, presentano una durata di vita molto più lunga e consumi molto più contenuti a parità di emissione luminosa rispetto alle lampade a incandescenza e alle altre tecnologie di lampade usate per l'illuminazione.

#### Modalità di uso corretto:

Tutte le eventuali operazioni, dopo aver tolto la tensione, devono essere effettuate con personale qualificato e dotato di idonei dispositivi di protezione individuali quali guanti e scarpe isolanti. Una volta smontate le lampade vanno smaltite

seguendo le prescrizioni fornite dalla normativa vigente e conservate in luoghi sicuri.

### 3.3.2 PALI IN ACCIAIO

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

#### Modalità di uso corretto:

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

### 3.4 IMPIANTO DI MESSA A TERRA CAMPO FV

L'impianto di messa a terra ha la funzione di collegare determinati punti, elettricamente definiti, con un conduttore a potenziale nullo. È il sistema migliore per evitare gli infortuni dovuti a contatti indiretti, ossia contatti con parti metalliche in tensione a causa di mancanza di isolamento o altro. L'impianto di terra deve essere unico e deve collegare le masse di protezione e quelle di funzionamento, inclusi i centri stella dei trasformatori per i sistemi TN, gli eventuali scaricatori e le discese contro le scariche atmosferiche ed elettrostatiche. Lo scopo è quello di ridurre allo stesso potenziale, attraverso i dispersori e i conduttori di collegamento, le parti metalliche dell'impianto e il terreno circostante.

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 potrebbe essere 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.

Per il collegamento alla rete di terra è possibile utilizzare, oltre ai dispersori ed ai loro accessori, i ferri dei plinti di fondazione.

L'impianto di terra è generalmente composto da collettore di terra, dai conduttori equipotenziali, dal conduttore di protezione principale e quelli che raccordano i singoli impianti. I collegamenti devono essere sconnettibili ed il morsetto principale deve avere il contrassegno di terra.

L'impianto di messa a terra risulta pertanto essere composta dai seguenti elementi manutenibili:

- Conduttori di protezione;
- Sistema di dispersione;
- Sistema di equipotenzializzazione;

#### 3.4.1 CONDUTTORI DI PROTEZIONE

I conduttori di protezione principale o montanti sono quelli che raccolgono i conduttori di terra dai vari elementi dell'impianto.

#### 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.

#### 3.4.2 SISTEMA DI DISPERSIONE

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.

IG D.6.1/4 - DISPERSORE DI TERRA CON POZZETTO ISPEZIONABILE

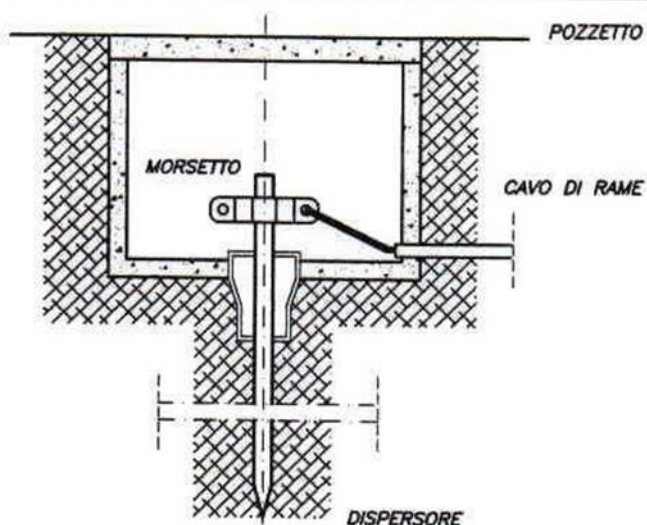


Figura 3-1 dispersore di terra con pozzetto ispezionabile

#### Modalità di uso corretto:

Per gli organi di captazione si adoperano 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. Per le coperture metalliche gli spessori non devono essere inferiori a 10-20 mm per scongiurare perforazioni catalitiche. Una sezione doppia di quella degli organi di captazione si utilizza per le grondaie e le ringhiere; per le tubazioni e i contenitori in metallo si devono adoperare spessori di 2,5 mm che arrivano a 4,5 mm per recipienti di combustibili. 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.

#### 3.4.3 SISTEMA DI EQUIPOTENZIALIZZAZIONE

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.

## 4 MANUALE DI MANUTENZIONE E PROTEZIONE

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

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

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

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

- Piano di manutenzione;



- Organizzazione del servizio;
- Formazione e aggiornamento del personale.

#### 4.1 COMPONENTI D'IMPIANTO LATO DC

L'impianto fotovoltaico lato DC si costituisce dell'insieme dei componenti meccanici, elettrici ed elettronici che captano l'energia solare per trasformarla in energia elettrica.

L'unità elementare risulta essere il modulo fotovoltaico, formato da un certo numero di celle elettricamente collegate tra di loro. Più moduli verranno collegati in serie a costituire una stringa di moduli. Il parallelo di più stringhe di moduli costituisce un sottocampo che verrà poi posto in ingresso agli Inverter, unità di conversione della corrente continua in uscita dai moduli in corrente alterna.

L'impianto deve essere progettato secondo le norme CEI vigenti per assicurare un'adeguata protezione.

##### **Requisiti e Prestazioni:**

##### **R01 (Attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche**

Classe di Requisiti: Funzionalità d'uso

Classe di Esigenza: Funzionalità

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

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

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

##### **R02 (Attitudine al) Controllo della condensazione interstiziale**

Classe di Requisiti: Sicurezza d'intervento

Classe di Esigenza: Sicurezza

I componenti degli impianti elettrici capaci di condurre elettricità devono essere in grado di evitare la formazione di acqua di condensa per evitare alle persone qualsiasi pericolo di folgorazioni per contatto diretto secondo quanto prescritto dalla norma tecnica.

Prestazioni: Si possono controllare i componenti degli impianti elettrici procedendo ad un esame nonché a misure eseguite secondo le norme CEI vigenti.

Livello minimo della prestazione: Devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

##### **R03 Impermeabilità ai liquidi**

Classe di Requisiti: Sicurezza d'intervento

Classe di Esigenza: Sicurezza

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

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

Livello minimo della prestazione: Devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

#### **R04 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.

#### **R05 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.

#### **R06 Montabilità/Smontabilità**

Classe di Requisiti: Facilità d'intervento

Classe di Esigenza: Funzionalità

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

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

Livello minimo della prestazione: Devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

#### **R07 Resistenza meccanica**

Classe di Requisiti: Di stabilità

Classe di Esigenza: Sicurezza

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

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

Livello minimo della prestazione: Devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

L'unità tecnologica lato DC è composta dai seguenti elementi manutenibili:

- Modulo fotovoltaico;
- Cassetta di trasformazione;

- Strutture di sostegno;
- Quadri di stringa;
- Inverter;

#### 4.1.1 MODULO FOTOVOLTAICO CON CELLE IN SILICIO MONOCRISTALLINO

Il modulo fotovoltaico è un dispositivo che consente la conversione dell'energia prodotta dalla radiazione solare in energia elettrica. È 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 è concentrata su:

- 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:

##### **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:

- Difetti di tenuta del rivestimento superficiale che provoca un abbassamento del rendimento della cella;
- Deposito superficiale di pulviscolo atmosferico o di altri materiali estranei, di spessore variabile, sulla superficie del rivestimento;
- Difetti di serraggio dei morsetti elettrici dei pannelli solari;
- Difetti di tenuta degli elementi di fissaggio e di tenuta dei pannelli solari sul supporto;
- Difetti di tenuta con evidenti perdite di fluido captatore dell'energia solare dagli elementi del pannello;
- Formazione di muschi e licheni sulla superficie dei pannelli solari che sono causa di cali di rendimento;
- Infiltrazione di acqua che può venire in contatto con parti del pannello non previste per essere bagnate;ti
- 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:**

### **Controllo apparato elettrico**

Cadenza: ogni anno

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.

### **Controllo apparato diodi**

Cadenza: ogni 6 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.

### **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.

### **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

### **Manutenzioni eseguibili da personale specializzato:**

#### **Pulizia**

Cadenza: ogni 6 mesi

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

#### **Sostituzioni celle**

Cadenza: ogni 10 anni

Sostituzione delle celle che non assicurano un rendimento accettabile.

Ditte specializzate: Elettricista.

### **Serraggio**

Cadenza: quando occorre

Eseguire il serraggio della struttura di sostegno delle celle.

Ditte specializzate: Generico.

#### **4.1.2 CASSETTA DI TERMINAZIONE**

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

Anomalie riscontrabili:

- Corto circuiti dovuti a difetti nell'impianto di messa a terra, a sbalzi di tensione (sovraccarichi) o ad altro;
- Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa;
- Difetti di taratura dei contattori, di collegamento o di taratura della protezione;
- Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. Può essere dovuto da ossidazione delle masse metalliche.

**Controlli eseguibili da personale specializzato:**

#### **Controllo generale**

Cadenza: ogni 6 mesi

Tipologia: Controllo a vista

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

Requisiti da verificare: 1) (Attitudine al) controllo della condensazione interstiziale; 2) (Attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche; 3) Impermeabilità ai liquidi; 4) Isolamento elettrico; 5) Limitazione dei rischi di intervento; 6) Montabilità/Smontabilità; 7) Resistenza meccanica.

Anomalie riscontrabili: 1) Corto circuiti; 2) Difetti agli interruttori; 3) Difetti di taratura; 4) Surriscaldamento.

Ditte specializzate: Elettricista.

**Manutenzioni eseguibili da personale specializzato:**

#### **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.

#### **4.1.3 STRUTTURE DI SOSTEGNO**

I moduli fotovoltaici saranno tenuti in posizione ed orientamento da idonee strutture in acciaio zincato a caldo, che,

attraverso servomeccanismi, consentiranno "l'inseguimento" del sole durante tutto il suo percorso nella volta del cielo.

Si tratta di sistemi ad inseguimento mono-assiale, cosiddetti di rollio o comunemente "Tracker". Tale tipologia di inseguitore, che effettua una rotazione massima di +/-60°, risulta particolarmente adatto per i Paesi come l'Italia caratterizzati da basse latitudini, poiché in essi il percorso apparente del Sole è più ampio.

I tracker funzionano grazie a dei sensori che rilevano così la posizione del sole ed attivano i motori per orientare la struttura. Forniscono un supporto meccanico e favoriscono l'orientazione dei moduli andando ad aumentare le ore di irraggiamento diretto.

### **Requisiti e Prestazioni:**

#### **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.

#### **R02 Resistenza meccanica**

Classe di Requisiti: Di stabilità

Classe di Esigenza: Sicurezza

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

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

Livello minimo della prestazione: Le strutture di sostegno devono sopportare i carichi previsti in fase di progetto.

#### **Anomalie riscontrabili:**

- Fenomeni di corrosione degli elementi metallici.
- Cambiamento della forma iniziale con imbarcamento degli elementi e relativa irregolarità della sovrapposizione degli stessi.
- Difetti nella posa in opera degli elementi (difetti di raccordo, di giunzione, di assemblaggio).
- Difetti di serraggio degli elementi di sostegno delle celle.
- Fessurazioni o microfessurazioni interessanti lo spessore degli elementi.

### **Controlli eseguibili da personale specializzato:**

#### **Controllo generale**

Cadenza: ogni 6 mesi

Tipologia: Ispezione a vista

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

Requisiti da verificare: 1) Resistenza meccanica.

Anomalie riscontrabili: 1) Deformazione; 2) Difetti di montaggio; 3) Fessurazioni, microfessurazioni; 4) Corrosione; 5) Difetti

di serraggio.

Ditte specializzate: Tecnici di livello superiore.

#### **Manutenzioni eseguibili da personale specializzato:**

##### **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.

##### **Ripristino rivestimenti**

Cadenza: quando occorre

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

Ditte specializzate: Generico.

#### **4.1.4 QUADRI DI STRINGA**

I quadri di stringa raccolgono l'energia generata dal campo DC, collegando in parallelo le stringhe all'inverter e fornendo protezione elettrica per il campo fotovoltaico. Per far corrispondere il numero di ingressi dell'inverter, diverse stringhe in parallelo saranno concentrate in modo da funzionare come un unico circuito.

##### **Anomalie riscontrabili:**

- segni evidenti di ruggine o corrosione che possano compromettere il funzionamento e la sicurezza dell'apparato;
- mancato isolamento tra circuiti elettrici e masse e strutture metalliche interne;
- anomalie di funzionamento degli organi di sezionamento e sicurezza AC e DC presenti;
- segni di bruciatura su tutte le morsettiere e i portafusibili presenti;
- cartuccia dello scaricatore esausta;
- interruzione o ingiallimento dei fusibili presenti per eccessivo surriscaldamento;

##### **Requisiti e Prestazioni:**

###### **R01 Resistenza meccanica**

Classe di Requisiti: Di stabilità;

Classe di Esigenza: Sicurezza;

Le cassette dei quadri di stringa non sono progettate per sopportare pesi elevati. Non salire mai sull'apparecchiatura, non appoggiarvi trabattelli e non utilizzarli come supporto per ulteriori apparecchiature (passerelle, canaline, condotti di areazione ecc).

**Prestazioni:** Le cassette devono essere realizzate con materiali e finiture in grado di garantire stabilità e sicurezza.

**Livello minimo della prestazione:** Le cassette devono sopportare i carichi previsti in fase di progetto.

##### **Anomalie riscontrabili:**

- Cambiamento della forma iniziale con imbarcamento degli elementi e relativa irregolarità della sovrapposizione degli stessi.
- Difetti nella posa in opera degli elementi (difetti di raccordo, di giunzione, di assemblaggio).

- Difetti di serraggio degli elementi di sostegno.
- Fessurazioni o microfessurazioni interessanti lo spessore degli elementi.

## **R02 Resistenza alla corrosione**

Classe di Requisiti: Di stabilità

Classe di Esigenza: Sicurezza

I materiali costitutivi delle cassette di campo 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.

### **Controlli eseguibili da personale specializzato:**

#### **Controllo generale**

Cadenza: ogni 6 mesi

Tipologia: Ispezione a vista

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

Requisiti da verificare: 1) Resistenza meccanica.

Anomalie riscontrabili: 1) Deformazione; 2) Difetti di montaggio; 3) Fessurazioni, microfessurazioni; 4) Corrosione; 5) Difetti di serraggio.

Ditte specializzate: Tecnici di livello superiore.

### **Manutenzioni eseguibili da personale specializzato:**

#### **Manutenzione ordinaria**

Cadenza: Ogni 6 mesi;

La manutenzione ordinaria dell'apparato deve essere periodicamente eseguita da personale tecnico specializzato (quale ad esempio l'installatore dell'impianto FV) verificando visivamente lo stato della macchina e dei componenti interni ad essa e verificando il serraggio delle viti dei sezionatori e dei portafusibili.

Requisiti da verificare: Corretto funzionamento e rispetto dei requisiti di sicurezza dell'apparato;

Ditte specializzate: Elettricista.

#### **Riparazioni**

Cadenza: Quando necessario;

In caso di riparazione si richiede l'utilizzo esclusivo di ricambi originali e su eventuali parti non originali impiegate che non siano conformi o autorizzate dal costruttore non si fornisce alcuna garanzia che esse possano resistere alle sollecitazioni a cui sono soggette nel corso del normale funzionamento.

Ditte specializzate: Elettricista.



#### 4.1.5 INVERTER

L'inverter o convertitore statico è quel componente di sistema costituente il gruppo di conversione che configura il livello di potenza trasferito verso la rete, assolvendo tre funzioni fondamentali:

- Trasforma la corrente continua prodotta dal generatore fotovoltaico, nella forma d'onda CA in un livello di tensione e frequenza compatibile con quello della rete a cui viene connesso l'impianto in parallelo;
- Consente di far funzionare l'impianto inseguendo il punto di massima potenza (MPP – maximum power point);
- Permette il monitoraggio dell'intero sistema permettendo di operare in condizioni di sicurezza;

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:**

##### **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:**

- Difetti di funzionamento dei fusibili.
- Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.
- Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.
- Valori delle emissioni elettromagnetiche non controllate dall'inverter.
- Fenomeni di infiltrazioni di acqua all'interno dell'alloggiamento dell'inverter.
- Danneggiamenti del sistema di protezione dell'inverter dovuti agli effetti delle scariche atmosferiche.
- Valori della tensione e della frequenza elettrica superiore a quella ammessa dall'inverter per cui si verificano malfunzionamenti.
- Sbalzi dei valori della tensione elettrica.

#### **Controlli eseguibili da personale specializzato:**

##### **Controllo generale**

Cadenza: ogni 6 mesi

Tipologia: Ispezione strumentale

Verificare lo stato di funzionamento del quadro di parallelo inverter misurando alcuni parametri quali tensioni, correnti e 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.

#### **Verifica messa a terra:**

Cadenza: ogni 6 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.

#### **Verifica protezioni**

Cadenza: ogni 6 mesi

Tipologia: Ispezione a vista

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

Requisiti da verificare: 1) (Attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche.

Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie dei fusibili; 2) Difetti agli interruttori.

Ditte specializzate: Elettricista.

#### **Manutenzioni eseguibili da personale specializzato:**

##### **Pulizia generale**

Cadenza: ogni 6 mesi

Pulizia generale utilizzando aria secca a bassa pressione.

Ditte specializzate: Elettricista.

##### **Serraggio**

Cadenza: ogni anno

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

Ditte specializzate: Elettricista.

##### **Sostituzione inverter**

Cadenza: ogni 3 anni

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

Ditte specializzate: Elettricista.

## **4.2 COMPONENTI D'IMPIANTO LATO AC**

L'impianto elettrico lato AC ha la funzione di addurre, distribuire ed erogare energia elettrica in uscita dall'inverter.

Le linee in uscita dall'inverter in bassa tensione si attesteranno ai quadri situati in cabina di trasformazione, mentre le linee di alta tensione verranno raggruppate nel quadro locato in cabina di interfaccia. In uscita ci si andrà poi a connettere in sottostazione.

L'impianto deve essere progettato secondo le norme CEI vigenti per assicurare un'adeguata protezione.

### **Requisiti e Prestazioni:**

#### **R01 (Attitudine al) controllo della condensazione interstiziale**

Classe di Requisiti: Sicurezza d'intervento

Classe di Esigenza: Sicurezza

I componenti degli impianti elettrici capaci di condurre elettricità devono essere in grado di evitare la formazione di acqua di condensa per evitare alle persone qualsiasi pericolo di folgorazioni per contatto diretto secondo quanto prescritto dalla norma tecnica.

Prestazioni: Si possono controllare i componenti degli impianti elettrici procedendo ad un esame nonché a misure eseguite secondo le norme CEI vigenti.

Livello minimo della prestazione: Devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

#### **R02 (Attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche**

Classe di Requisiti: Funzionalità d'uso

Classe di Esigenza: Funzionalità

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

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

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

#### **R03 Impermeabilità ai liquidi**

Classe di Requisiti: Sicurezza d'intervento

Classe di Esigenza: Sicurezza

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

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

Livello minimo della prestazione: Devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

#### **R04 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.

#### **R05 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.

#### **R06 Montabilità/Smontabilità**

Classe di Requisiti: Facilità d'intervento

Classe di Esigenza: Funzionalità

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

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

Livello minimo della prestazione: Devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

#### **R07 Resistenza meccanica**

Classe di Requisiti: Di stabilità

Classe di Esigenza: Sicurezza

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

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

Livello minimo della prestazione: Devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

#### **R08 Attitudine a limitare i rischi di incendio**

Classe di Requisiti: Protezione antincendio

Classe di Esigenza: Sicurezza

I componenti dell'impianto elettrico devono essere realizzati ed installati in modo da limitare i rischi di probabili incendi.

Prestazioni: Per limitare i rischi di probabili incendi i generatori di calore, funzionanti ad energia elettrica, devono essere installati e funzionare nel rispetto di quanto prescritto dalle leggi e normative vigenti.

Livello minimo della prestazione: Devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

L'unità tecnologica è composta dai seguenti elementi manutenibili:

- Cabina di trasformazione AT/BT e componenti in esso contenuti di cui di seguito nello specifico;
- Cabina di interfaccia e componenti in esso contenuti di cui di seguito nello specifico;

#### 4.2.1 CABINA DI TRASFORMAZIONE AT/BT

Effettuare periodicamente la manutenzione della cabina di trasformazione e dei dispositivi elettrici interni è essenziale al fine di garantire buone prestazioni da quest'ultima. L'intervallo di manutenzione descritto in questo capitolo è solo indicativo, l'intervallo effettivo dipende dalle condizioni dell'ambiente in loco. Se la cabina di trasformazione si trova in ambienti difficili, l'intervallo di manutenzione deve essere ridotto. In particolare, la pulizia e la lavorazione anticorrosione dovrebbero essere eseguite più frequentemente.

A causa della temperatura ambiente, dell'umidità, della polvere e delle vibrazioni, la cabina di trasformazione ed i componenti interni saranno soggetti ad usura ed invecchiamento. Per garantire la sicurezza dell'impianto e mantenere l'efficienza della cabina di trasformazione è necessario effettuare una manutenzione ordinaria e periodica. Tutte le misure che possono aiutare la cabina di trasformazione a funzionare in buone condizioni rientrano nell'ambito della manutenzione.

Con grado di protezione IP54, la cabina di trasformazione può essere installata all'esterno.

##### **Requisiti e Prestazioni:**

###### **R01 Comodità di uso e manovra**

Classe di Requisiti: Funzionalità d'uso

Classe di Esigenza: Funzionalità

Il container è realizzato con materiali e componenti aventi caratteristiche di facilità di uso, di funzionalità e di manovrabilità.

Prestazioni: L'involucro esterno della cabina deve garantire per tutta la durata della vita utile le caratteristiche fisiche per il corretto funzionamento dei componenti interni.

##### **Anomalie riscontrabili:**

- Sbavature sulla superficie causate da acqua e polvere che possono essere pulite
- Sbavature sulla superficie e danni allo strato di finitura che non possono essere puliti
- Il fondo è danneggiato e il primer è rivelato
- Corti circuiti dovuti a difetti nell'impianto di messa a terra, a sbalzi di tensione (sovraccarichi), ad altro.
- Difetti di funzionamento del dispositivo di generatore dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.
- Disconnessione dell'alimentazione dovuta a difetti di messa a terra.

##### **Controlli eseguibili da personale specializzato:**

###### **Controllo generale**

Cadenza: ogni anno

Tipologia: Controllo a vista

Verificare la corretta pressione di serraggio delle viti e delle placchette, e 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 corto circuiti.

Si ritengono interventi di manutenzione alla cabina di trasformazione tutti quelli descritti dai componenti interni alla cabina di trasformazione oggetto dei sottoparagrafi successivi.

##### **4.2.1.1 Quadri di bassa tensione**

I quadri di bassa tensione hanno la funzione di fornire protezione elettrica sia all'impianto che agli operatori, contro le sollecitazioni termiche e meccaniche delle correnti di cortocircuito. Nello specifico, proteggono da correnti di sovraccarico, correnti di corto circuito e guasti d'isolamento.

Grazie ai quadri di bassa tensione è possibile disporre in qualsiasi momento dell'indicazione dello stato di salute dell'impianto e controllare i processi in atto.

Il quadro è realizzato per la distribuzione di energia elettrica primaria BT ed è composto da moduli prefabbricati in lamiera di acciaio verniciata con resine epossidiche. Ha uno portello trasparente in vetro temperato, dotato di serratura a chiave e cerniere a norme CEI EN 60917 di dimensioni adeguate all'alloggiamento dei dispositivi di protezione previsti da progetto.

Le lastre interne sono sottoposte a trattamento di zincatura (sendzimir/zincato), mentre l'esterno è verniciato con polveri epossidiche RAL 7035. Ha un grado di protezione pari a IP55 per esterno e IP20 per interni.

### **Requisiti e Prestazioni:**

#### **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.

#### **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: È 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:**

- Difetti di funzionamento dei contattori.
- Difetti di funzionamento dei fusibili.
- Anomalie dell'impianto di rifasamento:
- Difetti di funzionamento della centralina che gestisce l'impianto di rifasamento.
- Difetti di funzionamento dei relè termici.
- Difetti di funzionamento della resistenza anticondensa.
- Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.
- Difetti di funzionamento dei termostati.
- Accumulo di polvere sui contatti che provoca malfunzionamenti.
- Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

## **Controlli eseguibili da personale specializzato:**

### **Controllo centralina di rifasamento**

Cadenza: ogni 6 mesi

Tipologia: Controllo a vista

Verificare il corretto funzionamento della centralina di rifasamento.

Requisiti da verificare: 1) (Attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche.

Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie dell'impianto di rifasamento.

Ditte specializzate: Eletttricista.

### **Verifica dei condensatori**

Cadenza: ogni 12 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 dell'impianto di rifasamento; 2) Anomalie dei contattori.

Ditte specializzate: Eletttricista.

### **Verifica messa a terra**

Cadenza: ogni 6 mesi

Tipologia: Controllo

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

Requisiti da verificare: 1) Limitazione dei rischi di intervento; 2) Resistenza meccanica

Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie dei contattori; 2) Anomalie dei magnetotermici.

Ditte specializzate: Eletttricista.

### **Verifica protezioni**

Cadenza: ogni 6 mesi

Tipologia: Ispezione a vista

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

Requisiti da verificare: 1) (Attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche.

Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie dei fusibili; 2) Anomalie dei magnetotermici; 3) Anomalie dei relè.

Ditte specializzate: Eletttricista.

## **Manutenzioni eseguibili da personale specializzato:**

### **Pulizia generale**

Cadenza: ogni 6 mesi

Pulizia generale utilizzando aria secca a bassa pressione.

Ditte specializzate: Eletttricista.

### **Serraggio**

Cadenza: ogni anno

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

Ditte specializzate: Elettricista

### **Sostituzione centralina rifasamento**

Cadenza: quando occorre

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

Ditte specializzate: Elettricista

### **Sostituzione quadro**

Cadenza: ogni 20 anni

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

Ditte specializzate: Elettricista

### **Interruttore BT**

Gli interruttori di bassa tensione si possono suddividere in tre tipologie: aperti, scatolati e modulari.

Gli interruttori aperti hanno le parti attive isolate in aria, presentano notevoli dimensioni e sono destinate soprattutto in ambienti industriali. Gli interruttori con le più elevate correnti nominali sono di tipo aperto.

Gli interruttori scatolati hanno le parti attive isolate mediante scomparti in plastica, presentano dimensioni più contenute di quelli aperti e sono utilizzati soprattutto in ambienti industriali.

Gli interruttori modulari hanno dimensioni unificate, larghezze multiplo di un modulo normalizzato, dispositivo di fissaggio a scatto su guida DIN.

Interruttori limitatori sono interruttori magnetotermici con elevato effetto di limitazione della corrente di cortocircuito (ottenuta mediante separazione veloce dei contatti per effetto di forze elettrodinamiche). Gli interruttori limitatori hanno una caratteristica di limitazione simile a quella dei fusibili.

### **Requisiti e Prestazioni:**

#### **R01 Comodità di uso e manovra**

Classe di Requisiti: Funzionalità d'uso

Classe di Esigenza: Funzionalità

Gli interruttori devono essere realizzati con materiali e componenti aventi caratteristiche di facilità di uso, di funzionalità e di manovrabilità.

**Prestazioni:** Gli interruttori devono essere disposti in posizione ed altezza dal piano di calpestio tali da rendere il loro utilizzo agevole e sicuro, ed essere accessibili anche da parte di persone con impedita o ridotta capacità motoria.

**Livello minimo della prestazione:** In particolare l'altezza di installazione dal piano di calpestio dei componenti deve essere compresa fra 0,40 e 1,40 m, ad eccezione di quei componenti il cui azionamento avviene mediante comando a distanza (ad esempio il telecomando a raggi infrarossi).

#### **Anomalie riscontrabili:**

- Difetti di funzionamento dei contatti;



- Difetti di funzionamento delle molle;
- Difetti di funzionamento degli sganciatori di apertura e chiusura;
- Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa;
- Difetti di taratura dei contattori, di collegamento e taratura della protezione;

#### **Controlli eseguibili da personale specializzato:**

##### **Controllo generale**

Cadenza: ogni 6 mesi

Tipologia: Controllo a vista

Verificare la corretta pressione di serraggio delle viti e delle placchette, e dei coperchi delle cassette.

Verificare che ci sia un buon livello di isolamento e di protezione (livello minimo di protezione da assicurare è IP55) onde evitare corto circuiti.

Requisiti da verificare: 1) (Attitudine al) controllo della condensazione interstiziale; 2) (Attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche; 3) Comodità di uso e manovra; 4) Impermeabilità ai liquidi; 5) Isolamento elettrico; 6) Limitazione dei rischi di intervento; 7) Montabilità/Smontabilità; 8) Resistenza meccanica.

Anomalie riscontrabili: 1) Corto circuiti; 2) Difetti agli interruttori; 3) Difetti di taratura; 4) Disconnessione dell'alimentazione; 5) Surriscaldamento; 6) Anomalie degli sganciatori.

Ditte specializzate: Elettricista.

#### **Manutenzioni eseguibili da personale specializzato:**

##### **Sostituzione**

Cadenza: quando occorre

Sostituire, quando usurate o non più rispondenti alle norme, parti degli interruttori quali placchette, coperchi, telai porta frutti, apparecchi di protezione e di comando.

Ditte specializzate: Elettricista.

##### **Dispositivo di generatore**

Il dispositivo di generatore, inserito all'interno del quadro di bassa tensione, 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 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 contactore combinato con fusibile, con interruttore automatico, con un commutatore combinato con fusibile, con interruttore automatico.

##### **Anomalie riscontrabili:**

- Difetti di funzionamento dei contatti ausiliari.
- Difetti di funzionamento delle molle.
- Difetti di funzionamento degli sganciatori di apertura e chiusura.
- Corti circuiti dovuti a difetti nell'impianto di messa a terra, a sbalzi di tensione (sovraccarichi), ad altro.
- Difetti del dispositivo di generatore dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.
- Difetti di taratura dei contattori, di collegamento o di taratura della protezione.

- Disconnessione dell'alimentazione dovuta a difetti di messa a terra, di sovraccarico di tensione di alimentazione, di corto circuito imprevisto.
- Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. Può essere dovuto da ossidazione delle masse metalliche.

#### **Controlli eseguibili da personale specializzato:**

##### **Controllo generale**

Cadenza: ogni 6 mesi

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.

#### **Manutenzioni eseguibili da personale specializzato:**

##### **Sostituzione**

Cadenza: quando occorre

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

Ditte specializzate: Elettricista.

#### **4.2.1.2 Trasformatori AT/BT**

I trasformatori in olio sono all'interno di un cassone metallico che contiene l'olio minerale, il quale svolge funzioni di isolamento e smaltimento del calore prodotto nel rame per effetto Joule e nel ferro per isteresi e correnti parassite.

Un recipiente cilindrico, con capacità di circa un decimo di quella del cassone, chiamato conservatore d'olio, viene spesso adoperato per consentire l'espansione del liquido al crescere della temperatura. Un filtro con cristalli di silica-gel consente la comunicazione del conservatore con l'aria esterna, impedendo che l'umidità possa compromettere la rigidità dielettrica dell'olio. È necessaria una periodica sostituzione del filtro.

Una soluzione alternativa è quella di sigillare il cassone, inserendo, nella parte superiore, un cuscino d'aria secca o di azoto che consente le dilatazioni del liquido senza sollecitare il cassone.

#### **Requisiti e Prestazioni:**

##### **R01 (Attitudine al) controllo delle scariche**

Classe di Requisiti: Funzionalità d'uso

Classe di Esigenza: Funzionalità

I trasformatori dell'impianto elettrico devono funzionare in modo da non emettere scariche.

Prestazioni: È 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: la misura delle scariche parziali dovrà essere condotta secondo quanto riportato dalla norma tecnica. In particolare, dovrà verificarsi che le scariche parziali siano inferiori o uguali a 10 pC a 1,1 Um.

## **R02 (Attitudine al) controllo del rumore prodotto**

Classe di Requisiti: Acustici

Classe di Esigenza: Benessere

I trasformatori dell'impianto elettrico devono garantire un livello di rumore nell'ambiente misurato in dB(A) in accordo a quanto stabilito dalla norma tecnica.

Prestazioni: I trasformatori devono funzionare in modo da mantenere il livello di rumore ambiente 'La' e quello residuo 'Lr' nei limiti indicati dalla normativa. Tali valori possono essere oggetto di verifiche che vanno eseguite sia con gli impianti funzionanti che con gli impianti fermi.

Livello minimo della prestazione: I valori di emissione acustica possono essere verificati "in situ", procedendo alle verifiche previste dalle norme oppure verificando che i valori dichiarati dal produttore di elementi facenti parte dell'impianto siano conformi alla normativa.

## **R03 Protezione termica**

Classe di Requisiti: Sicurezza d'uso

Classe di Esigenza: Sicurezza

Il trasformatore dell'impianto elettrico dovrà essere equipaggiato con un sistema di protezione termica.

Prestazioni: La protezione termica del trasformatore avviene utilizzando apposite termoresistenze e centralina termometrica.

Livello minimo della prestazione: dovranno essere garantiti i livelli di legge della temperatura delle tre fasi e del neutro e l'efficienza dei ventilatori di raffreddamento.

### Anomalie riscontrabili:

- Anomalie degli isolatori.
- Anomalie delle sonde termiche.
- Anomalie dello strato protettivo.
- Anomalie dei termoregolatori.
- Depositi di polvere.
- Difetti delle connessioni.
- Penetrazione di umidità nei trasformatori quando questi sono fermi.
- Difetti di tenuta dei vari componenti per cui si verificano vibrazioni durante il funzionamento.

### **Controlli eseguibili da personale specializzato:**

#### **Controllo avvolgimenti**

Cadenza: ogni anno

Tipologia: Ispezione

Verificare l'isolamento degli avvolgimenti tra di loro e contro massa misurando i valori caratteristici.

Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie degli isolatori.

Ditte specializzate: Eletttricista.

#### **Controllo generale**

Cadenza: ogni anno

Tipologia: Ispezione a vista

Verificare lo stato generale del trasformatore ed in particolare: 1) gli isolatori; 2) le sonde termiche; 3) i termoregolatori. Verificare inoltre lo stato della vernice di protezione e che non ci siano depositi di polvere e di umidità.

Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie degli isolatori; 2) Anomalie delle sonde termiche; 3) Anomalie dello strato protettivo; 4) Anomalie dei termoregolatori; 5) Difetti delle connessioni; 6) Vibrazioni; 7) Depositi di polvere; 8) Umidità.

Ditte specializzate: Elettricista.

#### **Manutenzioni eseguibili da personale specializzato:**

##### **Pulizia**

Cadenza: ogni anno

Eseguire la pulizia delle macchine e dei cavi in arrivo e in partenza.

Ditte specializzate: Elettricista.

##### **Serraggio bulloni**

Cadenza: quando occorre

Eseguire il serraggio di tutti i bulloni.

Ditte specializzate: Elettricista.

##### **Verniciatura**

Cadenza: quando occorre

Eseguire la pitturazione delle superfici del trasformatore.

Ditte specializzate: Pittore.

#### **4.2.1.3 Quadri di alta tensione**

I quadri elettrici hanno il compito di distribuire ai vari livelli dove sono installati l'energia elettrica proveniente dalla linea principale di adduzione. Sono supporti o carpenterie che servono a racchiudere le apparecchiature elettriche di comando e/o a preservare i circuiti elettrici. I quadri del tipo a tensione AT sono anche definite cabine elettriche per il contenimento delle apparecchiature di AT.

#### **Requisiti e Prestazioni:**

##### **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.

## **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:

- Anomalie della resistenza.
- Anomalie delle spie di segnalazione.
- Anomalie dei termostati.
- Corto circuiti.
- Difetti agli interruttori
- Difetti degli organi di manovra.
- Difetti di taratura.
- Difetti di tenuta dei bulloni e dei morsetti.
- Disconnessione dell'alimentazione dovuta a difetti di messa a terra, di sovraccarico di tensione di alimentazione, di corto circuito imprevisto.
- Surriscaldamento.

**Controlli eseguibili da personale specializzato:**

### **Controllo generale**

Cadenza: ogni 12 mesi

Tipologia: Controllo a vista

Controllo dello stato generale e dell'integrità con particolare attenzione allo stato degli interblocchi elettrici con prova delle manovre di apertura e chiusura. Verificare la corretta pressione di serraggio delle lame dei sezionatori e delle bobine dei circuiti di sgancio degli interruttori di manovra sezionatori.

Requisiti da verificare: 1) (Attitudine al) controllo della condensazione interstiziale; 2) (Attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche; 3) Attitudine a limitare i rischi di incendio; 4) Impermeabilità ai liquidi; 5) Isolamento elettrico; 6) Limitazione dei rischi di intervento; 7) Montabilità/Smontabilità.5) Anomalie riscontrabili: 1) Corto circuiti; 2) Difetti agli interruttori; 3) Difetti di taratura; 4) Disconnessione dell'alimentazione; 5) Surriscaldamento.

Ditte specializzate: Elettricista.

### **Verifica apparecchiature di taratura e controllo**

Cadenza: ogni 12 mesi

Tipologia: Controllo

Verificare l'efficienza delle lampade di segnalazione, delle spie di segnalazione dei sezionatori di linea.

Requisiti da verificare: 1) Limitazione dei rischi di intervento; 2) Resistenza meccanica.

Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di taratura; 2) Surriscaldamento

Ditte specializzate: Elettricista.

### **Verifica delle bobine**

Cadenza: ogni anno

Tipologia: Ispezione a vista

Verificare l'integrità delle bobine dei circuiti di sgancio.

Requisiti da verificare: 1) Isolamento elettrico.

Anomalie riscontrabili: 1) Difetti degli organi di manovra; 2) Difetti agli interruttori.

Ditte specializzate: Elettricista

### **Verifica interruttori**

Cadenza: ogni 12 mesi

Tipologia: Controllo a vista

Verificare l'efficienza degli isolatori di poli degli interruttori a volume d'olio ridotto. Verificare il regolare funzionamento dei motori, dei relè, dei blocchi a chiave, dei circuiti ausiliari; controllare il livello dell'olio degli interruttori a volume d'olio ridotto e la pressione del gas ad interruttore a freddo.

Requisiti da verificare: 1) Impermeabilità ai liquidi; 2) Isolamento elettrico.

Anomalie riscontrabili: 1) Difetti agli interruttori; 2) Difetti di taratura.

Ditte specializzate: Elettricista.

### **Manutenzioni eseguibili da personale specializzato:**

#### **Lubrificazione ingranaggi e contatti**

Cadenza: ogni anno

Lubrificare utilizzando vaselina pura i contatti, le pinze e le lame dei sezionatori di linea, gli interruttori di manovra, i sezionatori di messa a terra. Lubrificare con olio grafitato tutti gli ingranaggi e gli apparecchi di manovra.

Ditte specializzate: Elettricista.

#### **Pulizia generale**

Cadenza: ogni anno

Pulizia generale degli interruttori di manovra, dei sezionatori di messa a terra, delle lame e delle pinze dei sezionatori di linea.

Ditte specializzate: Elettricista.

#### **Serraggio**

Cadenza: ogni anno

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

Ditte specializzate: Elettricista.

#### **Sostituzione fusibili**

Cadenza: quando occorre

Eseguire la sostituzione dei fusibili con altri dello stesso tipo.

Ditte specializzate: Elettricista.

### **Sostituzione quadro**

Cadenza: ogni 20 anni

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

Ditte specializzate: Elettricista.

### **Interruttori AT**

Gli interruttori generalmente utilizzati sono del tipo ad interruzione in esafluoruro di zolfo con pressione relativa del SF6 di primo riempimento a 20 °C uguale a 0,5 bar. Gli interruttori possono essere dotati dei seguenti accessori:

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

### **Requisiti e Prestazioni:**

#### **R01 Comodità di uso e manovra**

Classe di Requisiti: Funzionalità d'uso

Classe di Esigenza: Funzionalità

Gli interruttori devono essere realizzati con materiali e componenti aventi caratteristiche di facilità di uso, di funzionalità e di manovrabilità.

Prestazioni: Gli interruttori devono essere disposti in posizione ed altezza dal piano di calpestio tali da rendere il loro utilizzo agevole e sicuro, ed essere accessibili anche da parte di persone con impedita o ridotta capacità motoria.

Livello minimo della prestazione: In particolare l'altezza di installazione dal piano di calpestio dei componenti deve essere compresa fra 0,40 e 1,40 m, ad eccezione di quei componenti il cui azionamento avviene mediante comando a distanza (ad esempio il telecomando a raggi infrarossi).

#### **Anomalie riscontrabili:**

- Difetti di funzionamento dei contatti ausiliari.
- Difetti di funzionamento delle molle.
- Difetti di funzionamento degli sganciatori di apertura e chiusura.
- Corti circuiti dovuti a difetti nell'impianto di messa a terra, a sbalzi di tensione (sovraccarichi), ad altro.
- Difetti di funzionamento del dispositivo di generatore dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.
- Difetti di taratura dei contattori, di collegamento o di taratura della protezione.
- Disconnessione dell'alimentazione dovuta a difetti di messa a terra, di sovraccarico di tensione di alimentazione, di corto circuito imprevisto.
- Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. Può essere dovuto da ossidazione delle

masse metalliche.

### **Controlli eseguibili da personale specializzato:**

#### **Controllo generale**

Cadenza: ogni 6 mesi

Tipologia: Controllo a vista

Verificare la corretta pressione di serraggio delle viti e delle placchette, e 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 corto circuiti.

Requisiti da verificare: 1) (Attitudine al) controllo della condensazione interstiziale; 2) (Attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche; 3) Comodità di uso e manovra; 4) Impermeabilità ai liquidi; 5) Isolamento elettrico; 6) Limitazione dei rischi di intervento; 7) Montabilità/Smontabilità; 8) Resistenza meccanica.

Anomalie riscontrabili: 1) Corto circuiti; 2) Difetti agli interruttori; 3) Difetti di taratura; 4) Disconnessione dell'alimentazione; 5) Surriscaldamento; 6) Anomalie degli sganciatori.

Ditte specializzate: Elettricista.

### **Manutenzioni eseguibili da personale specializzato:**

#### **Sostituzione**

Cadenza: quando occorre

Sostituire, quando usurate o non più rispondenti alle norme, parti degli interruttori quali placchette, coperchi, telai porta frutti, apparecchi di protezione e di comando.

Ditte specializzate: Elettricista.

#### **Sezionatore**

Il sezionatore è un dispositivo meccanico di manovra a vuoto che assicura una idonea distanza di sezionamento tra i contatti superiore alle distanze fase-fase e fase-terra. Il dispositivo risponde, in posizione di apertura, alle prescrizioni specificate per la funzione di sezionamento. È formato da un blocco tripolare o tetrapolare, da uno o due contatti ausiliari di preinterruzione e da un dispositivo di comando che determina l'apertura e la chiusura dei poli.

#### **Requisiti e Prestazioni:**

##### **R01 Comodità di uso e manovra**

Classe di Requisiti: Funzionalità d'uso

Classe di Esigenza: Funzionalità

I sezionatori devono essere realizzati con materiali e componenti aventi caratteristiche di facilità di so, di funzionalità e di manovrabilità.

**Prestazioni:** I sezionatori devono essere disposti in posizione ed altezza dal piano di calpestio tali da rendere il loro utilizzo agevole e sicuro sia in condizioni di normale utilizzo sia in caso di emergenza.

**Livello minimo della prestazione:** In particolare l'altezza di installazione dal piano di calpestio dei componenti deve essere compresa fra 0,40 e 1,40 m.

##### **Anomalie riscontrabili:**

- Anomalie dei contatti ausiliari.
- Anomalie delle molle.



- Anomalie degli sganciatori.
- Corto circuiti.
- Difetti delle connessioni.
- Difetti ai dispositivi di manovra.
- Difetti di taratura.
- Surriscaldamento.

#### **Controlli eseguibili da personale specializzato:**

##### **Controllo generale**

Cadenza: ogni 6 mesi

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 (livello minimo di protezione da assicurare è IP54) onde evitare corto circuiti.

Requisiti da verificare: 1) (Attitudine al) controllo della condensazione interstiziale; 2) (Attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche; 3) Comodità di uso e manovra; 4) Impermeabilità ai liquidi; 5) Isolamento elettrico; 6) Limitazione dei rischi di intervento; 7) Montabilità/Smontabilità; 8) Resistenza meccanica.

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

Ditte specializzate: Elettricista.

#### **Manutenzioni eseguibili da personale specializzato:**

##### **Sostituzioni**

Cadenza: quando occorre

Sostituire, quando usurate o non più rispondenti alle norme, le parti dei sezionatori quali placchette, coperchi, telai porta frutti, apparecchi di protezione e di comando.

Ditte specializzate: Elettricista.

#### **4.2.1.4 Quadro Servizi Ausiliari**

Il quadro servizi ausiliari è necessario a garantire l'alimentazione ed il funzionamento dei dispositivi di protezione e comando dei quadri AT e BT. I servizi ausiliari di cabina necessari per assicurare il funzionamento dei dispositivi di protezione e di manovra possono essere alimentati da un gruppo batterie.

##### **Anomalie riscontrabili:**

- Difetti di funzionamento dei contattori.
- Difetti di funzionamento dei fusibili.
- Difetti di funzionamento dei relè termici.
- Difetti di funzionamento della resistenza anticondensa.
- Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.
- Difetti di funzionamento dei termostati.
- Accumulo di polvere sui contatti che provoca malfunzionamenti.
- Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle

connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

#### **Controlli eseguibili da personale specializzato:**

##### **Verifica protezioni**

Cadenza: ogni 6 mesi

Tipologia: Ispezione a vista

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

Requisiti da verificare: 1) (Attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche.

Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie dei fusibili; 2) Anomalie dei magnetotermici; 3) Anomalie dei relè.

Ditte specializzate: Elettricista.

#### **Manutenzioni eseguibili da personale specializzato:**

##### **Pulizia generale**

Cadenza: ogni 6 mesi

Pulizia generale utilizzando aria secca a bassa pressione.

Ditte specializzate: Elettricista.

##### **Serraggio**

Cadenza: ogni anno

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

Ditte specializzate: Elettricista

##### **Sostituzione quadro**

Cadenza: ogni 20 anni

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

Ditte specializzate: Elettricista

#### **4.2.2 CABINA ELETTRICA DI INTERFACCIA**

La cabina di interfaccia rappresenta il punto di connessione con la linea AT che si attesterà nella stazione di trasformazione e di elevazione utente per consentire il collegamento alla rete elettrica di e-distribuzione a 36 kV.

La cabina di interfaccia è costituita da un manufatto all'interno del quale sarà collocato il quadro di distribuzione AT che collega tutte le stazioni di trasformazione presenti in campo. All'interno di essa è presente il quadro AT, che rappresenta il punto di interfaccia dell'impianto con la rete pubblica.

Su di essa verrà infatti attestata la linea di collegamento in uscita dal campo verso la sottostazione elettrica e all'interno di essa saranno collocate tutte le protezioni indicate dalle vigenti normative tecniche per la connessione come il Sistema di Protezione Generale (SPG) e il Sistema di Protezione di Interfaccia (SPI).

#### **Requisiti e Prestazioni:**

##### **R01 Identificabilità**

Classe di Requisiti: Facilità d'intervento

Classe di Esigenza: Funzionalità

I quadri in cabina 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: È 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:

- Difetti di funzionamento dei contattori.
- Difetti di funzionamento dei fusibili.
- Difetti di funzionamento della centralina che gestisce l'impianto di rifasamento.
- Difetti di funzionamento degli interruttori magnetotermici.
- Difetti di funzionamento dei relè termici.
- Difetti di funzionamento della resistenza anticondensa.
- Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.
- Difetti di funzionamento dei termostati.
- Accumulo di polvere sui contatti che provoca malfunzionamenti.
- Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

**Controlli eseguibili da personale specializzato:**

**Controllo centralina di rifasamento**

Cadenza: ogni 6 mesi

Tipologia: Controllo a vista

Verificare il corretto funzionamento della centralina di rifasamento.

Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie dell'impianto di rifasamento.

Ditte specializzate: Elettricista.

**Verifica dei condensatori**

Cadenza: ogni 6 mesi

Tipologia: Ispezione a vista

Verificare il corretto funzionamento della centralina di rifasamento.

Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie dell'impianto di rifasamento; 2) Anomalie dei contattori.

Ditte specializzate: Elettricista.

**Verifica messa a terra**

Cadenza: ogni 6 mesi

Tipologia: Ispezione a vista

Verificare il corretto funzionamento della centralina di rifasamento.

Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie dell'impianto di rifasamento; 2) Anomalie dei contattori.

Ditte specializzate: Elettricista.

#### **Verifica protezioni**

Cadenza: ogni 6 mesi

Tipologia: Ispezione a vista

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

Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie dei fusibili; 2) Anomalie dei magnetotermici; 3) Anomalie dei relè.

Ditte specializzate: Elettricista.

#### **Manutenzioni eseguibili da personale specializzato:**

##### **Pulizia generale**

Cadenza: ogni 6 mesi

Pulizia generale utilizzando aria secca a bassa pressione.

Ditte specializzate: Elettricista.

##### **Serraggio**

Cadenza: ogni anno

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

Ditte specializzate: Elettricista.

##### **Sostituzione centralina rifasamento**

Cadenza: quando occorre

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

Ditte specializzate: Elettricista.

##### **Sostituzione quadro**

Cadenza: ogni 20 anni

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

Ditte specializzate: Elettricista.

#### ***4.2.2.1 Quadro di distribuzione AT***

Un quadro di distribuzione AT sarà contenuto all'interno della cabina elettrica di interfaccia. Al suo interno saranno presenti principalmente interruttori IMS di tipo compatto con isolamento in SF6 ed interruttori isolati in SF6. Sono supporti o carpenterie che servono a racchiudere le apparecchiature elettriche di comando e/o a preservare i circuiti elettrici.

#### **Requisiti e Prestazioni:**

##### **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.

## **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:

- Anomalie della resistenza.
- Anomalie delle spie di segnalazione.
- Anomalie dei termostati.
- Corto circuiti.
- Difetti agli interruttori
- Difetti degli organi di manovra.
- Difetti di taratura.
- Difetti di tenuta dei bulloni e dei morsetti.
- Disconnessione dell'alimentazione dovuta a difetti di messa a terra, di sovraccarico di tensione di alimentazione, di corto circuito imprevisto.
- Surriscaldamento.

## **Controlli eseguibili da personale specializzato:**

### **Controllo generale**

Cadenza: ogni 12 mesi

Tipologia: Controllo a vista

Controllo dello stato generale e dell'integrità con particolare attenzione allo stato degli interblocchi elettrici con prova delle manovre di apertura e chiusura. Verificare la corretta pressione di serraggio delle lame dei sezionatori e delle bobine dei circuiti di sgancio degli interruttori di manovra sezionatori.

Requisiti da verificare: 1) (Attitudine al) controllo della condensazione interstiziale; 2) (Attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche; 3) Attitudine a limitare i rischi di incendio; 4) Impermeabilità ai liquidi; 5) Isolamento elettrico; 6) Limitazione dei rischi di intervento; 7) Montabilità/Smontabilità.5) Anomalie riscontrabili: 1) Corto circuiti; 2) Difetti agli interruttori; 3) Difetti di taratura; 4) Disconnessione dell'alimentazione; 5) Surriscaldamento.

Ditte specializzate: Elettricista.

#### **Verifica apparecchiature di taratura e controllo**

Cadenza: ogni 12 mesi

Tipologia: Controllo

Verificare l'efficienza delle lampade di segnalazione, delle spie di segnalazione dei sezionatori di linea.

Requisiti da verificare: 1) Limitazione dei rischi di intervento; 2) Resistenza meccanica.

Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di taratura; 2) Surriscaldamento

Ditte specializzate: Elettricista.

#### **Verifica delle bobine**

Cadenza: ogni anno

Tipologia: Ispezione a vista

Verificare l'integrità delle bobine dei circuiti di sgancio.

Requisiti da verificare: 1) Isolamento elettrico.

Anomalie riscontrabili: 1) Difetti degli organi di manovra; 2) Difetti agli interruttori.

Ditte specializzate: Elettricista

#### **Verifica interruttori**

Cadenza: ogni 12 mesi

Tipologia: Controllo a vista

Verificare l'efficienza degli isolatori di poli degli interruttori a volume d'olio ridotto. Verificare il regolare funzionamento dei motori, dei relè, dei blocchi a chiave, dei circuiti ausiliari; controllare il livello dell'olio degli interruttori a volume d'olio ridotto e la pressione del gas ad interruttore a freddo.

Requisiti da verificare: 1) Impermeabilità ai liquidi; 2) Isolamento elettrico.

Anomalie riscontrabili: 1) Difetti agli interruttori; 2) Difetti di taratura.

Ditte specializzate: Elettricista.

#### **Manutenzioni eseguibili da personale specializzato:**

##### **Lubrificazione ingranaggi e contatti**

Cadenza: ogni anno

Lubrificare utilizzando vaselina pura i contatti, le pinze e le lame dei sezionatori di linea, gli interruttori di manovra, i sezionatori di messa a terra. Lubrificare con olio grafitato tutti gli ingranaggi e gli apparecchi di manovra.

Ditte specializzate: Elettricista.

##### **Pulizia generale**

Cadenza: ogni anno

Pulizia generale degli interruttori di manovra, dei sezionatori di messa a terra, delle lame e delle pinze dei sezionatori di linea.

Ditte specializzate: Elettricista.

### **Serraggio**

Cadenza: ogni anno

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

Ditte specializzate: Elettricista.

### **Sostituzione fusibili**

Cadenza: quando occorre

Eseguire la sostituzione dei fusibili con altri dello stesso tipo.

Ditte specializzate: Elettricista.

### **Sostituzione quadro**

Cadenza: ogni 20 anni

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

Ditte specializzate: Elettricista.

### **Dispositivo di interfaccia (DDI)**

Il dispositivo di interfaccia è un teleruttore comandato da una protezione di interfaccia; le protezioni di interfaccia possono essere realizzate da relè di frequenza e tensione o dal sistema di controllo inverter. Il dispositivo di interfaccia è un interruttore automatico con bobina di apertura a mancanza di tensione.

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

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

### **Anomalie riscontrabili:**

- Difetti di funzionamento della bobina di avvolgimento.
- Difetti di funzionamento del circuito magnetico mobile.
- Vibrazioni dell'elettromagnete del contattore dovute ad alimentazione non idonea.
- Difetti di funzionamento della molla di ritorno.
- Difetti di tenuta delle viti serrafilo.
- Difetti di tenuta del coperchio passacavi.
- Eccessivo livello del rumore dovuto ad accumuli di polvere sulle superfici.

### **Controlli eseguibili da personale specializzato:**

#### **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 serrafilii; 5) Difetti dei passacavi; 6) Anomalie dell'elettromagnete; 7) Rumorosità.

Ditte specializzate: Elettricista.

### **Verifica tensione**

Cadenza: ogni anno

Tipologia: Ispezione strumentale

Misurare la tensione di arrivo ai morsetti utilizzando un voltmetro.

Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie dell'elettromagnete.

Ditte specializzate: Elettricista.

### **Manutenzioni eseguibili da personale specializzato:**

#### **Pulizia**

Cadenza: quando occorre

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

Ditte specializzate: Elettricista.

#### **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.

#### **Sostituzione bobina**

Cadenza: a guasto

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

Ditte specializzate: Elettricista.

#### **Dispositivo di rinalzo (DDR)**

Il dispositivo di rinalzo è richiesto per la sicurezza della linea d'interconnessione. È necessario per prevedere un rinalzo alla mancata apertura del dispositivo d'interfaccia. Il rinalzo consiste nel riportare il comando di scatto, emesso dalla protezione di interfaccia, ad un altro dispositivo di interruzione. Esso è costituito da un circuito, condizionato dalla posizione di chiuso del dispositivo di interfaccia, che agisce sul dispositivo generale, con ritardo non eccedente 1 s.

#### **Anomalie riscontrabili:**

- Difetti di funzionamento dei contatti ausiliari.
- Difetti di funzionamento delle molle.
- Difetti di funzionamento degli sganciatori di apertura e chiusura.
- Corti circuiti dovuti a difetti nell'impianto di messa a terra, a sbalzi di tensione (sovraccarichi), ad altro.
- Difetti del dispositivo di generatore dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.



- Difetti di taratura dei contattori, di collegamento o di taratura della protezione.
- Disconnessione dell'alimentazione dovuta a difetti di messa a terra, di sovraccarico di tensione di alimentazione, di corto circuito imprevisto.
- Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. Può essere dovuto da ossidazione delle masse metalliche.

#### **Controlli eseguibili da personale specializzato:**

##### **Controllo generale**

Cadenza: ogni 6 mesi

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.

#### **Manutenzioni eseguibili da personale specializzato:**

##### **Sostituzione**

Cadenza: quando occorre

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

Ditte specializzate: Elettricista.

##### **Dispositivo generale (DG)**

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. È solitamente costituito da un sezionatore quadripolare nelle reti trifase.

##### **Anomalie riscontrabili:**

- Difetti di funzionamento dei contatti ausiliari.
- Difetti di funzionamento delle molle.
- Difetti di funzionamento degli sganciatori di apertura e chiusura.
- Corto circuiti dovuti a difetti nell'impianto di messa a terra, a sbalzi di tensione (sovraccarichi) o ad altro.
- Difetti di serraggio delle connessioni in entrata ed in uscita dai sezionatori.
- Difetti agli interruttori dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.
- Difetti di taratura dei contattori, di collegamento o di taratura della protezione.
- Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. Può essere dovuto da ossidazione delle masse metalliche.

#### **Controlli eseguibili da personale specializzato:**

##### **Controllo generale**

Cadenza: ogni 6 mesi

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.

#### **Manutenzioni eseguibili da personale specializzato:**

##### **Sostituzione**

Cadenza: quando occorre

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

Ditte specializzate: Elettricista.

#### *4.2.2.2 Trasformatore Ausiliari*

All'interno della cabina è presente un trasformatore con rapporto di trasformazione 36kV/0,4kV. Viene utilizzato per alimentare tutti quei componenti che funzionano in bassa tensione, come ad esempio luci interne ed esterne, cancelli automatici, sistema di videosorveglianza, protezioni, UPS, apparati di telecontrollo e telemanovra, condizionatori, ecc.

##### **Anomalie riscontrabili:**

- Anomalie degli isolatori.
- Anomalie delle sonde termiche.
- Anomalie dello strato protettivo.
- Anomalie dei termoregolatori.
- Depositi di polvere.
- Difetti delle connessioni.
- Penetrazione di umidità nei trasformatori quando questi sono fermi.
- Difetti di tenuta dei vari componenti per cui si verificano vibrazioni durante il funzionamento.

#### **Controlli eseguibili da personale specializzato:**

##### **Controllo avvolgimenti**

Cadenza: ogni anno

Tipologia: Ispezione

Verificare l'isolamento degli avvolgimenti tra di loro e contro massa misurando i valori caratteristici.

Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie degli isolatori.

Ditte specializzate: Elettricista.

##### **Controllo generale**

Cadenza: ogni anno

Tipologia: Ispezione a vista

Verificare lo stato generale del trasformatore ed in particolare: 1) gli isolatori; 2) le sonde termiche; 3) i termoregolatori. Verificare inoltre lo stato della vernice di protezione e che non ci siano depositi di polvere e di umidità.

Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie degli isolatori; 2) Anomalie delle sonde termiche; 3) Anomalie dello strato protettivo; 4) Anomalie dei termoregolatori; 5) Difetti delle connessioni; 6) Vibrazioni; 7) Depositi di polvere; 8) Umidità.

Ditte specializzate: Elettricista.

#### **Manutenzioni eseguibili da personale specializzato:**

##### **Pulizia**

Cadenza: ogni anno

Eseguire la pulizia delle macchine e dei cavi in arrivo e in partenza.

Ditte specializzate: Elettricista.

##### **Serraggio bulloni**

Cadenza: quando occorre

Eseguire il serraggio di tutti i bulloni.

Ditte specializzate: Elettricista.

##### **Verniciatura**

Cadenza: quando occorre

Eseguire la pitturazione delle superfici del trasformatore.

Ditte specializzate: Pittore.

#### ***4.2.2.3 Quadro Servizi Ausiliari BT-AUX***

Il quadro servizi ausiliari è necessario a garantire l'alimentazione ed il funzionamento dei dispositivi di protezione e comando dei quadri in cabina. I servizi ausiliari di cabina necessari per assicurare il funzionamento dei dispositivi di protezione e di manovra possono essere alimentati da un gruppo batterie.

##### **Anomalie riscontrabili:**

- Difetti di funzionamento dei contattori.
- Difetti di funzionamento dei fusibili.
- Anomalie dell'impianto di rifasamento:
- Difetti di funzionamento della centralina che gestisce l'impianto di rifasamento.
- Difetti di funzionamento dei relè termici.
- Difetti di funzionamento della resistenza anticondensa.
- Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.
- Difetti di funzionamento dei termostati.
- Accumulo di polvere sui contatti che provoca malfunzionamenti.
- Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

## **Controlli eseguibili da personale specializzato:**

### **Controllo centralina di rifasamento**

Cadenza: ogni 6 mesi

Tipologia: Controllo a vista

Verificare il corretto funzionamento della centralina di rifasamento.

Requisiti da verificare: 1) (Attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche.

Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie dell'impianto di rifasamento.

Ditte specializzate: Eletttricista.

### **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 dell'impianto di rifasamento; 2) Anomalie dei contattori.

Ditte specializzate: Eletttricista.

### **Verifica messa a terra**

Cadenza: ogni 6 mesi

Tipologia: Controllo

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

Requisiti da verificare: 1) Limitazione dei rischi di intervento; 2) Resistenza meccanica

Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie dei contattori; 2) Anomalie dei magnetotermici.

Ditte specializzate: Eletttricista.

### **Verifica protezioni**

Cadenza: ogni 6 mesi

Tipologia: Ispezione a vista

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

Requisiti da verificare: 1) (Attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche.

Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie dei fusibili; 2) Anomalie dei magnetotermici; 3) Anomalie dei relè.

Ditte specializzate: Eletttricista.

## **Manutenzioni eseguibili da personale specializzato:**

### **Pulizia generale**

Cadenza: ogni 6 mesi

Pulizia generale utilizzando aria secca a bassa pressione.

Ditte specializzate: Eletttricista.

### **Serraggio**

Cadenza: ogni anno

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

Ditte specializzate: Elettricista

### **Sostituzione centralina rifasamento**

Cadenza: quando occorre

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

Ditte specializzate: Elettricista

### **Sostituzione quadro**

Cadenza: ogni 20 anni

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

Ditte specializzate: Elettricista

#### **4.2.2.4 UPS**

Riguardo i fermi impianto causati da interruzione di rete si mette in evidenza la presenza dei gruppi di continuità - UPS in cabina. Tali gruppi di continuità rispondono ai requisiti per l'alimentazione e la protezione delle bobine di sgancio e relè di protezione in cabina.

#### **Anomalie riscontrabili:**

- Difetti di funzionamento delle morsettiere di serraggio dei cavi di alimentazione.
- Difetti di funzionamento del sensore della temperatura.
- La tensione applicata supera il limite della batteria.
- Corti circuiti dovuti all' utilizzo di cavi di sezione non adeguata.
- Difetti di funzionamento del display di segnalazione.
- Danneggiamenti irreversibili dovuti ad una scarica eccessiva;
- Interruzione dell'alimentazione dei servizi asserviti all'ups;
- Difetti di funzionamento manifestabili ai primi cicli di scarica;
- Guasti dovuti a fattori esterni legati ad un'elevata temperatura ambientale;
- Presenza di tensioni pericolose e la conseguente possibilità di rischio elettrico.

#### **Controlli eseguibili da personale specializzato:**

##### **Controllo generale**

Cadenza: semestrale

Tipologia: Controllo a vista dello stato di conservazione

Verifica del corretto funzionamento e dell'età (stima del numero di cicli di carica-scarica) dell'accumulatore;

Verifica del corretto collegamento ai dispositivi serviti (SPG, SPI, motori di riarmo, video-sorveglianza, sistema antintrusione, illuminazione di emergenza);

Verificare la corretta pressione di serraggio dei vari morsetti; verificare che la batteria collegata sia supportata dal regolatore di carica;

Controllare il giusto diametro dei cavi di collegamento per evitare corti circuiti e che gli indicatori del display (se presente) siano funzionanti.

Ditte specializzate: Elettricista.

#### **Manutenzioni eseguibili da personale specializzato:**

##### **Sostituzione**

Cadenza: quando occorre

Sostituire, quando usurate o non più rispondenti alle norme, il dispositivo di monitoraggio elettronico.

Ditte specializzate: Elettricista.

##### **Pulizia generale**

Cadenza: ogni 6 mesi

Pulizia generale utilizzando aria secca a bassa pressione.

Ditte specializzate: Elettricista.

#### **4.2.2.5 Sistema SCADA**

Un sistema SCADA è un sistema informatico distribuito per il monitoraggio elettronico di sistemi fisici. Per l'impianto nello specifico si effettuerà il monitoraggio delle grandezze elettriche (tensione, corrente, potenza), fisiche (temperatura, irraggiamento) o logiche (stato degli interruttori o messaggi di allarme) mentre il controllo remoto si applica per l'azionamento degli interruttori.

Il sistema SCADA si basa su microcontrollori per la trasmissione dei dati acquisiti e necessita di un'infrastruttura di comunicazione affidabile ed immune ai disturbi per garantire la continuità di invio delle misure effettuate.

##### **Anomalie riscontrabili:**

- Difetti di funzionamento delle connessioni cavi-prese.
- Attenuazione dei valori di frequenza di trasmissione del segnale.
- Degrado dei componenti dei cavi di trasmissione.
- Difetti di serraggio di viti ed attacchi dei vari apparecchi di utenza.

#### **Controlli eseguibili da personale specializzato:**

##### **Controllo generale**

Cadenza: ogni 6 mesi

Tipologia: Controllo a vista

Verifica del corretto funzionamento e di eventuali dispersioni dei collegamenti

Anomalie riscontrabili: 1) Corto circuiti; 2) Difetti di taratura; 3) Surriscaldamento;

Ditte specializzate: Elettricista.

#### **Manutenzioni eseguibili da personale specializzato:**

### **Sostituzione**

Cadenza: quando occorre

Sostituire, quando usurate o non più rispondenti alle norme, il dispositivo di monitoraggio elettronico.

Ditte specializzate: Elettricista.

#### **4.2.2.6 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:**

- Difetti di funzionamento dei contatti ausiliari.
- Difetti di funzionamento delle molle.
- Difetti di funzionamento degli sganciatori di apertura e chiusura.
- Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.
- Esaurimento del varistore delle cartucce dello scaricatore.
- Difetti delle spie luminose indicatrici del funzionamento.

#### **Controlli eseguibili da personale specializzato:**

##### **Controllo generale**

Cadenza: ogni 6 mesi

Tipologia: Controllo a vista

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

Anomalie riscontrabili: 1) Difetti varistore; 2) Difetti agli interruttori; 3) Anomalie degli sganciatori.

Ditte specializzate: Elettricista.

#### **Manutenzioni eseguibili da personale specializzato:**

##### **Sostituzione cartucce**

Cadenza: quando occorre

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

Ditte specializzate: Elettricista.

### **4.3 IMPIANTO DI MESSA A TERRA CAMPO FV**

L'impianto di messa a terra ha la funzione di collegare determinati punti, elettricamente definiti, con un conduttore a potenziale nullo. È il sistema migliore per evitare gli infortuni dovuti a contatti indiretti, ossia contatti con parti metalliche in

tensione a causa di mancanza di isolamento o altro. L'impianto di terra deve essere unico e deve collegare le masse di protezione e quelle di funzionamento, inclusi i centri stella dei trasformatori per i sistemi TN, gli eventuali scaricatori e le discese contro le scariche atmosferiche ed elettrostatiche. Lo scopo è quello di ridurre allo stesso potenziale, attraverso i dispersori e i conduttori di collegamento, le parti metalliche dell'impianto e il terreno circostante.

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 potrebbe essere 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.

Per il collegamento alla rete di terra è possibile utilizzare, oltre ai dispersori ed ai loro accessori, i ferri dei plinti di fondazione.

L'impianto di terra è generalmente composto da collettore di terra, i conduttori equipotenziali, il conduttore di protezione principale e quelli che raccordano i singoli impianti. I collegamenti devono essere sconnettibili e il morsetto principale deve avere il contrassegno di terra.

### **Requisiti e Prestazioni:**

#### **R01 Resistenza meccanica**

Classe di Requisiti: Di stabilità

Classe di Esigenza: Sicurezza

Gli elementi ed i materiali dell'impianto di messa a terra devono essere in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di deformazioni o rotture.

Prestazioni: I dispersori per la presa di terra devono essere realizzati con materiale idoneo ed appropriato alla natura e alla condizione del terreno.

Livello minimo della prestazione: I dispersori per la presa di terra devono garantire, per il complesso delle derivazioni a terra, una resistenza non superiore a 20 Ohm per gli impianti utilizzatori a tensione fino a 1000 V. Per tensioni superiori e per le cabine ed officine il dispersore deve presentare quella minore resistenza e sicurezza adeguata alle caratteristiche dell'impianto.

L'unità tecnologica è composta dai seguenti elementi manutenibili:

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

### **4.3.1 CONDUTTORI DI PROTEZIONE**

I conduttori di protezione principale o montanti sono quelli che raccolgono i conduttori di terra dai vari elementi dell'impianto.

#### **Requisiti e Prestazioni:**

##### **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: La resistenza alla corrosione degli elementi e dei conduttori di protezione viene accertata con le prove e le modalità previste dalla norma tecnica di settore.

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 tecnica di settore.

Anomalie riscontrabili:

- Difetti di connessione.

**Controlli eseguibili da personale specializzato:**

**Controllo generale**

Cadenza: ogni 12 mesi

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; 2) Resistenza meccanica.

Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di connessione.

Ditte specializzate: Eletttricista.

**Manutenzioni eseguibili da personale specializzato:**

**Sostituzione conduttori di protezione**

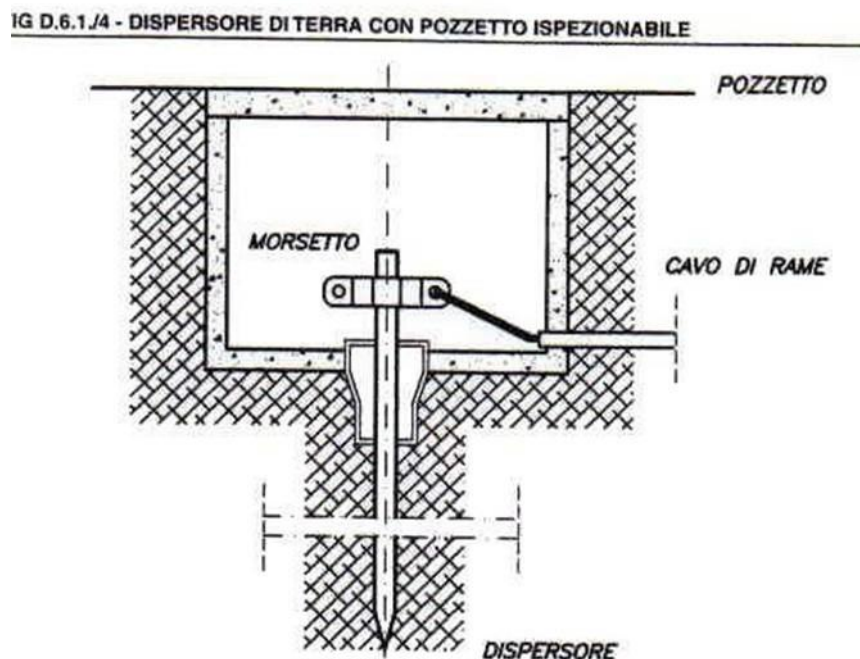
Cadenza: quando occorre

Sostituire i conduttori di protezione danneggiati o deteriorati.

Ditte specializzate: Eletttricista.

**4.3.2 SISTEMA DI DISPERSIONE**

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:**

**R02 Resistenza alla corrosione**

Classe di Requisiti: Di stabilità

Classe di Esigenza: Sicurezza

Gli elementi ed i materiali del sistema di dispersione dell'impianto di messa a terra 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 di messa a terra viene accertata con le prove e le modalità previste dalla norma tecnica di settore.

Livello minimo della prestazione: Per garantire un'adeguata protezione occorre che i dispersori di terra rispettino i valori di  $V_s$  indicati dalla norma tecnica di settore.

Anomalie riscontrabili:

- 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.

**Controlli eseguibili da personale specializzato:**

**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; 2) Resistenza meccanica.

Anomalie riscontrabili: 1) Corrosioni.

Ditte specializzate: Elettricista.

**Manutenzioni eseguibili da personale specializzato:**

**Misura della resistività del terreno**

Cadenza: ogni 12 mesi

Effettuare una misurazione del valore della resistenza di terra.

Ditte specializzate: Elettricista.

**Sostituzione dispersori**

Cadenza: quando occorre

Sostituire i dispersori danneggiati o deteriorati.

Ditte specializzate: Elettricista.

### **4.3.3 SISTEMA DI EQUIPOTENZIALIZZAZIONE**

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

**Requisiti e Prestazioni:**

**R01 Resistenza alla corrosione**

Classe di Requisiti: Di stabilità

Classe di Esigenza: Sicurezza

Gli elementi ed i materiali del sistema di dispersione dell'impianto di messa a terra 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 di messa a terra viene accertata con le prove e le modalità previste dalla norma tecnica 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:

- Corrosione.
- Difetti di serraggio.

**Controlli eseguibili da personale specializzato:**

**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; 2) Resistenza meccanica.

Anomalie riscontrabili: 1) Corrosione; 2) Difetti di serraggio.

Ditte specializzate: Elettricista.

**Manutenzioni eseguibili da personale specializzato:**

**Sostituzione degli equipotenzializzatori**

Cadenza: quando occorre

Sostituire gli equipotenzializzatori danneggiati o deteriorati.

Ditte specializzate: Elettricista

#### **4.4 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE CAMPO FV**

L'impianto di illuminazione consente di creare condizioni di visibilità negli ambienti. L'impianto di illuminazione deve consentire, nel rispetto del risparmio energetico, livello ed uniformità di illuminamento, limitazione dell'abbagliamento, direzionalità della luce, colore e resa della luce.

L'impianto di illuminazione è costituito generalmente da:

- lampade a LED;
- pali per il sostegno dei corpi illuminanti.

**Requisiti e Prestazioni:**

**R01 (Attitudine al) controllo del flusso luminoso**

Classe di Requisiti: Visivi

Classe di Esigenza: Aspetto

I componenti degli impianti di illuminazione devono essere montati in modo da controllare il flusso luminoso emesso al fine di evitare che i fasci luminosi possano colpire direttamente gli apparati visivi delle persone.

Prestazioni: È 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.

### **R02 (Attitudine al) controllo della condensazione interstiziale**

Classe di Requisiti: Sicurezza d'intervento

Classe di Esigenza: Sicurezza

I componenti degli impianti di illuminazione 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 CEI 64-8.

Prestazioni: Si possono controllare i componenti degli impianti elettrici procedendo ad un esame nonché a misure eseguite secondo le norme CEI vigenti.

Livello minimo della prestazione: Devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

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

Classe di Requisiti: Funzionalità d'uso

Classe di Esigenza: Funzionalità

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

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

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

### **R04 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.

### **R05 Assenza di emissioni di sostanze nocive**

Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici

Classe di Esigenza: Sicurezza

Gli elementi degli impianti di illuminazione devono limitare la emissione di sostanze inquinanti o comunque nocive alla salute degli utenti.

Prestazioni: Deve essere garantita la qualità della progettazione, della fabbricazione e dell'installazione dei materiali e componenti nel rispetto delle disposizioni normative.

Livello minimo della prestazione: devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

#### **R06 Comodità di uso e manovra**

Classe di Requisiti: Funzionalità d'uso

Classe di Esigenza: Funzionalità

Gli impianti di illuminazione devono essere realizzati con materiali e componenti aventi caratteristiche di facilità di uso, di funzionalità e di manovrabilità.

Prestazioni: I componenti degli impianti di illuminazione devono essere disposti in posizione ed altezza dal piano di calpestio tali da rendere il loro utilizzo agevole e sicuro, ed essere accessibili anche da parte di persone con impedita o ridotta capacità motoria.

Livello minimo della prestazione: in particolare l'altezza di installazione dal piano di calpestio dei componenti deve essere compresa fra 0,40 e 1,40 m, ad eccezione di quei componenti il cui azionamento avviene mediante comando a distanza (ad esempio il telecomando a raggi infrarossi).

#### **R07 Efficienza luminosa**

Classe di Requisiti: Visivi

Classe di Esigenza: Aspetto

I componenti che sviluppano un flusso luminoso devono garantire una efficienza luminosa non inferiore a quella stabilita dai costruttori delle lampade.

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.

#### **R08 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.

#### **R09 Impermeabilità ai liquidi**

Classe di Requisiti: Sicurezza d'intervento

Classe di Esigenza: Sicurezza

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

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

Livello minimo della prestazione: devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

### **R10 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.

### **R11 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.

### **R12 Regolabilità**

Classe di Requisiti: Funzionalità in emergenza

Classe di Esigenza: Funzionalità

I componenti degli impianti di illuminazione devono essere in grado di consentire adeguamenti funzionali da parte di operatori specializzati.

Prestazioni: Gli elementi costituenti l'impianto di illuminazione devono essere facilmente modificati o regolati senza per questo smontare o disfare l'intero impianto.

Livello minimo della prestazione: devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

### **R13 Resistenza meccanica**

Classe di Requisiti: Di stabilità

Classe di Esigenza: Sicurezza

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

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

Livello minimo della prestazione: devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto

### **R14 Stabilità chimico reattiva**

Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici

Classe di Esigenza: Sicurezza

L'impianto di illuminazione deve essere realizzato con materiali in grado di mantenere inalterate nel tempo le proprie caratteristiche chimico-fisiche.

Prestazioni: Per garantire la stabilità chimico reattiva i materiali e componenti degli impianti di illuminazione non devono presentare incompatibilità chimico-fisica.

Livello minimo della prestazione: devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto

### **R15 Montabilità/Smontabilità**

Classe di Requisiti: Facilità d'intervento

Classe di Esigenza: Funzionalità

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

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

Livello minimo della prestazione: devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

L'unità tecnologica è composta dai seguenti elementi manutenibili:

- Lampade a LED;
- Pali in acciaio.

#### **4.4.1 LAMPADE A LED**

La lampada a LED è un dispositivo di illuminazione basato sull'impiego di diodi ad emissione luminosa. Le lampade a LED, essendo basate su semiconduttori, presentano una durata di vita molto più lunga e consumi molto più contenuti a parità di emissione luminosa rispetto alle lampade a incandescenza e alle altre tecnologie di lampade usate per l'illuminazione.

Anomalie riscontrabili:

- Abbassamento del livello di illuminazione dovuto ad usura delle lampadine, ossidazione dei deflettori, impolveramento delle lampadine.
- Possibili avarie dovute a corti circuito degli apparecchi, usura degli accessori, apparecchi inadatti.
- Difetti agli interruttori.

#### **Controlli eseguibili da personale specializzato:**

##### **Controllo generale**

Cadenza: ogni 6 mesi

Tipologia: Controllo a vista

Controllo dello stato generale e dell'integrità delle lampadine.

Requisiti da verificare: 1) (Attitudine al) controllo del flusso luminoso; 2) (Attitudine al) controllo della condensazione interstiziale; 3) (Attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche; 4) Accessibilità; 5) Assenza di emissioni di sostanze nocive; 6) Comodità di uso e manovra; 7) Efficienza luminosa; 8) Identificabilità; 9) Impermeabilità ai liquidi; 10) Isolamento elettrico; 11) Limitazione dei rischi di intervento; 12) Regolabilità; 13) Resistenza meccanica; 14) Stabilità chimico reattiva.

Anomalie riscontrabili: 1) Abbassamento livello di illuminazione.

Ditte specializzate: Elettricista.

#### **Manutenzioni eseguibili da personale specializzato:**

##### **Sostituzione delle lampade**

Cadenza: ogni 50 mesi

Sostituzione delle lampade e dei relativi elementi accessori secondo la durata di vita media delle lampade fornite dal produttore. Nel caso delle lampade a LED si prevede una durata di vita media pari a 50.000 h sottoposta a tre ore consecutive di accensione.

Ditte specializzate: Elettricista.

#### 4.4.2 PALI IN ACCIAIO

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

##### **Requisiti e Prestazioni:**

##### **R01 Efficienza luminosa**

Classe di Requisiti: Visivi

Classe di Esigenza: Aspetto

I componenti che sviluppano un flusso luminoso devono garantire una efficienza luminosa non inferiore a quella stabilita dai costruttori delle lampade.

Prestazioni: È 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.

##### **R02 Impermeabilità ai liquidi**

Classe di Requisiti: Sicurezza d'intervento

Classe di Esigenza: Sicurezza

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

Prestazioni: È 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.

##### **R03 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: È opportuno che gli elementi costituenti l'impianto fotovoltaico siano realizzati e posti in opera secondo quanto indicato dalle norme e come certificato dalle ditte costruttrici di detti materiali e componenti.

Livello minimo della prestazione: Devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

##### **R04 Resistenza alla corrosione**

Classe di Requisiti: Controllabilità tecnologica



Classe di Esigenza: Controllabilità

I pali ed i relativi elementi devono essere realizzati con materiali idonei ad evitare fenomeni di corrosione per non compromettere il buon funzionamento dell'intero apparato.

Prestazioni: I materiali utilizzati per la realizzazione dei pali in acciaio devono garantire un'adeguata protezione contro la corrosione.

Livello minimo della prestazione: Devono essere rispettati i valori minimi indicati dalla norma UNI EN 40.

### **R05 Resistenza alla corrosione**

Classe di Requisiti: Di stabilità

Classe di Esigenza: Sicurezza

I pali ed i relativi elementi devono essere realizzati con materiali in grado di sopportare deformazioni e/o cedimenti.

Prestazioni: Deve essere garantita la qualità ed efficienza dei materiali utilizzati al fine di evitare cedimenti strutturali derivanti sia dal peso proprio che dall'azione della spinta del vento.

Livello minimo della prestazione: Il palo deve essere progettato in modo da sostenere con sicurezza i carichi propri e i carichi del vento specificati nella UNI EN 40-3-1. La progettazione strutturale di un palo per illuminazione pubblica deve essere verificata mediante calcolo in conformità al UNI EN 40-3-3 oppure mediante prove in conformità alla UNI EN 40-3-2.

Anomalie riscontrabili:

- Difetti di tenuta del rivestimento o della zincatura.
- Corrosione.
- Difetti di messa a terra dovuti all'eccessiva polvere all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.
- Difetti di serraggio.
- Difetti di ancoraggio dei pali al terreno dovuti ad affondamento della piastra di appoggio.

**Controlli eseguibili da personale specializzato:**

#### **Controllo corpi illuminanti**

Cadenza: ogni 6 mesi

Tipologia: Ispezione

Verificare l'efficienza dei reattori, starter, condensatori, lampade ed altri accessori.

Requisiti da verificare: 1) Isolamento elettrico; 2) Efficienza luminosa; 3) Impermeabilità ai liquidi

Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di messa a terra; 2) Difetti di stabilità; 3) Anomalie del rivestimento.

Ditte specializzate: Elettricista.

#### **Controllo generale**

Cadenza: ogni 6 mesi

Tipologia: Controllo a vista

Controllo dell'integrità dei pali verificando lo stato di tenuta del rivestimento, delle connessioni e dell'ancoraggio a terra.

Requisiti da verificare: 1) Isolamento elettrico; 2) Efficienza luminosa; 3) Impermeabilità ai liquidi; 4) Resistenza alla corrosione; 5) Resistenza meccanica.

Anomalie riscontrabili: 1) Corrosione; 2) Difetti di serraggio; 3) Difetti di messa a terra; 4) Difetti di stabilità.

Ditte specializzate: Elettricista.

**Manutenzioni eseguibili da personale specializzato:**

**Pulizia**

Cadenza: ogni 6 mesi

Eeguire la pulizia della coppa e del riflettore mediante straccio umido e detergente.

Ditte specializzate: Elettricista.

**Sostituzione dei pali**

Cadenza: quando occorre

Sostituzione dei pali e dei relativi elementi accessori secondo la durata di vita media fornita dal produttore.

Ditte specializzate: Elettricista.

**Verniciatura**

Cadenza: quando occorre

Eeguire un ripristino dello strato protettivo dei pali quando occorre.

Ditte specializzate: Elettricista.