



# MINISTERO DELLA TRANSIZIONE ECOLOGICA

Direzione Generale per la Crescita Sostenibile e la qualità dello Sviluppo  
Divisione V - Sistemi di Valutazione Ambientale



REGIONE PUGLIA



PROVINCIA di  
BRINDISI

San Pancrazio Salentino  
27324 kWp



Progettazione e coordinamento	dott. arch. Roberto CARLUCCIO via Nino Bixio 60/b 72023 Mesagne (BR) - Italy	 via Napoli n° 363/071 70132 Bari - Italy	Prog. impianto fotovoltaico
Studio Geologico	dott. geol. Luisiana SERRAVALLE via Puglie n° 1 72027 S. Pietro Vernotico (BR) - Italy	 3E Ingegneria srl via G. Volpe n° 92 56121 Pisa - Italy	Prog. Cavidotto e sottostazione
Studio Agronomico	dott. Alessandro COLUCCI via Monte Sarago n° 3 72017 Ostuni (BR) - Italy	RUWA srl acqua territorio energia via C. Pisacane n° 25F 88100 Catanzaro - Italy	Studio idraulico

Opera	<b>Progetto di un impianto fotovoltaico di 27324 kWp (25500 kW in immissione) nel comune di San Pancrazio Salentino (BR)</b>			
Oggetto	Folder	A		
	Nome elaborato	San Pancrazio Salentino_DOC_A02		
Revisione	Descrizione elaborato	Relazione impianti		Scala
	05/07/2021	Oggetto revisione Emissione	Elaborazione	Verifica
	00/00/2021	Oggetto revisione		
	00/00/2021	Oggetto revisione		
Codice Pratica San Pancrazio Salentino				

## INDICE

1. OGGETTO DEL DOCUMENTO.....	2
2. DATI DI PROGETTO .....	2
3. RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI.....	3
4. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO .....	4
4.1 Configurazione dell'impianto.....	4
4.2 Moduli fotovoltaici .....	4
4.3 Cabine di conversione e trasformazione.....	5
4.4 Rete di terra cabina di conversione e trasformazione.....	10
4.5 Impianti elettrici BT cabine di conversione e trasformazione .....	11
4.6 Elettrodotti MT .....	12
4.7 Scelta del tipo di posa elettrodotto MT .....	12
4.8 Scelta del tipo di cavi MT .....	12
4.9 Giunzioni e terminazioni MT .....	14
4.10 Prova di isolamento cavi MT.....	14
4.11 Collegamento al punto di consegna .....	14
4.12 Scelta del tipo di cavi BT .....	15
4.13 Tubazioni.....	16
4.14 Temperatura di posa .....	16
4.15 Segnalazione della presenza dei cavi .....	17
4.16 Impianti di sicurezza.....	17
5. CABINA DI SMISTAMENTO .....	17
5.1 Generalità .....	17
5.2 Descrizione delle apparecchiature MT.....	17
5.3 Protezione lato MT .....	18
5.4 Rete di terra.....	18
5.5 Impianti elettrici BT cabine di smistamento .....	19
6. SICUREZZA ELETTRICA DELL'IMPIANTO.....	20
6.1 Protezione da corto circuiti sul lato c.c. dell'impianto .....	20
6.2 Protezione da contatti accidentali lato c.c.....	20
6.3 Protezione dalle fulminazioni .....	21
6.4 Sicurezze sul lato c.a. dell'impianto.....	21
6.5 Impianto di messa a terra .....	21
7. CRITERI DI COSTRUZIONE .....	21
7.1 Esecuzione degli scavi.....	21
7.2 Coesistenza tra cavi di energia e telecomunicazione .....	22
7.3 Coesistenza tra cavi di energia e tubazioni o serbatoi metalli interrati .....	22
7.4 Coesistenza tra cavi di energia e gasdotti .....	23
7.5 Serbatoi di liquidi e gas infiammabili.....	24
7.6 Esecuzione di pozzetti e camerette.....	24

<b>7.7</b>	<b>Esecuzione delle giunzioni e delle terminazioni a MT.....</b>	<b>24</b>
<b>7.8</b>	<b>Messa a terra dei rivestimenti metallici .....</b>	<b>24</b>



## 1. OGGETTO DEL DOCUMENTO

La presente relazione descrive tecnicamente la centrale di conversione dell'energia solare in energia elettrica tramite tecnologia fotovoltaica da realizzarsi nell'agro del Comune di San Pancrazio Salentino e delle relative opere e infrastrutture connesse e necessarie. La centrale ha una potenza nominale di 27,32 MWp.

Si ritiene opportuno evidenziare come l'opera, rientrando negli "impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili", autorizzata tramite procedimento unico regionale è dichiarata di pubblica utilità ed indifferibile ed urgente, ai sensi dell'art. 12 del D. Lgs. 387/2003.

In particolare il progetto riguarda gli impianti necessari per permettere il collegamento della centrale fotovoltaica alla RTN.

Tutti i calcoli di seguito riportati e la relativa scelta di materiali, sezioni e dimensioni andranno verificati in sede di progettazione esecutiva e potranno pertanto subire variazioni anche sostanziali per mantenere i necessari livelli di sicurezza.

*Tutta la progettazione è stata sviluppata utilizzando tecnologie ad oggi disponibili sul mercato europeo; considerando che la tecnologia fotovoltaica è in rapido sviluppo, dal momento della progettazione definitiva alla realizzazione potranno cambiare le tecnologie e le caratteristiche delle componenti principali (moduli fotovoltaici, inverter, strutture di supporto), ma resteranno invariate le caratteristiche complessive e principali dell'intero impianto in termini di potenza massima di produzione, occupazione del suolo e fabbricati.*

## 2. DATI DI PROGETTO

<b>PERSONA FISICA/GIURIDICA</b>	
Richiedente	METKA ENG
Sede legale	99 White Lion Street - Islington - London N1 9PF
<b>SITO</b>	
Ubicazione	San Pancrazio Salentino
Uso	Terreno agricolo – Seminativo
Dati catastali	<b>San Pancrazio Salentino:</b> porzione del foglio catastale 49
Disponibilità di superficie per moduli	Terreno seminativo, di area pari a circa 59 ettari
Inclinazione superficie	Inclinazione verso sud-est
Fenomeni di ombreggiamento	Assenza di ombreggiamenti rilevanti
Altitudine	56-64 m slm
Latitudine - Longitudine	40°23'21.2"N – 17°48'07.2"E (area baricentrica)
Dati relativi al vento	Circolare 4/7/1996
Carico neve	Circolare 4/7/1996
Condizioni ambientali speciali	NO
<b>DATI TECNICI</b>	
Potenza nominale dell'impianto	27,32 MWp
Range di tensione in corrente continua in ingresso al gruppo di conversione	<1500 V
Tensione in corrente alternata in uscita al gruppo di conversione	<1000 V

Tipo di intervento richiesto: - Nuovo impianto - Trasformazione - Ampliamento	SI NO NO
Dati del collegamento elettrico - Descrizione della rete di collegamento - Tensione nominale (Un) - Vincoli della Società Distributrice da rispettare	MT neutro isolato Trasporto 30.000 V Normativa ENEL
Misura dell'energia	Contatore proprio e UTF sulla MT per la misura della produzione (eventualmente anche sulla BT)
Punto di Consegna	Stazione Elettrica di consegna nel Comune di Erchie (BR)

### 3. RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI

Nella redazione del presente progetto sono state e dovranno essere osservate anche in fase di esecuzione dei lavori di installazione, le disposizioni di legge vigenti in materia e le norme tecniche del CEI. In particolare, si richiamano le seguenti Norme e disposizioni di legge:

- norme CEI/IEC per la parte elettrica convenzionale (in particolare CEI 64-8, CEI 99-3, CEI 81-10);
- norme CEI/IEC e/o JRC/ESTI per i moduli fotovoltaici (in particolare CEI EN 60904, 61215)
- conformità al marchio CE per tutti gli apparati di bassa tensione;
- UNI 10349 per il dimensionamento del generatore fotovoltaico;
- UNI/ISO per le strutture meccaniche di supporto e di ancoraggio dei moduli fotovoltaici e per le opere civili;
- Circa la sicurezza e la prevenzione degli infortuni, si ricorda:
- il D. Lgs 81/2008 "Testo Unico della sicurezza" e s.m.i.
- il D.M. 37/2008 e s.m.i per la sicurezza elettrica.

Per quanto riguarda il collegamento alla rete e l'esercizio dell'impianto, le scelte progettuali devono essere conformi alle seguenti normative e leggi:

- norma CEI 99-3 per le sezioni MT ed AT e per il collegamento alla rete pubblica, la CEI EN 61727 e le disposizioni del documento Terna "Requisiti e caratteristiche di riferimento delle stazioni elettriche della RTN" per il collegamento alla rete ad alta tensione di Terna S.p.A.;
- norme CEI EN 61724 per la misura e acquisizione dati;
- norme CEI 82-1; CEI 82-25 per i sistemi fotovoltaici;

Dovranno essere inoltre rispettate tutte le leggi in materia fiscale ed in materia di edilizia e realizzazione di strutture.

## **4. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

### **4.1 Configurazione dell'impianto**

L'impianto sarà di tipo ad inseguimento monoassiale, ovvero con pannelli fotovoltaici posizionati su tracker infissi nel terreno. La superficie occupata dall'impianto si svilupperà su cinque aree; l'impianto prevede l'installazione di n. 10 inverter da 2200 kVA e 3300 kVA settati in modo che la potenza AC in uscita non superi il valore autorizzato.

### **4.2 Moduli fotovoltaici**

I moduli fotovoltaici che saranno installati avranno una potenza di picco di 470 Wp ciascuno e caratteristiche simili a quelle riportate nella seguente specifica tecnica:

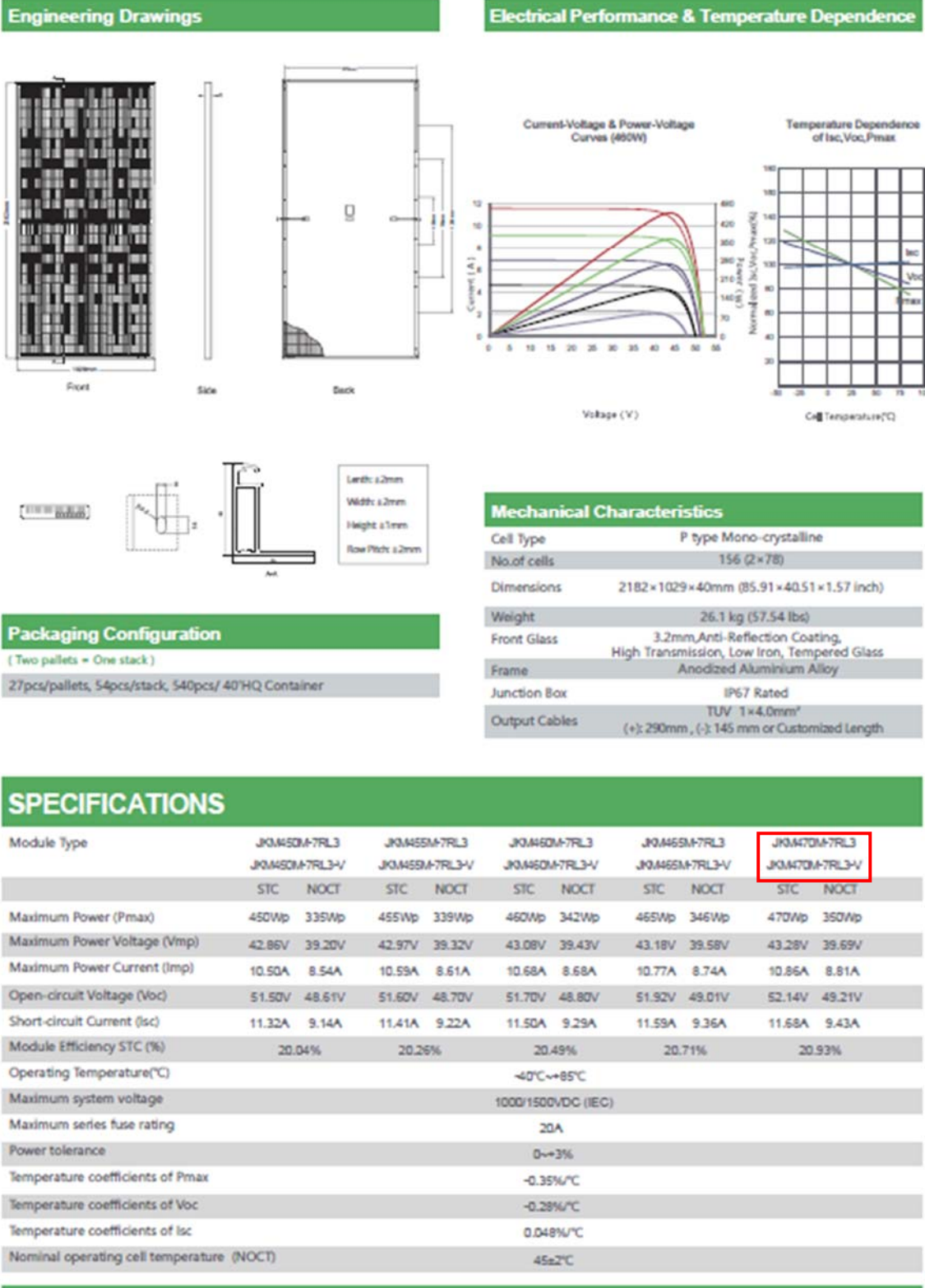


Figura 1: Scheda tecnica modulo fotovoltaico

#### 4.3 Cabine di conversione e trasformazione

La conversione e la trasformazione avverranno tramite l'utilizzo di inverter e trasformatori, installati in cabine, di adeguato grado di protezione e dimensioni che permettono l'installazione dei componenti elettrici ed elettronici, così come le celle di media tensione per il collegamento

delle varie cabine presenti nei sottocampi. Le cabine avranno dimensioni pari 11,50 x 3,30 (lung. x larg.) e altezza inferiore a 3 m, e saranno internamente suddivise nei seguenti tre vani:

- vano conversione, in cui è alloggiato l'inverter;
- vano trasformazione, in cui è alloggiato il trasformatore BT/MT;
- vano quadri MT, in cui sono alloggiati i quadri di media tensione.

Le principali caratteristiche dei componenti sono le seguenti:

1) Cabina di conversione e trasformazione 3345 kVA

— Quadro MT:

- Grado di protezione IP54 dell'involucro esterno
- Grado di protezione IP65 del circuito MV
- Isolamento in gas sigillato ermeticamente
- Manutenzione semplice

— Trasformatore MT/BT 30/0,60 kV:

- Potenza 3345 kVA
- Raffreddamento tipo ONAN
- Gruppo di vettoriamento Dy11
- Grado di protezione IP54 dell'involucro esterno
- Robusto e affidabile
- Configurato per resistere ad alte temperature e ambienti aspri

— Inverter:

- Potenza AC fino a 3300 kVA@25 °C
- Tensione in ingresso lato DC fino a 1500 V
- 6 MPP
- 36 input lato DC
- Progettato per ambienti rigidi:
  - Manutenzione ridotta al minimo per ogni condizione climatica
  - Grado di protezione IP65
  - Raffreddamento ad aria forzata
  - Controllo di temperatura e umidità che impedisce la formazione di condensa all'interno
  - Derating di potenza per temperature ambiente maggiori di 50°C
  - Range di temperatura consentita -35 °C ÷ 60 °C
- Controllo e monitoraggio:
  - Controllo in tempo reale con connessione Wi-Fi
  - Comunicazione in tempo reale





- Connessione remota
- Aggiornamento del firmware da remoto
- Sistema di monitoraggio mediante apposita app

## 2) Cabina di conversione e trasformazione 2110 kVA

### — Quadro MT:

- Grado di protezione IP54 dell'involucro esterno
- Grado di protezione IP65 del circuito MV
- Isolamento in gas sigillato ermeticamente
- Manutenzione semplice

### — Trasformatore MT/BT 30/0,60 kV:

- Potenza 2110 kVA
- Raffreddamento tipo ONAN
- Gruppo di vettoriamento Dy11
- Grado di protezione IP54 dell'involucro esterno
- Robusto e affidabile
- Configurato per resistere ad alte temperature e ambienti aspri

### — Inverter:

- Potenza AC fino a 2200 kVA@25 °C
- Tensione in ingresso lato DC fino a 1500 V
- 4 MPP
- 36 input lato DC
- Progettato per ambienti rigidi:
  - Manutenzione ridotta al minimo per ogni condizione climatica
  - Grado di protezione IP65
  - Raffreddamento ad aria forzata
  - Controllo di temperatura e umidità che impedisce la formazione di condensa all'interno
  - Derating di potenza per temperature ambiente maggiori di 50°C
  - Range di temperatura consentita -35 °C ÷ 60 °C
- Controllo e monitoraggio:
  - Controllo in tempo reale con connessione Wi-Fi
  - Comunicazione in tempo reale
  - Connessione remota
  - Aggiornamento del firmware da remoto
  - Sistema di monitoraggio mediante apposita app

Le cabine convertiranno la corrente continua in corrente alternata per mezzo di un convertitore statico trifase con caratteristiche idonee alla scelta dei pannelli fotovoltaici costituenti i singoli sottocampi. Tale apparecchio sarà dotato di idoneo dispositivo atto a sezionare e proteggere sia il lato in corrente continua che il lato in corrente alternata.

All'interno delle cabine sarà installato, in un differente vano, secondo la normativa vigente, un trasformatore che provvederà ad elevare la tensione a 30.000 V in corrente alternata, così da poter convogliare l'energia prodotta dal campo fotovoltaico verso il punto di consegna per essere ceduta all'Ente distributore.

Di seguito sono riportate le specifiche tecniche dei convertitori:

## TECHNICAL CHARACTERISTICS

## HEMK 600V

	FRAME 1 FS2000K	FRAME 2 FS3000K
<b>REFERENCE</b>		
<b>OUTPUT</b>		
AC Output Power(kVA/kW) @50°C <sup>[1]</sup>	2000	3000
AC Output Power(kVA/kW) @25°C <sup>[1]</sup>	2200	3300
Max. AC Output Current (A) @25°C	2120	3175
Operating Grid Voltage(VAC) <sup>[2]</sup>	600V ±10%	
Operating Grid Frequency(Hz)	50Hz/60Hz	
Current Harmonic Distortion (THDi)	< 3% per IEEE519	
Power Factor (cosine phi) <sup>[3]</sup>	0.5 leading ... 0.5 lagging adjustable / Reactive Power injection at night	
<b>INPUT</b>		
MPPt @full power (VDC)	849V-1310V	
Maximum DC voltage	1500V	
Number of inputs <sup>[2]</sup>	Up to 36	
Number of MPPts	Up to 4	Up to 6
Max. DC continuous current (A)	2645	3970
Max. DC short circuit current (A)	4000	6000
<b>EFFICIENCY &amp; AUXILIARY SUPPLY</b>		
Max. Efficiency PAC, nom (η)	98.8%	98.8%
Max. Power Consumption (KVA)	8	10
<b>CABINET</b>		
Dimensions [WxDxH] (ft)	9 x 7 x 7	12 x 7 x 7
Dimensions [WxDxH] (m)	2.7 x 2.2 x 2.2	3.7 x 2.2 x 2.2
Type of ventilation	Forced air cooling	
<b>ENVIRONMENT</b>		
Degree of protection	NEMA3R - IP54 / IP65 available	
Permissible Ambient Temperature	-35°C to +60°C / >50°C Active Power derating	
Relative Humidity	4% to 100% non condensing	
Max. Altitude (above sea level)	2000m; >2000m power derating (Max. 4000m)	
Noise level <sup>[4]</sup>	< 79 dBA	
<b>CONTROL INTERFACE</b>		
Interface	Graphic Display	
Communication protocol	Modbus TCP	
Plant Controller Communication	Optional	
Keyed ON/OFF switch	Standard	
<b>PROTECTIONS</b>		
Ground Fault Protection	GFDI and Isolation monitoring device	
General AC Protection	Circuit Breaker	
General DC Protection	Fuses	
Overvoltage Protection	AC, DC Inverter and auxiliary supply type 2	
<b>CERTIFICATIONS</b>		
Safety	UL1741, CSA 22.2 No.107.1-01, UL62109-1, IEC62109-1, IEC62109-2	
Compliance	NEC 2014 / NEC 2017 (optional)	
Utility interconnect	UL 1741SA-Sept.2016, IEEE 1547-2003	

Figura 2: - Scheda tecnica convertitore 2000 kVA e 3000 kVA

Per ulteriori dettagli tecnici si faccia riferimento all'elaborato grafico dello schema unifilare.

Tutte le parti attive del generatore fotovoltaico saranno isolate da terra, mentre le masse metalliche saranno collegate all'impianto di terra di protezione; a protezione dei contatti indiretti, in ottemperanza alla norma CEI 64-8/4, l'impianto disporrà di un dispositivo di controllo dell'isolamento che indicherà il verificarsi del primo guasto a terra, interrompendo il circuito e quindi il servizio. La protezione contro i contatti diretti sarà assicurata mediante isolamento delle parti attive o con l'utilizzo di involucri e barriere; in ogni caso il contatto verrà impedito in modo totale. L'impianto sarà realizzato con grado di protezione complessivo IP65 minimo. La protezione contro i contatti indiretti nella sezione bassa tensione, in corrente alternata alla frequenza di rete, si attuerà mediante l'interruzione automatica dell'alimentazione, soddisfacendo la prescrizione:

$$R_t \times I_d \leq 50 \text{ V}$$

Ove:

$R_t$  è la resistenza del dispersore al quale sono collegate le masse

$I_d$  è la corrente di 1° guasto

50 V è il valore di tensione verso massa.

#### **4.4 Rete di terra cabina di conversione e trasformazione**

Particolare cura è stata posta nel progettare la maglia di terra afferente alle cabine di smistamento, rispettando rigorosamente la normativa, in particolare la norma CEI 99-3 e CEI 99-5 che dettano le prescrizioni da seguire per realizzare un impianto di terra a regola d'arte, in modo da attenersi a quanto segue:

- Avere sufficiente resistenza meccanica ed alla corrosione;
- Essere in grado di sopportare da un punto di vista termico le correnti di guasto prevedibili;
- Evitare danni ai componenti elettrici;
- Garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni presenti sull'impianto di terra per effetto delle elevate correnti di guasto a terra.

L'impianto di dispersione per la messa a terra sarà realizzato mediante anello di rame nudo avente sezione pari a 50 mm<sup>2</sup>, interrato alla profondità di almeno 70 cm dal piano di calpestio, integrato da n. 4 picchetti in acciaio zincato di sezione minima 50 mm<sup>2</sup> e lunghezza 1,5 m, installati uno per ogni angolo in opportuni pozzetti prefabbricati.

Le giunzioni tra i conduttori costituenti la maglia di dispersione e tra questi ultimi e i conduttori di terra saranno realizzate mediante morsetti a compressione in rame.

Il collegamento del conduttore di terra alle strutture metalliche sarà realizzato mediante capicorda a compressione diritti, in rame stagnato con bullone in acciaio zincato.

L'efficienza di tale impianto verrà verificata attraverso apposita misura della resistenza di terra ed eventualmente delle tensioni di passo e di contatto.

Il collegamento interno-esterno della rete di terra sarà realizzato con n. 2 connettori in acciaio inox, annegati nel calcestruzzo e collegati all'armatura o con analogo sistema che abbia le stesse caratteristiche. L'armatura metallica delle strutture sarà collegata a terra per garantire l'equipotenzialità elettrica. I connettori saranno dotati di boccole filettate a tenuta stagna, per il collegamento della rete di terra, facenti filo con la superficie interna ed esterna della vasca.

L'impianto di dispersione, attraverso conduttori di terra, fa capo a collettori posti all'interno dei locali, attraverso i quali si effettua il collegamento a terra tutte le masse presenti nel locale, nonché tutti gli schermi dei cavi entrati ed uscenti.

Tutti gli inserti metallici previsti saranno connessi elettricamente all'armatura del manufatto.

#### **4.5 Impianti elettrici BT cabine di conversione e trasformazione**

L'impianto elettrico, del tipo sfilabile, sarà realizzato con cavo unipolare<sup>1</sup> di tipo antifiamma, con tubo in materiale isolante incorporato nel calcestruzzo e deve consentire la connessione di tutti gli apparati necessari per il funzionamento della cabina. I cavi impiegati saranno contrassegnati dal Marchio CE e rispettano i colori distintivi secondo le tabelle CEI – UNEL. I conduttori saranno marchiati ed identificati da terminali in materiale plastico colorato e da fascette numerate, per contraddistinguere i vari circuiti e la funzione di ogni conduttore in modo univoco, sia nelle cassette di derivazione che nei quadri. Saranno utilizzati conduttori a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto, isolati in PVC di qualità S17, conformi alle norme CEI EN 50525, classe di reazione al fuoco "Cca-s3,d1,a3", tensione di esercizio 450/750 V, sigla commerciale FS17.

In particolare saranno installati:

- n.1 quadro di bassa tensione per l'alimentazione dei servizi ausiliari;
- prese a spina alimentate due cavi unipolari di 2,5 mm<sup>2</sup>, in tubo in materiale isolante incorporato nel calcestruzzo;
- n.1 Telaio porta Quadri BT in acciaio zincato a caldo.

Tutti i componenti dell'impianto saranno contrassegnati con un marchio attestante la conformità alle norme e l'intero impianto elettrico sarà corredato da dichiarazione di conformità come da DM 22 gennaio 2008, n.37.

---

<sup>1</sup> Per quanto riguarda i cavi non "CPR", se immessi sul mercato dopo il 01/07/2017, dovranno essere sostituiti con cavi "CPR" corrispondenti, qualora disponibili sul mercato prima dell'esecuzione dell'impianto (**D.lgs n 106 del 16/06/2017**)



#### 4.6 Elettrodotti MT

La potenza elettrica raccolta dall'area di produzione sarà trasferita in elettrodotto MT interrato al punto di consegna.

L'elettrodotto si comporrà delle seguenti sezioni fondamentali:

- collegamenti a 30 kV tra le cabine di conversione e trasformazione;
- collegamenti a 30 kV tra le cabine di conversione e trasformazione e le cabine di smistamento;
- collegamento a 30 kV del campo fotovoltaico alla sottostazione elettrica MT/AT.

Per il collegamento tra le cabine di conversione e trasformazione si prevede principalmente la realizzazione di linee MT costituite da collegamenti del tipo entra-esci, fatta eccezione per le cabine di conversione e trasformazione nell'area 5 (CCT05, CCT06, CCT07 e CCT08) dove è previsto un collegamento ad anello chiuso nella cabina di smistamento 2.

#### 4.7 Scelta del tipo di posa elettrodotto MT

I cavi saranno direttamente interrati tranne nei casi in cui sia necessaria una maggiore protezione meccanica, saranno utilizzate tubazioni in PVC. Le eventuali tubazioni saranno a loro volta rinfiancate con sabbia (o terra vagliata) e lo scavo sarà riempito con materiale di risulta (salvo diversa prescrizione dell'Ente Proprietario della strada).

Il cavo direttamente interrato garantirà una maggiore portata a parità di sezione rispetto al caso di cavo in tubo.

L'impiego di pozzetti o camerette dovrà essere limitato ai casi di reale necessità, ad esempio per facilitare la posa dei cavi lungo un percorso tortuoso o per la ispezionabilità dei giunti.

#### 4.8 Scelta del tipo di cavi MT

Dovranno essere impiegate terne di cavi disposti a trifoglio, tipo **ARG16H1R18 18/30 kV** (qualora disponibili sul mercato prima dell'esecuzione dell'impianto)<sup>2</sup> o in alternativa dei cavi tipo **ARG7H1R 18/30 kV** o similare di sezioni pari a 95 mm<sup>2</sup>, 240 mm<sup>2</sup>, 400 mm<sup>2</sup> e 630 mm<sup>2</sup> per il collegamento tra le varie cabine di conversione/trasformazione e tra le cabine di conversione/trasformazione e le cabine di smistamento, (vedere lo schema unifilare).

Il conduttore sarà in alluminio a corda rotonda compatta di alluminio e tra il conduttore e l'isolante in mescola in elastomero termoplastico (qualità HEPR), sarà interposto uno strato di semiconduttore estruso. Tra l'isolante e lo schermo metallico invece sarà interposto uno strato di semiconduttore a mescola estrusa che, a sua volta sarà coperto da un rivestimento protettivo costituito da un nastro semiconduttore igroespandente. La schermatura sarà fatta mediante fili

---

<sup>2</sup> **D.lgs n 106 del 16/06/2017.**

di rame rosso con nastro di rame in controspirale. La guaina sarà costituita da una miscela a base di PVC di colore rosso.

In fase di installazione sarà prevista la posa all'interno del proprio scavo del tegolino di protezione.

Il cavo suddetto è definito a campo radiale in quanto, essendo ciascuna anima rivestita da uno schermo metallico, le linee di forza elettriche risultano perpendicolari agli strati dell'isolante.

La scelta dell'alluminio come materiale conduttore del cavo è stata determinata dalla più ampia reperibilità sul mercato e dal più basso costo, ma soprattutto da considerazioni di sicurezza tipicamente legate ad eventi locali. Infatti, l'esperienza in altri cantieri ha evidenziato l'improponibilità dell'utilizzo di cavi in rame a causa dei ripetuti furti e danneggiamenti subiti dai cavi in fase di posa che hanno reso estremamente difficoltoso il normale svolgimento della costruzione degli elettrodotti.

La scelta delle sezioni dei cavi è stata fatta considerando:

- le correnti di impiego determinate dalla potenza effettiva, che equivale alla potenza nominale ridotta del 15% per tener conto della effettiva potenza massima che i moduli FV riescono a produrre (a valle delle perdite nella conversione), per evitare un sovradimensionamento dei cavi;
- le portate dei cavi per la tipologia di posa (norma CEI 20-21) e per la tipologia di carico ciclico giornaliero (CEI 20-42/1);
- il contenimento delle perdite di linea.

Nella Tabella più avanti sono riportati i risultati della scelta delle sezioni e la portata dei cavi MT per la posa interrata.

I coefficienti di calcolo per la portata dei cavi (profondità di posa, condizioni termiche, ecc.) sono stati assunti secondo le seguenti ipotesi:

- resistività termica del terreno pari a  $2,0 \text{ }^\circ\text{K m/W}$  (in fase di progettazione esecutiva sarà effettuata una misura di resistività termica del terreno lungo il tracciato previsto, in modo tale da effettuare una correzione del valore se risultasse più alto);
- temperatura terreno pari a  $25^\circ \text{ C}$  (CEI 20-21 A.3);
- coefficiente di variazione della portata per carico ciclico giornaliero;
- fattori di riduzione quando nello scavo sono presenti condutture affiancate;
- ulteriore fattore di sicurezza corrispondente ad una riduzione del 10% rispetto alla portata calcolata ( $I_z$ );
- condizioni di posa con la situazione termica più critica;
- altezza di posa pari a 1,20 m dal piano di calpestio.

La scelta della sezione è stata effettuata considerando che il cavo deve avere una portata Iz uguale o superiore alla corrente di impiego Ib del circuito. Sono stati così dimensionati i vari tratti di elettrodotto in base al numero di terre affiancate nello stesso scavo.

LINE	CONDITIONS				CABLE										CABLE CURRENT CHECK				VOLTAGE DROP			
	Totl Dist. (m)	Power (kW)	Real Power (kW)	Power factor	U (V)	I (A)	Section (mm2)	N° Cond	Cable	Inst type	Insulation	Design Cable	Nominal Capacity (A)	Ca Temp	Cc buried	Cd Depth	Cg Group	Ci Ther res	Iz (A)	ΔV (%)		
<b>Area 3</b>																						
CSM2 SSE	6.620	27.500	27.500	1.00	30.000	529.2	630	2	XLPE or EPR 1-CORE	NON-ARM	AI 3F	D	13	6x1cx630 mm2	1187	0.95	1	0.95	0.83	0.88	782	0.75%
CSM1 C SM2	801	6.600	6.600	1.00	30.000	127.0	240	1	XLPE or EPR 1-CORE	NON-ARM	AI 3F	D	13	3x1cx240 mm2	354	0.95	1	0.95	0.83	0.88	234	0.10%
CCT09 CSM1	680	4.400	4.400	1.00	30.000	86.7	95	1	XLPE or EPR 1-CORE	NON-ARM	AI 3F	D	13	3x1cx95 mm2	209	0.95	1	0.95	0.83	0.88	125	0.14%
CCT10 CCT09	537	2.200	2.200	1.00	30.000	42.3	95	1	XLPE or EPR 1-CORE	NON-ARM	AI 3F	D	13	3x1cx95 mm2	209	0.95	1	0.95	1.00	0.88	166	0.05%
CCT04 CSM1	290	2.200	2.200	1.00	30.000	42.3	95	1	XLPE or EPR 1-CORE	NON-ARM	AI 3F	D	13	3x1cx95 mm2	209	0.95	1	0.95	1.00	0.88	166	0.05%
CSM02 CCT03	149	3.300	3.300	1.00	30.000	63.6	95	1	XLPE or EPR 1-CORE	NON-ARM	AI 3F	D	13	3x1cx95 mm2	209	0.95	1	0.95	1.00	0.88	166	0.02%
CCT02 CSM02	1.450	4.400	4.400	1.00	30.000	86.7	95	1	XLPE or EPR 1-CORE	NON-ARM	AI 3F	D	13	3x1cx95 mm2	209	0.95	1	0.95	0.83	0.88	125	0.29%
CCT02 CCT01	359	2.200	2.200	1.00	30.000	42.3	95	1	XLPE or EPR 1-CORE	NON-ARM	AI 3F	D	13	3x1cx95 mm2	209	0.95	1	0.95	1.00	0.88	166	0.04%
CSM2 CCT05	532	13.200	13.200	1.00	30.000	254.0	400	1	XLPE or EPR 1-CORE	NON-ARM	AI 3F	D	13	3x1cx400 mm2	456	0.95	1	0.95	0.83	0.88	301	0.09%
CCT05 CCT06	394	9.900	9.900	1.00	30.000	190.5	240	1	XLPE or EPR 1-CORE	NON-ARM	AI 3F	D	13	3x1cx240 mm2	354	0.95	1	0.95	0.83	0.88	234	0.07%
CCT06 CCT07	323	6.600	6.600	1.00	30.000	127.0	240	1	XLPE or EPR 1-CORE	NON-ARM	AI 3F	D	13	3x1cx240 mm2	354	0.95	1	0.95	0.83	0.88	234	0.04%
CCT07 CCT08	295	9.900	9.900	1.00	30.000	190.5	240	1	XLPE or EPR 1-CORE	NON-ARM	AI 3F	D	13	3x1cx240 mm2	354	0.95	1	0.95	0.83	0.88	234	0.05%
CCT08 CSM2	1.467	13.200	13.200	1.00	30.000	254.0	400	1	XLPE or EPR 1-CORE	NON-ARM	AI 3F	D	13	3x1cx400 mm2	456	0.95	1	0.95	0.83	0.88	301	0.22%
																			<b>Max</b>	<b>ΔV (%)</b>		
																			4.969			

Ca: correction factor for ambient ground temperature other than 20°C (hypothesized temperature 25 °C - from IEC 60502-2:2014, table B.11)  
 Cd-> Correction factor for depths of laying other than 0.8 m for direct buried cables (hypothesized depth 1.00 m - from IEC 60502-2:2014, table B.12)  
 Cg-> Correction factor for groups of 3-phase circuits of single-core cables laid direct in the ground (from IEC 60502-2:2014, table B.19)  
 Ci-> Correction factor for soil thermal resistivities other than 1.5 K·m/W for direct buried single-core cables (hypothesized soil thermal resistivities 2 Km/W - from IEC 60502-2:2014, table B.14)

Tabella 1: Calcoli preliminari

#### 4.9 Giunzioni e terminazioni MT

Per le giunzioni elettriche si devono utilizzare connettori di tipo a compressione diritti in alluminio adatti alla giunzione di cavi in alluminio ad isolamento estruso con ripristino dell'isolamento con giunti diritti adatti al tipo di cavo in materiale retraibile. Per la terminazione dei cavi scelti e per l'attestazione sui quadri in cabina si devono applicare terminali unipolari per interno con isolatore in materiale retraibile e capicorda di sezione idonea.

#### 4.10 Prova di isolamento cavi MT

Successivamente alle operazioni di posa e comunque prima della messa in servizio, l'isolamento dei cavi a MT, dei giunti e dei terminali, sarà verificato attraverso opportune misurazioni secondo le CEI 11-17. La tensione di prova dell'isolamento in corrente continua dovrà essere pari a quattro volte la tensione nominale stellata.

#### 4.11 Collegamento al punto di consegna

Il collegamento al punto di consegna dell'energia sarà realizzato con una terna di cavi unipolari tipo **ARG16H1R18 18/30 kV** (qualora disponibili sul mercato prima dell'esecuzione dell'impianto)<sup>3</sup> o un cavo tipo **ARG7H1R 18/30 kV** o similare di sezione pari a 630 mm<sup>2</sup>.

<sup>3</sup> **D.lgs n 106 del 16/06/2017.**



#### 4.12 Scelta del tipo di cavi BT

Per il collegamento tra i moduli fotovoltaici e tra i moduli e gli inverter di stringa saranno utilizzati cavi del tipo **H1Z2Z2-K** o similare<sup>4</sup>, costituito da conduttore in rame stagnato, formazione flessibile, classe 5, isolati in mescola speciale reticolata HT-PVI (LS0H), guaina in mescola speciale reticolata HT-PVG (LS0H), conforme alle norme CEI EN 50618, CEI EN 60332-1-2, CEI EN 50525-1, CEI EN 61034-2, CEI EN 50289-4-17 (A), CEI EN 50396, CEI EN 60216-1/2, CEI EN 50575:2014+A1:2016; conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11), classe di reazione al fuoco "Eca", tensione di esercizio 1,0/1,0 kV in c.a. e 1,5/1,5 kV in c.c., tensione massima di esercizio 1,8 kV in c.c..

Per il collegamento tra le string box e gli inverter, ubicati all'interno delle cabine di conversione e trasformazione, e tra l'inverter e il trasformatore MT/BT, dovranno essere impiegati tipo **ARG16R16** o similare<sup>4</sup> di sezioni pari a 150, 185 o 240 mm<sup>2</sup>.

Il suddetto cavo è costituito da conduttore in alluminio, corda rigida compatta, classe 2, isolati in Gomma di qualità G16, che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche, riempitivo termoplastico penetrante tra le anime (solo nei cavi multipolari), guaina in PVC speciale di qualità R16, conforme alle norme CEI 20-13, IEC 60502-1, CEI UNEL 35318, EN 50575:2014+A1:2016, conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11), classe di reazione al fuoco "Cca-s3,d1,a3", tensione di esercizio 0,6/1 kV in c.a. e 1,5 kV in c.c., tensione massima di esercizio 1,2 kV in c.a. e 1,8 kV in c.c..

La scelta dell'alluminio come materiale conduttore del cavo è stata determinata dalla più ampia reperibilità sul mercato e dal più basso costo, ma soprattutto da considerazioni di sicurezza tipicamente legate ad eventi locali. Infatti, l'esperienza in altri cantieri ha evidenziato l'improponibilità dell'utilizzo di cavi in rame a causa dei ripetuti furti e danneggiamenti subiti dai cavi in fase di posa che hanno reso estremamente difficoltoso il normale svolgimento della costruzione degli elettrodotti.

La scelta delle sezioni dei cavi è stata fatta considerando:

- le correnti di impiego determinate dalla potenza effettiva, che equivale alla potenza nominale ridotta del 15% per tener conto della effettiva potenza massima che i moduli FV riescono a produrre (a valle delle perdite nella conversione), per evitare un sovradimensionamento dei cavi;
- le portate dei cavi per la tipologia di posa (norma CEI 20-21) e per la tipologia di carico ciclico giornaliero (CEI 20-42/1);

---

<sup>4</sup> Per quanto riguarda i cavi non "CPR", se immessi sul mercato dopo il 01/07/2017, dovranno essere sostituiti con cavi "CPR" corrispondenti, qualora disponibili sul mercato prima dell'esecuzione dell'impianto (**D.lgs n 106 del 16/06/2017**)

- il contenimento delle perdite di linea.

I coefficienti di calcolo per la portata dei cavi (profondità di posa, condizioni termiche, ecc.) sono stati assunti secondo le seguenti ipotesi:

- resistività termica del terreno pari a  $2,0^{\circ}\text{K m/W}$  (in fase di progettazione esecutiva sarà effettuata una misura di resistività termica del terreno lungo il tracciato previsto, in modo tale da effettuare una correzione del valore se risultasse più alto);
- temperatura terreno pari a  $25^{\circ}\text{C}$  (CEI 20-21 A.3);
- coefficiente di variazione della portata per carico ciclico giornaliero;
- fattori di riduzione quando nello scavo sono presenti condutture affiancate;
- ulteriore fattore di sicurezza corrispondente ad una riduzione del 10% rispetto alla portata calcolata ( $I_z$ );
- condizioni di posa con la situazione termica più critica.

La scelta della sezione dei cavi è stata effettuata considerando le seguenti equazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$
$$I_f \leq 1,45 I_z$$

dove:

$I_b$  = Corrente d'impiego del circuito in condizioni ordinarie

$I_n$  = Corrente nominale del dispositivo di protezione

$I_z$  = Portata della conduttura

$I_f$  = Corrente convenzionale d'intervento del dispositivo di protezione

#### **4.13 Tubazioni**

In casi particolari e secondo la necessità la protezione meccanica potrà essere realizzata mediante tubazioni di materiale plastico (PVC), flessibili, di colore rosso, a doppia parete con parete interna liscia, rispondenti alle norme CEI EN 50086-1 e CEI EN 50086-2-4 e classificati come normali nei confronti della resistenza all'urto.

#### **4.14 Temperatura di posa**

Durante le operazioni di installazione la temperatura dei cavi, per tutta la loro lunghezza e per tutto il tempo in cui essi possono venir piegati o raddrizzati, non deve essere inferiore a quanto specificato dal produttore del cavo.



#### **4.15 Segnalazione della presenza dei cavi**

Al fine di evitare danneggiamenti nel caso di scavo da parte di terzi, lungo il percorso dei cavi dovrà essere posato sotto la pavimentazione un nastro di segnalazione in polietilene.

Nell'attraversamento di aree private fino all'imbocco delle strade pubbliche dovrà essere segnalata la presenza dell'elettrodotto interrato posizionando l'opportuna segnaletica.

#### **4.16 Impianti di sicurezza**

Gli impianti di videosorveglianza ed antintrusione saranno installati lungo il perimetro dell'area della centrale fotovoltaica, garantendo la copertura totale dei confini delimitati dalla recinzione.

I dispositivi di videosorveglianza saranno scelti in fase esecutiva in funzione della tecnologia disponibile (telecamere fisse, dome, apparecchiatura di videoregistrazione, ecc.).

I dispositivi di antintrusione saranno scelti in fase esecutiva in funzione della tecnologia disponibile (contatti reed, barriere a infrarossi, sensori a microonde, ecc.).

Gli impianti suddetti verranno alimentati dallo scomparto dedicato ai servizi ausiliari presente nella cabina di conversione e trasformazione.

### **5. CABINA DI SMISTAMENTO**

#### **5.1 Generalità**

Le cabine MT di smistamento saranno realizzate all'interno delle aree dell'impianto fotovoltaico. Saranno conformi alla norma CEI 0-16 ed avranno dimensione esterna di 11,00 x 3,00 (lung. x larg.) con altezza <3,00 m; si comporranno di tre locali, in particolare:

- vano quadri MT;
- vano per l'alloggiamento del trasformatore per i servizi ausiliari;
- vano per l'alloggiamento dei quadri BT e del monitoraggio.

Le cabine saranno prefabbricate, realizzate in cemento armato vibrato (c.a.v.), complete di vasca di fondazione del medesimo materiale, posate su magroni di sottofondazione in cemento.

L'energia prodotta sarà consegnata alla rete mediante linea in cavo composta da una terna di cavi unipolari tipo **ARG16H1R18 18/30 kV** (qualora disponibili sul mercato prima dell'esecuzione dell'impianto) o un cavo tipo **ARG7H1R 18/30 kV** o similare di sezione pari a 630 mm<sup>2</sup>.

#### **5.2 Descrizione delle apparecchiature MT**

Le cabine sono progettate in modo da prevedere che sia l'entrata che l'uscita dei cavi di rete MT avvenga in sotterraneo.

Il quadro MT di protezione e controllo della cabina sarà principalmente costituito da diverse celle (alcune potrebbero essere accorpate in fase esecutiva) a seconda dell'area in oggetto con le seguenti funzioni principali:

- cella/e arrivo e protezione linee dalle aree del campo fotovoltaico (protezione generale e protezione di interfaccia);
- cella protezione trasformatore servizi ausiliari;
- celle uscita verso altra cabina di smistamento o punto di consegna.

Le celle saranno equipaggiate, con i seguenti componenti:

- TV (trasformatori di tensione) per protezione e misura,
- TA (trasformatori di corrente) per protezione e misura,
- interruttori tripolari
- protezioni a microprocessore secondo le norme CEI 0-16 e requisiti del Distributore
- sezionatori tripolari (eventualmente con fusibili)
- sezionatori di terra
- spie di presenza tensione
- scaricatori di sovratensione
- morsetti per terminali cavi.

### 5.3 Protezione lato MT

Le cabine saranno dotate di interruttore automatico MT per la linea di vettoriamento, sezionatori di terra, lampade di presenza rete ad accoppiamento capacitivo, trasformatori di misura. Gli interruttori MT (con azionamento motorizzato) forniranno tramite relè indiretto la protezione dai corto circuiti, dai sovraccarichi, dai guasti a terra.

### 5.4 Rete di terra

Particolare cura è stata posta nel progettare la maglia di terra afferente alle cabine di smistamento, rispettando rigorosamente la normativa, in particolare la norma CEI 99-3 e CEI 99-5 che dettano le prescrizioni da seguire per realizzare un impianto di terra a regola d'arte, in modo da attenersi a quanto segue:

- Avere sufficiente resistenza meccanica ed alla corrosione;
- Essere in grado di sopportare da un punto di vista termico le correnti di guasto prevedibili;
- Evitare danni ai componenti elettrici;
- Garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni presenti sull'impianto di terra per effetto delle elevate correnti di guasto a terra.

L'impianto di dispersione per la messa a terra sarà realizzato mediante anello di rame nudo avente sezione pari a 50 mm<sup>2</sup>, interrato alla profondità di almeno 70 cm dal piano di calpestio,

integrato da n. 4 picchetti in acciaio zincato di sezione minima 50 mm<sup>2</sup> e lunghezza 1,5 m, installati uno per ogni angolo in opportuni pozzetti prefabbricati.

Le giunzioni tra i conduttori costituenti la maglia di dispersione e tra questi ultimi e i conduttori di terra saranno realizzate mediante morsetti a compressione in rame.

Il collegamento del conduttore di terra alle strutture metalliche sarà realizzato mediante capicorda a compressione diritti, in rame stagnato con bullone in acciaio zincato.

L'efficienza di tale impianto verrà verificata attraverso apposita misura della resistenza di terra ed eventualmente delle tensioni di passo e di contatto.

Il collegamento interno-esterno della rete di terra sarà realizzato con n. 2 connettori in acciaio inox, annegati nel calcestruzzo e collegati all'armatura o con analogo sistema che abbia le stesse caratteristiche. L'armatura metallica delle strutture sarà collegata a terra per garantire l'equipotenzialità elettrica. I connettori saranno dotati di boccole filettate a tenuta stagna, per il collegamento della rete di terra, facenti filo con la superficie interna ed esterna della vasca.

L'impianto di dispersione, attraverso conduttori di terra, fa capo a collettori posti all'interno dei locali, attraverso i quali si effettua il collegamento a terra tutte le masse presenti nel locale, nonché tutti gli schermi dei cavi entrati ed uscenti.

Tutti gli inserti metallici previsti saranno connessi elettricamente all'armatura del manufatto.

#### 5.5 Impianti elettrici BT cabine di smistamento

L'impianto elettrico, del tipo sfilabile, sarà realizzato con cavo unipolare<sup>5</sup> di tipo antifiama, con tubo in materiale isolante incorporato nel calcestruzzo e deve consentire la connessione di tutti gli apparati necessari per il funzionamento della cabina. I cavi impiegati saranno contrassegnati dal Marchio CE e rispettano i colori distintivi secondo le tabelle CEI – UNEL. I conduttori saranno marchiati ed identificati da terminali in materiale plastico colorato e da fascette numerate, per contraddistinguere i vari circuiti e la funzione di ogni conduttore in modo univoco, sia nelle cassette di derivazione che nei quadri. Saranno utilizzati conduttori a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto, isolati in PVC di qualità S17, conformi alle norme CEI EN 50525, classe di reazione al fuoco "Cca-s3,d1,a3", tensione di esercizio 450/750 V, sigla commerciale FS17.

In particolare saranno installati:

- n.1 quadro di bassa tensione per l'alimentazione dei servizi ausiliari;
- prese a spina alimentate due cavi unipolari di 2,5 mm<sup>2</sup>, in tubo in materiale isolante incorporato nel calcestruzzo;

---

<sup>5</sup> Per quanto riguarda i cavi non "CPR", se immessi sul mercato dopo il 01/07/2017, dovranno essere sostituiti con cavi "CPR" corrispondenti, qualora disponibili sul mercato prima dell'esecuzione dell'impianto (**D.lgs n 106 del 16/06/2017**)

- n.1 Telaio porta Quadri BT in acciaio zincato a caldo.

Tutti i componenti dell'impianto saranno contrassegnati con un marchio attestante la conformità alle norme e l'intero impianto elettrico sarà corredato da dichiarazione di conformità come da DM 22 gennaio 2008, n.37.

## **6. SICUREZZA ELETTRICA DELL'IMPIANTO**

### **6.1 Protezione da corto circuiti sul lato c.c. dell'impianto**

Gli impianti FV sono realizzati attraverso il collegamento in serie/parallelo di un determinato numero moduli FV, a loro volta realizzati attraverso il collegamento in serie/parallelo di celle FV inglobate e sigillate in un unico pannello d'insieme. Pertanto gli impianti FV di qualsiasi dimensione conservano le caratteristiche elettriche della singola cella, semplicemente a livelli di tensione e correnti superiore, a seconda del numero di celle connesse in serie (per ottenere tensioni maggiori) oppure in parallelo (per ottenere correnti maggiori).

Negli impianti fotovoltaici la corrente di corto circuito dell'impianto non può superare la somma delle correnti di corto circuito delle singole stringhe.

Essendo le stringhe composte da una serie di generatori di corrente (i moduli fotovoltaici) la loro corrente di corto circuito è di poco superiore alla corrente nominale e questo conferisce una certa sicurezza intrinseca alle stringhe stesse.

### **6.2 Protezione da contatti accidentali lato c.c.**

Le tensioni continue sono particolarmente pericolose per la vita. Il contatto accidentale con una tensione di oltre 500 V. c.c., valore certamente superato dalle stringhe, può avere conseguenze letali. Per ridurre il rischio di contatti pericolosi il campo fotovoltaico, lato corrente continua, è assimilabile ad un sistema IT cioè flottante da terra. La separazione galvanica tra il lato corrente continua e il lato corrente alternata è garantita dalla presenza del trasformatore BT/MT.

In tal modo affinché un contatto accidentale sia realmente pericoloso occorre che si entri in contatto contemporaneamente con entrambe le polarità del campo. Il contatto accidentale con una sola delle polarità non ha praticamente conseguenze, a meno che una delle polarità del campo non sia casualmente a contatto con la massa.

Per prevenire tale eventualità gli inverter sono muniti di un opportuno dispositivo di rivelazione degli squilibri verso massa, che ne provoca l'immediato spegnimento e l'emissione di una segnalazione di allarme.



### **6.3 Protezione dalle fulminazioni**

Un campo fotovoltaico correttamente collegato a massa, non altera in alcun modo l'indice ceramico della località di montaggio, e quindi la probabilità di essere colpito da un fulmine.

I moduli fotovoltaici sono in alto grado insensibili alle sovratensioni atmosferiche, che invece possono risultare pericolose per le apparecchiature elettroniche di condizionamento della potenza. Per ridurre i danni dovuti ad eventuali sovratensioni i quadri di parallelo sottocampi sono muniti di varistori su entrambe le polarità dei cavi d'uscita.

In caso di sovratensioni i varistori collegano una od entrambe le polarità dei cavi a massa e provocano l'immediato spegnimento degli inverter e l'emissione di un segnale d'allarme.

### **6.4 Sicurezze sul lato c.a. dell'impianto**

La limitazione delle correnti del campo fotovoltaico comporta analogha limitazione anche nelle correnti in uscita dagli inverter.

Eventi di corto circuito sul lato alternata dell'impianto sono tuttavia pericolosi perché possono provocare ritorni da rete di intensità non limitata.

L'interruttore MT in SF6 è equipaggiato con una protezione generale di massima corrente e una protezione contro i guasti a terra.

### **6.5 Impianto di messa a terra**

All'interno del campo fotovoltaico sarà realizzata una rete di terra costituita da dispersori in acciaio zincato del tipo per posa nel terreno e da una piattina in acciaio 30x3,5 mm (sez. 105 mm<sup>2</sup>), interrati ad una profondità di almeno 0,5 m. A tale rete saranno collegate tutte le strutture metalliche di supporto dei moduli e la recinzione.

L'impianto di terra dovrà essere conforme alle prescrizioni della norma CEI 99-3 e dimensionato sulla base della corrente di guasto a terra sulla rete MT di alimentazione e del tempo di eliminazione del guasto a terra da parte dell'ente distributore.

## **7. CRITERI DI COSTRUZIONE**

### **7.1 Esecuzione degli scavi**

Per i cavi interrati la Norma CEI 11-17 prescrive che le minime profondità di posa fra il piano di appoggio del cavo e la superficie del suolo sono rispettivamente di:

- 0,5 m per cavi con tensione fino a 1000 V;
- 0,8 m per cavi con tensione superiore a 1000 V e fino a 30 kV (su suolo privato tale profondità può essere ridotta a 0,6 m)

- 1,2 m per cavi con tensione superiore a 30 kV (su suolo privato tale profondità può essere ridotta a 1,0 m)

In caso di attraversamenti sia longitudinali che trasversali di strade pubbliche con occupazione della carreggiata devono essere applicate in generale le prescrizioni dell'art. 66 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della Strada (DPR 16/12/92, n. 945) e, se emanate, le disposizioni dell'Ente proprietario della strada.

Le sezioni di scavo includono oltre ai cavi MT, anche altre tubazioni opzionali per il passaggio di eventuali cavi a BT o di segnale che dovessero rendersi necessarie, su richiesta del Committente, per il monitoraggio e la corda di terra.

Canalizzazioni ad altezza ridotta su strada pubblica sono ammesse soltanto previa accordo con l'Ente proprietario della strada ed a seguito di comprovate necessità di eseguire incroci e/o parallelismi con altri servizi che non possano essere realizzati aumentando la profondità di posa dei cavi.

## 7.2 Coesistenza tra cavi di energia e telecomunicazione

Nei percorsi dove vi potrebbe essere l'incrocio con cavi di telecomunicazioni, la tubazione dei cavi di energia dovrà essere posta al di sotto del cavo di telecomunicazioni ad una distanza non inferiore di 0,30 m.

Nei percorsi paralleli, i cavi di energia ed i cavi di telecomunicazione devono essere posati alla maggiore possibile distanza tra loro; nel caso in cui, per giustificate esigenze tecniche, non possa essere rispettato tale criterio, bisognerà mantenere, fra essi, una distanza minima, in proiezione su di un piano orizzontale, non inferiore a 0,30 m. Nel caso in cui i cavi di energia e di telecomunicazione dovranno essere posati nello stesso manufatto, occorrerà posare i cavi in tubazioni distinte in modo tale da evitare che possano venire a diretto contatto fra loro.

## 7.3 Coesistenza tra cavi di energia e tubazioni o serbatoi metalli interrati

L'incrocio fra cavi di energia e tubazioni metalliche adibite al trasporto e alla distribuzione di fluidi (acquedotti, oleodotti e simili) non deve effettuarsi sulla proiezione verticale di giunti non saldati delle tubazioni metalliche stesse. Non si dovranno effettuare giunti sui cavi di energia a distanza inferiore a 1 m dal punto di incrocio. In ogni caso la distanza minima, misurata fra le superfici esterne di cavi di energia e di tubazioni metalliche o fra quelle di eventuali loro manufatti di protezione dovrà essere di 0,50 m. Tale distanza può essere ridotta fino ad un minimo di 0,30 m, quando una delle strutture di incrocio è contenuta in manufatto di protezione non metallico, prolungato per almeno 0,30 m per parte rispetto all'ingombro in pianta dell'altra struttura oppure quando fra le strutture che si incrociano venga interposto un elemento separatore non metallico;



questo elemento dovrà coprire, oltre alla superficie di sovrapposizione in pianta delle strutture che si incrociano, quella di una striscia di circa 0,30 m di larghezza ad essa periferica. Le distanze di cui sopra possono essere ulteriormente ridotte, previo accordo con gli Enti proprietari o Concessionari, se entrambe le strutture sono contenute in manufatto di protezione non metallico.

Per quanto riguarda i parallelismi tra cavi di energia e le tubazioni metalliche si dovrà osservare una distanza minima di 0,30 m, misurata in proiezione orizzontale fra le superfici esterne di essi o di eventuali loro manufatti di protezione. Tuttavia sarà possibile derogare tale prescrizione, previo accordo con gli esercenti, nei seguenti casi:

- a) quando la differenza di quota fra le superfici esterne delle strutture interessate è superiore a 0,50 m;
- b) quando tale differenza è compresa tra 0,30 m e 0,50 m, ma si interpongono fra le due strutture elementi separatori non metallici, nei tratti in cui la tubazione non è contenuta in un manufatto di protezione non metallico.

Non dovranno mai essere disposti nello stesso manufatto di protezione cavi di energia e tubazioni convoglianti fluidi infiammabili; per le tubazioni per altro uso, tale tipo di posa sarà consentito, purché il cavo di energia e le tubazioni non siano posti a diretto contatto fra loro.

#### 7.4 Coesistenza tra cavi di energia e gasdotti

Nei parallelismi tra linee elettriche posate in tubi interrati e condotte di metano (energia e segnale) non dovrà essere inferiore:

- alla profondità di posa adottata per il tubo del metano per le condotte di 1a, 2a e 3a specie;
- a 0,5 m per condotte di 4a e 5a specie, UNI 9165, art. 6.7.3;
- alla distanza che consenta di eseguire gli eventuali interventi di manutenzione su entrambi i servizi interrati, per le condotte di 6a e 7a specie, UNI 9165, art. 6.7.3.

La distanza va misurata tra le due superfici affacciate.

Negli incroci tra linee elettriche posate in tubi interrati e condotte di la distanza di sicurezza tra condotte di metano non drenate (1a, 2a, 3a specie) e le tubazioni per cavi elettrici (energia e segnale) nel caso in cui vi sia un incrocio dovrà essere almeno 1,5 m (Secondo il Dm 17/04/08, All. A, art. 2.7). Per le altre condotte si dovrà avere una distanza:

- di 0,5 m per le condotte di 4a e 5a specie;
- tale da consentire l'esecuzione di eventuali interventi di manutenzione su entrambi i servizi interrati per le condotte di 6a e 7a specie.

La distanza va misurata in senso verticale tra le due superfici affacciate.



### **7.5 Serbatoi di liquidi e gas infiammabili**

I cavidotti contenenti cavi di energia dovranno distare almeno 1 m dalle superfici esterne di serbatoi contenenti liquidi e gas infiammabili.

### **7.6 Esecuzione di pozzetti e camerette**

Per la costruzione ed il dimensionamento di pozzetti e camerette occorre tenere presente che:

- si devono potere introdurre ed estrarre i cavi senza recare danneggiamenti alle guaine;
- il percorso dei cavi all'interno deve potersi svolgere ordinatamente rispettando i raggi di curvatura.

### **7.7 Esecuzione delle giunzioni e delle terminazioni a MT**

L'esecuzione delle giunzioni e delle terminazioni su cavi a MT deve avvenire con la massima accuratezza, seguendo le indicazioni contenute in ciascuna confezione. In particolare occorre:

- prima di tagliare i cavi controllare l'integrità della chiusura e l'eventuale presenza di umidità;
- non interrompere mai il montaggio del giunto o terminale;
- utilizzare esclusivamente i materiali contenuti nella confezione.

### **7.8 Messa a terra dei rivestimenti metallici**

Ai sensi della CEI 11-17, gli schermi dei cavi MT saranno sempre aterrati alle estremità di ogni linea e possibilmente in corrispondenza dei giunti a distanze non superiori ai 5 km. È vietato usare lo schermo dei cavi come conduttore di terra per altre parti dell'impianto.

\*\*\*\*\*