

**IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN  
POTENZA NOMINALE 90 MWp  
*Comune di Foggia (FG)***

**PROPONENTE:**

**TEP RENEWABLES (FOGGIA 4 PV) S.R.L.**  
**Corso Vercelli, 27 – 20144 Milano**  
**P. IVA e C.F. 11262920967 – REA MI - 2590473**

**PROGETTISTA:**

**ING. LAURA CONTI**  
Iscritta all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Pavia al n. 1726

**PROGETTO DEFINITIVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

***Relazione tecnica di progetto***

| <b>Cod. Documento</b>   | <b>Data</b> | <b>Tipo revisione</b> | <b>Redatto</b> | <b>Verificato</b> | <b>Approvato</b> |
|---|-------------|-----------------------|----------------|-------------------|------------------|
| 2564_4145_A3_FG_PD_R02_Rev<br>0_Relazione tecnica di<br>progetto.docx | 07/2021     | Prima emissione       | CP             | CP                | L.Conti          |

## Gruppo di lavoro

| Nome e cognome                        | Ruolo nel gruppo di lavoro                                     |
|---------------------------------------|--|
| Leonardo Montesi                      | CEO TEP Renewables Ltd e A.U. TEP Renewables (Foggia 4 PV) Srl |
| Giulia Giombini                       | Project Director   |
| Laura Maria Conti                     | Direzione Tecnica  |
| Corrado Pluchino                      | Project Manager  |
| Riccardo Festante                     | Progettazione Elettrica, Rumore e Comunicazioni                |
| Fabio Lassini                         | Progettazione Civile e Idraulica                               |
| Daniele Crespi                        | Coordinamento SIA  |
| Marco Corrà                           | Architetto   |
| Francesca Jaspardo                    | Esperto Ambientale   |
| Andrea Grioni                         | Ingegnere Ambientale   |
| Sergio Alifano                        | Architetto   |
| Andrea Fanelli                        | Tecnico Elettrico  |
| Pietro Simone                         | Geologo  |
| Massimo Busnelli                      | Geologo  |
| Mauro Aires                           | Ingegnere strutturista   |
| Elena Comi                            | Biologo  |
| Andrea Fronteddu                      | Ingegnere Elettrico  |
| Massimo Valagussa                     | Agronomo   |
| Michele Pecorelli (Studio Geodue)     | Geologo - Indagini Geotecniche Geodue                          |
| Giovanni Saraceno (3e Ingegneria Srl) | Progetto di Connessione alla R.T.N.                            |
| Giovanni Capocchiano                  | Rilievo topografico  |
| Sebastiano Muratore                   | Archeologo   |

## INDICE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. PREMESSA .....</b>  | <b>5</b>  |
| 1.1 DATI GENERALI DEL PROGETTO .....  | 5         |
| <b>2. ANALISI DELLE POSSIBILI RICADUTE SOCIALI, OCCUPAZIONALI ED ECONOMICHE DELL'INTERVENTO .....</b> | <b>7</b>  |
| <b>3. CRITERI DI PROGETTAZIONE .....</b>  | <b>8</b>  |
| 3.1 DISPONIBILITÀ DI CONNESSIONE.....   | 8         |
| 3.2 LAYOUT D'IMPIANTO .....   | 8         |
| <b>3.3 DESCRIZIONE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO .....</b>                                | <b>9</b>  |
| 3.3.1 Moduli fotovoltaici.....  | 10        |
| 3.3.2 Cabine di campo o PowerStation .....  | 11        |
| 3.3.3 Quadri BT e MT .....  | 12        |
| 3.3.4 String box .....  | 12        |
| 3.3.5 Cavi di potenza BT, MT, AT.....   | 13        |
| 3.3.6 Cavi di controllo e TLC .....   | 13        |
| 3.3.7 Sistema SCADA .....   | 13        |
| 3.3.8 Monitoraggio ambientale.....  | 14        |
| 3.3.9 Sistema di sicurezza a antintrusione.....   | 14        |
| 3.3.10 Strutture di supporto moduli .....   | 14        |
| 3.3.11 Recinzione .....   | 16        |
| 3.3.12 Sistema di drenaggio.....  | 18        |
| 3.3.13 Viabilità interna di servizio e piazzali .....   | 18        |
| 3.3.14 Sistema antincendio.....   | 18        |
| 3.3.15 Impianto videosorveglianza e illuminazione .....   | 19        |
| <b>3.4 CONNESSIONE ALLA RTN .....</b>   | <b>19</b> |
| <b>3.5 CALCOLI DI PROGETTO.....</b>   | <b>21</b> |
| 3.5.1 Calcoli di producibilità .....  | 21        |
| 3.5.2 Calcoli elettrici.....  | 23        |
| 3.5.3 Calcoli strutturali.....  | 23        |
| 3.5.4 Calcoli idraulici .....   | 23        |
| 3.5.5 Misure di protezione contro gli effetti delle scariche atmosferiche.....                        | 23        |
| <b>3.6 FASI DI COSTRUZIONE.....</b>   | <b>23</b> |
| <b>3.7 PRIME INDICAZIONI DI SICUREZZA.....</b>  | <b>24</b> |
| <b>3.8 SCAVI E MOVIMENTI TERRA.....</b>   | <b>25</b> |
| <b>3.9 PERSONALE E MEZZI .....</b>  | <b>26</b> |
| <b>3.10 OPERE A VERDE DI MITIGAZIONE.....</b>   | <b>26</b> |
| <b>3.11 VERIFICHE PROVE E COLLAUDI.....</b>   | <b>27</b> |
| <b>4. PIANO DI MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO.....</b>  | <b>30</b> |
| 4.1 MODULI FOTOVOLTAICI.....  | 30        |
| 4.2 STRINGHE FOTOVOLTAICHE .....  | 30        |
| 4.3 QUADRI ELETTRICI .....  | 30        |
| 4.4 CONVERTITORI .....  | 31        |
| 4.5 COLLEGAMENTI ELETTRICI.....   | 31        |

5. RIFERIMENTI NORMATIVI.....32

## 1. PREMESSA

L'impianto fotovoltaico interessa una superficie di suolo recintata pari a circa 143.7 ettari, circa il 50% della superficie totale avrà una destinazione agro-ambientale. L'idea progettuale prevede di destinare la superficie utilizzabile all'impianto alla coltivazione di specie erbacee ed arbustive mellifere e di inserire alveari per la produzione di miele.

L'impianto fotovoltaico sarà tecnicamente connesso alla sottostazione di trasformazione della RTN 380/150 kV di località Spreccacenero nel comune di Foggia, mediante una linea di connessione interrata in MT di lunghezza pari a circa 8 km fino alle SEU 150/30 kV posizionata in prossimità della SE RTN 380/150 kV.

Il presente documento costituisce la Relazione tecnica del Progetto Definitivo redatto, insieme con i suoi allegati, nel rispetto delle Linee Guida "Disciplina del procedimento unico di autorizzazione alla realizzazione ed all'esercizio di impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili" approvate con DGR 28 dicembre 2010, n. 3029.

### 1.1 DATI GENERALI DEL PROGETTO

Nella Tabella 1.1 sono riepilogate in forma sintetica le principali caratteristiche tecniche dell'impianto di progetto.

Tabella 1.1: Dati di progetto

| ITEM  | DESCRIZIONE   |
|---|---|
| Richiedente                                 | TEP RENEWABLES (FOGGIA 4 PV) S.R.L.   |
| Luogo di installazione:                     | Foggia (FG)   |
| Denominazione impianto:                     | Foggia 4 PV   |
| Dati catastali area di progetto campo FV:   | Foglio 44: particelle 68, 102, 15, 16, 44, 73, 141, 154, 155, 169, 175, 177, 11, 71, 139, 165, 166, 167, 170, 171, 172, 173, 280.   |
| Dati catastali connessione impianto FV:     | Stazione Utenza: Foglio 51, particella 75   |
| Potenza di picco (MW <sub>p</sub> ):        | 90 MWp  |
| Informazioni generali del sito:             | Sito ben raggiungibile, caratterizzato da strade esistenti, idonee alle esigenze legate alla realizzazione dell'impianto e di facile accesso. La morfologia è piuttosto regolare. |
| Connessione:                                | Interfacciamento alla rete mediante soggetto privato nel rispetto delle norme CEI   |
| Tipo strutture di sostegno:                 | Strutture metalliche in acciaio zincato tipo Tracker fissate a terra su pali  |
| Inclinazione piano dei moduli:              | +55° - 55°  |
| Azimuth di installazione:                   | 0°  |
| Caratterizzazione urbanistico vincolistica: | Il PRG del Comune di Foggia colloca l'area di intervento in zona E/area agricola  |
| Cabine PS:                                  | n. 20 distribuite in campo  |
| Cabina elettrica di smistamento:            | n. 1 cabina interna al campo FV da cui esce linea MT  |
| Stazione Utenza:                            | n.1 trasformazione MT/AT in prossimità della SE Foggia località Spreccacenero.  |
| Locali tecnici                              | n.3 uffici e n.3 magazzini  |
| Rete di collegamento:                       | Alta tensione 380/150 kV  |
| Coordinate:                                 | 41°29'11.06"N   |

|  |   |
|--|---|
|  | 15°28'58.68"E<br>Altitudine media 75 m s.l.m. |
|--|---|

## 2. ANALISI DELLE POSSIBILI RICADUTE SOCIALI, OCCUPAZIONALI ED ECONOMICHE DELL'INTERVENTO

Il progetto prevede, infatti, una convivenza dell'impianto fotovoltaico con un ambiente semi naturale al fine di mantenere la funzionalità del suolo in termini di fertilità, accumulo carbonio organico, permeabilità e regimazione delle acque piovane, salvaguardia della biodiversità.

L'idea progettuale prevede di destinare la superficie utilizzabile all'impianto alla coltivazione di specie erbacee ed arbustive mellifere e di inserire alveari per la produzione di miele.

La Puglia vanta una lunga tradizione apistica, già nota in epoca greco-romana. Tuttavia, a partire dal XIX secolo l'attività apistica è andata sempre più diminuendo.

Da un punto di vista economico, il valore di mercato del miele è tendenzialmente in diminuzione, causa anche l'incremento delle importazioni, spesso di prodotti di basso prezzo. I canali principali di distribuzione risultano le GDO (Grande Distribuzione Organizzata), con circa il 92% del totale delle vendite in valore; il restante 8% si distribuisce fra i Liberi servizi (6%) e il piccolo Dettaglio tradizionale (2%).

Malgrado le non ottime notizie degli ultimi anni, il settore della produzione di miele resta comunque interessante, sia da un punto di vista economico quanto da quello ambientale, soprattutto in una realtà produttiva che non sarà primaria (impianto fotovoltaico), bensì di integrazione e di mitigazione/conservazione dell'ambiente.

La realizzazione del progetto dovrà in ogni modo contemplare la formazione di operatori specializzati per la gestione delle coltivazioni, delle arnie e della produzione del miele; in merito a questo ultimo aspetto, se l'attività di produzione non verrà affidata a terzi, necessiterà un investimento in strumentazione, attrezzatura e locali/magazzini appositi. Possibile anche dare ospitalità agli apicoltori nomadi, ovvero i produttori che spostano gli alveari in tutta Italia seguendo le fioriture tipiche delle diverse regioni.

Un notevole supporto per la formazione degli operatori specializzati nel settore potrà essere fornito dalle associazioni regionali di settore. A titolo di esempio si forniscono di seguito due delle principali associazioni di settore che operano sul territorio regionale:

1. ARAP (Associazione Regionale Apicoltori Pugliesi), ente che eroga servizi diversi, fra i quali corsi di formazione specializzati e consulenza;
2. APIS Puglia (Associazione Apicoltori Pugliesi), un'associazione di apicoltori la cui "mission" è quella di educare chi intende avvicinarsi al mondo dell'apicoltura, sia per hobby quanto professionalmente, proponendo tecniche apistiche orientate al massimo rispetto delle api e della biodiversità del territorio regionale.

Si ritiene che la convivenza fra i moduli fotovoltaici e la destinazione agro-ambientale indicata avrà senza dubbio effetti positivi sul rendimento energetico dei pannelli; infatti, la presenza di vegetazione, influenzando sul microclima, diminuisce le temperature massime e mantiene elevate le performance energetiche.

La società propone inoltre degli interventi di recupero e gestione del verde urbano per le strutture Parco San Felice e Villa Comunale, tali interventi sono finalizzati a garantire un'adeguata fruizione degli spazi verdi più rilevanti del Comune di Foggia. Tali interventi saranno regolati tramite apposita convenzione da stipulare con il Comune di Foggia e dovranno essere portati a completamento attraverso delle cooperative a mutualità prevalente, in modo da garantire il maggior coinvolgimento possibile da parte della cittadinanza.

Inoltre tra le opere di compensazione, si propongono interventi di completamento ed efficientamento energetico (tramite installazione di luci led) degli impianti di pubblica illuminazione presenti sia all'interno del Parco che della Villa Comunale, in modo da garantire un illuminamento adeguato ed efficiente degli spazi, garantendone la fruizione in sicurezza anche nelle ore serali.

### 3. CRITERI DI PROGETTAZIONE

I criteri con cui è stata realizzata la progettazione definitiva dell'impianto fotovoltaico fanno riferimento sostanzialmente a:

- rispetto del PAI sulla base dell'ultimo aggiornamento 11/2019 nella predisposizione del layout;
- scelta preliminare della tipologia impiantistica, ovvero impianto fotovoltaico a terra tipo tracker con tecnologia moduli bifacciali;
- ottimizzazione dell'efficienza di captazione energetica realizzata mediante orientamento dinamico dei pannelli;
- disponibilità delle aree, morfologia ed accessibilità del sito acquisita sia mediante sopralluoghi che rilievo topografico di dettaglio.

Oltre a queste assunzioni preliminari si è proceduto tenendo conto di:

- rispetto delle leggi e delle normative di buona tecnica vigenti;
- soddisfazione dei requisiti di performance di impianto;
- conseguimento delle massime economie di gestione e di manutenzione degli impianti progettati;
- ottimizzazione del rapporto costi/benefici;
- impiego di materiali componenti di elevata qualità, efficienza, lunga durata e facilmente reperibili sul mercato;
- riduzione delle perdite energetiche connesse al funzionamento dell'impianto, al fine di massimizzare la quantità di energia elettrica immessa in rete.

#### 3.1 DISPONIBILITÀ DI CONNESSIONE

Il proponente ha richiesto la soluzione tecnica minima generale (STMG) di connessione a Terna S.p.A nel dicembre 2019. La soluzione emessa da Terna mediante pec è stata accettata dalla proponente e prevede la connessione dell'impianto alla RTN nella SE Foggia 380/150 kV. Nel luglio 2020 la STMG emessa è stata volturata dalla TEP Renewables Italia S.r.l. alla TEP Renewables (Foggia 4 PV) S.r.l..

#### 3.2 LAYOUT D'IMPIANTO

Il layout d'impianto è stato sviluppato secondo le seguenti linee guida:

- rispetto dei confini dei siti disponibili;
- posizione delle strutture di sostegno con geometria a matrice in modo da ridurre i tempi di esecuzione;
- disposizione dei moduli fotovoltaici sulle strutture di sostegno in 2 file verticali;
- interfila tra le schiere calcolate al fine di evitare fenomeni di ombreggiamento;
- numero di cabine pari al numero di sottocampi per normalizzare l'allestimento;
- zona di rispetto per l'ombreggiamento dovuto ai locali tecnici;
- zona di rispetto per l'ombreggiamento dovuto ostacoli esistenti;
- zona di rispetto dai canali di raccolta acque.

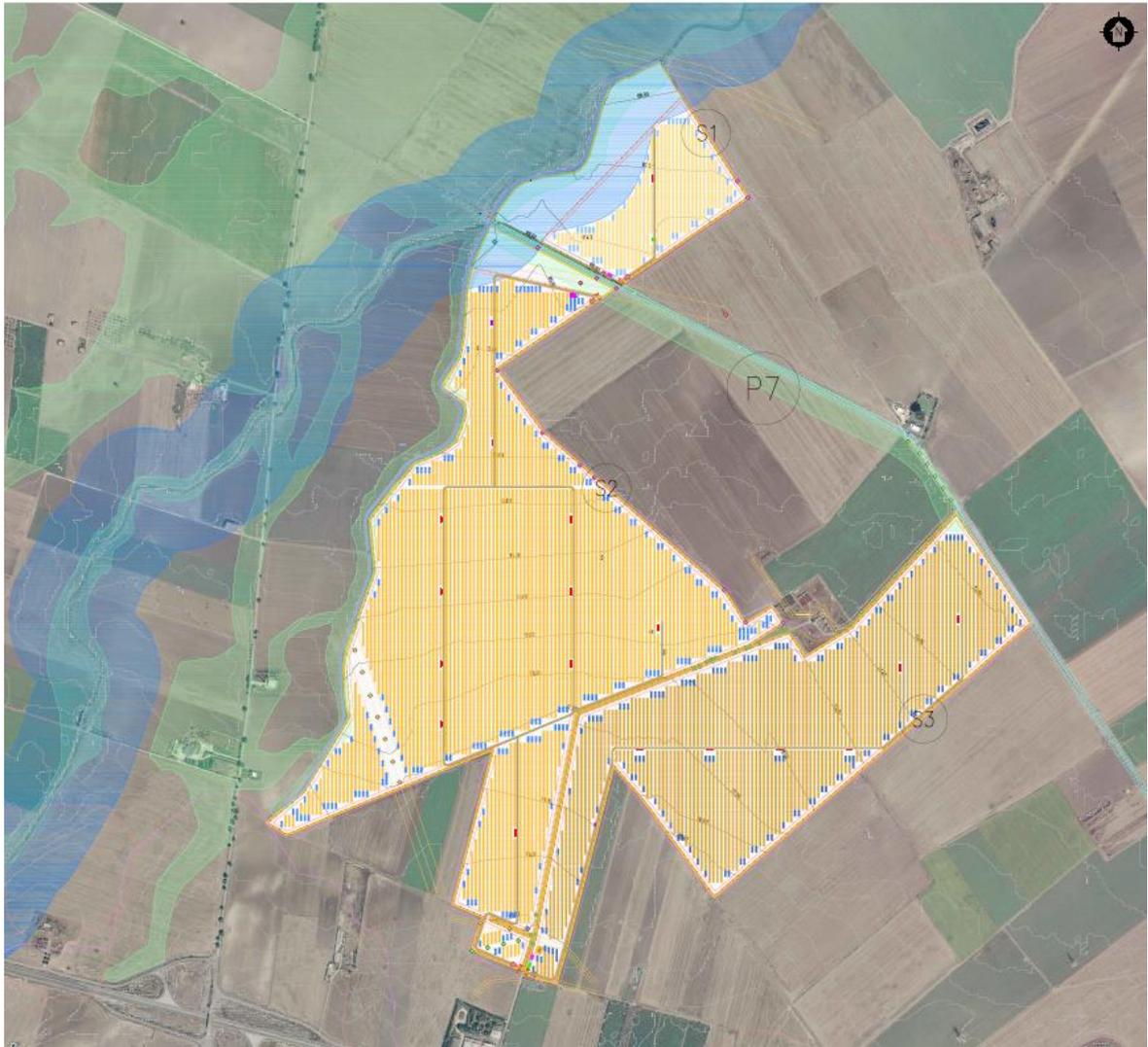


Figura 3.1: Layout di progetto area impianto FV

### 3.3 DESCRIZIONE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'impianto fotovoltaico ha una potenza complessiva in DC di 90 MW ed così costituito:

- n.1 cabina MT di smistamento. Nella stessa area all'interno della cabina sarà presente il quadro QMT1 contenente i dispositivi generali DG di interfaccia DDI e gli apparati SCADA e telecomando;
- n.1 cabina principale di trasformazione MT/AT in prossimità della SE Foggia contenente le apparecchiature dell'Ente Distributore e il punto di misura fiscale;
- n. 20 Power Station (PS). Le Power Station o cabine di campo avranno la duplice funzione di convertire l'energia elettrica da corrente continua a corrente alternata ed elevare la tensione da bassa a media tensione; esse saranno collegate tra di loro in configurazione radiale e in posizione più possibile baricentrica rispetto ai sottocampi fotovoltaici in cui saranno convogliati i cavi provenienti dalle String Box che a loro volta raccoglieranno i cavi provenienti dai raggruppamenti delle stringhe dei moduli fotovoltaici collegati in serie;
- i moduli fotovoltaici saranno installati su apposite strutture metalliche di sostegno tipo tracker fondate su pali infissi nel terreno;
- L'impianto è completato da:

- tutte le infrastrutture tecniche necessarie alla conversione DC/AC della potenza generata dall'impianto e dalla sua consegna alla rete di distribuzione nazionale;
- opere accessorie, quali: impianti di illuminazione, videosorveglianza, monitoraggio, cancelli e recinzioni.

L'impianto dovrà essere in grado di alimentare dalla rete tutti i carichi rilevanti (ad es: quadri di alimentazione, illuminazione).

Inoltre, in mancanza di alimentazione dalla rete, tutti i carichi di emergenza verranno alimentati da un generatore temporaneo di emergenza, che si ipotizza possa essere rappresentato da un generatore diesel.

Di seguito si riporta la descrizione dei principali componenti d'impianto; per dati di tecnici maggior dettaglio si rimanda all'elaborato.

### 3.3.1 Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici utilizzati per la progettazione dell'impianto, saranno di prima scelta, del tipo silicio monocristallino a 72 celle con tecnologia bifacciale, indicativamente della potenza di 425 W<sub>p</sub>, dotati di scatola di giunzione (Junction Box) installata sul lato posteriore del modulo, con cavetti di connessione muniti di connettori ad innesto rapido, al fine di garantire la massima sicurezza per gli operatori e rapidità in fase di installazione.

I componenti elettrici e meccanici installati saranno conformi alle normative tecniche e tali da garantire le performance complessive d'impianto.

La tecnologia di moduli fotovoltaici bifacciali utilizzata è progettata appositamente per impianti di grande taglia connessi alla rete elettrica ed è realizzata assemblando in sequenza diversi strati racchiusi da una cornice in alluminio anodizzato:

- vetro temperato con trattamento anti-riflesso;
- EVA (etilene vinil acetato) trasparente;
- celle FV in silicio monocristallino;
- EVA trasparente;
- strato trasparente (vetroso o polimerico) con trattamento anti-riflesso.

Il modulo selezionato è provvisto di:

- certificazione TUV su base IEC 61215;
- certificazione TUV su base IEC 61730;
- cavi precablati e connettori rapidi tipo MC4;
- certificazione IP67 della scatola di giunzione.

# LR4-72HBD 415~435M

| Design (mm) | Mechanical Parameters  | Operating Parameters   |
|-------------|--|--|
|             | Cell Orientation: 144 (6x24)<br>Junction Box: IP68, three diodes<br>Output Cable: 4mm <sup>2</sup> , 300mm in length, length can be customized<br>Glass: 2.0mm coated tempered glass<br>Weight: 29.0kg<br>Dimension: 2131x1052x40mm<br>Packaging: 26pcs per pallet<br>520pcs per 40'HC | Operational Temperature: -40 °C ~ +85 °C<br>Power Output Tolerance: 0 ~ +5 W<br>Voc and Isc Tolerance: ±3%<br>Maximum System Voltage: DC1500V (IEC&UL)<br>Maximum Series Fuse Rating: 20A<br>Nominal Operating Cell Temperature: 45±2 °C<br>Application Class: Class II<br>Fire Rating: UL type 6<br>Bifaciality: ≥75% |

| Electrical Characteristics       | Test uncertainty for Pmax: ±3% |                |       |                |       |                |       |                |       |                |
|----------------------------------|--------------------------------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|
|                                  | Model Number                   | LR4-72HBD-415M |       | LR4-72HBD-420M |       | LR4-72HBD-425M |       | LR4-72HBD-430M |       | LR4-72HBD-435M |
| Testing Condition                | STC                            | NOCT           | STC   | NOCT           | STC   | NOCT           | STC   | NOCT           | STC   | NOCT           |
| Maximum Power (Pmax/W)           | 415                            | 308.6          | 420   | 312.3          | 425   | 316.0          | 430   | 319.7          | 435   | 323.5          |
| Open Circuit Voltage (Voc/V)     | 49.0                           | 45.6           | 49.2  | 45.8           | 49.4  | 46.0           | 49.6  | 46.2           | 49.8  | 46.4           |
| Short Circuit Current (Isc/A)    | 10.73                          | 8.69           | 10.80 | 8.74           | 10.86 | 8.80           | 10.93 | 8.85           | 11.00 | 8.91           |
| Voltage at Maximum Power (Vmp/V) | 40.6                           | 37.7           | 40.8  | 37.9           | 41.0  | 38.1           | 41.2  | 38.2           | 41.4  | 38.4           |
| Current at Maximum Power (Imp/A) | 10.23                          | 8.19           | 10.30 | 8.25           | 10.37 | 8.30           | 10.44 | 8.36           | 10.51 | 8.42           |
| Module Efficiency(%)             | 18.5                           |                | 18.7  |                | 19.0  |                | 19.2  |                | 19.4  |                |

STC (Standard Testing Conditions): Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25 °C, Spectra at AM1.5  
 NOCT (Nominal Operating Cell Temperature): Irradiance 800W/m<sup>2</sup>, Ambient Temperature 20 °C, Spectra at AM1.5, Wind at 1m/s

Electrical characteristics with different rear side power gain (reference to 425W front)

| Pmax /W | Voc/V | Isc /A | Vmp/V | Imp /A | Pmax gain |
|---------|-------|--------|-------|--------|-----------|
| 446     | 49.4  | 11.41  | 41.0  | 10.88  | 5%        |
| 468     | 49.4  | 11.95  | 41.0  | 11.40  | 10%       |
| 489     | 49.5  | 12.49  | 41.1  | 11.92  | 15%       |
| 510     | 49.5  | 13.04  | 41.1  | 12.44  | 20%       |
| 531     | 49.5  | 13.58  | 41.1  | 12.96  | 25%       |

| Temperature Ratings ( STC )     | Mechanical Loading |                                   |                                      |
|---------------------------------|--------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Temperature Coefficient of Isc  | +0.060%/°C         | Front Side Maximum Static Loading | 5400Pa                               |
| Temperature Coefficient of Voc  | -0.300%/°C         | Rear Side Maximum Static Loading  | 2400Pa                               |
| Temperature Coefficient of Pmax | -0.370%/°C         | Hailstone Test                    | 25mm Hailstone at the speed of 23m/s |

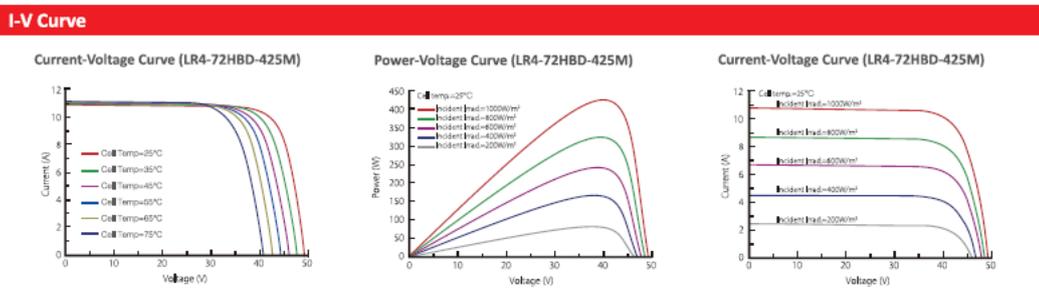


Figura 3.2: Datasheet modulo

### 3.3.2 Cabine di campo o PowerStation

Le Power Station (o cabine di campo) hanno la duplice funzione di convertire l'energia elettrica dal campo fotovoltaico da corrente continua (CC) a corrente alternata (CA) e di elevare la tensione da bassa (BT) a media tensione (MT).

Le cabine saranno costituite da elementi prefabbricati suddivisi in più scomparti e saranno progettate per garantire la massima robustezza meccanica e durabilità. Le pareti e il tetto saranno tali da garantire impermeabilità all'acqua e il corretto isolamento termico. Il locale avrà le dimensioni indicative riportate in e sarà posato su un basamento in calcestruzzo di adeguate dimensioni.



### 3.3.5 Cavi di potenza BT, MT, AT

Le linee elettriche prevedono conduttori di tipo idoneo per le tre sezioni d'impianto (continua, alternata bassa tensione, alternata media tensione) in rame e in alluminio. Il dimensionamento del conduttore è a norma CEI e la scelta del tipo di cavi è armonizzata anche con la normativa internazionale. L'esperienza costruttiva ha consentito l'individuazione di tipologie di cavi (formazione, guaina, protezione ecc.) che garantiscono una durata di esercizio ben oltre la vita dell'impianto anche in condizioni di posa sollecitata.

La posa sarà realizzata come segue:

Sezione in corrente continua:

- cablaggio interno del generatore fotovoltaico: cavi in posa libera fissata alle strutture di sostegno protette dalla sagoma della carpenteria, fascette anti-UV dove serve e equipaggiate ai terminali di stringa con connettori IP65, cavi in posa interrata dalle strutture di sostegno ai quadri di parallelo.
- cablaggio quadri di parallelo - inverter: cavi in posa intubata con PVC corrugato rigido o flessibile in cavidotto, sia interrato che fuori terra in calcestruzzo con chiusino.

Sezione in corrente alternata

- cablaggio inverter - trafo: cavi/sbarre in alluminio nei passaggi cavi interni in cabina.

Sezione in media tensione:

- cablaggio cabine di campo - cabina di consegna: cavi MT in cavidotto interrato e fuori terra in calcestruzzo con chiusino.
- cablaggio cabina di consegna – trafo AT: cavi MT in cavidotto interrato.

Sezione in alta tensione:

- trafo AT in olio – interruttore AT: cavo AT in cavidotto interrato in XLPE.

### 3.3.6 Cavi di controllo e TLC

Sia per le connessioni dei dispositivi di monitoraggio che di security verranno utilizzati prevalentemente due tipologie di cavo:

- Cavi in rame multipolari twistati e non;
- Cavi in fibra ottica.

I primi verranno utilizzati per consentire la comunicazione su brevi distanze data la loro versatilità, mentre la fibra verrà utilizzata per superare il limite fisico della distanza di trasmissione dei cavi in rame, quindi comunicazione su grandi distanze, e nel caso in cui sia necessaria una elevata banda passante come nel caso dell'invio di dati.

### 3.3.7 Sistema SCADA

Verrà installato un sistema di monitoraggio e controllo basato su architettura SCADA-RTU in conformità alle specifiche della piramide CIM, al fine di garantire una resa ottimale dell'impianto fotovoltaico in tutte le situazioni.

Il sistema sarà connesso a diversi sistemi e riceverà informazioni:

- di produzione dal campo solare;
- di produzione dagli apparati di conversione;
- di produzione e scambio dai sistemi di misura;
- di tipo climatico ambientale dalle stazioni di rilevamento dati meteo;
- di allarme da tutti gli interruttori e sistemi di protezione.

### 3.3.8 Monitoraggio ambientale

Il sistema di monitoraggio ambientale avrà il compito di misurare di dati climatici e di dati di irraggiamento sul campo fotovoltaico.

I parametri rilevati puntualmente dalla stazione di monitoraggio ambientale saranno inviati al sistema di monitoraggio SCADA e, abbinati alle specifiche tecniche del campo FTV, contribuiranno alla valutazione della producibilità teorica, parametro determinante per il calcolo delle performance dell'impianto FTV.

I dati monitorati verranno gestiti e archiviati da un sistema di monitoraggio SCADA.

Il sistema nel suo complesso avrà ottime capacità di precisione di misura, robusta insensibilità ai disturbi, capacità di autodiagnosi e autotuning.

I dati ambientali monitorati saranno:

- dati di irraggiamento;
- dati ambientali;
- temperature moduli.

### 3.3.9 Sistema di sicurezza a antintrusione

Il sistema di sicurezza e anti intrusione ha lo scopo di preservare l'integrità dell'impianto contro atti criminosi mediante deterrenza e monitoraggio delle aree interessate.

Il sistema impiegato si baserà sull'utilizzo di differenti tipologie di sorveglianza/deterrenza per scongiurare eventuali atti dolosi nei confronti dei sistemi e apparati installati presso l'impianto fotovoltaico.

La prima misura da attuare per garantire la sicurezza dell'impianto contro intrusioni non autorizzate è quella di impedire o rilevare qualsiasi tentativo di accesso dall'esterno installando un sistema di anti intrusione perimetrale in fibra ottica sulla recinzione.

Inoltre sarà installato un sistema TVCC dotato di sistema di rilevazione video mediante telecamere digitali a doppia tecnologia ad alta risoluzione che consentiranno di monitorare in tempo reale il perimetro e le aree di maggior interesse impiantistico. Il sistema di video sorveglianza avrà il compito di garantire al servizio di vigilanza locale gli strumenti necessari per effettuare un'analisi immediata degli eventi a seguito di allarme generato dal sistema perimetrale e per eventuali azioni da intraprendere.

### 3.3.10 Strutture di supporto moduli

Il progetto prevede l'impiego di una struttura metallica di tipo tracker con fondazione su pali infissi nel terreno ed in grado di esporre il piano ad un angolo di tilt pari a +55° -55°.

Le peculiarità delle strutture di sostegno sono:

- riduzione dei tempi di montaggio alla prima installazione;
- facilità di montaggio e smontaggio dei moduli fotovoltaici in caso di manutenzione;
- meccanizzazione della posa;
- ottimizzazione dei pesi;
- miglioramento della trasportabilità in sito;
- possibilità di utilizzo di bulloni anti furto.

Le caratteristiche generali della struttura sono:

- materiale: acciaio zincato a caldo;
- tipo di struttura: Tracker fissata su pali;
- inclinazione sull'orizzontale +55° -55°;
- Esposizione (azimuth): 0° ;

- Altezza min: 0,500 m (rispetto al piano di campagna);
- Altezza max: 4,121 m (rispetto al piano di campagna).

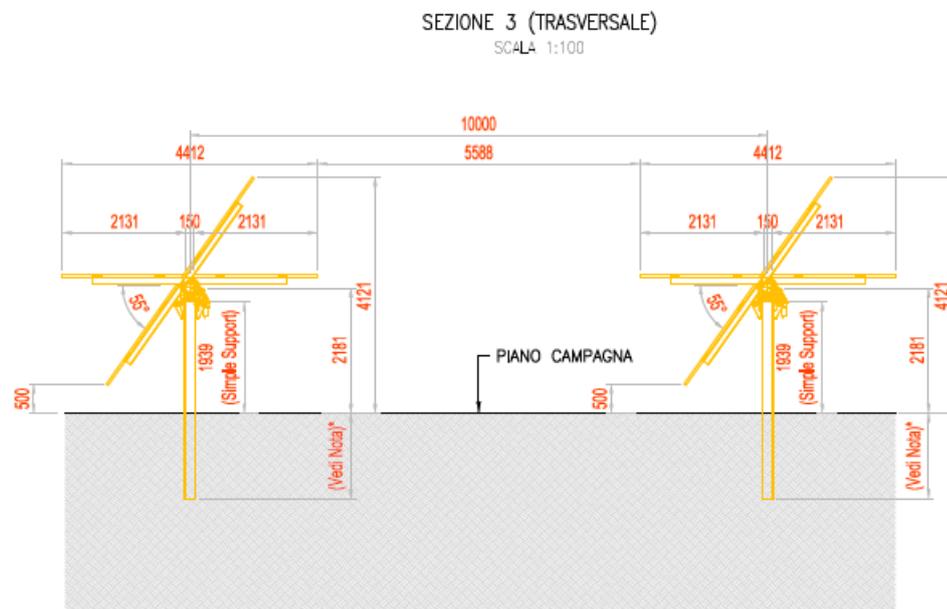


Figura 3.4: Particolare strutture di sostegno moduli



Figura 3.5 Esempio di struttura a tracker monoassiale

Indicativamente il portale tipico della struttura progettata è costituito da 28 moduli montati con una disposizione su due file in posizione verticale. Tale configurazione potrà variare in conseguenza della scelta del tipo di modulo fotovoltaico.

I materiali delle singole parti saranno armonizzati tra loro per quanto riguarda la stabilità, la resistenza alla corrosione e la durata nel tempo.

Considerate le caratteristiche del terreno in sito è stata valutata una soluzione tecnologica alternativa al palo fisso costituita da pali a elica.

- Lunghezza minima pali a elica: 2 m
- Lunghezza min pali infissi: 5 m

Durante la fase esecutiva, sulla base della struttura tacker scelta saranno definite le fondazioni e scelta la soluzione tecnologica di fondazione più adatta.

### 3.3.11 Recinzione

È prevista la realizzazione di una recinzione perimetrale a delimitazione dell'area di installazione dell'impianto, la recinzione sarà formata da rete metallica a pali fissati nel terreno con plinti.

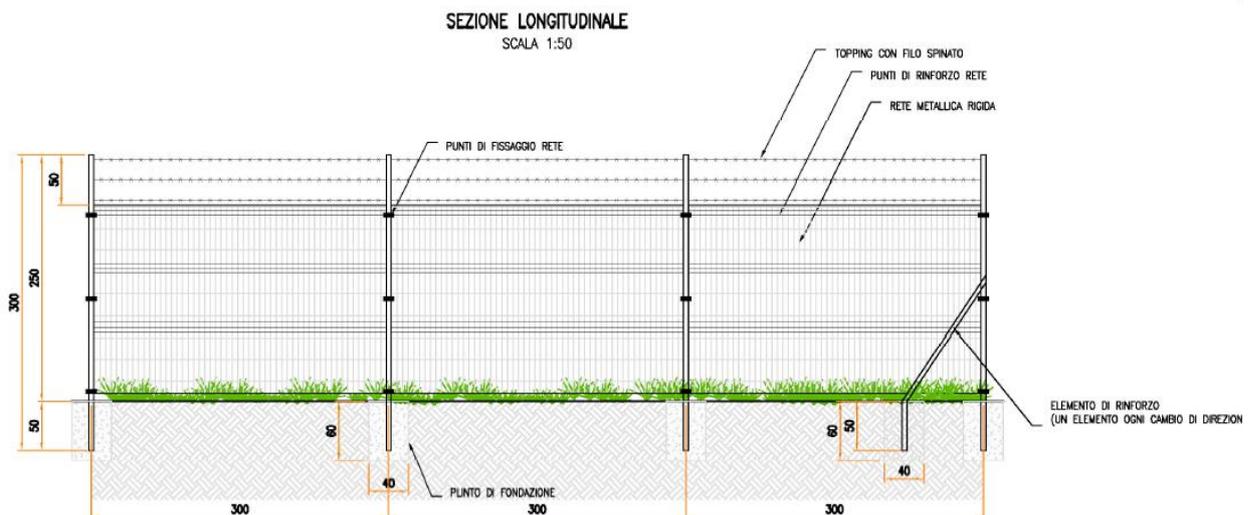


Figura 3.6: Particolare recinzione

Si prevede che la recinzione sia opportunamente sollevata da terra di circa 20 cm per non ostacolare il passaggio della fauna selvatica.

A scopo precauzionale è stato previsto di mantenere una distanza di 8 m dalla recinzione medesima quale fascia antincendio ed eventuale posizionamento delle opere di mitigazione, dove non sarà possibile disporre i moduli fotovoltaici.

Ad integrazione della recinzione di nuova costruzione, è prevista l'installazione di due cancelli carrabili per un agevole accesso all'area d'impianto, che avverrà da due accessi principali distinti uno per l'area Nord e un altro per l'area Sud.

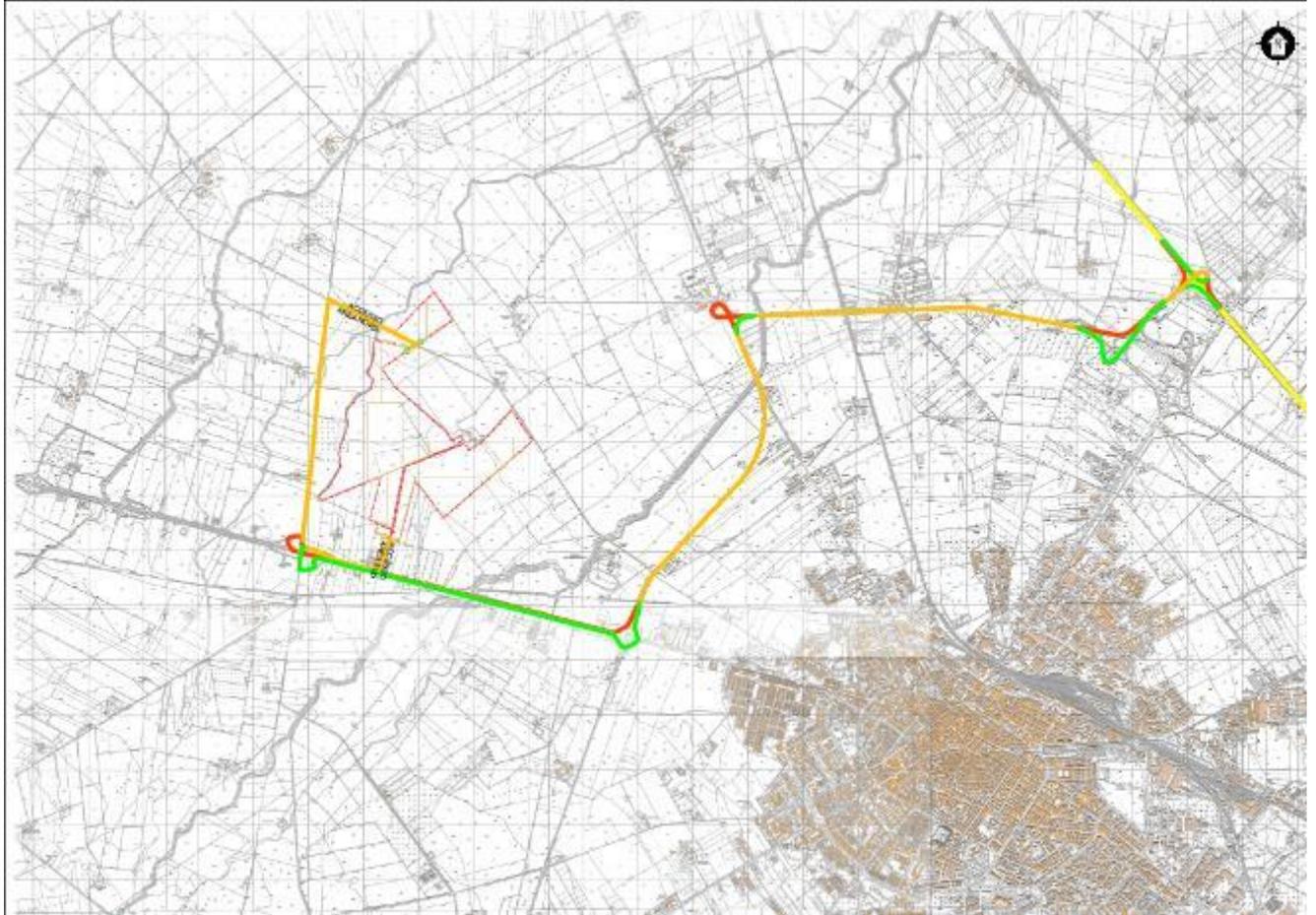


Figura 3.7: Accessi area impianto – Nord e Sud

Nella figura seguente si riporta il particolare dell'accesso al campo FV.

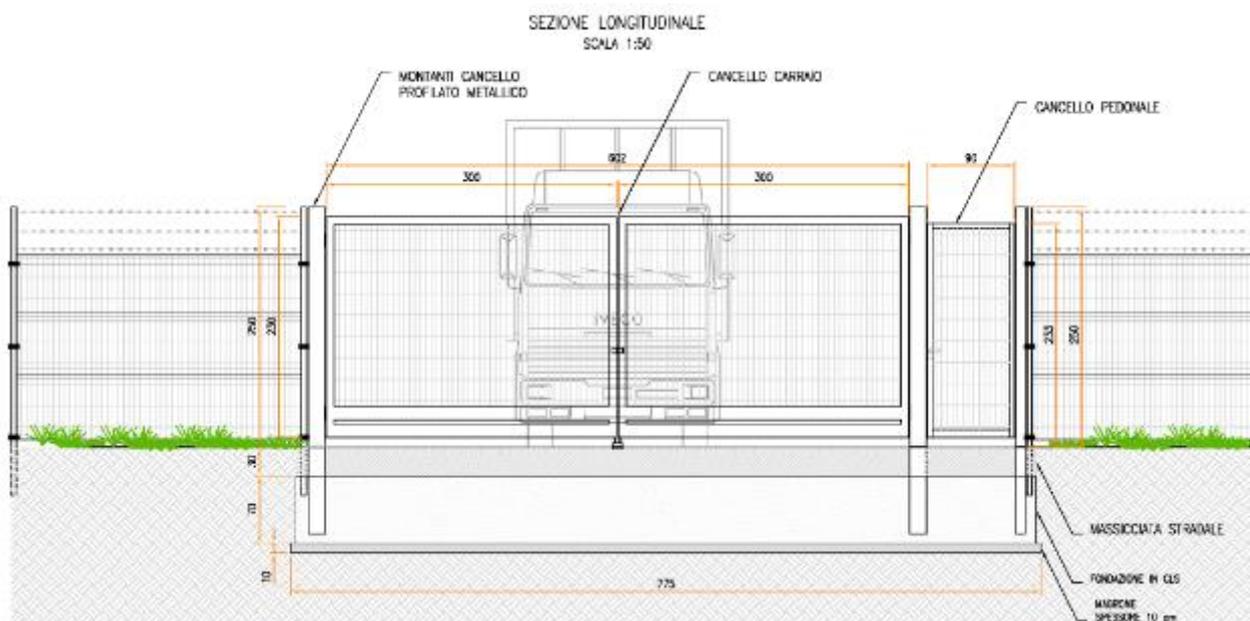


Figura 3.8: Particolare accesso

### 3.3.12 Sistema di drenaggio

Sarà realizzata una rete di drenaggio in corrispondenza dei principali solchi di drenaggio naturali esistenti; questi ultimi sono stati identificati sulla base della simulazione del modello digitale del terreno.

La rete drenaggio in progetto sarà costituita da fossi e cunette di forma trapezoidale scavate nel terreno naturale e non rivestiti. Tutte le opere di regimazione rientreranno nell'ambito dell'Ingegneria naturalistica.

L'area di intervento è stata suddivisa, sulla base della morfologia di progetto, in bacini imbriferi non necessariamente coincidenti con i singoli settori dell'impianto. I bacini sono delimitati verso il monte idrologico da "alti" naturali (orli di scarpata, rilievi) mentre il valle idrologico coincide con l'ubicazione di progetto dei canali da realizzarsi in scavo per il collettamento delle acque meteoriche.

Lo scopo delle canalette è quello di consentire il drenaggio dei deflussi al netto delle infiltrazioni nel sottosuolo. Le acque meteoriche ricadenti su ogni settore, per la parte eccedente rispetto alla naturale infiltrazione del suolo, verranno infatti intercettate dalle canalette drenanti realizzate lungo i lati morfologicamente più depressi.

### 3.3.13 Viabilità interna di servizio e piazzali

In assenza di viabilità esistente adeguata sarà realizzata una strada in misto granulometrico (larghezza carreggiata netta 4 m) per garantire l'ispezione dell'area di impianto dove necessario e per l'accesso alle piazzole delle cabine. La viabilità è stata prevista lungo gli assi principali di impianto.

La scelta della tipologia pacchetto stradale è stata valutata in base alle caratteristiche geotecniche del terreno, alla morfologia del sito, alla posizione ed accessibilità del sito.

Le opere viarie saranno costituite da una regolarizzazione di pulizia del terreno, per uno spessore adeguato, dalla fornitura e posa in opera di geosintetico tessuto non tessuto (se necessario) ed infine dalla fornitura e posa in opera di pacchetto stradale in misto granulometrico di idonea pezzatura e caratteristiche geotecniche costituito da uno strato di fondo e uno superficiale.

Durante la fase esecutiva sarà dettagliato il pacchetto stradale definendo la soluzione ingegneristica più adatta.

### 3.3.14 Sistema antincendio

Con riferimento alla progettazione antincendio, le opere progettate sono conformi a quanto previsto da:

- D.P.R. n. 151 del 1 agosto 2011 "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'articolo 49 comma 4-quater, decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122"
- lettera 1324 del 7 febbraio 2012 - Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici;
- lettera di chiarimenti diramata in data 4 maggio 2012 dalla Direzione centrale per la prevenzione e la sicurezza tecnica del corpo dei Vigili del Fuoco.

Inoltre, è stato valutato il pericolo di elettrocuzione cui può essere esposto l'operatore dei Vigili del Fuoco per la presenza di elementi circuitali in tensione all'interno dell'area impianto. Si evidenzia che sia in fase di cantiere che in fase di O&M dell'impianto si dovranno rispettare anche tutti i requisiti richiesti ai sensi del D.Lgs 81/2008 e s.m.i..

Al fine di ridurre al minimo il rischio di propagazione di un incendio dai generatori fotovoltaici agli ambienti sottostanti, gli impianti saranno installati su strutture incombustibili (Classe 0 secondo il DM 26/06/1984 oppure Classe A1 secondo il DM 10/03/2005).

Sono previsti sistemi ad estintore in ogni cabina presente e alcuni estintori aggiuntivi per eventuali focolai esterni alle cabine (sterpaglia, erba secca, ecc.).

Saranno installati sistemi di rilevazione fumo e fiamma e in fase di ingegneria di dettaglio si farà un'analisi di rischio per verificare l'eventuale necessità di installare sistemi antincendio automatici all'interno delle cabine.

L'area in cui è ubicato il generatore fotovoltaico ed i suoi accessori non sarà accessibile se non agli addetti alle manutenzioni che dovranno essere adeguatamente formati/informati sui rischi e sulle specifiche procedure operative da seguire per effettuare ogni manovra in sicurezza, e forniti degli adeguati DPI.

I dispositivi di sezionamento di emergenza dovranno essere individuati con la segnaletica di sicurezza di cui al titolo V del D.Lgs.81/08 e s.m.i..

### **3.3.15 Impianto videosorveglianza e illuminazione**

L'impianto FV prevederà un sistema per garantire la sicurezza contro intrusioni non autorizzate. Il primo passo sarà quello di installare un sistema antintrusione perimetrale. Inoltre sarà installato un sistema TVCC dotato di sistema di rilevazione video mediante telecamere digitali a doppia tecnologia (ottica e termica) ad alta risoluzione che consentiranno di monitorare in tempo reale, sia in orario diurno sia in notturna, il perimetro e telecamere standard di tipo speed dome per il monitoraggio delle aree di maggior interesse impiantistico e degli accessi. Il sistema di illuminazione previsto è in conformità alla L.R. 15/05 ai sensi dell'Art.6.

## **3.4 CONNESSIONE ALLA RTN**

L'impianto sarà connesso in parallelo alla rete di distribuzione pubblica e saranno rispettate le seguenti condizioni (CEI 0-16):

- il parallelo non deve causare perturbazioni alla continuità e qualità del servizio della rete pubblica per preservare il livello del servizio per gli altri utenti connessi;
- l'impianto di produzione non deve connettersi o la connessione in regime di parallelo deve interrompersi immediatamente ed automaticamente in assenza di alimentazione della rete di distribuzione o qualora i valori di tensione e frequenza della rete stessa non siano entro i valori consentiti;
- l'impianto di produzione non deve connettersi o la connessione in regime di parallelo deve interrompersi immediatamente ed automaticamente se il valore di squilibrio della potenza generata da impianti trifase realizzati con generatori monofase non sia compreso entro il valore massimo consentito per gli allacciamenti monofase.

Ciò al fine di evitare che (CEI 0-16):

- in caso di mancanza di tensione in rete, l'utente attivo connesso possa alimentare la rete stessa;
- in caso di guasto sulla linea MT, la rete stessa possa essere alimentata dall'impianto fotovoltaico ad essa connesso,
- in caso di richiusura automatica o manuale di interruttori della rete di distribuzione, il generatore fotovoltaico possa trovarsi in discordanza di fase con la tensione di rete, con possibile danneggiamento del generatore stesso.

L'impianto sarà inoltre provvisto dei sistemi di regolazione e controllo necessari per il rispetto dei parametri elettrici secondo quanto previsto nel regolamento di esercizio, da sottoscrivere con il gestore della rete alla messa in esercizio dell'impianto.

Di seguito il percorso di connessione in cavidotto MT 30 kV che collega l'impianto FV dalla cabina di smistamento di campo MT fino alla stazione utenza dove avverrà la trasformazione MT/AT (in prossimità della SE Sprecacenero di Foggia 380/150 kV), da cui parte la linea AT 150 kV per il collegamento allo stallo della SE. La linea di connessione MT 30 kV segue prevalentemente lo sviluppo su strada pubblica (circa 7,5

km), mentre solo la parte iniziale e l'ultimo tratto in cavo interrato MT (circa 580 m) è all'interno di proprietà privata, su cui è stata acquisita la servitù di passaggio.



*Figura 3.9: In blu il percorso di connessione dal campo FV alla Sottostazione AT 380/150 kV Foggia*

Nella cabina di consegna in prossimità della SE Foggia saranno presenti tutti gli elementi di protezione, sezionamento e misura per la corretta connessione dell'impianto alla RTN; nella stessa è localizzato il punto di misura fiscale principale e bidirezionale e le protezioni generale DG e di interfaccia DI richieste dalla norma CEI 0-16 e dal codice di rete TERNA. Il collegamento dalla SEU 150/30 KV avverrà mediante cavo interrato AT 150 kV fino allo Stallo assegnato dal Gestore di Terna è localizzato nel Satellite dell'ampliamento della SE RTN 380/150 kV costruenda e sarà condiviso con altri due produttori (Foggia 2 PV e Foggia 6 PV) con cui è stato sottoscritto un accordo di condivisione.

La nuova stazione di trasformazione "Satellite" sarà collegata alla esistente stazione di Foggia a mezzo di un elettrodotto in cavo interrato a 380 kV ed un altro collegamento in cavo interrato a 150 kV tra la sezione 150 kV della SE 380/150 di Foggia-Sprecacenero e le nuove sbarre a 150 kV della stazione "Satellite".

### 3.5 CALCOLI DI PROGETTO

#### 3.5.1 Calcoli di producibilità

I calcoli di producibilità sono riportati nell'elaborato Rif. "2564\_4145\_A3\_FG\_PD\_R19\_Rev0\_Calcolo Producibilità" dove è stato utilizzato il software PVSyst e il database Meteonorm come informazioni meteorologiche.

In sintesi, l'energia prodotta risulta circa **159.910** MWh/anno e la produzione specifica è pari a circa **1.777** (MWh/MWp)/anno. In base ai parametri impostati per le relative perdite d'impianto, i componenti scelti (moduli e inverter) e alle condizioni meteorologiche del sito in esame risulta un indice di rendimento (performace ratio PR) del 87% circa.

Si riportano i risultati principali estratti dal report PVSyst.

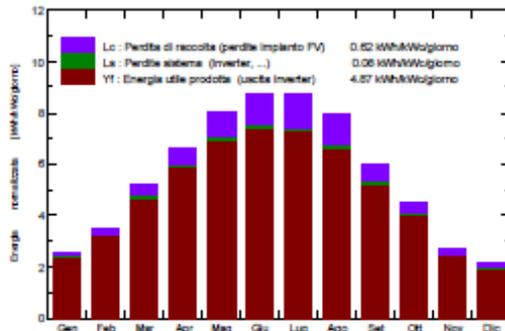
### Sistema connesso in rete: Risultati principali

**Progetto :** Foggia 4 PV  
**Variante di simulazione :** Moduli bifacciali

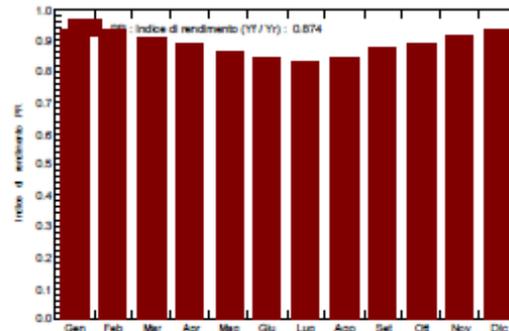
| Parametri principali del sistema | Tipo di sistema          | Eliostati illimitati con indetreggiamento |                                |
|----------------------------------|--------------------------|---|--------------------------------|
| Orientamento campo FV            | inclinazione             |   |                                |
| Moduli FV                        | Modello                  | LR4-72HBD-425M-glaze                      | Pnom 425 Wc                    |
| Campo FV                         | Numero di moduli         | 211764                                    | Pnom totale <b>90000 kWc</b>   |
| Inverter                         | Modello                  | SUNWAY TG 900 1500V TE - 640              | 500 kW ac                      |
| Inverter                         |                          | SUNWAY TG 1800 1500V TE - 640             | 1774 kW ac                     |
| Inverter                         |                          | SUNWAY TG 1800 1500V TE - 640 (1500 kVA)  | 1500 kW ac                     |
| Inverter                         |                          | SUNWAY TG 900 1500V TE - 640              | 887 kW ac                      |
| Gruppo di inverter               | Numero di unità          | 37.0                                      | Pnom totale <b>63203 kW ac</b> |
| Bisogni dell'utente              | Carico illimitato (rete) |   |                                |

| Risultati principali di simulazione |   |
|-------------------------------------|---|
| Produzione sistema                  | <b>Energia prodotta 159910 MWh/anno</b> |
|                                     | Prod. spec. 1777 kWh/kWc/anno           |
|                                     | Indice di rendimento PR <b>87.41 %</b>  |

Produzione normalizzata (per kWp installato): Potenza nominale 80000 kWp



Indice di rendimento PR



#### Moduli bifacciali Bilanci e risultati principali

|           | GlobHor<br>kWh/m <sup>2</sup> | DiffHor<br>kWh/m <sup>2</sup> | T_Amb<br>°C | GlobInc<br>kWh/m <sup>2</sup> | GlobEff<br>kWh/m <sup>2</sup> | EArray<br>MWh | E_Grid<br>MWh | PR<br>ratio |
|-----------|-------------------------------|-------------------------------|-------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------|---------------|-------------|
| Gennaio   | 59.4                          | 27.56                         | 7.19        | 79.1                          | 74.6                          | 6805          | 6683          | 0.938       |
| Febbraio  | 75.4                          | 33.89                         | 7.52        | 98.4                          | 93.1                          | 8394          | 8249          | 0.932       |
| Marzo     | 123.9                         | 50.18                         | 10.98       | 160.2                         | 152.1                         | 13379         | 13154         | 0.912       |
| Aprile    | 156.5                         | 63.15                         | 13.92       | 199.6                         | 189.9                         | 16263         | 15995         | 0.890       |
| Maggio    | 196.5                         | 84.39                         | 19.92       | 249.2                         | 236.8                         | 19676         | 19356         | 0.863       |
| Giugno    | 205.9                         | 83.76                         | 23.94       | 262.4                         | 249.9                         | 20296         | 19969         | 0.845       |
| Luglio    | 212.2                         | 80.10                         | 27.12       | 272.0                         | 258.9                         | 20628         | 20296         | 0.829       |
| Agosto    | 187.9                         | 73.79                         | 26.60       | 245.2                         | 233.4                         | 18912         | 18600         | 0.843       |
| Settembre | 140.1                         | 59.23                         | 21.06       | 180.1                         | 171.0                         | 14413         | 14177         | 0.875       |
| Ottobre   | 107.3                         | 42.95                         | 17.72       | 140.3                         | 133.2                         | 11473         | 11283         | 0.893       |
| Novembre  | 61.2                          | 27.59                         | 12.28       | 80.1                          | 75.6                          | 6745          | 6623          | 0.919       |
| Dicembre  | 49.5                          | 22.66                         | 8.67        | 65.9                          | 61.9                          | 5630          | 5526          | 0.932       |
| Anno      | 1575.7                        | 649.23                        | 16.47       | 2032.6                        | 1930.4                        | 162614        | 159910        | 0.874       |

Legenda: GlobHor Irraggiamento orizzontale globale      GlobEff Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre  
 DiffHor Irraggiamento diffuso orizz.      EArray Energia effettiva in uscita campo  
 T\_Amb T amb.      E\_Grid Energia immessa in rete  
 GlobInc Globale incidente piano coll.      PR Indice di rendimento

### 3.5.2 Calcoli elettrici

L'impianto elettrico di media tensione è stato previsto con distribuzione radiale. L'impianto di bassa tensione sarà realizzato in corrente alternata e continua.

I calcoli relativi ai dimensionamenti degli impianti sono contenuti nell'elaborato rif. "2564\_4145\_A3\_FG\_PD\_R08\_Rev0\_Relazione calcolo preliminare impianti".

### 3.5.3 Calcoli strutturali

Le opere strutturali previste dal progetto sono relative a:

1. Strutture metalliche di sostegno dei moduli fotovoltaici;
2. Pali di strutture di sostegno;
3. Cabine/locali tecnici e relative fondazioni.

Per quanto riguarda le opere di cui al punto 1 e 3 si prevede l'impiego di strutture prefabbricate di cui si è definita la parte tecnica ed architettonico-funzionale in base alle condizioni ambientali e di impiego, rimandando i calcoli strutturali alla fase esecutiva di dettaglio.

Per quanto riguarda i pali delle strutture, nell'elaborato Rif. "2564\_4145\_A3\_FG\_PD\_R07\_Rev0\_Relazione calcolo preliminare strutture" si sono effettuati i calcoli preliminari degli stessi al fine di dimensionarne preliminarmente in termini di impatto visivo ed economico.

### 3.5.4 Calcoli idraulici

Allo stato attuale le acque meteoriche non sono gestite tramite una regimazione dedicata ma la dispersione avviene naturalmente per infiltrazione nel sottosuolo, modalità funzionale sia per le caratteristiche del sito sia per la moderata entità delle precipitazioni, anche estreme, dell'area.

Lo studio idrologico è svolto secondo le Norme Tecniche di Attuazione del Piano d'Assetto Idrogeologico redatto dall'Autorità di Bacino della Puglia, e costituito da:

- analisi delle piogge, eseguita utilizzando le indicazioni riportate sul progetto Valutazione Piene (VAPI) del Gruppo Nazionali Difesa Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI);
- valutazione della durata dell'evento pluviometrico di progetto di durata pari al tempo critico del bacino idrografico oggetto di studio (tempo di corrivazione e ietogramma di progetto);
- Determinazione delle portate di riferimento e dimensionamento del sistema di collettamento delle stesse.

I calcoli di progetto sono riportati in dettaglio nell'elaborato Rif. "2564\_4145\_A3\_FG\_PD\_R06\_Rev0\_Relazione idrologica e idraulica".

### 3.5.5 Misure di protezione contro gli effetti delle scariche atmosferiche

L'abbattersi di scariche elettriche atmosferiche in prossimità dell'impianto può provocare il concatenamento del flusso magnetico associato alla corrente di fulmine con i circuiti dell'impianto fotovoltaico, così da provocare sovratensioni in grado di mettere fuori uso i componenti tra cui, in particolare, l'inverter e i moduli fotovoltaici.

## 3.6 FASI DI COSTRUZIONE

La realizzazione dell'impianto sarà avviata immediatamente a valle dell'ottenimento dell'autorizzazione alla costruzione.

La fase di costruzione vera e propria avverrà successivamente alla predisposizione dell'ultima fase progettuale, consistente nella definizione della progettazione esecutiva, che completerà i calcoli in base alle scelte di dettaglio dei singoli componenti.

In ogni caso, per entrambe le sezioni di impianto la sequenza delle operazioni sarà la seguente:

1. Progettazione esecutiva di dettaglio
2. Costruzione
  - opere civili
    - accessibilità all'area ed approntamento cantiere
    - preparazione terreno mediante rimozione vegetazione e livellamento
    - realizzazione viabilità di campo
    - realizzazione recinzioni e cancelli ove previsto
    - preparazione fondazioni cabine
    - posa pali
    - posa strutture metalliche
    - scavi per posa cavi
    - realizzazione/posa locali tecnici: Power Stations, cabina principale MT
    - realizzazione canalette di drenaggio
  - opere impiantistiche
    - messa in opera e cablaggi moduli FV
    - installazione inverter e trasformatori
    - posa cavi e quadristica BT
    - posa cavi e quadristica MT
    - allestimento cabine
  - Opere a verde
  - Commissioning e collaudi.

Per quanto riguarda le modalità operative di costruzione si farà riferimento alle scelte progettuali esecutive.

### 3.7 PRIME INDICAZIONI DI SICUREZZA

L'accesso a tutta l'area di cantiere avverrà dal fronte sud e dal fronte nord, ove sarà predisposto un servizio di controllo degli accessi. E' prevista un'area Campo Base, area destinata ai baraccamenti ed al deposito dei materiali. Tale area sarà opportunamente recintata con rete di altezza 2 m. L'accesso a tale area di cantiere avverrà tramite un cancello di accesso di larghezza 8 m sufficiente alla carrabilità dei mezzi pesanti.

L'accesso al lotto avverrà utilizzando la viabilità interna all'area di cantiere in parte esistente. Per il trasporto dei materiali e delle attrezzature all'interno dei lotti si prevede l'utilizzo di mezzi tipo furgoni e cassonati, in modo da stoccare nell'area la quantità di materiale strettamente necessaria alla lavorazione giornaliera.

Il volume di traffico su tali strade è molto limitato. All'interno del lotto di intervento, sia per le dimensioni delle strade che per la caratteristica del fondo [strade sterrate], si fissa un limite di velocità massimo di 10 km/h. L'accesso all'area avverrà dalla viabilità principale Rif. "2564\_4145\_A3\_FG\_PD\_T10\_Rev0\_Indicazione percorso viabilistico".

Nella viabilità all'interno del lotto si prevederà un'umidificazione costante al fine di prevedere lo svilupparsi di polveri al passaggio dei mezzi.

A servizio degli addetti alle lavorazioni si prevedono le seguenti installazioni di moduli prefabbricati (si ipotizza che il numero massimo di lavoratori presenti contemporaneamente in cantiere sia pari a 200):

- Uffici Committente/Direzione lavori;
- Spogliatoi;
- Refettorio e locale ricovero;
- Servizi igienico assistenziali.

### 3.8 SCAVI E MOVIMENTI TERRA

Le attività di movimento terra si limiteranno comunque a:

- Regolarizzazione: interesseranno lo strato più superficiale di terreno;
- Realizzazione di viabilità interna: la viabilità interna alla centrale fotovoltaica sarà costituita da tratti esistenti e da tratti di strada di nuova realizzazione tutti inseriti nelle aree contrattualizzate. Per l'esecuzione dei tratti di viabilità interna di nuova costruzione si realizzerà un rilevato di spessore di 10 cm circa utilizzando il materiale fornito da cava autorizzata;
- Formazione piano di posa di platee di fondazione cabine. In base alla situazione geotecnica di dettaglio, nelle aree individuate per l'installazione dei manufatti sarà da prevedere o una compattazione del terreno in sito, o posa e compattazione di materiale e realizzazione di platea di sostegno in calcestruzzo. La movimentazione della terra interesserà solo lo strato più superficiale del terreno (max 50 cm).
- Scavi per posizionamento linee MT. Si prevedono lavori di scavo a sezione ristretta prevalentemente per i cavidotti MT. Il layout dell'impianto e la disposizione delle sue componenti sono stati progettati in modo da minimizzare i percorsi dei cavidotti, così da minimizzare le cadute di tensione. Il trasporto di energia in MT avverrà principalmente mediante cavo in tubazione corrugata o, per la maggior parte, con cavi idonei per interrimento diretto, posti su letto di sabbia, all'interno di uno scavo a sezione ristretta profondo circa 1 metro. Ulteriori tipologie di posa sono previste laddove sono presenti caratterizzazioni sensibili del terreno o delle possibilità tecniche di posa. Si prevede una profondità massima di scavo di 1,50 m.
- Scavi per posa cavidotti interrati in BT/CC, dati e sicurezza: si prevedono lavori di scavo a sezione ristretta prevalentemente per i cavidotti principali BT/CC. Il trasporto di energia BT/CC e dati avviene principalmente mediante cavo in tubazione corrugata interrata o con cavi idonei per interrimento diretto, posta all'interno di uno scavo a sezione ristretta profondo circa 0,30-0,60 m, posto su di un letto di sabbia. Nel caso di substrati rocciosi si prevedono lavori di posizionamento in appoggio diretto sul terreno di opportuni manufatti in calcestruzzo certificati ed adatti canali alla posa dei cavi in media Tensione. Ulteriori tipologie di posa sono previste laddove sono presenti caratterizzazioni sensibili del terreno o delle possibilità tecniche di posa si potranno prevedere pose fuori terra in manufatti dedicati. La movimentazione terra interesserà solo lo strato più superficiale del terreno (max 0,60 m).
- Scavi per realizzazioni canalette di drenaggio: Le canalette di ordine differente a seconda del ruolo all'interno della rete, saranno realizzate in scavo con una sezione trapezia avente inclinazione di sponda pari a circa 26°. Le profondità e la larghezza varieranno a seconda dell'ordine di importanza dei drenaggi.

Lo scopo delle canalette è quello di consentire il drenaggio dei deflussi al netto delle infiltrazioni nel sottosuolo. Le acque meteoriche ricadenti su ogni settore, per la parte eccedente rispetto alla naturale infiltrazione del suolo, verranno infatti intercettate dalle canalette drenanti realizzate lungo i lati esterni morfologicamente più depressi.

### 3.9 PERSONALE E MEZZI

Per la realizzazione di un'opera di questo tipo ed entità, si prevede di utilizzare le seguenti principali attrezzature e figure professionali:

- Mezzi d'opera:
  - Gru di cantiere e muletti;
  - Macchina pali;
  - Attrezzi da lavoro manuali e elettrici;
  - Gruppo elettrogeno (se non disponibile rete elettrica);
  - Strumentazione elettrica e elettronica per collaudi;
  - Furgoni e camion vari per il trasporto;
- Figure professionali:
  - Responsabili e preposti alla conduzione del cantiere;
  - Eletttricisti specializzati;
  - Addetti scavi e movimento terra;
  - Operai edili;
  - Montatori strutture metalliche.

In particolare, per quanto riguarda l'impiego di personale operativo, in considerazione delle tempistiche previste dal cronoprogramma degli interventi, si prevede l'impiego, nei periodi di massima attività di circa 150-200 addetti ai lavori.

Tutto ciò sarà meglio specificato e gestito nel Piano di Sicurezza e Coordinamento dell'opera preliminarmente all'attivazione della fase di costruzione.

### 3.10 OPERE A VERDE DI MITIGAZIONE

Le opere di mitigazione a verde prevedono la realizzazione di arbusti aromatici tipo rosmarino perenne con fioritura fra marzo e ottobre che dovranno essere funzionali alla mitigazione dell'impatto visivo evitando fenomeni di ombreggiamento nel campo fotovoltaico.

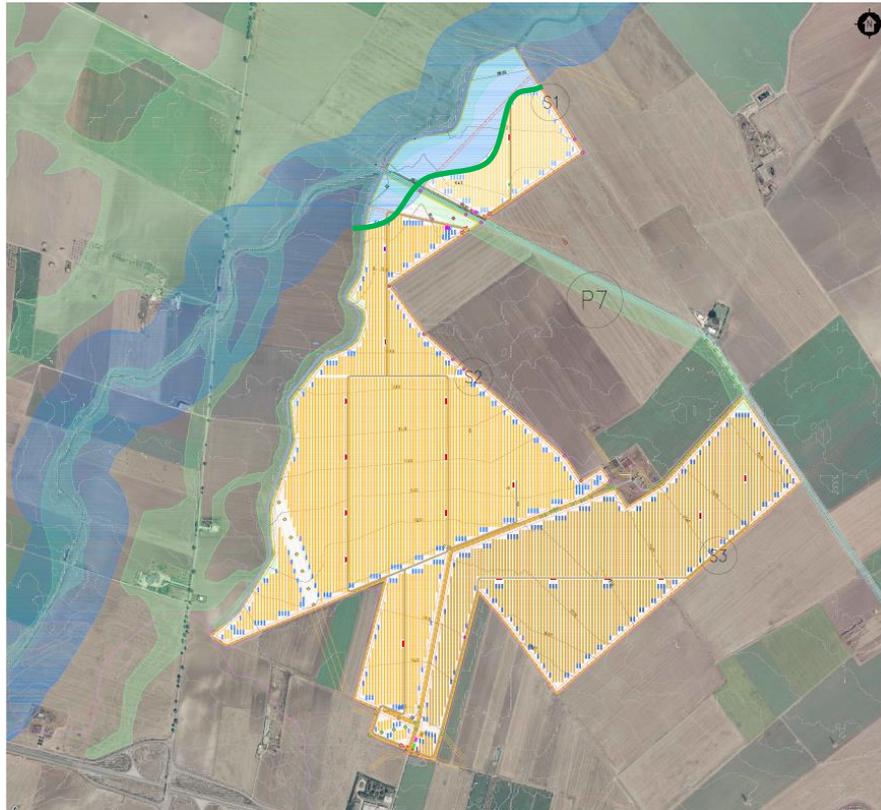


Figura 3.10: In verde la localizzazione delle opere a verde di mitigazione

La realizzazione delle fasce di mitigazione, sarà eseguita in modo da creare un effetto degradante dall'impianto verso l'esterno; le essenze saranno disposte secondo uno schema modulare.

La scelta delle specie componenti le fasce di mitigazione è stata fatta in base a criteri che tengono conto sia delle condizioni pedoclimatiche della zona sia della composizione floristica autoctona dell'area. In questo modo si vuole ottenere l'integrazione armonica della mitigazione nell'ambiente circostante sfruttando le spiccate caratteristiche di affrancamento delle essenze arbustive più tipiche della flora autoctona.

### 3.11 VERIFICHE PROVE E COLLAUDI

L'intera opera ed i componenti di impianto saranno sottoposti a prove, verifiche e collaudi sull'opera ai sensi di quanto previsto dalla normativa vigente ed a richiesta del Cliente, in aggiunta alle azioni di sorveglianza ed ispezione che la Direzione Lavori ed il Coordinatore per la Sicurezza svolgeranno all'interno dei rispettivi mandati regolati dalle leggi dello stato ancorchè dal contratto fra le Parti.

Le prove ed i collaudi hanno efficacia contrattuale se svolti in contraddittorio Appaltatore e Committente (attraverso suoi delegati).

In particolare saranno previste:

- Prove e collaudi sui componenti sopra descritti prima e durante l'installazione al fine di verificarne la rispondenza dei requisiti richiesti, inclusa la gestione delle denunce delle opere strutturali prevista ai sensi della legislazione vigente
- Collaudi ad installazione completata, quali ad esempio:
  - su tutte le opere: ispezione al fine di verbalizzare la:

- rispondenza dell'impianto al progetto approvato e rivisto "as built" dall'Appaltatore
- la realizzazione dell'opera secondo le disposizioni contrattuali
- stato dell'area di installazione (terreno, recinzione, cabine, accessi, sistema di sorveglianza)
- generatore fotovoltaico
  - ispezione integrità superficie captante
  - verifica pulizia della superficie captante
  - verifica posa dei cavi intramodulo
- fondazioni e strutture di sostegno
  - ispezione integrità strutturale e montaggio
  - denuncia delle opere
- quadri di parallelo
  - prova a sfilamento dei cavi
  - verifica della integrità degli scaricatori
  - misure di resistenza di isolamento di tutti i circuiti
  - verifica della corretta marcatura delle morsettiere e terminali dei cavi
  - verifica della corretta targhettatura delle apparecchiature interne ed esterne
  - verifica della messa a terra di masse e scaricatori
- quadri di sezione e sottocampo
  - prova a sfilamento dei cavi
  - battitura delle tensioni
  - misure di resistenza di isolamento di tutti i circuiti
  - verifica della corretta marcatura delle morsettiere e terminali dei cavi
  - verifica della corretta targhettatura delle apparecchiature interne ed esterne
  - verifica della messa a terra di masse e scaricatori
- inverter
  - prova a sfilamento dei cavi
  - battitura delle tensioni in ingresso
- sistema di acquisizione dati
  - presenza componenti del sistema
- sistemi accessori: verifiche funzionali (videosorveglianza, ventilazione cabine, ecc.);
- documentazione di progetto: verifica della presenza di tutte le certificazioni e collaudi sui componenti necessarie all'accettazione dell'opera.
- Collaudo GRID
  - prove funzionali generali di avviamento e fermata inverter, scatto e ripristino protezioni di interfaccia alla rete, efficienza organi di manovra
  - verifica tecnico-funzionale dell'impianto
  - Run Test, finalizzato a verificare la funzionalità d'esercizio dell'impianto nel tempo. Nel corso del Test Run l'Appaltatore è tenuto alla sorveglianza dell'esercizio ma

non sono consentite prove sull'impianto che non possano essere registrate dal sistema di acquisizione dei dati

- verifica del sistema di acquisizione dati

## 4. PIANO DI MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO

La fase di manutenzione dell'impianto prevederà sostanzialmente le operazioni descritte nei paragrafi seguenti.

### 4.1 MODULI FOTOVOLTAICI

La manutenzione preventiva sui singoli moduli non richiede la messa fuori servizio di parte o di tutto l'impianto e consiste in:

- ispezione visiva, tesa all'identificazione dei danneggiamenti ai vetri (o supporti plastici) anteriori, deterioramento del materiale usato per l'isolamento interno dei moduli, microscariche per perdita di isolamento ed eccessiva sporcizia del vetro (o supporto plastico);
- controllo cassetta di terminazione, mirata ad identificare eventuali deformazioni della cassetta di terminazione, la formazione di umidità all'interno, lo stato dei contatti elettrici della polarità positive e negative, lo stato dei diodi di by-pass, il corretto serraggio dei morsetti di intestazione dei cavi di collegamento delle stringhe e l'integrità della siliconatura dei passacavi;
- per il mantenimento in efficienza dell'impianto si prevede inoltre la pulizia periodica dei moduli.

### 4.2 STRINGHE FOTOVOLTAICHE

La manutenzione preventiva sulle stringhe, deve essere effettuata dal quadro elettrico in continua, non richiede la messa fuori servizio di parte o di tutto l'impianto e consiste nel controllo delle grandezze elettriche: con l'ausilio di un normale multimetro, controllare l'uniformità delle tensioni a vuoto e delle correnti di funzionamento per ciascuna delle stringhe che fanno parte dell'impianto; nel caso in cui tutte le stringhe dovessero essere nelle stesse condizioni di esposizione, risulteranno accettabili scostamenti fino al 10%.

### 4.3 QUADRI ELETTRICI

La manutenzione preventiva sui quadri elettrici non comporta operazioni di fuori servizio di parte o di tutto l'impianto e consiste in:

- Ispezione visiva tesa alla identificazione di danneggiamenti dell'armadio e dei componenti contenuti ed alla corretta indicazione degli strumenti di misura eventualmente presenti sul fronte quadro;
- Controllo protezioni elettriche: per verificare l'integrità dei diodi di blocco e l'efficienza degli scaricatori di sovratensione;
- Controllo organi di manovra: per verificare l'efficienza degli organi di manovra;
- Controllo cablaggi elettrici: per verificare, con prova di sfilamento, i cablaggi interni dell'armadio (solo in questa fase è opportuno il momentaneo fuori servizio) ed il serraggio dei morsetti;
- Controllo elettrico: per controllare la funzionalità e l'alimentazione del relè di isolamento installato, se il generatore è flottante, e l'efficienza delle protezioni di interfaccia;
- UPS: periodicamente verranno mantenute le batterie dei sistemi di accumulo in relazione alle specifiche indicazioni poste dei costruttori.
- Gruppo Elettrogeno, al fine di assicurare il corretto funzionamento del gruppo elettrogeno di soccorso, periodicamente verranno effettuate le sostituzioni dei liquidi di lubrificazione e raffreddamento nonché la manutenzione delle batterie elettrolitiche: inoltre saranno effettuate prove di avviamento periodiche.

#### **4.4 CONVERTITORI**

Le operazioni di manutenzione preventiva saranno limitate ad una ispezione visiva mirata ad identificare danneggiamenti meccanici dell'armadio/cabina di contenimento, infiltrazione di acqua, formazione di condensa, eventuale deterioramento dei componenti contenuti e controllo della corretta indicazione degli strumenti di misura eventualmente presenti. Tutte le operazioni saranno in genere eseguite con impianto fuori servizio.

#### **4.5 COLLEGAMENTI ELETTRICI**

La manutenzione preventiva sui cavi elettrici di cablaggio consiste, per i soli cavi a vista, in un'ispezione visiva tesa all'identificazione di danneggiamenti, bruciature, abrasioni, deterioramento isolante, variazioni di colorazioni del materiale usato per l'isolamento e fissaggio saldo nei punti di ancoraggio (per esempio la struttura di sostegno dei moduli).

## 5. RIFERIMENTI NORMATIVI

La legislazione e normativa nazionale cui si fa riferimento nel progetto è rappresentata da:

### Leggi e decreti

*Direttiva Macchine 2006/42/CE - “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” indicate dal DM del 14 Gennaio 2008, pubblicate sulla Gazzetta ufficiale n° 29 del 4/2/2008 - Suppl. Ordinario n. 30, integrate dalle “ Istruzioni per l’applicazione delle Norme NTC “ di cui al DM 14/01/2008, Circolare del 02/02/2009 n.617, Pubblicate nella Gazzetta Ufficiale n. 47 del 26 febbraio 2009 – Suppl. Ordinario n. 27*

### Eurocodici

*UNI EN 1991 (serie) Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture.*

*UNI EN 1993 (serie) Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio.*

*UNI EN 1994 (serie) Eurocodice 4 – Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo.*

*UNI EN 1997 (serie) Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica.*

*UNI EN 1998 (serie) Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica.*

*UNI EN 1999 (serie) Eurocodice 9 – Progettazione delle strutture di alluminio.*

### Altri documenti

*Esistono inoltre documenti (Istruzioni CNR) che non hanno valore di normativa, anche se in qualche caso i decreti ministeriali fanno espressamente riferimento ad essi:*

*CNR 10022/84 Costruzioni di profilati di acciaio formati a freddo;*

*CNR 10011/97 Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l’esecuzione, il collaudo e la manutenzione;*

*CNR 10024/86 Analisi mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo.*

*CNR-DT 207/2008, "Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni".*

*Eventuali normative non elencate, se mandatorie per la progettazione del sistema possono essere referenziate.*

*In caso di conflitto tra normative e leggi applicabili, il seguente ordine di priorità dovrà essere rispettato:*

*Leggi e regolamenti Italiani;*

*Leggi e regolamenti comunitari (EU);*

*Documento in oggetto;*

*Specifiche di società (ove applicabili);*

*Normative internazionali.*

### Legislazione e normativa nazionale in ambito Civile e Strutturale

*Decreto Ministeriale Infrastrutture 14 gennaio 2008 “Nuove Norme tecniche per le costruzioni”;*

*Circ. Min. Infrastrutture e Trasporti 2 febbraio 2009, n. 617 “Istruzioni per l’applicazione norme tecniche per le costruzioni”;*

*Legge 5.11.1971 N° 1086 - (norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica);*

CNR-UNI 10021- 85 - (Strutture di acciaio per apparecchi di sollevamento. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione).

#### Legislazione e normativa nazionale in ambito Elettrico

D. Lgs. 9 Aprile 2008 n. 81 e s.m.i..

(Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 Agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro).

CEI EN 50110-1 (Esercizio degli impianti elettrici)

CEI 11-27 (Lavori su impianti elettrici)

CEI 0-10 (Guida alla manutenzione degli impianti elettrici)

CEI 82-25 (Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione)

CEI 0-16 (Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica)

CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici

CEI EN 60445 (CEI 16-2) Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione – Identificazione dei morsetti degli apparecchi e delle estremità dei conduttori

#### Sicurezza elettrica

CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica

CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici

CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua

CEI 64-8/7 (Sez.712)- Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari

CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario

CEI 64-14 Guida alla verifica degli impianti elettrici utilizzatori

IEC/TS 60479-1 Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects

IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings – Part 7-712: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems

CEI EN 60529 (CEI 70-1) Gradi di protezione degli involucri (codice IP)

CEI 64-57 Edilizia ad uso residenziale e terziario - Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici - Impianti di piccola

produzione distribuita.

CEI EN 61140 (CEI 0-13) Protezione contro i contatti elettrici - Aspetti comuni per gli impianti e le apparecchiature

#### Parte fotovoltaica

ANSI/UL 1703:2002 Flat-Plate Photovoltaic Modules and Panels

IEC/TS 61836 Solar photovoltaic energy systems – Terms, definitions and symbols

CEI EN 50380 (CEI 82-22) Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici

- CEI EN 50438 (CEI 311-1) Prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione
- CEI EN 50461 (CEI 82-26) Celle solari - Fogli informativi e dati di prodotto per celle solari al silicio cristallino
- CEI EN 50521(82-31) Connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove
- CEI EN 60891 (CEI 82-5) Caratteristiche I-V di dispositivi fotovoltaici in Silicio cristallino – Procedure di riporto dei valori misurati in funzione di temperatura e irraggiamento
- CEI EN 60904-1 (CEI 82-1) Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione
- CEI EN 60904-2 (CEI 82-2) Dispositivi fotovoltaici – Parte 2: Prescrizione per i dispositivi solari di riferimento
- CEI EN 60904-3 (CEI 82-3) Dispositivi fotovoltaici – Parte 3: Principi di misura dei sistemi solari fotovoltaici (PV) per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento
- CEI EN 60904-4 (82-32) Dispositivi fotovoltaici - Parte 4: Dispositivi solari di riferimento -Procedura per stabilire la tracciabilità della taratura
- CEI EN 60904-5 (82-10) Dispositivi fotovoltaici - Parte 5: Determinazione della temperatura equivalente di cella (ETC) dei dispositivi solari fotovoltaici (PV) attraverso il metodo della tensione a circuito aperto
- CEI EN 60904-7 (82-13) Dispositivi fotovoltaici - Parte 7: Calcolo della correzione dell'errore di disadattamento fra le risposte spettrali nelle misure di dispositivi fotovoltaici
- CEI EN 60904-8 (82-19) Dispositivi fotovoltaici - Parte 8: Misura della risposta spettrale di un dispositivo fotovoltaico
- CEI EN 60904-9 (82-29) Dispositivi fotovoltaici - Parte 9: Requisiti prestazionali dei simulatori solari
- CEI EN 60068-2-21 (91-40) 2006 Prove ambientali - Parte 2-21: Prove - Prova U: Robustezza dei terminali e dell'interconnessione dei componenti sulla scheda
- CEI EN 61173 (CEI 82-4) Protezione contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici (FV) per la produzione di energia – Guida
- CEI EN 61215 (CEI 82-8) Moduli fotovoltaici (FV) in Silicio cristallino per applicazioni terrestri – Qualifica del progetto e omologazione del tipo
- CEI EN 61646 (CEI 82-12) Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri – Qualifica del progetto e approvazione di tipo
- CEI EN 61277 (CEI 82-17) Sistemi fotovoltaici (FV) di uso terrestre per la generazione di energia elettrica – Generalità e guida
- CEI EN 61345 (CEI 82-14) Prova all'UV dei moduli fotovoltaici (FV)
- CEI EN 61683 (CEI 82-20) Sistemi fotovoltaici - Condizionatori di potenza - Procedura per misurare l'efficienza
- CEI EN 61701 (CEI 82-18) Prova di corrosione da nebbia salina dei moduli fotovoltaici (FV)
- CEI EN 61724 (CEI 82-15) Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici – Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati
- CEI EN 61727 (CEI 82-9) Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo alla rete
- CEI EN 61730-1 (CEI 82-27) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) Parte 1: Prescrizioni per la costruzione
- CEI EN 61730-2 (CEI 82-28) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) Parte 2: Prescrizioni per le prove

CEI EN 61829 (CEI 82-16) Schiere di moduli fotovoltaici (FV) in Silicio cristallino – Misura sul campo delle caratteristiche I-V

CEI EN 62093 (CEI 82-24) Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali

CEI EN 62108 (82-30) Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) – Qualifica del progetto e approvazione di tipo

#### Quadri elettrici

CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS);

CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso – Quadri di distribuzione ASD;

CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.

#### Rete elettrica del distributore e allacciamento degli impianti

CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata

CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo

CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria

CEI 11-20, V1 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria – Variante

CEI 11-20, V2 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati alle reti di I e II categoria – Allegato C - Prove per la verifica delle funzioni di interfaccia con la rete elettrica per i micro generatori

CEI EN 50110-1 (CEI 11-48) Esercizio degli impianti elettrici

CEI EN 50160 (CEI 8-9) Caratteristiche della tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione dell'energia elettrica

#### Cavi, cavidotti e accessori

CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV

CEI 20-14 Cavi isolati con polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 kV a 3 kV

CEI-UNEL 35024-1 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa in aria

CEI-UNEL 35026 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata

CEI 20-40 Guida per l'uso di cavi a bassa tensione

CEI 20-65 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico, termoplastico e isolante minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua - Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati in fascio contenente conduttori di sezione differente

CEI 20-67 Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV

CEI 20-91 Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici

CEI EN 50086-1 (CEI 23-39) Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Parte 1: Prescrizioni generali

CEI EN 50086-2-4 (CEI 23-46) Sistemi di canalizzazione per cavi - Sistemi di tubi

Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati

CEI EN 50262 (CEI 20-57) Pressacavo metrici per installazioni elettriche

CEI EN 60423 (CEI 23-26) Tubi per installazioni elettriche – Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi e accessori

CEI EN 61386-1 (CEI 23-80) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 1: Prescrizioni generali

CEI EN 61386-21 (CEI 23-81) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 21: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori

CEI EN 61386-22 (CEI 23-82) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche

Parte 22: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori

CEI EN 61386-23 (CEI 23-83) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche

Parte 23: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori

### Conversione della Potenza

CEI 22-2 Convertitori elettronici di potenza per applicazioni industriali e di trazione

CEI EN 60146-1-1 (CEI 22-7) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-1: Specifiche per le prescrizioni fondamentali

CEI EN 60146-1-3 (CEI 22-8) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-3: Trasformatori e reattori

CEI UNI EN 45510-2-4 (CEI 22-20) Guida per l'approvvigionamento di apparecchiature destinate a centrali per la produzione di energia elettrica – Parte 2-4:

Apparecchiature elettriche – Convertitori statici di potenza

### Scariche atmosferiche e sovratensioni

CEI EN 50164-1 (CEI 81-5) Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC) – Parte 1: Prescrizioni per i componenti di connessione

CEI EN 61643-11 (CEI 37-8) Limitatori di sovratensioni di bassa tensione – Parte 11: Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi di bassa tensione – Prescrizioni e prove

CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1) Protezione contro i fulmini – Parte 1: Principi generali

CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2) Protezione contro i fulmini – Parte 2: Valutazione del rischio

CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3) Protezione contro i fulmini – Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone

CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4) Protezione contro i fulmini – Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture

### Dispositivi di Potenza

CEI EN 50123 (serie) (CEI 9-26 serie) Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi - Apparecchiatura a corrente continua

CEI EN 50178 (CEI 22-15) Apparecchiature elettroniche da utilizzare negli impianti di potenza

CEI EN 60898-1 (CEI 23-3/1) Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e simili – Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata

CEI EN 60898-2 (CEI 23-3/2) Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e simili - Parte 2: Interruttori per funzionamento in corrente alternata e in corrente continua

CEI EN 60947-1 (CEI 17-44) Apparecchiature a bassa tensione - Parte 1: Regole generali

CEI EN 60947-2 (CEI 17-5) Apparecchiature a bassa tensione – Parte 2: Interruttori automatici

CEI EN 60947-4-1 (CEI 17-50) Apparecchiature a bassa tensione – Parte 4-1: Contattori ed avviatori- Contattori e avviatori elettromeccanici

### Compatibilità elettromagnetica

CEI 110-26 Guida alle norme generiche EMC

CEI EN 50263 (CEI 95-9) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Norma di prodotto per i rele di misura e i dispositivi di protezione

CEI EN 60555-1 (CEI 77-2) Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili – Parte 1: Definizioni

CEI EN 61000-2-2 (CEI 110-10) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-2: Ambiente – Livelli di compatibilità per i disturbi condotti in bassa frequenza e la trasmissione dei segnali sulle reti pubbliche di alimentazione a bassa tensione

CEI EN 61000-2-4 (CEI 110-27) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-4: Ambiente – Livelli di compatibilità per disturbi condotti in bassa frequenza negli impianti industriali

CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-2: Limiti – Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso 16 A per fase)

CEI EN 61000-3-3 (CEI 110-28) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-3: Limiti – Limitazione delle fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature con corrente nominale 16 A e non soggette ad allacciamento su condizione

CEI EN 61000-3-12 (CEI 210-81) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-12: Limiti - Limiti per le correnti armoniche prodotte da apparecchiature collegate alla rete pubblica a bassa tensione aventi correnti di ingresso > 16 A e ≤ 75 A per fase.

CEI EN 61000-6-1 (CEI 210-64) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-1: Norme generiche - Immunità per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera

CEI EN 61000-6-2 (CEI 210-54) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-2: Norme generiche - Immunità per gli ambienti industriali

CEI EN 61000-6-3 (CEI 210-65) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-3: Norme generiche - Emissione per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera

CEI EN 61000-6-4 (CEI 210-66) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-4: Norme generiche - Emissione per gli ambienti industriali

### Energia solare

UNI 8477-1 Energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Valutazione dell'energia raggiante ricevuta

UNI EN ISO 9488 Energia solare - Vocabolario

UNI 10349 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici

### Sistemi di misura dell'energia elettrica

CEI 13-4 Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica

CEI EN 62052-11 (CEI 13-42) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Parte 11: Apparato di misura

CEI EN 62053-11 (CEI 13-41) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 11: Contatori elettromeccanici per energia attiva (classe 0,5, 1 e 2)

CEI EN 62053-21 (CEI 13-43) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2)

CEI EN 62053-22 (CEI 13-44) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 22: Contatori statici per energia attiva (classe 0,2 S e 0,5 S)

CEI EN 50470-1 (CEI 13-52) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparato di misura (indici di classe A, B e C)

CEI EN 50470-2 (CEI 13-53) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 2: Prescrizioni particolari - Contatori elettromeccanici per energia attiva (indici di classe A e B)

CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C)

CEI EN 62059-31-1 (13-56) Apparat per la misura dell'energia elettrica – Fidatezza Parte 31-1: Prove accelerate di affidabilità - Temperatura ed umidità elevate