



**Regione Puglia
Provincia di Brindisi
Comune di Brindisi**

PROGETTO DEFINITIVO: IMPIANTO FV-PINICELLE



OGGETTO:

PROVVEDIMENTO UNICO AMBIENTALE (PUA) AI SENSI DELL'ART. 27 DEL D.LGS. 152/2006
 PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO A PANNELLI SOLARI (FV) IN UN'AREA AGRICOLA
 E DI TUTTE LE OPERAZIONI CONNESSE

PROCEDURA AUTORIZZATIVA:

Provvedimento Unico Ambientale (PUA) ai sensi dell'art.27 del D.Lgs.152/2006

IL COMMITTENTE ENERGIE GREEN PUGLIA S.R.L. VIA XX SETTEMBRE N.69 - PALERMO (PA) P.IVA 06829690822 timbro e firma 		IL PROGETTISTA Ing. Giuseppe Santaromita Villa Collaboratori: Ing. Lo Bello Alessia Ing. Torrissi Roberta Ing. Messina Valeria Ing. Bazan Flavia Ing. Cavarretta Maria Vincenza Ing. Conoscenti Rosalia Ing. Lala Rosa Maria Ing. Lo Re Monica Ing. Mazzeo Melania Ing. Pintaldi Giulia Ing. Scacciaferro Anna timbro e firma 	
COD. ELAB:	ELABORATO:		
A3	DISCIPLINARE		
REVISIONE:		CODICE DI RINTRACCIABILITA':	DATA:
REV.02		201900072	20/05/2022
TIMBRO ENTE AUTORIZZANTE			

Sommario

1. Premessa.....	3
2. Elementi tecnici.....	6
3. Descrizione elementi tecnici	13
3.1. Moduli fotovoltaici.....	13
3.2. Inverter di stringa	17
3.3. Trasformatori.....	19
3.4. Strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici (Tracker).....	22
3.5. Cavi BT	24
3.6. Cavi MT	26
3.7. Dispositivi di protezione sul collegamento alla rete elettrica.....	28
3.8. Cablaggio elettrico interno all'impianto.....	29
3.9. Protezione elettriche	29
3.10. Impianto di messa a terra.....	30
3.10.1 Dimensionamento dell'impianto.....	30
3.10.2 Caratteristiche costruttive	31
3.11. Cabine di impianto.....	32
3.12. Cavidotto di collegamento alla rete elettrica	32
3.13. Descrizione degli impianti di utenza da realizzarsi	33
3.14. Cavo AT.....	39
4. Modalità di esecuzione delle opere	42
4.1. Norme generali di esecuzione	42
4.2. Cantiere	42
4.3. Vie di accesso.....	42
4.4. Ponteggi e opere provvisoriale	43
4.5. Macchinari e mezzi d'opera.....	43
4.6. Custodia.....	43
4.7. Sgombero.....	43
4.8. Tracciamenti.....	43
4.9. Scavi	43
4.10. Impianti ausiliari	45
4.11. Opere elettromeccaniche	47

5.	Connessioni elettriche	55
5.1.	Connessione MT.....	55
5.2.	Connessione BT	58
6.	Collegamento all'impianto di messa a terra.....	63
7.	Accettazione definitiva delle opere	65
7.1.	Controlli in corso d'opera.....	65
7.2.	Controlli finali	65
7.3.	Consegna delle opere.....	66
7.4.	Collaudi	67
8.	Conclusioni	70

1. Premessa

Il presente elaborato ha lo scopo di descrivere e precisare, sulla base delle specifiche tecniche, tutti i contenuti prestazionali tecnici degli elementi previsti nel progetto per la realizzazione di un parco agro-fotovoltaico con utilizzo della fonte rinnovabile solare attraverso la conversione fotovoltaica.

Il progetto in esame prevede la realizzazione di un parco agro-fotovoltaico denominato **FV-Pinicelle** della potenza in immissione in rete di **26.000,00 kW** in corrente alternata e una potenza di **29.328,00 kW** in corrente continua, localizzato all'interno del territorio comunale di Brindisi (BR) e costituito da cinque sotto-impianti della potenza in immissione in rete rispettivamente di:

- **FV-Casignano** (codice interno AG20): **10.400,00 kW** in corrente alternata e una potenza di **11.815,00 kW** in corrente continua da installarsi in **Contrada Casignano**, nel comune di **Brindisi (BR)**, foglio 66 particelle 33, 83, 85, 87, 88, 89, 90, 96, 97,132, 136 N.C.T;
- **FV-Masciullo** (codice interno AG98): **5.600,00 kW** in corrente alternata e una potenza di **6.317,00 kW** in corrente continua da installarsi in **Contrada Masciullo**, nel comune di **Brindisi (BR)**, foglio 99 particelle 12, 37, 38, 39, 40, 52, 81 e 82 N.C.T;
- **FV-Lo Spada** (codice interno AG193): **3.000,00 kW** in corrente alternata e una potenza di **3.274,00 kW** da installarsi in **Contrada Casignano**, nel comune di Brindisi (BR), foglio 66 particelle 34, 76, 140, 141, 142, 144, 145, 146 e 147 N.C.T.;
- **FV-Restinco** (codice interno AG194): **2.000,00 kW** in corrente alternata e una potenza di **2.162,00 kW** in corrente continua da installarsi in **Contrada Restinco**, nel comune di Brindisi (BR), foglio 41 particelle 337, 347, 348, 349 e 421 N.C.T. e foglio 42 particelle 16, 17, 18, 19, 20, 21, 60, 61, 62, 66, 73, 74, 75 e 76 N.C.T;
- **FV-La Gonnella** (codice interno AG245): **5.000,00 kW** in corrente alternata e una potenza di **5.761,00 kW** in corrente continua da installarsi in **Contrada La Gonnella**, nel comune di Brindisi (BR), foglio 108 particelle 109, 110 e 111 N.C.T. foglio 109 particella 98 N.C.T. e foglio 133 particelle 24, 27, 28, 178, 179 e 270 N.C.T.



Figura 1-1 - Ortofoto del parco agro-fotovoltaico FV-Pinicelle

Il parco agro-fotovoltaico denominato FV-Pinicelle, meglio rappresentato nelle tavole di progetto, sarà connesso alla Rete di Trasmissione Nazionale tramite il collegamento delle dorsali MT interrate 30 kV alla SSEU FV-Pinicelle 150/30 kV, dove la tensione sarà successivamente convogliata tramite elettrodotto AT interrato 150 kV allo stallo condiviso assegnato, da realizzare in una futura stazione di smistamento 150 kV da costruire nelle immediate vicinanze della Stazione di Trasformazione 380/150 kV "Brindisi".

Progetto di un Impianto Agro-Fotovoltaico nel Comune di Brindisi (BR)
Studio di Progettazione Ing. Giuseppe Santaromita Villa

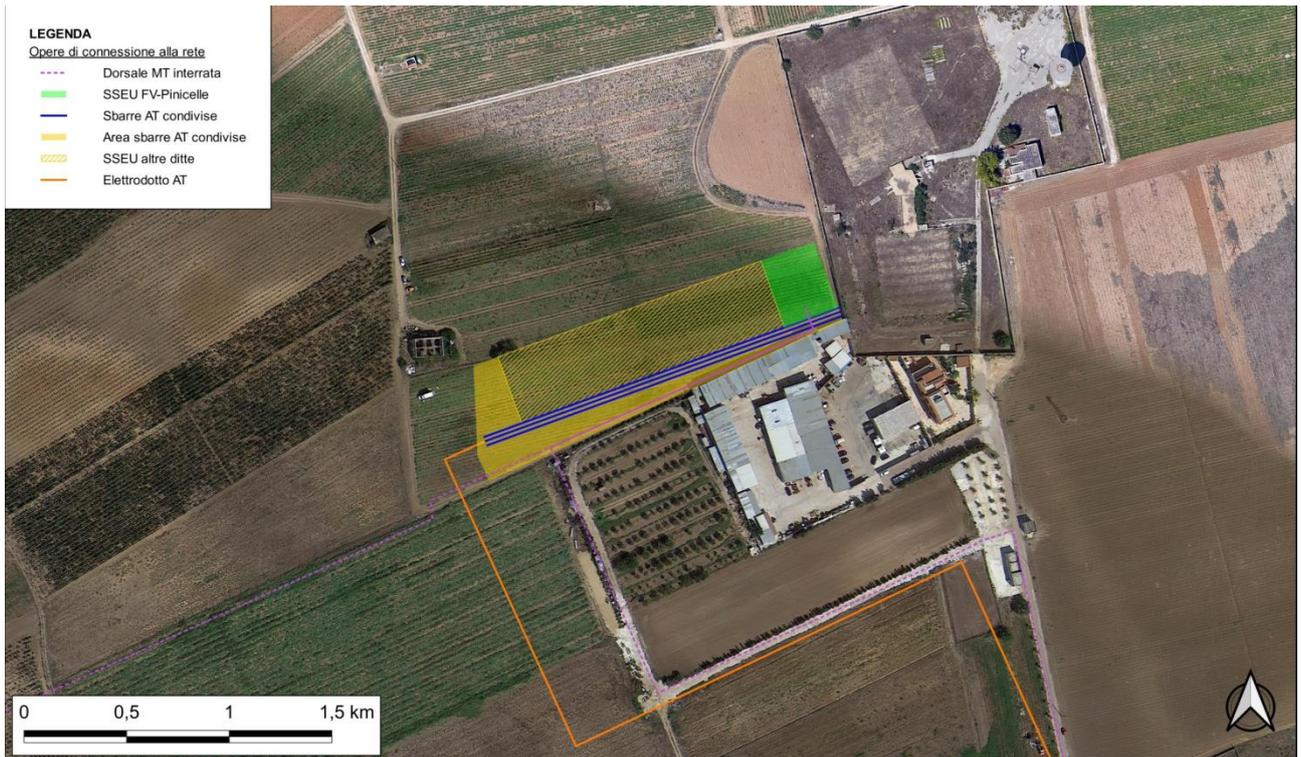


Figura 1-2 - Ortofoto del collegamento alla SSEU FV-Pinicelle



Figura 1-3 - Ortofoto del collegamento allo stallo condiviso assegnato, da realizzare in una futura stazione di smistamento 150 kV da costruire nelle immediate vicinanze della Stazione di Trasformazione 380/150 kV "Brindisi"

2. Elementi tecnici

L'impianto da realizzare è classificato come "impianto non integrato", di tipo grid-connected con modalità di connessione definita come "trifase in alta tensione".

L'impianto è costituito da un sistema di pannelli fotovoltaici disposti a stringhe all'interno di un'area delimitata da apposita recinzione e da un sistema di vie di accesso e di comunicazione interna nelle quali verranno interrati i cavi interni all'impianto.

Le strutture alle quali vengono ancorati i moduli fotovoltaici sono di tipo "inseguitore monoassiale", ancorate al terreno tramite infissione di pali. Su ognuna delle strutture, in generale, vengono fissate 2, 3 o 4 stringhe ciascuna delle quali costituita da 26 moduli fotovoltaici, disposti in configurazione doppia sull'asse in posizione verticale, determinando in questo modo lunghezze variabili tali da ospitare 52, 78 o 104 moduli.

Il campo agro-fotovoltaico è progettato con un orientamento azimutale a 0° rispetto al sud, al fine di massimizzare l'energia producibile, e avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale variabile tra $\pm 55^\circ$ (angolo di tilt).

Per calcolare inoltre la distanza minima tra le file parallele delle strutture è stato considerato il giorno più critico dell'anno ovvero il solstizio di inverno, giorno in cui il sole ha la minima elevazione o allo stesso modo quando la sua declinazione negativa assume il valore minimo, generando al suolo le ombre più lunghe.

Dai calcoli effettuati, in funzione della dimensione dei moduli fotovoltaici e all'ingombro degli stessi sulle strutture, è stata valutata come ottimale una distanza tra l'interasse di ciascuna struttura pari a 9 m , quindi una distanza tra le file di moduli di $4,15\text{ m}$ circa nel caso di inclinazione dei pannelli a 0° e una distanza di $6,18\text{ m}$ circa nel caso di inclinazione dei pannelli a 55° , abbastanza da consentire il passaggio di personale per la manutenzione ed eventuali mezzi meccanici.

Il Coefficiente di Ombreggiamento, determinato in funzione della morfologia del luogo, è stato definito con un valore pari a $0,99$, con la garanzia che le perdite di energia derivanti da ombreggiamento non siano superiori all' 1% su base annua.

Gli elementi tecnici che si andranno a descrivere nella presente relazione sono:

- a) Moduli fotovoltaici;
- b) Inverter di stringa;
- c) Trasformatori;
- d) Strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici (Tracker);
- e) Cavi BT, cavi MT;
- f) Impianto di messa a terra;

- g) Cabine di impianto;
- h) Cavidotto di collegamento alla rete elettrica;
- i) Impianti di Utenza;
- j) Cavo AT.

Si riportano di seguito le schede tecnico-prestazionali di riepilogo delle caratteristiche tecniche dell'impianto e quelle relative alle valutazioni prestazionali effettuate relativamente a ciascun sotto-impianto.

Tabella 2-1 - Scheda tecnico-prestazionale dell'impianto FV-Pinicelle

Estensione totale disponibile – area catastale	60.94.44 ha
Estensione area d'impianto – area recintata	43.79.49 ha
Superficie totale dei moduli	12.90.07 ha
Marca – Modello	Trinasolar Vertex Bifacial Dual Glass - 555 Wp con potenza effettiva di 594 Wp (o similari disponibili sul mercato)
Tipologia tecnologica moduli	Silicio mono-Cristallino
Potenza di picco di ciascun modulo	555 Wp (con potenza effettiva di 594 Wp)
Numero di moduli	49.374
Tipologia locali di controllo, deposito e conversione	Locale tecnico prefabbricato
Ventilazione locale tecnico	Naturale e forzata
Cablaggi	Cavi in canale o cunicoli o interrati
Posizionamento gruppo di conversione	Alloggiamento sotto i pannelli con ancoraggio nelle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici
Numero totale Inverter	130
Marca-modello inverter	Huawei SUN2000-215KTL-H3 (o similari disponibili sul mercato)
Posizionamento trasformatore	Apposite cabine
Numero totale Trasformatori da 500 kVA	1
Numero totale Trasformatori da 1000 kVA	12
Numero totale Trasformatori da 2000 kVA	7
Energia totale annua prodotta dall'impianto	50,4 GWh/anno
Numero di ore equivalenti	1.838 kWh/kWp
Inclinazione dei moduli (Tilt)	± 55°
Orientazione dei moduli (Azimut)	0° (Sud)

Tabella 2-2 - Scheda tecnico-prestazionale del sotto-impianto FV-Casignano

Identificativo del sotto-impianto	“FV-Casignano”
Soggetto responsabile dell’impianto agro-fotovoltaico	Energie Green Puglia S.r.l.
Classificazione architettonica	Impianto non integrato
Struttura di sostegno dei moduli	Inseguitori monoassiali (Tracker)
Indirizzo	Strade Comunali n.14 e n.50
Dati catastali	Brindisi (BR) foglio 66 particelle 33, 83, 85, 87, 88, 89, 90, 96, 97,132, 136
Coordinate geografiche	Latitudine 40°37'43.65"N - Longitudine 17°51'6.81"E
Altitudine	32 metri s.l.m.
Inclinazione dei moduli (Tilt)	± 55°
Orientazione dei moduli (Azimut)	0° (Sud)
Superficie totale dei moduli	5.19.70 ha
Estensione totale disponibile– area catastale	19.86.00 ha
Estensione area d’impianto – area recintata	14.92.83 ha
Coefficiente di ombreggiamento	0,99
Potenza totale (in DC)	11.815,00 kW
Potenza totale (in AC)	10.400,00 kW
Numero moduli	19.890

Tabella 2-3 - Scheda tecnico-prestazionale sotto-impianto FV-Masciullo

Identificativo del sotto-impianto	“FV-Masciullo”
Soggetto responsabile dell’impianto agro-fotovoltaico	Energie Green Puglia S.r.l.
Classificazione architettonica	Impianto non integrato
Struttura di sostegno dei moduli	Inseguitori monoassiali (Tracker)
Indirizzo	Strada Comunale n.50
Dati catastali	Brindisi (BR) foglio 99 particelle 12, 37, 38, 39, 40, 52, 81 e 82
Coordinate geografiche	Latitudine 40°36'47.88"N - Longitudine 17°50'53.31"E
Altitudine	36 metri s.l.m.
Inclinazione dei moduli (Tilt)	± 55
Orientazione dei moduli (Azimut)	0° (Sud)
Superficie totale dei moduli	2.77.85 ha
Estensione totale disponibile– area catastale	09.97.35 ha
Estensione area d’impianto – area recintata	07.00.67 ha
Coefficiente di ombreggiamento	0,99
Potenza totale (in DC)	6.317,00 kW
Potenza totale (in AC)	5.600,00 kW
Numero moduli	10.634

Tabella 2-4 - Scheda tecnico-prestazionale sotto-impianto FV-Lo Spada

Identificativo del sotto-impianto	“FV-Lo Spada”
Soggetto responsabile dell’impianto agro-fotovoltaico	Energie Green Puglia S.r.l.
Classificazione architettonica	Impianto non integrato
Struttura di sostegno dei moduli	Inseguitori monoassiali (Tracker)
Indirizzo	Strada Comunale n.14
Dati catastali	Brindisi (BR) foglio 66 particelle 34, 76, 140, 141, 142, 144, 145, 146, 147
Coordinate geografiche	Latitudine 40°37’28.31"N - Longitudine 17°51’23.00"E
Altitudine	31 metri s.l.m.
Inclinazione dei moduli (Tilt)	± 55°
Orientazione dei moduli (Azimut)	0° (Sud)
Superficie totale dei moduli	01.44.02 ha
Estensione totale disponibile– area catastale	08.92.74 ha
Estensione area d’impianto – area recintata	08.28.43 ha
Coefficiente di ombreggiamento	0,99
Potenza totale (in DC)	3.274,00 kW
Potenza totale (in AC)	3.000,00 kW
Numero moduli	5.512

Tabella 2-5 - Scheda tecnico-prestazionale sotto-impianto FV-Restinco

Identificativo del sotto-impianto	“FV-Restinco”
Soggetto responsabile dell’impianto agro-fotovoltaico	Energie Green Puglia S.r.l.
Classificazione architettonica	Impianto non integrato
Struttura di sostegno dei moduli	Inseguitori monoassiali (Tracker)
Indirizzo	Strada Provinciale n.43
Dati catastali	Brindisi (BR) foglio 41 particelle 337, 347, 348, 349, 421 foglio 42 particelle 16, 17, 18, 19, 20, 21, 60, 61, 62, 66, 73, 74, 75, 76
Coordinate geografiche	Lat. 40°30'14.45"N - Lon. 17°52'31.98"E
Altitudine	29 metri s.l.m.
Inclinazione dei moduli (Tilt)	± 55°
Orientazione dei moduli (Azimut)	0° (Sud)
Superficie totale dei moduli	00.95.11 ha
Estensione totale disponibile– area catastale	08.59.33 ha
Estensione area d’impianto – area recintata	03.97.03 ha
Coefficiente di ombreggiamento	0,99
Potenza totale (in DC)	2.162,00 kW
Potenza totale (in AC)	2.000,00 kW
Numero moduli	3.640

Tabella 2-6 - Scheda tecnico-prestazionale sotto-impianto FV-La Gonnella

Identificativo del sotto-impianto	“FV-La Gonnella”
Soggetto responsabile dell’impianto agro-fotovoltaico	Energie Green Puglia S.r.l.
Classificazione architettonica	Impianto non integrato
Struttura di sostegno dei moduli	Inseguitori monoassiali (Tracker)
Indirizzo	Strada Comunale n.69
Dati catastali	Brindisi (BR) foglio 99 particelle 12, 37, 38, 39, 40, 52, 81 e 82
Coordinate geografiche	Lat. 40°30'14.45"N - Lon. 17°52'31.98"E
Altitudine	39 metri s.l.m.
Inclinazione dei moduli (Tilt)	± 55°
Orientazione dei moduli (Azimut)	0° (Sud)
Superficie totale dei moduli	2.53.39 ha
Estensione totale disponibile– area catastale	13.59.04 ha
Estensione area d’impianto – area recintata	09.60.53 ha
Coefficiente di ombreggiamento	0,99
Potenza totale (in DC)	5.761,00 kW
Potenza totale (in AC)	5.000,00 kW
Numero moduli	9.698

3. Descrizione elementi tecnici

3.1. Moduli fotovoltaici

Le caratteristiche costruttive dei moduli fotovoltaici, le caratteristiche delle strutture alle quali vengono fissati, insieme ai parametri scelti per il posizionamento delle stesse, sono tutti fattori che concorrono alla massimizzazione della producibilità energetica dell'impianto.

I moduli fotovoltaici scelti per l'intero parco agro-fotovoltaico sono del tipo "Trinasolar Vertex Bifacial Dual Glass - 555 Wp" con potenza effettiva di 594 Wp (o similari disponibili sul mercato) e sono composti da celle in silicio mono-cristallino del tipo bifacciale con una vita utile stimata di oltre 30 anni senza degrado significativo delle prestazioni.

Si riportano a seguire le caratteristiche dei moduli fotovoltaici.

Tabella 3-1 - Caratteristiche tecniche dei moduli fotovoltaici

ELECTRICAL DATA (STC)

Peak Power Watts-P _{MAX} (Wp)*	530	535	540	545	550	555
Power Tolerance-P _{MAX} (W)	0 ~ +5					
Maximum Power Voltage-V _{MPP} (V)	31.0	31.2	31.4	31.6	31.8	32.0
Maximum Power Current-I _{MPP} (A)	17.11	17.16	17.21	17.24	17.29	17.35
Open Circuit Voltage-V _{oc} (V)	37.3	37.5	37.7	37.9	38.1	38.3
Short Circuit Current-I _{sc} (A)	18.19	18.24	18.30	18.35	18.39	18.43
Module Efficiency η_m (%)	20.3	20.5	20.7	20.9	21.0	21.2

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5. *Measuring tolerance: ±3%.

Electrical characteristics with different power bin (reference to 10% Irradiance ratio)

Total Equivalent power -P _{MAX} (Wp)	567	573	578	583	589	594
Maximum Power Voltage-V _{MPP} (V)	31.0	31.2	31.4	31.6	31.8	32.0
Maximum Power Current-I _{MPP} (A)	18.31	18.36	18.41	18.45	18.50	18.56
Open Circuit Voltage-V _{oc} (V)	37.3	37.5	37.7	37.9	38.1	38.3
Short Circuit Current-I _{sc} (A)	19.46	19.52	19.58	19.63	19.68	19.72
Irradiance ratio (rear/front)	10%					

Power Bifaciality: 70±5%.

ELECTRICAL DATA (NOCT)

Maximum Power-P _{MAX} (Wp)	401	405	409	413	416	420
Maximum Power Voltage-V _{MPP} (V)	28.8	29.0	29.2	29.4	29.5	29.7
Maximum Power Current-I _{MPP} (A)	13.93	13.97	14.02	14.08	14.10	14.14
Open Circuit Voltage-V _{oc} (V)	35.1	35.3	35.5	35.7	35.9	36.1
Short Circuit Current-I _{sc} (A)	14.66	14.70	14.75	14.79	14.82	14.85

NOCT: Irradiance at 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s.

MECHANICAL DATA

Solar Cells	Monocrystalline
No. of cells	110 cells
Module Dimensions	2384×1096×30 mm (93.86×43.15×1.18 inches)
Weight	32.3 kg (71.2lb)
Front Glass	2.0 mm (0.08 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant material	EVA/POE
Back Glass	2.0 mm (0.08 inches), Heat Strengthened Glass (White Grid Glass)
Frame	30mm(1.18 inches) Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP 68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm ² (0.006 inches ²), Portrait: 280/280 mm(11.02/11.02 inches) Length can be customized
Connector	MC4 EVO2 / TS4*

*Please refer to regional datasheet for specified connector.

TEMPERATURE RATINGS

NOCT (Nominal Operating Cell Temperature)	43°C (±2°C)
Temperature Coefficient of P _{MAX}	-0.34%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.25%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.04%/°C

MAXIMUM RATINGS

Operational Temperature	-40~+85°C
Maximum System Voltage	1500V DC (IEC) 1500V DC (UL)
Max Series Fuse Rating	35A

WARRANTY

12 year Product Workmanship Warranty
 30 year Power Warranty
 2% first year degradation
 0.45% Annual Power Attenuation

(Please refer to product warranty for details)

PACKAGING CONFIGURATION

Modules per box: 36 pieces
 Modules per 40' container: 720 pieces

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter. Ogni serie di moduli è, inoltre, munita di diodo di blocco per isolare ogni stringa dalle altre in caso di accidentali ombreggiamenti, guasti etc.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici sarà messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

I moduli verranno orientati in direzione nord-sud, con un'inclinazione variabile (angolo di tilt) in modo da garantire la perpendicolarità tra il modulo e i raggi solari nell'arco dell'intera giornata.

Per completezza delle informazioni si riporta di seguito la scheda tecnica dei moduli fotovoltaici utilizzati.



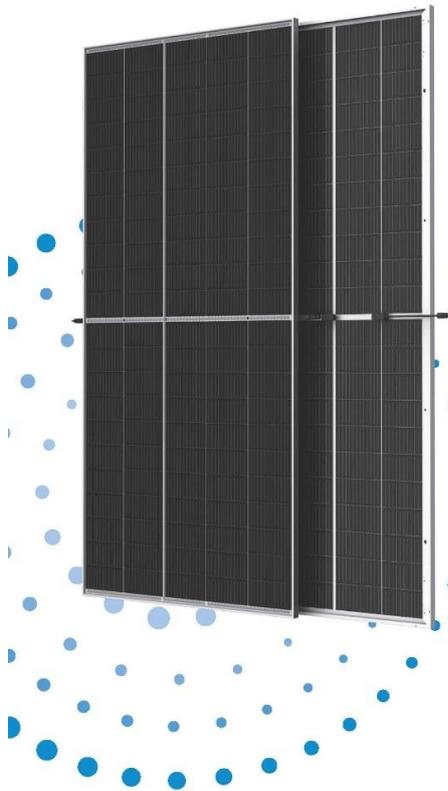
BIFACIAL DUAL GLASS MONOCRYSTALLINE MODULE

PRODUCT: TSM-DEG19C.20
 PRODUCT RANGE: 525-555W

555W
 MAXIMUM POWER OUTPUT

0~+5W
 POSITIVE POWER TOLERANCE

21.2%
 MAXIMUM EFFICIENCY



High customer value

- Lower LCOE (Levelized Cost Of Energy), reduced BOS (Balance of System) cost, shorter payback time
- Lowest guaranteed first year and annual degradation;
- Designed for compatibility with existing mainstream system components
- Higher return on Investment



High power up to 555W

- Up to 21.2% module efficiency with high density interconnect technology
- Multi-busbar technology for better light trapping effect, lower series resistance and improved current collection



High reliability

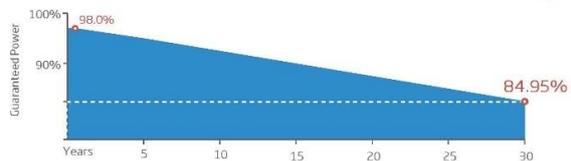
- Minimized micro-cracks with innovative non-destructive cutting technology
- Ensured PID resistance through cell process and module material control
- Resistant to harsh environments such as salt, ammonia, sand, high temperature and high humidity areas
- Mechanical performance up to 5400 Pa positive load and 2400 Pa negative load



High energy yield

- Excellent IAM (Incident Angle Modifier) and low irradiation performance, validated by 3rd party certifications
- The unique design provides optimized energy production under inter-row shading conditions
- Lower temperature coefficient (-0.34%) and operating temperature
- Up to 25% additional power gain from back side depending on albedo

Trina Solar's Vertex Bifacial Dual Glass Performance Warranty



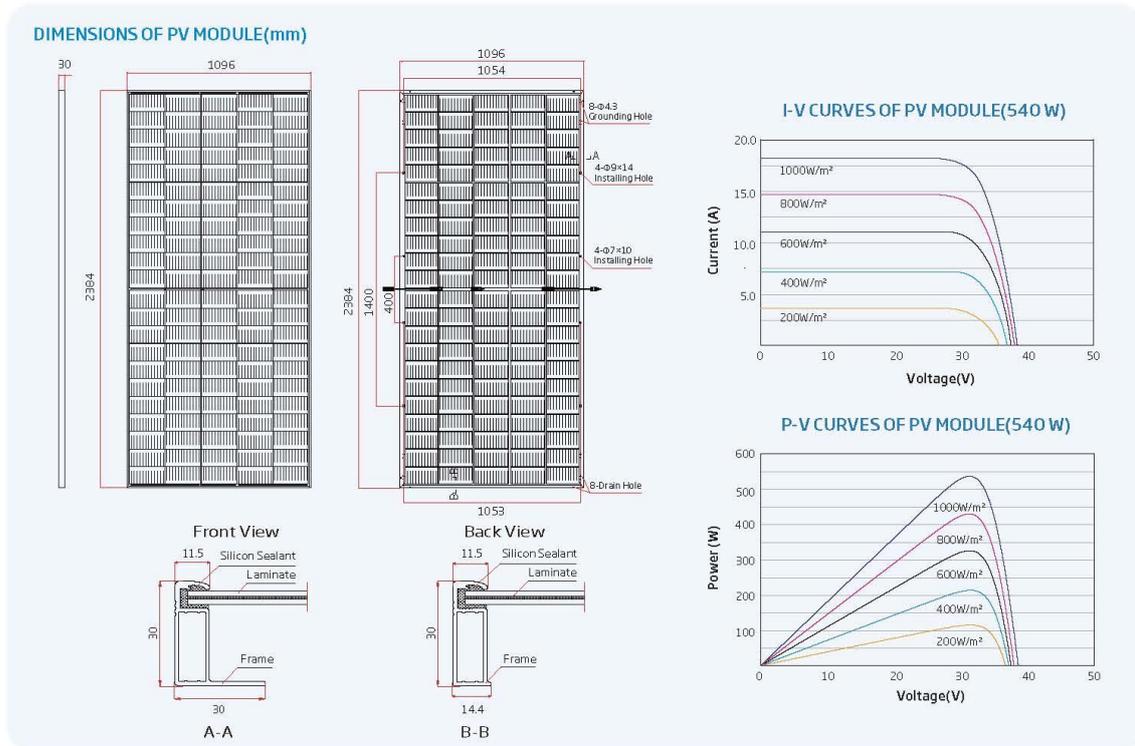
Comprehensive Products and System Certificates



IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716/UL61730
 ISO 9001: Quality Management System
 ISO 14001: Environmental Management System
 ISO14064: Greenhouse Gases Emissions Verification
 ISO45001: Occupational Health and Safety Management System



Figura 3-1 - Scheda tecnica dei moduli fotovoltaici



ELECTRICAL DATA (STC)

Peak Power Watts- P_{max} (Wp) *	530	535	540	545	550	555
Power Tolerance- P_{max} (W)	0 ~ +5					
Maximum Power Voltage- V_{MPP} (V)	31.0	31.2	31.4	31.6	31.8	32.0
Maximum Power Current- I_{MPP} (A)	17.11	17.16	17.21	17.24	17.29	17.35
Open Circuit Voltage- V_{oc} (V)	37.3	37.5	37.7	37.9	38.1	38.3
Short Circuit Current- I_{sc} (A)	18.19	18.24	18.30	18.35	18.39	18.43
Module Efficiency η_m (%)	20.3	20.5	20.7	20.9	21.0	21.2

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass 1.5. *Measuring tolerance: ±3%.

Electrical characteristics with different power bin (reference to 10% Irradiance ratio)

Total Equivalent power - P_{max} (Wp)	567	573	578	583	589	594
Maximum Power Voltage- V_{MPP} (V)	31.0	31.2	31.4	31.6	31.8	32.0
Maximum Power Current- I_{MPP} (A)	18.31	18.36	18.41	18.45	18.50	18.56
Open Circuit Voltage- V_{oc} (V)	37.3	37.5	37.7	37.9	38.1	38.3
Short Circuit Current- I_{sc} (A)	19.46	19.52	19.58	19.63	19.68	19.72
Irradiance ratio (rear/front)	10%					

Power Bifaciality: 70±5%.

ELECTRICAL DATA (NOCT)

Maximum Power- P_{max} (Wp)	401	405	409	413	416	420
Maximum Power Voltage- V_{MPP} (V)	28.8	29.0	29.2	29.4	29.5	29.7
Maximum Power Current- I_{MPP} (A)	13.93	13.97	14.02	14.08	14.10	14.14
Open Circuit Voltage- V_{oc} (V)	35.1	35.3	35.5	35.7	35.9	36.1
Short Circuit Current- I_{sc} (A)	14.66	14.70	14.75	14.79	14.82	14.85

NOCT: Irradiance at 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s.

MECHANICAL DATA

Solar Cells	Monocrystalline
No. of cells	110 cells
Module Dimensions	2984×1096×30 mm (99.86×43.15×1.18 inches)
Weight	32.3kg (71.2lb)
Front Glass	2.0 mm (0.08 inches), high Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant material	EVA/POE
Back Glass	2.0 mm (0.08 inches), Heat Strengthened Glass (White Grid Glass)
Frame	30mm (1.18 inches) Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP 68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm ² (0.006 inches ²), Portrait: 280/280 mm (11.02/11.02 inches) Length can be customized
Connector	MC4 EVO2 / TS4*

*Please refer to regional datasheet for specified connector.

TEMPERATURE RATINGS

NOCT (Nominal Operating Cell Temperature)	43°C (±2°C)
Temperature Coefficient of P_{max}	-0.34%/°C
Temperature Coefficient of V_{oc}	-0.25%/°C
Temperature Coefficient of I_{sc}	0.04%/°C

MAXIMUM RATINGS

Operational Temperature	-40~+85°C
Maximum System Voltage	1500V DC (IEC)
	1500V DC (UL)
Max Series Fuse Rating	35A

WARRANTY

12 year Product Workmanship Warranty
30 year Power Warranty
2% first year degradation
0.45% Annual Power Attenuation

(Please refer to product warranty for details)

PACKAGING CONFIGURATION

Modules per box: 36 pieces
Modules per 40' container: 720 pieces



CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THE PRODUCT.

© 2022 Trina Solar Co., Ltd. All rights reserved. Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.

Version number: TSM_EN_2022_A

www.trinasolar.com

Figura 3-2 - Scheda tecnica dei moduli fotovoltaici

3.2. Inverter di stringa

Gli inverter, gruppo di conversione di corrente da continua ad alternata, scelti per la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico sono il modello "Huawei SUN2000-215KTL-H3" (o similari disponibili sul mercato), di potenza nominale pari a 200 kW.

La connessione delle stringhe ad ogni inverter avverrà direttamente ed ognuno di essi sarà destinato al collegamento di 14 o 15 stringhe. Sono previsti in totale un numero di inverter pari a 130 per un totale di 1899 stringhe. Come già specificato gli inverter verranno direttamente alloggiati con appositi sistemi di ancoraggio alle strutture, al di sotto dei moduli fotovoltaici, come mostrato a titolo di esempio nel dettaglio di seguito riportato. Si riporta, inoltre, di seguito la scheda tecnica del modello di inverter scelto.



Figura 3-3 - Modello inverter "Huawei SUN2000-215KTL-H3"

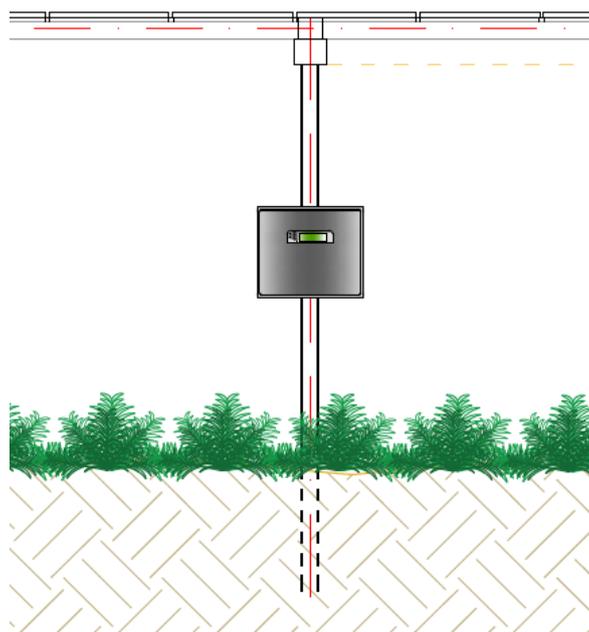


Figura 3-4 - Dettaglio alloggiamento dell'inverter sulle strutture dei moduli

SUN2000-215KTL-H3
Technical Specifications

Efficiency	
Max. Efficiency	≥99.0%
European Efficiency	≥98.6%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Number of MPP Trackers	3
Max. Current per MPPT	100A/100A/100A
Max. PV Inputs per MPPT	4/5/5
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Output	
Nominal AC Active Power	200,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	144.4 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 1%
Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch)
Weight (with mounting plate)	≤86 kg (191.8 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Staubli MC4 EVO2
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless

Figura 3-5 - Scheda tecnica dell'inverter

3.3. Trasformatori

L'energia elettrica prodotta dall'impianto, dagli inverter di stringa viene convogliata alle cabine di trasformazione che innalzano la tensione da 800 V a 30 kV. L'impianto è dotato di 1 trasformatore di potenza pari a 500 kVA, 12 trasformatori di potenza pari a 1000 kVA e 7 trasformatori di potenza pari a 2000 kVA. L'energia elettrica così trasformata sarà quindi convogliata, mediante cavidotti interrati MT e successiva Dorsale MT a 30 kV alla nuova Sottostazione Elettrica Utente 150/30 kV (SSEU FV-Pinicelle) dove la tensione sarà successivamente convogliata tramite elettrodotto AT interrato 150 kV allo stallo condiviso assegnato, da realizzare in una futura stazione di smistamento 150 kV da costruire nelle immediate vicinanze della Stazione di Trasformazione 380/150 kV "Brindisi".

Saranno utilizzati **trasformatori in resina** (da 500 kVA, da 1000 kVA e da 2000 kVA) dei quali si riportano di seguito le schede tecniche a titolo esemplificativo.



Green efficiency

IN RESINA

TR-PA

da 100 a 3150 kVA - 17,5 - 24 kV
 perdite Ao - Ak in accordo
 CEI EN 50541-1

GENERALITÀ

Il miglioramento dell'efficienza energetica oggi non può più essere considerato uno slogan, ma una necessità del nostro tempo. I trasformatori ad alta efficienza della serie TR PA nascono proprio a questo scopo garantendo:

- risparmio dei costi di gestione degli impianti, grazie ai bassi valori di perdite.
- riduzione del consumo delle risorse energetiche.
- riduzione delle emissioni di CO₂.



RISPARMI ANNUI (MASSIMI) RISPETTO AI TRASFORMATORI CON PERDITE IN ACCORDO NORME CEI 14-12 / HD 538.1 / HD 538.2

POTENZA NOMINALE kVA	100	160	250	400	630	800	1.000	1.250	1.600	2.000	2.500	3.150
MINOR CONSUMO MWh	3,8	5,3	6,7	12,7	9,2	18,4	24,1	26,3	34,2	29,8	51,7	71,8
MINORI EMISSIONI CO ₂ (TON)	2,8	3,9	5,0	9,5	6,9	13,8	18,1	19,7	25,6	22,3	38,8	53,9
RISPARMIO TEP*	0,7	1,0	1,2	2,4	1,7	3,4	4,5	4,9	6,4	5,6	9,7	13,4

*TONNELLATE EQUIVALENTI PETROLIO



PECULIARITÀ

- Normative di riferimento:
- CEI EN 60067-1,2,3,4,5 -11
 - CEI EN 50541-1
- Le fasi di progettazione e costruzione oltre rispondere alle normative CEI EN tengono conto anche delle seguenti norme:
- ISO 9001 :2008 per quanto riguarda gli standard e le procedure relativi alla qualità.
 - ISO 14001 :2004 per quanto riguarda le problematiche ambientali.
- Facili e veloci da installare risultano adatti a essere utilizzati in:
- cabine di trasformazione MT/BT di tipo prefabbricato e di dimensioni contenute.
 - aree a rischio incendio e inquinamento.
 - edifici con accesso al pubblico.
- Inoltre il loro smaltimento risulta semplice e a basso impatto ambientale.

DESCRIZIONE

- I trasformatori in resina trifase presentano le seguenti caratteristiche:
- Avvolgimenti MT inglobati in resina.
 - Avvolgimenti BT impregnati in resina.
 - Nucleo magnetico realizzato con lamierini a cristalli orientati a basse perdite, con tecnologia di giunzione step lap.
 - Livello di scariche parziali < 10 pC.
 - Classe termica F - Sovratemperatura 100 K.
 - Temperatura ambiente ≤ 40°C, altitudine ≤ 1000 m
 - Autoestinguenti con bassa emissioni di fumi classificazione F1.
 - Resistenti agli shock termici classificazione C2.
 - Resistenti all'umidità e all'inquinamento atmosferico classificazione E2.

ACCESSORI A COMPLETAMENTO SEMPRE FORNITI

- Piastre di connessione terminali BT.
- Morsetteria cambio tensione primaria a 5 posizioni.
- Targa caratteristica.
- Golfari di sollevamento.
- Morsetti di terra.
- Ruote orientabili.

Figura 3-6 - Scheda tecnica dei trasformatori

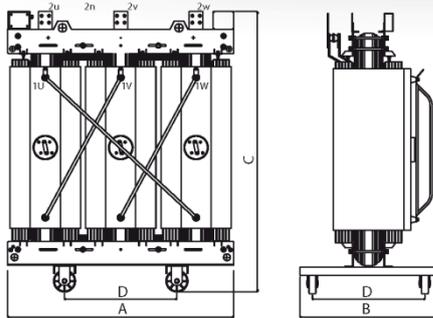
DA 100 A 3150 KVA 17,5 24 KV
 PERDITE A₀ - A_k IN ACCORDO
 CEI EN 505411



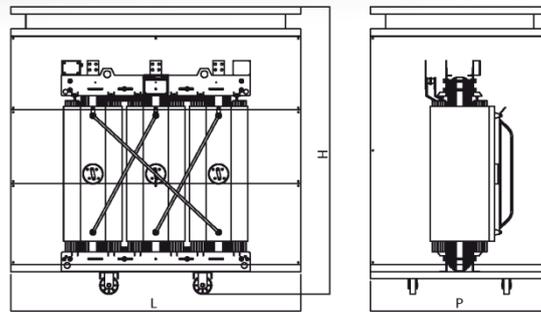
IN RESINA
TR-PA

POTENZA NOMINALE kVA		100	160	250	400	630	800	1.000	1.250	1.600	2.000	2.500	3.150
PERDITE A VUOTO	W	280	350	520	750	1.100	1.300	1.550	1.800	2.200	2.600	3.100	3.800
PERDITE A CARICO A 75 °C	W	1.575	2.275	2.975	3.950	6.200	7.000	7.875	9.625	11.375	14.000	16.625	19.250
PERDITE A CARICO A 120 °C	W	1.800	2.600	3.400	4.500	7.100	8.000	9.000	11.000	13.000	16.000	19.000	22.000
CORRENTE A VUOTO I ₀	%	1	0,9	0,8	0,8	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4
TENSIONE DI C.T.O C.T.O V _{cc}	%	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
CORRENTE DI INSERZIONE IE/IN		11,5	10,5	10,00	9,5	9,5	9	9	8,5	8,5	8	8	7,5
RENDIMENTO A 75°C													
COSφ 1 CARICO 100%	%	98,15	98,36	98,60	98,83	98,84	98,96	99,06	99,09	99,15	99,17	99,21	99,27
COSφ 1 CARICO 75%	%	98,45	98,65	98,83	99,01	99,03	99,13	99,20	99,23	99,28	99,30	99,34	99,38
COSφ 0,9 CARICO 100%	%	97,90	98,14	98,41	98,67	98,68	98,82	98,93	98,96	99,04	99,06	99,10	99,17
COSφ 0,9 CARICO 75%	%	98,25	98,47	98,68	98,88	98,90	99,01	99,10	99,13	99,19	99,21	99,25	99,30
CADUTA DI TENSIONE A 75°C													
COSφ 1 CARICO 100%	%	1,74	1,59	1,36	1,16	1,16	1,05	0,96	0,95	0,89	0,88	0,84	0,79
COSφ 0,9 CARICO 100%	%	4,04	3,93	3,75	3,59	3,59	3,5	3,43	3,41	3,36	3,36	3,33	3,28
RUMORE													
POT. ACUSTICA (L _{wa})	dB(A)	51	54	57	60	62	64	65	67	68	70	71	74

DIMENSIONI E PESI (INDICATIVI)
 Senza Box protezione IP 00



Con Box protezione IP 31



TENSIONE DI ISOLAMENTO 17,5 kV		100	160	250	400	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
LUNGHEZZA (A)	mm	1.000	1.100	1.250	1.450	1.450	1.650	1.650	1.650	1.900	1.900	1.900	2.200
PROFONDITÀ (B)	mm	650	650	650	800	800	1.000	1.000	1.000	1.200	1.200	1.200	1.200
ALTEZZA (C)	mm	1.150	1.250	1.350	1.500	1.700	1.800	1.900	2.050	2.150	2.250	2.350	2.550
INTERASSE RUOTE (D)	mm	520	520	520	670	670	820	820	820	1.000	1.000	1.000	1.000
DIAMETRO RUOTE	mm	100	100	100	100	160	160	160	160	160	160	160	160
PESO	kg	600	750	1.000	1.400	1.750	2.150	2.550	2.900	3.400	3.900	4.750	6.100
ESECUZIONE IP31													
		TIPO 1			TIPO 2		TIPO 3		TIPO 4			TIPO 5	
LUNGHEZZA (L)	mm	1.700			1.950		2.200		2.500			2.800	
PROFONDITÀ (P)	mm	1.000			1.200		1.300		1.500			1.500	
ALTEZZA (H)	mm	1.850			2.000		2.400		2.650			2.900	
PESO ARMADIO	kg	220			260		320		360			400	
TENSIONE DI ISOLAMENTO 24 kV													
LUNGHEZZA (A)	mm	1.100	1.150	1.250	1.450	1.650	1.650	1.900	1.900	1.900	1.900	1.900	2.200
PROFONDITÀ (B)	mm	650	650	650	800	1.000	1.000	1.000	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200
ALTEZZA (C)	mm	1.200	1.350	1.400	1.550	1.750	1.850	1.950	2.050	2.150	2.250	2.400	2.550
INTERASSE RUOTE (D)	mm	520	520	670	670	820	820	820	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
DIAMETRO RUOTE	mm	100	100	100	100	160	160	160	160	160	160	160	160
PESO	kg	700	850	1.150	1.600	1.900	2.350	2.750	3.100	3.700	4.400	5.250	6.250
ESECUZIONE IP31													
		TIPO 1			TIPO 2		TIPO 3		TIPO 4			TIPO 5	
LUNGHEZZA (L)	mm	1700			1950		2200		2500			2800	
PROFONDITÀ (P)	mm	1000			1200		1300		1500			1500	
ALTEZZA (H)	mm	1850			2000		2400		2650			2900	
PESO ARMADIO	kg	220			260		320		360			400	



LOC. S. ANNA 22/24 - 25011 CALGINATO - BRESCIA - ITALY
 TEL. +39 030 9636020-028-596 FAX +39 030 9980218
 www.mftrasformatori.it - info@mftrasformatori.it



Figura 3-7 - Scheda tecnica dei trasformatori

3.4. Strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici (Tracker)

I moduli fotovoltaici sono fissati sul terreno per mezzo di apposite strutture, denominati *inseguitori monoassiali*, composte da vele in grado di consentire il montaggio e lo smontaggio, per ciascuna struttura, in modo rapido e indipendente dalla presenza o meno di strutture contigue.

Tali strutture possono essere in alluminio o in acciaio zincato.

Gli inseguitori fotovoltaici monoassiali sono dispositivi che “inseguono” il Sole ruotando attorno ad un solo asse, in modo tale da permettere al pannello fotovoltaico un’esposizione perpendicolare ai raggi del sole con conseguente massimizzazione dell’energia elettrica prodotta.

A seconda dell’orientazione di tale asse, si possono distinguere quattro tipo di inseguitori: *inseguitori di tilt*, *inseguitori di rollio*, *inseguitori di azimut*, *inseguitori ad asse polare*.

Nel caso in esame, vengono utilizzati gli *inseguitori di tilt* che presentano il vantaggio di costi contenuti sul mercato e assenza di movimenti meccanici che potrebbero guastarsi e necessitare di manutenzione (bassi costi di manutenzione).

Il calcolo e le verifiche strutturali dell’inseguitore monoassiale verranno meglio trattate nella fase esecutiva del progetto.

Le strutture utilizzate saranno della tipologia come da scheda tecnica di seguito riportata, o similari.

SKYSMART TRACKER SPECIFICATIONS	
Tracking Type	Independent Horizontal Single Axis Tracker
Tracking Range	Up to 120°(±60°)
Driving System	One Slewing Gear, 24VDC Motor
Modules per Tracker	Up to 90 modules per tracker
System Voltage	1,000 Volt or 1,500 Volt
Ground Coverage Ratio	Fully configurable by customer, typical range 33%-55%
Foundation Options	Ramming/Pre-drilling/Concrete Piles/Screw Pile
Terrain Adaption	Up to 20% N-S Slope
Structure Material	Hot Dipped Galvanized/Pre-Galvanized Steel
Power Supply	Self-powered PV series
Daily Energy Consumption	Typical 0.08kWh
Standard Wind Design	105mph(47m/s) per ASCE7-10, higher wind load available
Wind Protection	Stow when wind speed > 18m/s
Module Supported	Most commercially available
Operation Temperature	-30°C to 60°C
ELECTRONIC CONTROLLER SPECIFICATIONS	
Control System	1 Controller per 3 Trackers
Control Algorithm	Astronomical Algorithms + Tilt Sensor Close Loop
Tracking Accuracy	± 2°
Backtracking	Yes
Communication	RS 485 cable/ LoRa wireless
Night Position	Yes

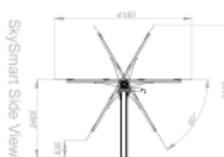


Figura 3-8 - Scheda tecnica delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici utilizzate

L'asse di rotazione (asse principale del tracker) è in linea generale orientato nella direzione Nord-Sud, ma nel caso particolare oggetto di questo studio, avrà una inclinazione (azimut) di 0° per tutto l'impianto. Piccole rotazioni sono possibili in relazione alla conformazione del terreno. Il range di rotazione è di $-55^\circ/+55^\circ$. La movimentazione dei tracker nell'impianto fotovoltaico è controllata da un software che include un algoritmo di backtracking per evitare ombre reciproche tra file adiacenti. Quando l'altezza del sole è bassa, i pannelli ruotano dalla loro posizione ideale di inseguimento per evitare l'ombreggiamento reciproco, che ridurrebbe la potenza elettrica delle stringhe.

L'inclinazione non ideale riduce la radiazione solare disponibile ai pannelli fotovoltaici, ma aumenta l'output complessivo dell'impianto, in quanto globalmente le stringhe fotovoltaiche sono esposte in maniera più uniforme all'irraggiamento solare.

Da un punto di vista strutturale il tracker è realizzato in alluminio o in acciaio da costruzione in conformità all'Eurocodici, con maggior parte dei componenti zincati a caldo. I tracker possono resistere fino a velocità del vento di 55 km/h , ed avviano la procedura di sicurezza (ruotando fin all'angolo di sicurezza) quando le raffiche di vento hanno velocità superiore a 50 km/h . L'angolo di sicurezza non è zero (posizione orizzontale) ma un angolo diverso da zero, per evitare instabilità dinamico ovvero particolari oscillazioni che potrebbero danneggiare i moduli ed il tracker stesso.

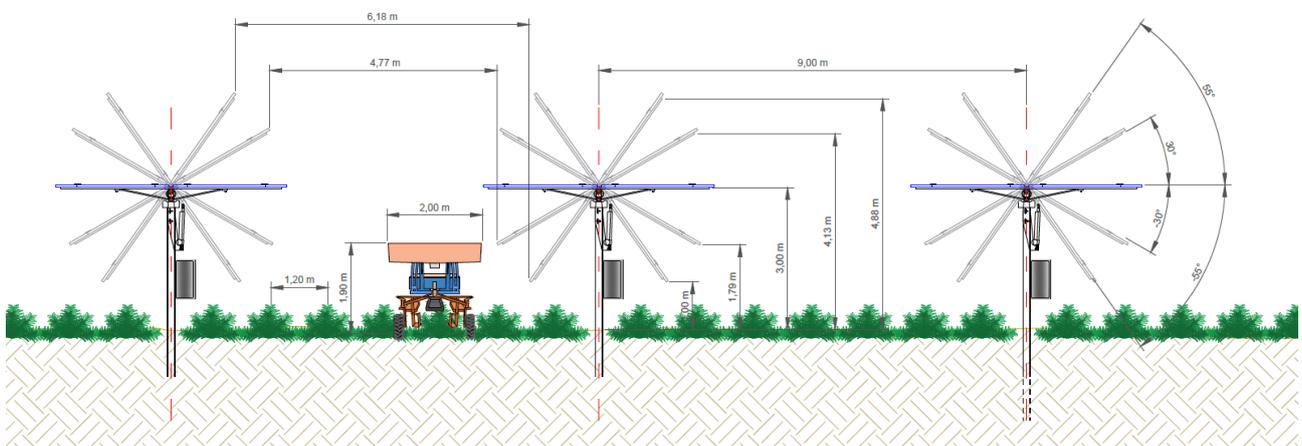


Figura 3-9 - Particolare costruttivo in sezione delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici

Per quanto attiene le fondazioni, i tracker saranno fissati al terreno tramite pali infissi direttamente "battuti" nel terreno. La profondità di infissione, in fase esecutiva, varia in base alle caratteristiche del terreno. La scelta di questo tipo di inseguitore evita l'utilizzo di cemento e minimizza i movimenti terra per la loro installazione.

3.5. Cavi BT

Per il collegamento delle stringhe agli Inverter di stringa e da questi ai Trasformatori vengono utilizzati cavi BT conformi CPR FG16R16 o equivalenti. Si riportano a seguire le caratteristiche principali dei cavi.

FG16R16-0,6/1 kV FG16OR16-0,6/1 kV

Costruzione, requisiti elettrici, fisici e meccanici:	CEI 20-13
	IEC 60502-1
	CEI UNEL 35318 (energia) CEI UNEL 35322 (segnalamento)
Direttiva Bassa Tensione:	2014/35/UE
Direttiva RoHS:	2011/65/UE

REAZIONE AL FUOCO

 CONFORME CPR REGOLAMENTO 305/2011/UE	
Norma:	EN 50575:2014+A1:2016
Classe:	C _{ca} -s3, d1, a3
Classificazione: (CEI UNEL 35016)	EN 13501-6
Emissione di calore e fumi e sviluppo della fiamma	EN 50399
Non propagazione della fiamma:	EN 60332-1-2
Gas corrosivi e alogenidrici:	EN 60754-2
Organismo Notificato:	0051 - IMQ
CE	2017



Descrizione

- Conduttore: rame rosso, formazione flessibile, classe 5
- Isolamento: gomma, qualità G16
- Riempitivo: termoplastico, penetrante tra le anime (solo nei cavi multipolari)
- Guaina: PVC, qualità R16
- Colore: grigio

Caratteristiche funzionali

- Tensione nominale U_0/U : 600/1000 V c.a.
1500 V c.c.
- Tensione massima U_m : 1200 V c.a.
1800 V c.c. anche verso terra
- Tensione di prova industriale: 4000 V
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

Caratteristiche particolari

Buona resistenza agli oli e ai grassi industriali. Buon comportamento alle basse temperature. Resistente ai raggi UV.

Colori delle anime

- UNIPOLARE ●
- BIPOLORE ● ●
- TRIPOLARE ● ● ● oppure ● ● ●
- QUADRIPOLORE ● ● ● ● oppure ● ● ● ●
- PENTAPOLARE ● ● ● ● ● oppure ● ● ● ● ●

Le anime nei cavi multipli per segnalamento e comando sono nere numerate con o senza conduttore G/V.

Marcatura

LA TRIVENETA CAVI FG16(O)R16 0,6/1 kV [form.] Cca-s3,d1,a3 IEMMEQU EFP [anno] [ordine] [metrica]

Condizioni di posa

- Temperatura minima di posa: 0°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 4 volte il diametro del cavo
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 50 N/mm² di sezione del rame

Impiego e tipo di posa

Riferimento Guida CEI 20-67 per quanto applicabile:
 Il cavo è adatto per l'alimentazione di energia nell'industria, nei cantieri, nell'edilizia residenziale. Per posa fissa all'interno e all'esterno, anche in ambienti bagnati; per posa interrata diretta e indiretta. Adatto all'installazione all'aria aperta, su murature e strutture metalliche, su passarelle, tubazioni, canalette e sistemi similari.

Riferimento Regolamento Prodotti da Costruzione 305/2011 EU e Norma EN 50575:
 Date le proprietà di limitare lo sviluppo del fuoco e l'emissione di calore, il cavo è adatto per l'alimentazione di energia elettrica nelle costruzioni ed altre opere di ingegneria civile.

Figura 3-10 - Scheda tecnica Cavi BT

3.6. Cavi MT

Per il collegamento tra i Trasformatori e le Cabine di Parallelo e di quest'ultime tra loro vengono utilizzati cavi MT conformi CPR RG7H1M1 - 18/30 kV o equivalenti. Si riportano a seguire le caratteristiche principali dei cavi. Anche per le due Dorsali MT interrate verranno utilizzati cavi MT conformi CPR RG7H1M1 - 18/30 kV o equivalenti.

SLIMPOWER HT 105 RG7H1M1 -12/20 kV RG7H1M1 -18/30 kV

Costruzione, requisiti elettrici fisici e meccanici:	IEC 60502 (p.q.a.) CEI 20-13 (p.q.a.) HD 620
Non propagazione dell'incendio:	EN 60332-3-24 (CEI 20-22 III)
Gas corrosivi o alogenidrici:	EN 50267-2-1
Emissione di fumi (trasmissanza):	EN 61034-2
Resistenza agli idrocarburi:	CEI 20-34/0-1

REAZIONE AL FUOCO

 CONFORME CPR REGOLAMENTO 305/2011/UE	
Norma:	EN 50575:2014+A1:2016
Classe:	E _{ca}
Classificazione:	EN 13501-6
Propagazione della fiamma:	EN 60332-1-2
Organismo Notificato:	2479 - L.S. FIRE TESTING INSTITUTE
CE	2017



Descrizione

- Cavi unipolari isolati in gomma HEPR di qualità G7, a spessore ridotto, con temperatura massima di esercizio di 105°C.
Un'elevata temperatura di esercizio ne consente l'impiego con un sovraccarico del 10% circa in esercizio continuo e/o maggiori margini in situazioni critiche rispetto ai cavi tradizionali.
- Conduttore: rame rosso, formazione rigida compatta, classe 2
- Strato semiconduttore: estruso
- Isolamento (spessore ridotto): gomma, qualità G7 senza piombo (HD 620 DHI 2)
- Strato semiconduttore: estruso, pelabile a freddo
- Schermo: fili di rame rosso, con nastro di rame in controspirale
- Guaina: termoplastica LS0H, qualità M1
- Colore: rosso

LS0H = Low Smoke Zero Halogen

N.B. Il cavo può essere fornito nella versione tripolare riunito ad elica visibile. In tal caso la sigla di designazione diventa RG7H1M1X seguita dalla tensione nominale di esercizio.

Condizioni di posa

- Temperatura minima di posa: 0°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 12 volte il diametro del cavo
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 60 N/mm² di sezione del rame

Marcatura

Pb free CEI 20-22 III CAT. C LA TRIVENETA CAVI RG7H1M1 SLIMPOWER HT105 12/20 kV Eca [form.] [anno] [ordine] [metrica]
Pb free CEI 20-22 III CAT. C LA TRIVENETA CAVI RG7H1M1 SLIMPOWER HT105 18/30 kV Eca [form.] [anno] [ordine] [metrica]

Caratteristiche funzionali

- Tensione nominale di esercizio
RG7H1M1 -12/20 kV: U_o/U 12/20 kV
RG7H1M1 -18/30 kV: U_o/U 18/30 kV
- Tensione massima di esercizio
RG7H1M1 -12/20 kV: U_m 24 kV
RG7H1M1 -18/30 kV: U_m 36 kV
- Temperatura massima di esercizio: 105°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura massima di corto circuito: 300°C

Impiego e tipo di posa

Adatto per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze; particolarmente indicati nei luoghi con pericolo d'incendio, nei locali dove si concentrano apparecchiature, quadri e strumentazioni dove è fondamentale la loro salvaguardia.

Ammessa la posa interrata, in conformità all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17.

Riferimento Regolamento Prodotti da Costruzione 305/2011/UE e Norma EN 50575:

Il cavo è adatto per l'alimentazione di energia elettrica nelle costruzioni ed altre opere di ingegneria civile.

Figura 3-11 - Scheda tecnica Cavi MT

3.7. Dispositivi di protezione sul collegamento alla rete elettrica

La protezione del sistema di generazione fotovoltaica nei confronti sia della rete autoproduttore che della rete di distribuzione pubblica è realizzata in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-20 e dalla norma CEI-016.

Eventuali modifiche all'architettura finale del sistema di connessione, protezione e regolazione saranno concordate con il gestore di rete come richiesto nella Delibera 188/05 dell'Autorità dell'energia elettrica ed il gas.

L'impianto risulta equipaggiato con un sistema di protezione che si articola su tre livelli:

1. dispositivo del generatore;
2. dispositivo di interfaccia;
3. dispositivo generale.

1. Dispositivo del generatore

Ciascun inverter è protetto in uscita da un interruttore automatico con sganciatore di apertura collegato al pannello DV601 del dispositivo di interfaccia in modo da agire di rincalzo al dispositivo di interfaccia stesso. L'inverter è anche dotato di dispositivi contro le sovratensioni generate in condizioni anomale lato AC.

2. Dispositivo di interfaccia

Il dispositivo di interfaccia (DI) gestisce la disconnessione automatica dell'impianto di generazione in caso di mancanza di tensione sulla rete di distribuzione. Questo fenomeno, detto funzionamento in isola, deve essere assolutamente evitato, soprattutto perché può tradursi in condizioni di pericolo per il personale addetto alla ricerca e alla riparazione dei guasti.

Il DI è costituito da un interruttore in BT con bobina di sgancio a mancanza di tensione.

A protezione della rete di distribuzione pubblica, come richiesto dalla norma CEI-016, è presente un dispositivo di interfaccia che assicura protezioni 27, 81, 59, 59N.

3. Dispositivo generale

Il dispositivo generale (DG) ha la funzione di salvaguardare il funzionamento della rete nei confronti di guasti nel sistema di generazione elettrica.

Il dispositivo generale può essere costituito da un interruttore in esecuzione estraibile con sganciatore di apertura oppure interruttore con sganciatore di apertura e sezionatore da installare sul lato rete Terna dell'interruttore.

3.8. Cablaggio elettrico interno all'impianto

Le sezioni dei cavi per i vari collegamenti sono tali da assicurare una durata di vita soddisfacente dei conduttori e degli isolamenti sottoposti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente elettrica per periodi prolungati e in condizioni ordinarie di esercizio.

Il calcolo delle sezioni dei cavi in corrente continua, corrente alternata e di media tensione è esplicitato nella relativa relazione tecnica sui calcoli preliminari di impianto.

3.9. Protezione elettriche

La protezione contro i contatti diretti è assicurata dall'utilizzo dei seguenti accorgimenti:

- utilizzo di componenti dotati di marchio CE (Direttiva CEE 73/23);
- utilizzo di componenti aventi un idoneo grado di protezione alla penetrazione di solidi e liquidi;
- collegamenti effettuati utilizzando cavo rivestito con guaina esterna protettiva, idoneo per la tensione nominale utilizzata e alloggiato in condotto porta cavi (canale o tubo a seconda del tratto) idoneo allo scopo.

Alcuni brevi tratti di collegamento tra i moduli fotovoltaici non risultano alloggiati in tubi o canali.

Questi collegamenti, tuttavia, essendo protetti dai moduli stessi, non sono soggetti a sollecitazioni meccaniche di alcun tipo, né risultano ubicati in luoghi ove sussistano rischi di danneggiamento.

La protezione contro i contatti indiretti viene suddivisa per la parte in AC e per la parte in DC.

La protezione contro i contatti indiretti (per la parte in AC) è, in questo caso, assicurata dal seguente accorgimento:

- collegamento al conduttore di protezione PE di tutte le masse, ad eccezione degli involucri metallici delle apparecchiature di Classe II;
- verifica, da eseguire in corso d'opera o in fase di collaudo, che i dispositivi di protezione inseriti nel quadro di distribuzione B.T. intervengano in caso di primo guasto verso terra con un ritardo massimo di 0,4 secondi, oppure che intervengano entro 5 secondi ma la tensione sulle masse in tale periodo non superi i 50 V.

La protezione nei confronti dei contatti indiretti (per la parte in DC) è in questo caso assicurata dalle seguenti caratteristiche dei componenti e del circuito:

- protezione differenziale $I_{dn} < 30 \text{ mA}$
- collegamento al conduttore PE delle carcasse metalliche.

L'elevato numero di moduli fotovoltaici, posizionati sul terreno, suggerisce misure di protezione aggiuntive rispetto a quanto prescritto dalle norme CEI 64-8, le quali consistono nel collegamento equipotenziale di ogni struttura di fissaggio facente capo ad una stringa di moduli fotovoltaici.

3.10. Impianto di messa a terra

L'impianto di terra interno delle cabine sarà costituito da una bandella di rame 30x3 mm e da un collettore 50x10 mm; realizzato mediante la messa a terra di tutte le incastellature metalliche con cavo N07V-K o equivalente e morsetti capicorda a compressione di materiale adeguato.

L'impianto di terra esterno della cabina è costituito da:

- un dispersore intenzionale che realizza un anello di corda di rame nudo da 35 mm² (ETP UNI 5649-71), posato ad una profondità di 0,5-0,8 m completo di morsetti per il collegamento tra rame e rame;
- morsetti a compressione in rame per realizzare le giunzioni tra i conduttori trasversali alla maglia principale;
- dispersori verticali in acciaio zincato (o ramato) H=1,5 m;
- morsetti in rame stagnato o ottone per il collegamento ai dispersori in acciaio;
- pozzetti in calcestruzzo armato vibrato di tipo carrabile completi di chiusino.

L'impianto di terra è stato 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 delle protezioni e-distribuzione.

3.10.1 Dimensionamento dell'impianto

In relazione all'art. 9.2.4 della norma CEI 99-3 in vigore, relativa agli impianti utilizzatori a tensione nominale maggiore di 1000V dotati di propria cabina di trasformazione, il valore della resistenza dell'impianto di terra deve essere tale che non si verifichino tensioni di contatto e di passo pericolose per le persone.

La tabella B-3 dell'allegato B indica i limiti per le tensioni di contatto e di passo, e per la tensione totale di terra, secondo la norma CEI 99-3, fasc. 5025.

Pertanto, noti la corrente di guasto $I_F = 50$ A e il tempo di eliminazione del guasto $t_F \gg 10$ sec, è sufficiente che la resistenza di terra (RE) soddisfi la condizione $RE \leq U_{Tp} / I_F$

$$RE \leq 80 / 50; \quad 1,6 \Omega$$

Il terreno di tipo argilloso ha una bassa resistività e quindi si presta bene alla dispersione a terra dell'impianto. La resistenza di terra verrà misurata con metodo voltamperometrico.

Terreno		Umido	Normale	Secco
	Argilloso	5	10	20

Durata del guasto t_f [s]	Tensione di contatto ammissibile U_{Tp} [V]
0,05	716
0,1	654
0,2	537
0,5	220
1	117
2	96
5	86
10	85
>10	80

Figura 3-12 - Tabella estratta dalla Norma CEI EN 50522 (CEI 99-3): fornisce i valori di tensione di contatto ammissibile U_{Tp} per il tempo di durata del guasto t_f .

3.10.2 Caratteristiche costruttive

L'impianto di terra è costituito da un anello equipotenziale in treccia di rame nudo in intimo contatto con il terreno con 4 picchetti ai vertici, di una rete elettrosaldata annegata nel cemento sotto tutta l'area della cabina e, con riferimento alla norma CEI 99-3, è:

- realizzato secondo le regole della buona tecnica;
- di caratteristiche tali che ne garantiscano la resistenza meccanica e alla corrosione;
- rispondente ai requisiti termici.

All'impianto di terra ("dispersore intenzionale") così realizzato sono collegati i "dispersori naturali" costituiti da tutte le masse e tutte le masse estranee.

Il resto dell'impianto, ovvero la parte in corrente continua è gestita come sistema IT. Sono collegati al nodo equipotenziale gli involucri metallici dei quadri e l'involucro metallico dell'inverter attraverso un conduttore di protezione PE. Le strutture metalliche degli inseguitori sono invece collegate all'impianto di protezione dalle scariche atmosferiche. I conduttori di protezione, in relazione ai conduttori di fase, sono dimensionati secondo tabella di seguito riportata.

Tabella 3-2 - Dimensionamento dei conduttori di protezione in relazione ai conduttori di fase

Sezione dei conduttori di fase S [mm ²]	Sezione minima dei conduttori di protezione S _p [mm ²]
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

3.11. Cabine di impianto

L'impianto sarà dotato di cabine di varie dimensioni costruite con apposite strutture prefabbricate. Tali strutture, vengono considerate come interventi di nuova costruzione come indicato all'art.3 lett. e) del DPR 380/01 s.m.i. e, pertanto, in sede di conferenza di servizi il comune si esprimerà attraverso permesso di costruire (atto di assenso che confluisce nella procedura di AU).

Per i dettagli costruttivi delle cabine si rimanda agli elaborati tecnici specifici.

Tutte le opere elettriche di allaccio in MT saranno effettuate rispettando le norme del CEI 0-16.

3.12. Cavidotto di collegamento alla rete elettrica

Il tracciato dei cavi MT si può distinguere in:

- **Cavo MT interrato (interno ai singoli sotto-impianti):** interessa il collegamento dei Trasformatori dei singoli sotto-impianti alle rispettive Cabine di Parallelo;
- **Cavo MT di parallelo interrato (interno al parco agro-fotovoltaico):** consente il collegamento tra i sotto-impianti del parco agro-fotovoltaico FV-Pinicelle a partire dalle rispettive Cabine di Parallelo ubicate in prossimità degli ingressi;
- **Dorsale MT interrata:** da interrare su viabilità esistente e collegherà le Cabine di Parallelo ubicate nei sotto-impianti FV-Lo Spada e FV-La Gonnella con la nuova Sottostazione Elettrica Utente (SSEU FV-Pinicelle) collegata in AT allo stallo condiviso assegnato, da realizzare in una futura stazione di smistamento 150 kV da costruire nelle immediate vicinanze della Stazione di Trasformazione 380/150 kV "Brindisi".

Scavo per il passaggio della Dorsale MT interrata

La sezione dello scavo avrà una profondità pari a circa 1,20 m, variabile eventualmente in funzione della tipologia di suolo (strada asfaltata o terreno agricolo). Per quanto riguarda la larghezza lo scavo sarà di circa 1,50 m per i primi 0,10 m superficiali e di 1,00 m per la restante parte.

All'interno dello scavo nella parte più profonda sarà inserita una corda di rame, uno strato di sabbia a conducibilità termica controllata in cui saranno immersi tubi in PVC contenenti la Dorsale MT realizzata con cavi conformi CPR RG7H1M1 - 18/30 kV unipolari, isolati in gomma HEPR, con posa a trifoglio, successivamente un nastro segnalatore, a seguire verrà inserito il terreno di riempimento (materiale proveniente dagli scavi) ed infine uno strato di materiale proveniente dallo scotico superficiale.

3.13. Descrizione degli impianti di utenza da realizzarsi

Si riporta a seguire una descrizione sintetica degli impianti di utenza da realizzarsi e a completezza alcune planimetrie di dettaglio.

Per maggiori dettagli tecnici si rimanda agli elaborati specifici relativi alle opere di connessione MT/AT.

- *Elettrodotto di vettoriamento dell'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico*

Trattasi dell'elettrodotto per il collegamento elettrico dell'impianto di produzione alla apposita Sottostazione Elettrica Utente (SSEU) per la trasformazione della tensione di esercizio in MT a 30 kV alla tensione di consegna a 150 kV lato RTN. Tale elettrodotto, ubicato nel Comune di Brindisi (BR), sarà del tipo interrato. Il percorso dell'elettrodotto esterno di vettoriamento dell'energia elettrica verso la Sottostazione Elettrica Utente, è stato volutamente individuato evitando il più possibile di realizzare scavi e posa di cavi in zone in precedenza non interessate da tali opere, ma anzi privilegiando la posa interrata dei cavi sotto la sede stradale relativa a viabilità esistente, preferibilmente asfaltata.

- *Sottostazione Elettrica Utente 30/150 kV (SSEU):*

Sottostazione Elettrica Utente (SSEU) per la trasformazione della tensione dalla MT a 30 kV (tensione di esercizio dell'impianto di produzione) alla AT a 150 kV (tensione di consegna lato TERNA S.p.A.), è in condivisione con altre società ed è necessaria ai fini della connessione dell'impianto fotovoltaico in parallelo alla RTN. La SSEU prevede l'impiego di un Trasformatore di potenza MT/AT 30/40 MVA ONAN/ONAF e sarà ubicata in apposito terreno in agro del Comune di Brindisi (BR) nelle immediate vicinanze della Stazione Elettrica 380/150 "BRINDISI", e precisamente in porzione del terreno identificato catastalmente al Fg. 107, P.IIa 67 e 188.

- *Stallo partenza in AT e cavo di collegamento in AT in antenna a 150 kV:*

Dal sistema di Sbarre AT condivise partirà l'unico Stallo partenza cavo di collegamento in antenna a 150 kV per il trasporto dell'energia elettrica prodotta dagli impianti di produzione dei

Produttori interessati, il quale andrà ad attestarsi ai terminali dello Stallo in S.E. RTN condiviso. L'elettrodotto in AT a 150 kV (impianto di utenza per la connessione) sarà interrato, verrà realizzato in cavo tipo XLPE 150 kV - alluminio – 3x1x1600 mm² ed il suo percorso è interamente ubicato nel Comune di Brindisi in prossimità della S.E. RTN “BRINDISI”.



Figura 3-13 - Planimetria SSEU su catastale

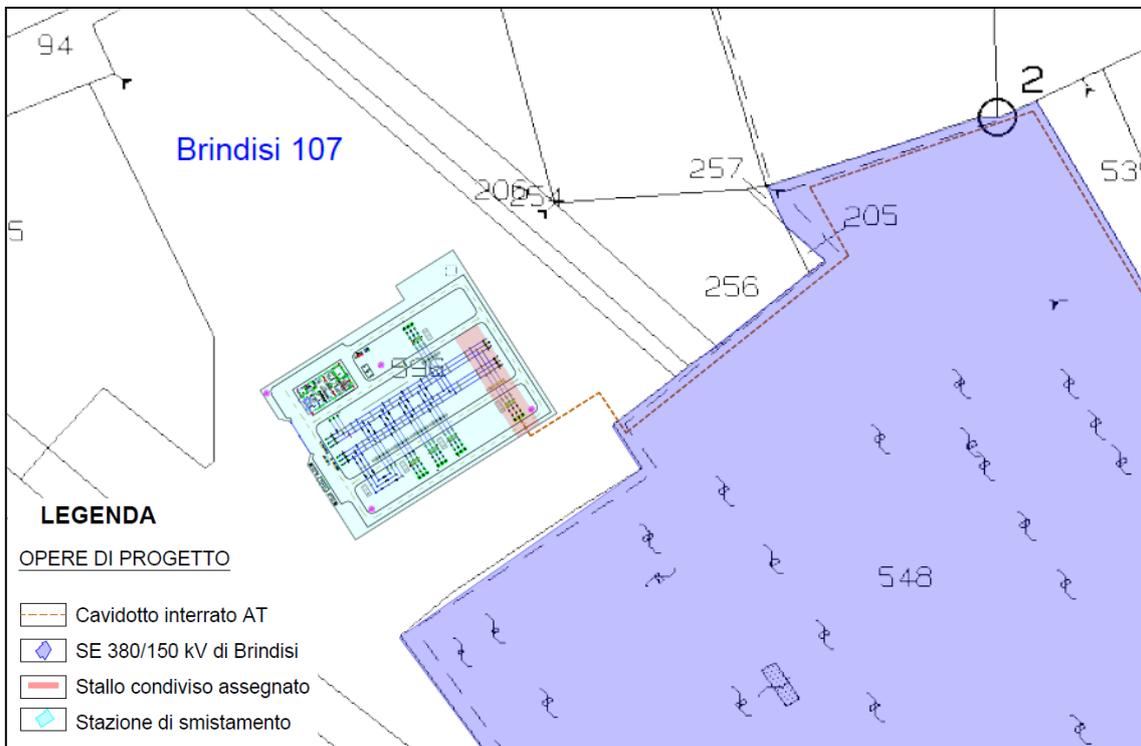


Figura 3-14 - Planimetria Stallo condiviso assegnato su catastale

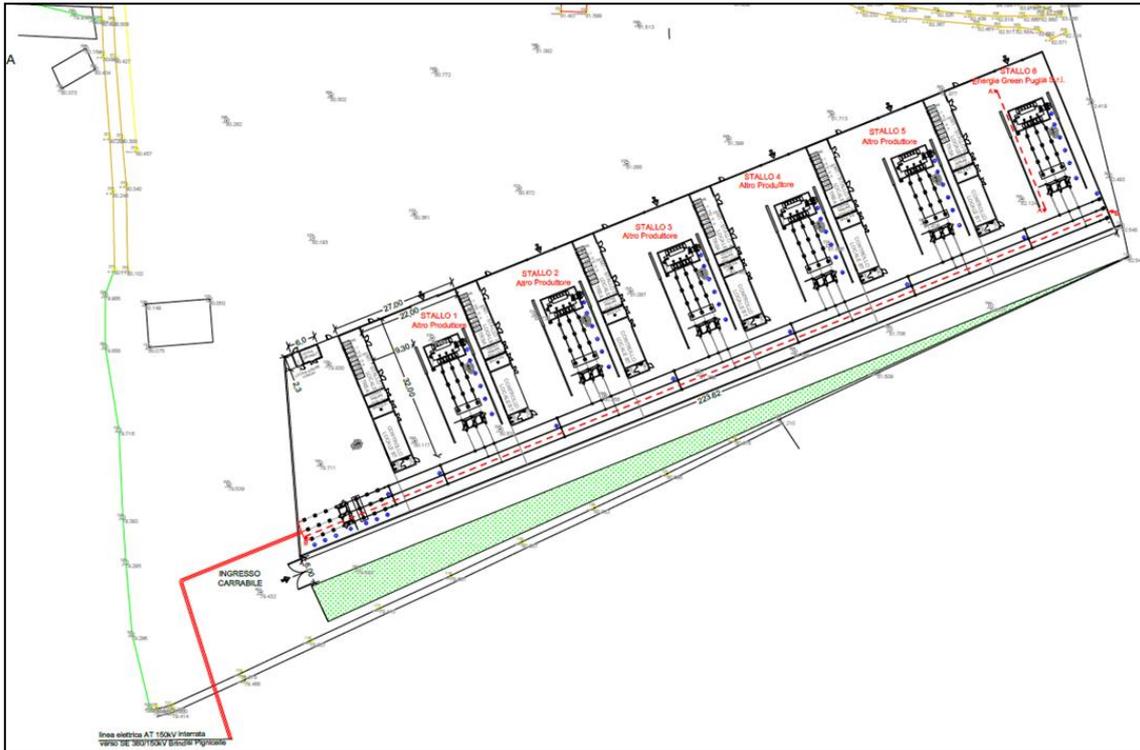


Figura 3-15 - Planimetria Sottostazione Utente

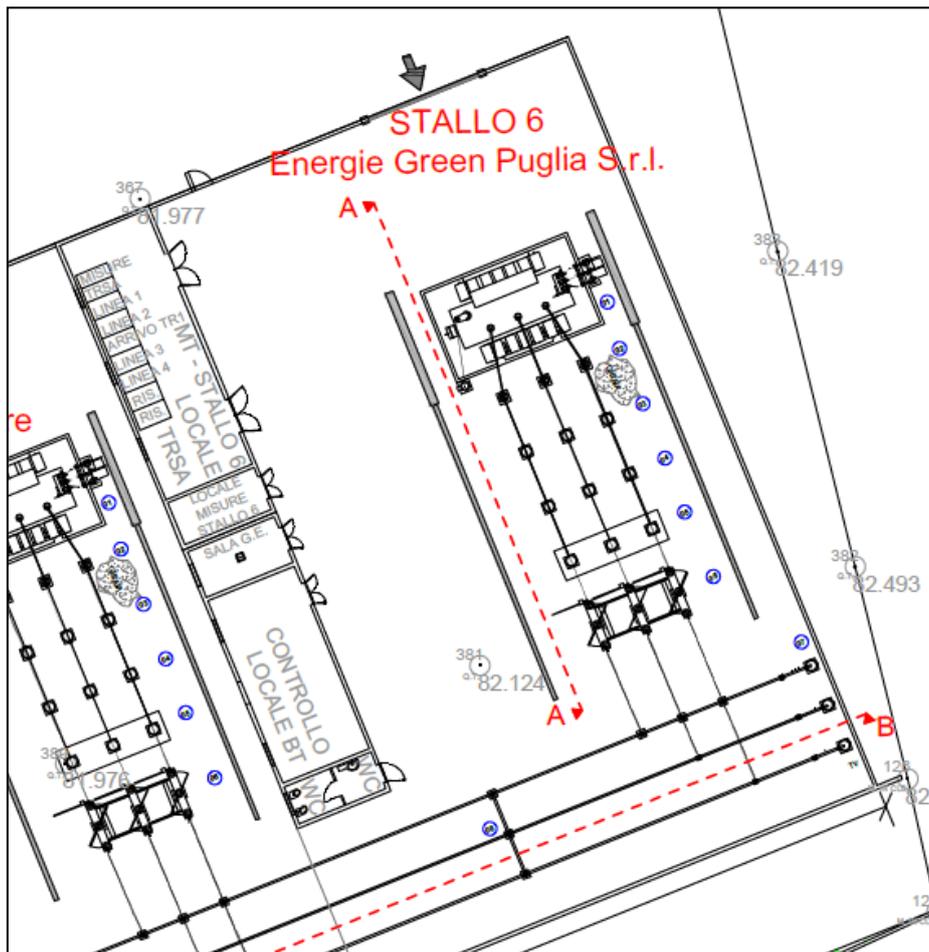


Figura 3-16 - Stallo 6 Energie Green Puglia srl

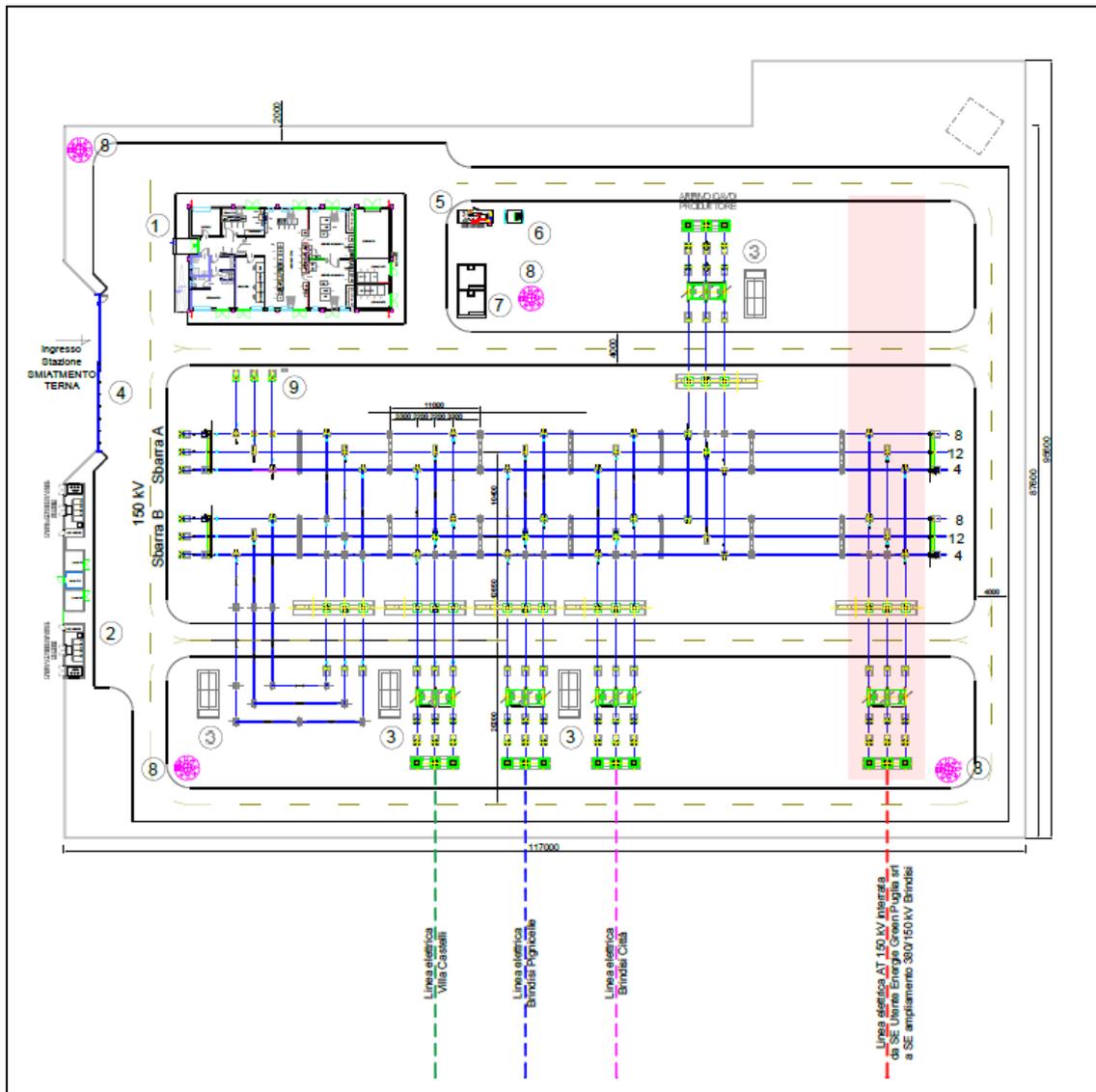


Figura 3-17 - Pianta Stazione di smistamento e stallo AT Utente

Normativa di riferimento

Per quel che concerne la SSEU ed in generale tutti gli impianti di utenza, tutte le apparecchiature ed i componenti d'impianto saranno conformi alle relative Specifiche Tecniche TERNA S.p.A.. Le opere saranno in ogni caso progettate, costruite e collaudate in osservanza alla regola dell'arte dettata, in particolare, dalle più aggiornate:

- disposizioni nazionali derivanti da leggi, decreti e regolamenti applicabili, con eventuali aggiornamenti, con particolare attenzione a quanto previsto in materia antinfortunistica;
- disposizioni e prescrizioni delle Autorità locali, Enti ed Amministrazioni interessate;
- norme CEI, IEC, CENELEC, ISO, UNI in vigore, con particolare attenzione a quanto previsto in materia di compatibilità elettromagnetica.

Opere elettriche inerenti la connessione alla RTN

- *Generalità*

In questa sezione vengono descritte le OO.EE. relative agli impianti di utenza per la connessione ed alla infrastruttura RTN per la connessione in base alla descrizione precedentemente fornita:

- Sottostazione Elettrica Utente 30/150 kV (SSEU);
- Opere degli altri Produttori ed opere in condivisione con gli stessi;
- Stallo partenza in AT e cavo di collegamento in AT in antenna a 150 kV

- *Ubicazione e caratteristiche del sito delle opere utente*

Le SSEU dei Produttori cointeressati e che condivideranno lo Stallo in Stazione RTN e le relative aree condivise, verranno ubicate nel Comune di Brindisi (BR), nelle immediate vicinanze della Stazione Elettrica RTN “BRINDISI” di TERNA S.p.A., e precisamente sui terreni identificati catastalmente al Fg. 107, P.lle 67, 188.

Il posizionamento delle SSEU è stato valutato, come evincesi dalle Tavole di inquadramento territoriale, tenendo conto del Titolo III Capo I del T.U. 11/12/1933, n.1775, raffrontando le esigenze della pubblica utilità con gli interessi sia pubblici che privati coinvolti. In particolare, è stato evitato sia l’interessamento di aree destinate allo sviluppo urbanistico sia l’utilizzo di siti di particolare interesse paesaggistico ed ambientale.

Inoltre, il posizionamento delle SSEU è stato studiato in modo tale da non recare alcun danno alle proprietà private, compatibilmente con le esigenze tecniche proprie delle Sottostazioni.

Le Sottostazioni Utente saranno connesse alla RTN attraverso un collegamento in cavo a 150 kV.

Le distanze minime osservate da strade e confini catastali nel posizionamento delle Sottostazioni, sono tali da garantire, anche nell’eventualità di futura realizzazione di altre opere, il rispetto delle prescrizioni (fasce di rispetto imposte dagli obiettivi di qualità riferiti ai limiti di intensità dei campi elettrici e magnetici) previste dal D.P.C.M. 08\07\2003 e nel D.M. n. 381 del 10\09\1998, nonché le disposizioni previste dalla Legge n. 36 del 22\02\2001 e s.m.i..

In base all’Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n° 3519/2006, l'intero territorio nazionale è stato suddiviso in quattro zone sismiche sulla base del valore dell'accelerazione orizzontale massima su suolo rigido o pianeggiante (PGA), che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni.

Nello specifico, il territorio del Comune di Brindisi (BR) è classificato come appartenente alla **Zona Sismica 4** (Zona con pericolosità sismica molto bassa, ossia la zona meno pericolosa, dove la

probabilità di eventi sismici sono basse), possedendo valori della PGA (picco di accelerazione al suolo) non superiore a 0,05g.

Sotto il profilo urbanistico, l'area ricade in Area Agricola "E" secondo il vigente PRG del Comune di Brindisi (BR). L'area non rientra in zone classificate come SIC o ZPS, né in zone soggette a vincolo da PAI.

- *Descrizione della generica SSEU*

Sulla base dell'ipotesi di cui sopra, la SSEU 30/150 kV sarà di proprietà del relativo Produttore (Utente) ed avrà la finalità di permettere la connessione del proprio impianto di produzione alla sezione a 150 kV della Stazione Elettrica RTN "BRINDISI" di TERNA S.p.A..

Come già detto sopra, tutte le apparecchiature ed i componenti nella SSEU saranno conformi alle relative Specifiche Tecniche di TERNA S.p.A.. Le opere sono progettate e saranno costruite e collaudate in osservanza alla regola dell'arte dettata, in particolare, dalle più aggiornate normative vigenti ed applicabili. I requisiti funzionali generali per la realizzazione della SSEU saranno:

- vita utile non inferiore a 40 anni. Le scelte di progetto, di esercizio e di manutenzione ordinaria saranno fatte tenendo conto di questo requisito;
- elevate garanzie di sicurezza nel dimensionamento strutturale;
- elevato standard di prevenzione dei rischi d'incendio, ottenuta mediante un'attenta scelta dei materiali.

I principali dati di riferimento geometrico delle diverse SSEU si evincono dagli elaborati grafici di dettaglio allegati al progetto.

Le principali caratteristiche del sistema elettrico relativo alla singola SSEU sono le seguenti:

- Frequenza nominale: 50 Hz;
- Tensione nominale del sistema AT: 150 kV;
- Tensione massima del sistema AT: 170 kV;
- Stato del neutro del sistema AT: franco a terra;
- Corrente nominale di guasto a terra del sistema AT: 31,5 kA;
- Durata del guasto a terra del sistema AT: 1 s;
- Tensione nominale del sistema MT: 30 kV;
- Tensione massima del sistema MT: 36 kV;
- Stato del neutro del sistema MT: isolato;
- Corrente nominale di guasto a terra del sistema MT: 188 A;
- Durata del guasto a terra del sistema MT: 0,5 s;

In accordo con la norma CEI 11-1 le parti attive della sezione AT della Sottostazione elettrica rispetteranno le seguenti distanze:

- Distanza tra le fasi per le Sbarre e le apparecchiature: 3 m;
 - Altezza minima dei conduttori: 4,5 m;
 - Corrente nominale di cortocircuito delle sbarre: 31,5 kA;
 - Corrente nominale delle Sbarre: 870 A.
-
- *Descrizione dell'elettrodotto interrato in AT*

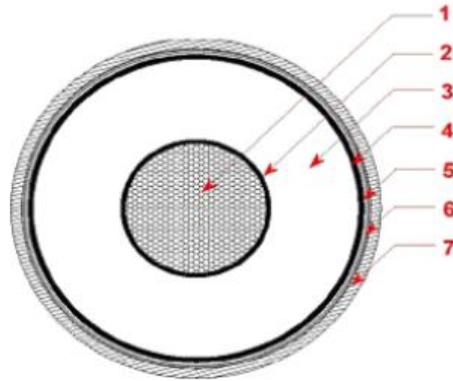
Nel seguito si riportano le caratteristiche elettriche e tecniche principali dei cavi e le sezioni tipiche. Tali dati potranno subire adattamenti comunque non essenziali dovuti alla successiva fase di progettazione esecutiva e di cantierizzazione, anche in funzione delle soluzioni tecnologiche adottate dai fornitori e/o appaltatori.

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	150 kV
Corrente nominale	345,8 A
Potenza nominale	51,87 MVA
Sezione nominale del conduttore	1600 mm ²
Isolante	XLPE
Diametro esterno	106,4 mm
Frequenza nominale	50 Hz

3.14. Cavo AT

L'elettrodotto a 150 kV sarà realizzato con una terna di cavi unipolari realizzati con conduttore in rame o in alluminio, isolamento in polietilene reticolato (XLPE), schermatura in alluminio e guaina esterna in polietilene. Ciascun conduttore di energia avrà una sezione indicativa di circa 1000 o 1600 mm² (rispettivamente se in rame o alluminio).

Di seguito si riporta a titolo illustrativo la sezione del cavo che verrà utilizzato:



- | | |
|----------------------------------|------------------------------|
| 1. Conduttore | 5. Rivestimento impermeabile |
| 2. Strato semiconduttivo interno | 6. Guaina metallica |
| 3. Isolante | 7. Guaina protettiva esterna |
| 4. Strato semiconduttivo esterno | |

Il conduttore è generalmente tamponato per evitare la accidentale propagazione longitudinale dell'acqua. Sopra il conduttore viene applicato prima uno strato semiconduttivo estruso, poi l'isolamento XLPE e successivamente un nuovo semiconduttivo estruso; su quest'ultimo viene avvolto un nastro semiconduttivo igroespandente, anche in questo caso per evitare la propagazione longitudinale dell'acqua.

Gli schermi metallici intorno ai conduttori di fase dei cavi con isolamento estruso hanno la funzione principale di fornire una via di circolazione a bassa impedenza alle correnti di guasto in caso di cedimento di isolamento.

Pertanto essi saranno dimensionati in modo da sostenere le massime correnti di corto circuito che si possono presentare.

Sopra lo schermo di alluminio viene applicata la guaina aderente di polietilene nera e grafitata avente funzione di protezione anticorrosiva ed infine la protezione esterna meccanica.

Tali dati potranno subire adattamenti comunque non essenziali dovuti alla successiva fase di progettazione esecutiva e di cantierizzazione, anche in funzione delle soluzioni tecnologiche adottate dai fornitori e/o appaltatori.

- *Modalità di posa e di attraversamento*

I cavi saranno interrati ed installati normalmente in una trincea della profondità di 1,6 m, con disposizione delle fasi a trifoglio.

Nello stesso scavo, a distanza di almeno 0,3 m dai cavi di energia, sarà posato un cavo con fibre ottiche e/o telefoniche per trasmissione dati.

Tutti i cavi verranno alloggiati in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento 'mortar'.

I cavi saranno protetti e segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da una lastra di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm.

La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto.

Altre soluzioni particolari, quali l'alloggiamento dei cavi in cunicoli prefabbricati o gettati in opera od in tubazioni di PVC della serie pesante o di ferro, potranno essere adottate per attraversamenti specifici.

Nella fase di posa dei cavi, per limitare al massimo i disagi al traffico veicolare locale, la terna di cavi sarà posata in fasi successive in modo da poter destinare al transito, in linea generale, almeno una metà della carreggiata.

In tal caso la sezione di posa potrà differire da quella normale sia per quanto attiene il posizionamento dei cavi che per le modalità di progetto delle protezioni.

In corrispondenza degli attraversamenti di canali, svincoli stradali, ferrovia o di altro servizio che non consenta l'interruzione del traffico, l'installazione potrà essere realizzata con il sistema dello spingitubo o della perforazione teleguidata, che non comportano alcun tipo di interferenza con le strutture superiori esistenti che verranno attraversate in sottopasso.

Gli attraversamenti delle opere interferenti saranno eseguiti in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17.

Tra le possibili modalità di collegamento degli schermi metallici sarà utilizzata la cosiddetta modalità del cross bonding, in cui il collegamento in cavo viene suddiviso in tre tratte elementari (o multipli di tre) di uguale lunghezza, generalmente corrispondenti con le pezzature di posa.

In tale configurazione gli schermi vengono messi francamente a terra, ed in corto circuito tra loro all'estremità di partenza della prima tratta ed all'estremità di arrivo della terza, mentre tra due tratte adiacenti gli schermi sono isolati da terra e uniti fra loro con collegamento incrociato.

4. Modalità di esecuzione delle opere

4.1. Norme generali di esecuzione

I cantieri, i depositi dei materiali da utilizzare e i mezzi d'opera da impiegare devono rispondere alle normative vigenti in materia, anzitutto in merito alla sicurezza, e finalizzati esclusivamente all'esecuzione delle opere appaltate.

4.2. Cantiere

L'Appaltatore provvede all'installazione del cantiere. Su richiesta del Committente, l'Appaltatore deve consegnare al Committente stesso prima dell'allestimento le planimetrie con evidenziate le strade d'accesso, l'ubicazione delle baracche, dei prefabbricati e della loro destinazione, l'ubicazione dei mezzi e dei macchinari fissi e mobili, delle aree di deposito dei materiali da egli stesso approvvigionati, delle gru e di quant'altro necessario. Il Committente può dare in merito le proprie indicazioni a cui l'Appaltatore deve attenersi. Nelle planimetrie devono essere indicati eventuali impianti elettrici in tensione, nonché l'attraversamento di altri servizi (elettricità, acquedotti, telecomunicazioni ecc.). L'Appaltatore deve tenere a disposizione del Committente un locale per uso ufficio in una baracca o in un prefabbricato. L'Appaltatore deve allestire il cantiere nel rispetto delle norme vigenti e garantendo il minimo disturbo alle aree limitrofe.

L'Appaltatore deve curare la tenuta del cantiere con ogni diligenza; i materiali depositati o accantonati devono essere accuratamente ordinati; i macchinari tenuti in efficienza ed in sicurezza, le baracche ben individuabili per destinazione d'uso. Deve essere tenuta particolare cura per la generale pulizia delle aree e di tutti gli allestimenti di cantiere per tutta la durata dei lavori.

L'Appaltatore non deve in alcun caso introdurre, depositare o accantonare materiali, attrezzature e quant'altro di estraneo nei cantieri.

4.3. Vie di accesso

Se per l'accesso al cantiere si renda necessario la realizzazione di vie d'accesso, l'Appaltatore deve eseguirle a norma di legge, richiedendo le necessarie autorizzazioni alle competenti autorità e previo accordi scritti con i proprietari dei terreni interessati. Al termine dei lavori i terreni interessati dalle vie d'accesso devono essere di norma riportati allo stato precedente dell'opera, salvo diversa autorizzazione rilasciata dalle competenti autorità, dalla quale risulti che il Committente sia sollevato da qualsiasi responsabilità e da ogni onere di manutenzione, e con l'accordo scritto dei proprietari dei terreni interessati.

4.4. Ponteggi e opere provvisionali

Qualora si renda necessario utilizzare ponteggi e/o opere provvisionali, l'Appaltatore deve eseguirle a norma di legge, eseguendo o facendo eseguire (nei casi in cui ciò sia prescritto dalle Leggi vigenti) la preventiva progettazione a professionisti abilitati iscritti ad albo professionale, curando la loro installazione e lo smontaggio a fine lavori. Gli elementi costituenti i ponteggi devono essere accatastati in cantiere in modo ordinato e in sicurezza.

4.5. Macchinari e mezzi d'opera

Tutti i macchinari ed i mezzi d'opera necessari all'esecuzione dei lavori devono essere tenuti in piena efficienza ed utilizzati dall'Appaltatore a norma di Legge. L'Appaltatore deve impiegare i mezzi per la movimentazione ed il trasporto di materiali e/o del personale a piè d'opera con la dovuta diligenza e cautela, in relazione all'ubicazione ed all'accessibilità delle aree in cui deve eseguire i lavori.

4.6. Custodia

La custodia del cantiere e di quanto in esso contenuto è affidata all'Appaltatore.

4.7. Sgombero

Lo sgombero dei cantieri deve essere compiuto dall'Appaltatore con ogni diligenza; i materiali depositati o accantonati devono essere accuratamente rimossi e trasportati in sicurezza, le baracche smontate con ordine e cura. Deve essere tenuta particolare cura per la generale pulizia delle aree e di tutti gli allestimenti di cantiere dopo lo sgombero. Le aree esterne eventualmente modificate per l'inserimento dei cantieri devono di norma essere riportate allo stato precedente l'opera.

4.8. Tracciamenti

L'Appaltatore è integralmente responsabile dei tracciamenti che deve eseguire sul terreno per l'esecuzione delle opere appaltate. I tracciamenti devono rispettare dimensioni, proporzioni, allineamenti, quote, orientamenti planimetrici e spaziali di quanto contenuto nel Progetto. L'Appaltatore è altresì responsabile della tenuta e dell'identificazione dei tracciamenti nonché della loro completa cancellazione al termine di ciascuna lavorazione.

4.9. Scavi

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro, a mano o con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e la relazione geologica e geotecnica di cui al D.M.14/01/2008,

nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla direzione dei lavori.

Il Progetto contiene i dettagli relativi agli scavi (misure utili, posizione, tipologia, natura del terreno, presenza d'acqua ecc.) in base alle previsioni del Committente. Qualora in corso d'opera si manifestino situazioni non previste in Progetto, l'Appaltatore deve darne tempestiva comunicazione al Committente, che si riserva di rilevarne l'entità in contraddittorio con l'Appaltatore.

La profilatura delle sezioni di scavo deve avvenire su terreno originario, quindi per asportazione e non per riporto di materiale. Gli scavi devono essere di norma eseguiti con mezzi meccanici; solo in casi esplicitamente prescritti e/o autorizzati dal Committente, possono essere eseguiti a mano.

L'Appaltatore deve predisporre ogni accorgimento ed impiegare i mezzi più idonei affinché gli scavi vengano eseguiti in condizioni di assoluta sicurezza. In particolare, deve eseguire, con propri criteri e nell'osservanza delle norme vigenti e/o specificatamente impartite dalle Autorità competenti, le opere necessarie a mantenere stabili ed all'asciutto gli scavi, le puntellature, sbadacchiature ed armature necessarie per contrastare in sicurezza le spinte dei terreni e delle acque di falda, onde garantire la sicurezza delle persone, delle cose e dei fabbricati circostanti.

Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando esso, oltretutto totalmente responsabile di eventuali danni alle persone e alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate.

L'Appaltatore dovrà, altresì, provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi.

L'Appaltatore deve adottare ogni cautela al fine di prevenire smottamenti, restando responsabile degli eventuali danni ed essendo tenuto a provvedere, a proprie spese, alla rimozione delle materie smottate ed al ripristino delle sezioni di scavo prescritte dal Committente.

L'Appaltatore può essere tenuto ad effettuare, senza variazioni delle condizioni contrattuali, l'esecuzione di tutti gli scavi per successivi ripiani anziché per fronti a tutt'altezza. Nel caso in cui le condizioni del lavoro lo richiedano, l'Appaltatore è tenuto a coordinare le operazioni di scavo e quelle murarie.

Il fondo dello scavo deve, di norma, essere adeguatamente compattato.

Qualora sia necessario variare forma e/o dimensioni degli scavi previsti nel Progetto, l'Appaltatore deve preventivamente informarne il Committente e ottenerne la specifica autorizzazione.

L'Appaltatore deve trasportare a discarica i materiali provenienti dagli scavi che ha eseguito o eventualmente riutilizzarli, a compensazione, per rinterri e riporti.

Tipologie di scavi:

- Scavo di sbancamento: da eseguire per avere ampie aree al di sotto del piano di campagna originario, accessibili almeno da un lato con automezzo (accesso diretto o a mezzo di rampe provvisorie).
- Scavo a sezione obbligata: da eseguire per dar luogo a muri, pilastri, vasche, plinti per supporti apparecchiature, fosse e cunette, destinato alla posa di cavi elettrici, tubazioni o condutture ed ubicato al di sotto del piano di campagna o del fondo di uno scavo di sbancamento. È cura dell'Appaltatore provvedere a contenere le pareti dello scavo mediante adeguate opere di sostegno e sbadacchiature.
- Trivellazione Orizzontale Guidata (Horizontal Directional Drilling): tecnologia che consente la posa di tubazioni in polietilene o acciaio, destinate alla posa dei cavi elettrici. La posa avviene mediante una trivellazione, guidata elettronicamente dal punto di ingresso a quello di arrivo, e che permette di evitare scavi a cielo aperto.

Il Directional Drilling è dotato di un sistema di guida e manovra al fondo foro per il controllo ed il direzionamento della perforazione nel sottosuolo, secondo qualsiasi traiettoria.

4.10. Impianti ausiliari

- Rete e impianto di messa a terra

L'intero complesso necessario per la messa a terra di tutte le apparecchiature facenti parte di un impianto primario può essere così suddiviso:

- Rete orizzontale di terra ("maglia di terra")
- Collegamenti di messa a terra ("derivazioni")

Il Progetto descrive il complesso di messa a terra in base alle condizioni di calcolo previste, prescrivendo le caratteristiche della maglia, degli eventuali dispersori ausiliari, dei collegamenti di messa a terra, le sezioni, le dimensioni e la tipologia.

L'Appaltatore è tenuto alla fornitura di tutti i materiali necessari (ad eccezione dei soli materiali eventualmente fornitigli dal Committente), ivi compresi quelli per l'esecuzione delle giunzioni, derivazioni, attestazioni con capicorda e collegamenti flessibili; alla fornitura e posa in opera di eventuali graffette di fissaggio e della bulloneria necessaria in acciaio inox; alla sagomatura, al taglio di lunghezza idonea, alla pulitura delle estremità della corda di rame; all'applicazione dei

capicorda; all'esecuzione di eventuali forature ed operazioni di saldatura, curando il ripristino della zincatura e quanto altro occorra a dare il collegamento finito.

A lavori finiti, i vari collegamenti devono assicurare un'efficiente e duratura continuità elettrica e meccanica e risultare nel loro complesso ben ordinati ed accuratamente sagomati.

Gli attrezzi per l'installazione dei morsetti a compressione sia di giunzione che di terminazione devono essere di tipo idraulico o meccanico, adatti alla sezione dei conduttori interessati, e corredati di idonee matrici. Il martello pneumatico usato dall'Appaltatore per l'infissione degli eventuali picchetti deve essere dotato d'apposito battitore con testa a bicchiere adatta alle aste da infiggere.

La maglia di terra prevista nel Progetto può essere ampliata prolungando i lati di magliatura per un'estensione variabile in relazione alla resistività del terreno ed alla corrente da disperdere.

L'Appaltatore deve eseguire i lavori in tempi e modalità tali da prevenire la possibilità di furti dei materiali.

- Rete orizzontale di terra ("maglia di terra")

La rete orizzontale di terra ("maglia di terra") è di norma del tipo a maglia quadra, realizzata in corda rame (Cu) di sezione non inferiore a 63 mm², i cui lati di maglia sono fra loro connessi in corrispondenza degli incroci adottando idonei giunti a morsetto del tipo bifilari a compressione. Se richiesto dal Committente, la maglia di terra può essere realizzata in più fasi successive.

La maglia di terra deve essere realizzata interrata, a profondità di circa 0,5 ÷ 1,00 m, secondo le disposizioni impartite dal Committente, in un "bauletto" di terreno vegetale di sezione cm 40 x 40 appositamente realizzato.

I collegamenti ai picchetti di profondità devono essere eseguiti per mezzo di morsetti di dimensioni adeguate per assicurare una resistenza meccanica e termica equivalente a quella degli stessi picchetti.

- Collegamenti di messa a terra ("derivazioni")

L'Appaltatore deve effettuare i collegamenti di terra delle apparecchiature e delle strutture metalliche secondo le indicazioni ed i dettagli esecutivi riportati nel Progetto. Dopo aver realizzato la "maglia di terra", l'Appaltatore deve predisporre i collegamenti equipotenziali di essa alle varie apparecchiature con corda di rame di sezione non inferiore a 70 mm², agli scaricatori AT con conduttore isolato di rame di sezione non inferiore a 150 mm², agli scaricatori MT con conduttore isolato di rame di sezione non inferiore a 50 mm². Altri collegamenti alla maglia di terra devono essere realizzati con cavo unipolare flessibile in rame (tipo NO7V-K o diverso se prescritto dal Progetto) di sezione non inferiore a 16 mm², opportunamente attestato tramite elementi di connessione a compressione, ovvero con connessioni flessibili in rame stagnato di pari sezione.

Fino alla realizzazione delle connessioni con le apparecchiature, i collegamenti devono restare emergenti in superficie o interrati a 20-30 cm dalle apparecchiature stesse. Essi devono essere portati in superficie nei punti richiesti, senza deformazioni, eventualmente con adeguati supporti, e avere lunghezza sufficiente a raggiungere i punti di connessione previsti; i percorsi devono essere il più possibile rettilinei e senza deformazioni.

- Impianto di terra Impianto fotovoltaico

In corrispondenza delle strutture metalliche di sostegno dei moduli fotovoltaici, dovrà essere posato un dispersore orizzontale di terra costituito da tondino in acciaio zincato (tipicamente della sezione di 78 mm²) che sarà collegata a mezzo di morsetti e con legature con filo di ferro, all'armatura in acciaio del palo della struttura. Il tondino si collegherà poi mediante appositi morsetti, al tondino in acciaio zincato posato nelle trincee dei cavidotti BT, che a loro volta andranno a collegarsi all'anello in acciaio zincato posato intorno alle Cabine collegate a loro volta ad un anello in acciaio zincato posato all'interno delle trincee di posa delle linee MT.

4.11. Opere elettromeccaniche

Il montaggio di apparecchiature e materiali è normalmente effettuato secondo le istruzioni rese dalle ditte fornitrici degli stessi; qualora le stesse risultino contrastanti o incompatibili con le procedure, eventualmente indicate nei documenti contrattuali, devono essere preliminarmente sottoposte al Committente per le valutazioni del caso; l'Appaltatore deve comunque adottare tutte le necessarie cautele e gli accorgimenti tecnici atti a garantirne l'integrità e la funzionalità.

I sostegni metallici per il supporto di apparecchiature e/o per l'ormeggio delle linee MT sono normalmente realizzati in acciaio zincato a fuoco e costituiti da elementi profilati sciolti da imbullonare o da elementi tubolari flangiati alle estremità. Per eseguire i lavori di montaggio delle carpenterie metalliche l'Appaltatore è tenuto a:

- effettuare tutte le operazioni di carico, trasporto, scarico e montaggio in opera, utilizzando per le movimentazioni imbracature in materiale non metallico;
- eseguire la rimozione degli imballi, la cernita e la verifica di tutte le parti di ogni sostegno prima di procedere al montaggio;
- informare tempestivamente il Committente circa eventuali difetti di lavorazione o altro tipo riscontrati nei componenti che renda difficoltoso l'assemblaggio; nessun aggiustaggio o modifica deve essere effettuata senza preventiva autorizzazione del Committente;
- montare i sostegni sui rispettivi basamenti, assicurandone perfetta verticalità (orizzontalità) ed allineamento;

- avere cura che nelle operazioni di montaggio le parti filettate dei bulloni siano completamente esterne agli elementi da serrare impiegando, allo scopo, le rondelle e imbottiture previste;
- eseguire a montaggio ultimato, e se richiesto dal Committente, la cianfrinatura della bulloneria;
- non eseguire, salvo espressa autorizzazione del Committente, lavorazioni sulle carpenterie metalliche che comportino danneggiamenti e/o deterioramenti anche parziali della zincatura;
- ripristinare a propria cura e spese eventuali deterioramenti derivanti dal trasporto o da lavorazioni autorizzate dal Committente, utilizzando procedimenti approvati dal Committente.

Se richiesto dal Committente, le strutture portanti tubolari, in corrispondenza delle aperture realizzate per consentire la zincatura ed il deflusso dell'eventuale condensa, devono essere provviste di reticelle d'acciaio inox per impedire l'entrata degli insetti. Tutti i fori dei sostegni devono essere chiusi con tappo. Nel caso di passaggio di tubi si devono installare opportuni raccordi, nel caso di passaggio di cavi si devono sigillare gli interstizi. Non è ammesso l'utilizzo di scale per le operazioni di montaggio e/o l'eventuale intervento su apparecchiature AT.

I basamenti per le opere elettromeccaniche sono realizzati di norma in calcestruzzo armato, secondo le prescrizioni del Progetto e nel rispetto di quanto prescritto alla parte relativa alla realizzazione delle opere civili. In essi sono realizzati gli ancoraggi per le opere elettromeccaniche, in genere costituiti da tirafondi, forniti in opera dall'Appaltatore, o monconi strutturali. Essi devono essere posati in opera contemporaneamente all'esecuzione dei getti di fondazione e mantenuti in allineamento per mezzo di dime metalliche irrigidite, fissate ad opportune intelaiature di sostegno indipendenti dalle casseforme dei getti, atte a consentirne un sicuro posizionamento, regolato in modo millimetrico sia in pianta sia in quota. Le apparecchiature devono essere fissate ai tirafondi mediante rondelle piane e bloccaggio con doppio dado.

Sono comunque a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri relativi alla sostituzione dei tirafondi nel caso di inidoneità dei materiali forniti e di imperfezioni nella posa in opera sia prima che durante la fase di montaggio delle strutture metalliche in elevazione.

I sostegni metallici per il supporto di apparecchiature e/o per l'ormeggio delle linee MT sono, salvo diversa prescrizione del Committente, in acciaio zincato a fuoco e possono essere costituiti sia da profilati saldati ad elementi sciolti da imbullonare sia da elementi tubolari flangiati alle estremità.

Il montaggio dei sostegni deve essere eseguito anche con l'eventuale modifica e adattamento delle incastellature al fine di ottenere la verticalità e la planarità delle incastellature stesse. L'Appaltatore deve provvedere alla eventuale sigillatura dei piani di appoggio delle carpenterie metalliche comprensiva della fornitura del calcestruzzo.

I sostegni devono essere fissati perfettamente a piombo ed in asse, secondo la disposizione indicata sul disegno planimetrico, su piani d'appoggio già predeterminati, per garantire la quota di tutti i sostegni si devono fornire e sistemare spessori zincati a fuoco o in alluminio.

Le strutture portanti tubolari, in corrispondenza delle aperture realizzate per consentire la zincatura ed il deflusso dell'eventuale condensa, devono essere provviste di reticelle d'acciaio inox per impedire l'entrata degli insetti. Tutti i fori dei sostegni devono essere chiusi con tappo. Nel caso di passaggio di tubi si devono installare opportuni raccordi, nel caso di passaggio cavi si devono sigillare. L'Appaltatore deve provvedere alla fornitura di tutta la bulloneria, in acciaio inox o acciaio zincato a caldo, necessaria al fissaggio delle apparecchiature, compresa l'eventuale foratura e/o adeguamento dei supporti in acciaio o calcestruzzo.

Per la realizzazione di elementi vari di carpenteria di sua fornitura l'Appaltatore deve, ove necessario, provvedere ai rilievi dimensionali e se richiesto dal Committente all'esecuzione del Progetto. Gli elementi forniti dall'Appaltatore devono essere completi di tutti gli accessori necessari per l'assieme e per il fissaggio in opera nel rispetto delle prescrizioni del Committente.

MONTAGGIO APPARECCHIATURE MT

L'Appaltatore deve provvedere al montaggio delle apparecchiature di propria fornitura e di quelle per le quali ciò sia esplicitamente prescritto dai documenti contrattuali.

Per tutte le apparecchiature MT l'Appaltatore deve eseguire i collegamenti elettrici.

Per il loro montaggio, vale quanto viene di seguito indicato in via indicativa e non esaustiva.

Quadro MT blindato isolato in SF6

Il montaggio del Quadro MT blindato isolato in SF6 consiste nella messa in opera dei vari elementi che lo compongono.

Quadro protetto MT

Il Quadro protetto MT è del tipo descritto nel Progetto (può essere anche "bipiano"); esso è di norma installato e montato in apposito locale dell'edificio servizi; il montaggio deve essere eseguito

nel rispetto delle indicazioni contenute nella documentazione a corredo o fornita dal Committente con le seguenti ulteriori precisazioni:

- il quadro deve essere posato perfettamente in piano, allineato, a piombo e fissato al pavimento con eventuale interposizione di spessori in piatto d'alluminio;
- il montaggio e collegamento del sistema di sbarre deve essere effettuato con gli accorgimenti necessari a garantire il perfetto contatto elettrico;
- particolare cura deve essere posta nel montaggio degli isolatori passanti, il cui posizionamento deve essere registrato e controllato a mezzo di apposita dima, per garantire l'intercambiabilità dei vari carrelli interruttore;
- deve essere accertato il corretto funzionamento dei blocchi meccanici di sicurezza;
- deve essere effettuato il ritocco delle parti eventualmente danneggiate durante il montaggio o nel trasporto con antiruggine e vernice adeguata;
- deve essere eseguita la posa in opera di TA toroidali per rilievo delle correnti sulle fasi ed i relativi collegamenti elettrici.

Apparecchiature del quadro MT

Il montaggio di apparecchiature MT per quadro protetto unificato, quali: interruttori e trasformatori di tensione (TV), dotate di carrello e contatti a tulipano, di norma richiede solo l'operazione di infilaggio negli scomparti e l'accoppiamento ai circuiti BT tramite inserimento, nella relativa presa dello scomparto, dell'apposito connettore multipolare.

Il montaggio delle altre apparecchiature è invece effettuato, all'interno del quadro, eseguendo tutti i collegamenti previsti con serraggio a bullone o a vite; è prevista inoltre l'impostazione del corretto rapporto di trasformazione dei TA.

Interventi nel Reparto MT isolato in aria ("a giorno") all'interno oppure all'esterno dell'edificio servizi.

Gli interventi nei Reparti MT esistenti, isolati in aria ("a giorno") installati all'interno oppure all'esterno dell'edificio servizi, consistono essenzialmente in modifiche necessarie alle celle oppure agli stalli, con sostituzione di interruttori, sostituzione di sezionatori, sostituzione di TA e TV, collegamenti di potenza, collegamenti BT come prescritto dal Committente.

Montaggio Stallo TR/SA

Se esplicitamente previsto dai documenti contrattuali, l'Appaltatore deve montare la cella o il prefabbricato di protezione del Trasformatore Servizi Ausiliari nel sito previsto in Progetto,

installando e posando il trasformatore SA ed i relativi collegamenti MT e BT (con fornitura di cassetta o armadio con le apparecchiature di manovra e gli accessori previsti, indicati in Progetto).

Dall'apposito scomparto MT "SERVIZI AUSILIARI" alla cella o al prefabbricato deve essere posata, in cunicolo o in uno scavo predisposto, un collegamento in cavo MT.

L'Appaltatore deve di norma eseguire i collegamenti elettrici:

- dai terminali del cavo agli attacchi predisposti sullo scomparto MT "Servizi ausiliari";
- dai terminali del cavo ai codoli del trasformatore servizi ausiliari con piatto di rame di sezione utile non inferiore a $40 \times 3 \text{ mm}^2$, ovvero agli attacchi predisposti nelle apparecchiature MT contenute nel prefabbricato;
- dai passanti BT del trasformatore all'interruttore BT con cavi in rame (di norma di sezione $1 \times 95 \text{ mm}^2$ a doppio isolamento) e messa a terra del neutro con corda in rame di sezione utile non inferiore a 125 mm^2 .

Per la realizzazione dei collegamenti alla cassetta interruttore BT, può essere necessario provvedere raccordi, canalizzazioni e tubi in PVC tipo pesante a protezione dei cavi; devono essere adattate apposite muffole per gli ingressi e l'uscita dei cavi; i capicorda a compressione devono essere del tipo a due pressate.

Se richiesto dal Committente, si deve provvedere all'impostazione del rapporto spire del trasformatore.

La posa in opera del trasformatore comprende anche l'eventuale onere di rimozione e successiva risistemazione del manufatto di segregazione dell'accesso, di qualsiasi tipo.

Montaggio batterie di condensatori per rifasamento MT

Se esplicitamente previsto dai documenti contrattuali, l'Appaltatore deve installare eventuali batterie di condensatori (di norma fornite complete di eventuali "reattanze" già montate sul relativo isolatore portante) per rifasamento nel sito previsto in Progetto.

L'installazione prevede il fissaggio dei condensatori alla struttura metallica predisposta, l'esecuzione del collegamento tra gli elementi (di norma eseguito con piatto in rame delle dimensioni non inferiori a $40 \times 4 \text{ mm}$), compreso il montaggio della relativa morsetteria di derivazione e l'esecuzione eventuale del collegamento lato sezionatore (con conduttore flessibile in treccia di rame) nonché la verifica dei relativi valori di capacità per equilibrare le batterie; inoltre prevede il montaggio ed il collegamento della protezione Gaillard.

SEZIONE PROTEZIONE E CONTROLLO

La “Sezione di Protezione e Controllo” è costituita da telai equipaggiati da pannelli, raddrizzatori, quadri servizi ausiliari (S.A.), armadi e cassette per smistamento cavi nonché dispositivi ed apparati necessari per particolari esigenze del Committente. Il montaggio delle apparecchiature costituenti la “Sezione di Protezione e Controllo” deve essere eseguita dall'Appaltatore in base ad eventuali specifiche tecniche di montaggio del fornitore dei materiali.

Vengono di seguito indicati, in via indicativa e non esaustiva, alcuni casi particolari di montaggio.

Telai “RACK” per supporto pannelli

I Telai devono consentire la corretta e stabile sistemazione nonché l'ispezionabilità e l'eventuale estrazione dei pannelli per qualsiasi operazione di taratura, sostituzione e riparazione delle apparecchiature in essi contenute. Particolare cura deve essere utilizzata per la collocazione in locali con pavimento flottante.

I telai a rastrelliera tipo “Rack” adatti per il montaggio dei "pannelli" da 19” sono costituiti da armadi in lamiera d'acciaio.

Essi devono essere posizionati, livellati, fissati a pavimento e assiemati tra loro o con altri armadi contenenti protezioni o altri dispositivi.

Sul fronte dei telai devono essere installati i "pannelli" ed opportune tamponature di altezza multipla di “U”, fornite in opera, per gli interstizi tra i pannelli.

Su richiesta del Committente i telai possono essere del tipo in esecuzione precablata; in questo caso la fornitura comprende l'esecuzione di tutti i collegamenti interni con fornitura in opera di cavi BT e morsettiere, nelle varie configurazioni progettuali previste, relè ausiliari e connettori volanti.

All'interno dei telai il cablaggio deve presentare un aspetto chiaro e ordinato impiegando in particolare terminali metallici per i conduttori flessibili da collegare alle morsettiere, fascette, guaine ed altri accessori per una perfetta esecuzione; ogni tipo di morsettiera deve essere individuata riportando su una targhetta fissata in prossimità della morsettiera stessa, la denominazione della linea o del pannello a cui si riferisce.

Nei locali in cui è stato predisposto il pavimento flottante, la posa dei quadri e delle apparecchiature elettriche deve essere eseguita secondo una delle seguenti modalità a seconda della tipologia di armadio e delle indicazioni del Committente:

- predisposizione di intagli negli elementi modulari che compongono il pavimento aventi dimensioni corrispondenti ai varchi di ingresso dei cavi BT previsti sul fondo dei telai;

- fissaggio dei telai ai longheroni ed alle traverse di supporto della pavimentazione, mediante strutture metalliche amovibili la cui fornitura è a carico dell'Appaltatore (bulloneria inox, tasselli ad espansione M8x50, profilati metallici in acciaio zincato a caldo e tutti gli altri eventuali accessori).

L'Appaltatore deve, inoltre, provvedere ad eventuali ripristini della verniciatura, qualora venisse danneggiata durante il trasporto e/o posizionamento, mediante vernice di identico colore e tonalità (di norma grigio 7030 della scala RAL).

Pannelli di protezione e controllo

I pannelli devono essere installati nei telai rack e devono contenere le necessarie apparecchiature previste per la protezione e controllo della parte di impianto ad essi collegata. L'installazione e collegamento dei pannelli deve essere eseguita dall'Appaltatore nel rispetto della disposizione riportata nei disegni di assieme telai.

I pannelli possono essere realizzati in due versioni:

- nella versione modulare da 19" tipo rack unificati e omologati dal Committente (di norma forniti dal Committente);
- nella versione in contenitore modulare da 19" e/o in altre strutture modulari (per apparecchiature montate su piastre o altre strutture metalliche).

I pannelli di fornitura dell'Appaltatore devono essere realizzati secondo quanto prescritto nel Progetto.

Armadi di smistamento cavi

L'installazione degli armadi sui basamenti o pavimentazioni deve essere eseguita mediante tasselli ad espansione per fissaggio pesante (esempio: M8x50) o tramite tirafondi appositamente realizzati. La bulloneria impiegata deve essere tutta in acciaio inox e di fornitura dell'Appaltatore.

Al termine dei cablaggi e ad avvenuta messa in servizio degli armadi, l'Appaltatore, su richiesta del Committente, deve provvedere alla sigillatura dei varchi di accesso di entrata dei cavi BT mediante schiuma ad espansione o materiale simile come sopra specificato.

L'Appaltatore deve, inoltre, provvedere ad eventuali ripristini della verniciatura, qualora venisse danneggiata durante il trasporto e/o posizionamento, mediante vernice di identico colore e tonalità (di norma grigio 7030 della scala RAL).

Apparecchiature c.c.

Raddrizzatori e accumulatori in c.c. (di norma 110 Vcc e 24 Vcc) devono essere di norma tarati e messi in servizio e dotati di certificato di collaudo e di benestare di messa in servizio del fornitore.

Se l'Appaltatore deve provvedere al solo montaggio, deve scrupolosamente seguire tutte le prescrizioni e gli accorgimenti, relativi al montaggio ed alla messa in esercizio delle apparecchiature, riportati sui manuali dei fornitori.

Armadi TPT

L'Appaltatore deve provvedere all'installazione degli armadi TPT secondo schemi e prescrizioni dei documenti contrattuali, e deve provvedere al loro fissaggio su pavimentazioni o murature di qualsiasi natura, in analogia a quanto prescritto per i Telai "rack".

Batterie

Durante il montaggio delle batterie di accumulatori deve essere posta particolare attenzione nel posizionamento dei vari elementi, onde evitare danneggiamenti ai contenitori o il rovesciamento dell'elettrolita.

La disposizione degli elementi che compongono la batteria a 110 V, deve essere tale da non permettere il contatto contemporaneo con elementi aventi una differenza di potenziale superiore a 50 V.

Dopo il montaggio, la batteria 110 V deve essere sottoposta ad un ciclo di carica di formazione e di equalizzazione.

La presa intermedia deve essere collegata al 45° elemento a partire dal polo positivo della batteria.

I collegamenti fra gruppi di batterie devono essere realizzati con cavo adeguato ed attestati con capicorda di tipo pesante, i collegamenti devono essere protetti con tubazioni o canaline in PVC.

L'installazione e la disposizione devono rispettare le prescrizioni del Committente, il collegamento fra gli elementi deve essere eseguito previo disossidazione dei poli e delle piastre di connessione con vaselinatura degli stessi. Ogni elemento deve essere numerato con l'apposizione d'autoadesivi. Se necessario si devono riempire o rabboccare gli elementi.

Al termine dei montaggi le connessioni e i poli devono essere protetti con le coperture fornite, e i singoli elementi numerati progressivamente con le etichette fornite.

5. Connessioni elettriche

5.1. Connessione MT

L'Appaltatore deve provvedere al montaggio delle connessioni da realizzare con materiale di propria fornitura o, se esplicitamente prescritto dai documenti contrattuali, fornito dal Committente. La realizzazione delle connessioni deve essere eseguita in conformità al progetto, seguendo le eventuali istruzioni di montaggio rese dal fornitore dei materiali.

Le connessioni realizzate con conduttori forniti dal Committente devono essere effettuate razionalizzando l'utilizzazione delle varie pezzature consegnate, in modo da limitare al massimo la produzione di spezzoni non utilizzabili. Le connessioni MT in conduttore nudo devono essere realizzate, previa piegatura, spianatura e rattivatura della superficie; la bulloneria deve essere in acciaio inox ad elevata resistenza.

Collegamenti MT in conduttore nudo

I collegamenti devono essere realizzati con piatto, corda o tondo di rame di sezione prescritta dal Committente.

Se richiesto dal Committente, le connessioni realizzate, compreso tutti i punti di giunzione/derivazione, devono essere accuratamente isolate con idonee guaine dielettriche termorestringenti, tubolari o nastrate, del colore di volta in volta precisato dal Committente, con idonea rigidità dielettrica.

Le connessioni finite devono presentarsi esenti da sbavature, lacerazioni superficiali, schiacciamenti o altro. Le giunzioni tra conduttori in piatto rame devono essere normalmente realizzate per sovrapposizione e bloccaggio tramite bulloneria in acciaio inox.

Morsetteria per collegamenti MT in conduttore nudo

Per le giunzioni realizzate mediante morse a cavallotti e bulloni e altri elementi di morsetteria a bulloni, il serraggio deve essere eseguito con chiave dinamometrica fino ai valori di coppia indicati dalle tabelle fornite dal costruttore della morsetteria.

A montaggio ultimato deve essere eseguito un controllo del serraggio di tutta la bulloneria, mediante chiave dinamometrica, alla presenza del rappresentante del Committente.

Per i morsetti che realizzano una giunzione elastica, il montaggio deve essere eseguito tenendo conto della temperatura di posa, in modo da compensare le successive dilatazioni o contrazioni dei conduttori per effetto dell'escursione termica.

Collegamenti MT in cavo

I cavi MT sono di norma ad isolamento estruso o in carta impregnata e conformi alle normative tecniche in vigore.

I cavi MT per i quali il Committente prescrive la posa con disposizione a trifoglio per singola terna devono recare una fasciatura ad interasse medio di 1 metro.

Nei percorsi a parete o su incastellature metalliche, i cavi MT devono essere fissati tramite profilati e collari, che devono sostenere il cavo senza incidere la guaina, ad interasse medio di 1 metro; su montanti, pali o paline, devono essere fissati usando materiali amagnetici.

I cavi MT unipolari devono essere fissati tramite collari (di norma in acciaio inox).

La posa dei cavi MT può essere realizzata negli appositi manufatti di cui alla parte "Canalizzazioni di servizio per cavi elettrici" del presente documento o in appositi scavi (eseguiti e rinterrati come prescritto alla parte "Scavi e Sbancamenti") oppure al di sotto di pavimenti flottanti.

Le operazioni di posa devono essere eseguite secondo quanto previsto dalle vigenti norme CEI e del Committente in merito, con particolare riguardo ai raggi di curvatura, alle temperature del cavo durante la posa ed al mutuo distanziamento al fine della dissipazione del calore. La posa dei cavi nei cunicoli, su passerelle, profilati o tubi deve essere effettuata in modo ordinato evitando per quanto possibile incroci ed accavallamenti.

Durante le operazioni di posa, i cavi MT devono scorrere agevolmente su rulli opportunamente distanziati in modo da evitare al massimo l'abrasione della guaina esterna.

Se in qualsiasi fase della posa si dovessero riscontrare impedimenti fisici, ostruzione di tubi, malformazione dei cavi ecc., l'Appaltatore deve darne tempestiva informazione al Committente per le valutazioni e le decisioni del caso.

Al completamento della posa, tutte le tubazioni contenenti cavi e facenti capo all'edificio comandi, devono essere adeguatamente sigillate, negli interstizi tra cavo e tubo, mediante iniezione di schiuma poliuretanicca di tipo non igroscopico per una profondità pari allo spessore della muratura. Ad indurimento avvenuto la superficie in vista deve essere debitamente rifilata e lisciata.

Nel caso di posa dei cavi diretta in terreno, salvo diversa prescrizione del Committente, sul fondo dello scavo è steso uno strato di sabbia dello spessore di 20 cm ("vuoto per pieno") sul quale devono essere adagiati i cavi; viene poi eseguita una protezione superiore stendendo sui cavi stessi un ulteriore strato di sabbia dello spessore di 20 cm su cui vengono, disposti per tutta la lunghezza e larghezza dello scavo, gli elementi di protezione in resina sintetica.

Nel caso di posa di nuovi cavi MT ad integrazione di preesistenti, devono essere adottati tutti gli accorgimenti e le opere provvisorie necessarie per evitare, per quanto possibile, incroci o accavallamenti.

Giunzioni dei cavi MT

Convenzionalmente si definisce “giunzione” la giunzione tripolare dei tre conduttori di fase più schermo, pertanto ogni giunzione si intende costituita da tre terminali unipolari (connettore di interconnessione) e tre corredi per terminazione unipolare.

Le giunzioni elettriche saranno realizzate mediante l'utilizzo di giunto unipolare per posa interrata di cavi MT di qualsiasi sezione, con isolamento estruso e schermo a fili, grado di isolamento del giunto 36 kV, da realizzare con guaine autorestringenti, montate in fabbrica su tubo di supporto, che assicurino la ricostruzione dell'isolamento e della protezione meccanica, e il mantenimento delle caratteristiche elettriche del cavo.

Per ciascun giunto dovrà essere inoltre compresa la fornitura e la posa in opera del "ball- marker" passivo non deteriorabile interrato con codice di riconoscimento a cui si assoceranno le informazioni relative al giunto e di una protezione meccanica da realizzare con tegoli in pvc o in cav e un letto di sabbia in cui annegare il giunto di almeno 20 cm.

Inoltre l'Appaltatore fornirà le localizzazioni esatte dei giunti su cartografia in scala 1:5000, identificando le coordinate WGS84 corrispondenti. Il tutto eseguito secondo le prescrizioni tecniche di progetto ed a perfetta regola d'arte.

Giunti di interruzione o messa a terra degli schermi

Nelle posizioni dei giunti previste in progetto, si dovrà prevedere la messa a terra degli schermi, per la quale si dovrà fornire e mettere in opera:

- connettori BT,
- cavo N07V-K di sezione minima 16 mm²,
- capocorda per giunzione Cu-Acciaio,
- picchetto a croce in acciaio zincato,
- pozzetto non ispezionabile completo di chiusino da affogare nel terreno 40x40 cm,
- barre di terra in rame da fissare alla parete del pozzetto.

Terminazioni per collegamenti MT in cavo

L'esecuzione delle terminazioni dei cavi MT deve essere fatta esclusivamente da personale specializzato, rispettando rigorosamente le istruzioni del fornitore e quanto previsto dalle norme CEI e dalle prescrizioni del Committente.

Nell'esecuzione dei terminali all'interno delle celle dei quadri MT, l'Appaltatore deve realizzare il collegamento di terra degli schermi dei cavi con trecce flessibili di rame stagnato, normalmente a corredo del terminale, eventualmente prolungandole e dotandole di capocorda a compressione e bulloneria, da collegare alle strutture metalliche. In caso di terminazioni poste in prossimità di TA toroidali, l'Appaltatore deve provvedere a cortocircuitare le trecce flessibili tra loro e a collegare il punto di unione alla terra dello scomparto tramite fornitura in opera di cavo unipolare sez. 1x25 mm² di colore giallo-verde, transitando all'interno del TA.

È inoltre compresa la fornitura in opera di idoneo capocorda a compressione in rame stagnato, con attacco piatto a 1 foro diametro 13 mm. diritto o con attacco piatto a 2 fori diametro 13 mm diritto o a 45° o diversamente inclinato se prescritto dal Committente, per il collegamento di energia.

Ogni terna di terminazioni unipolari di cavi MT deve essere dotata dall'Appaltatore di una targa di riconoscimento in PVC, di tipo unificato dal Committente, con stampigliatura a rilievo e idonei elementi di fissaggio, atta ad identificare sia l'Appaltatore che l'operatore che ha materialmente confezionato le terminazioni.

Non sono ammesse preparazioni di terminali con elementi provenienti da confezioni di Case costruttrici diverse.

I terminali per esterno devono avere i capo-corda con la testa sigillata (non pressata) e senza foro di ispezione, per evitare infiltrazioni d'umidità all'interno del cavo.

5.2. Connessione BT

L'Appaltatore deve provvedere al montaggio delle connessioni da realizzare con materiale di propria fornitura o, se esplicitamente prescritto dai documenti contrattuali, fornito dal Committente.

La realizzazione delle connessioni deve essere eseguita in conformità al progetto.

Le connessioni realizzate con conduttori forniti dal Committente devono essere effettuate razionalizzando l'utilizzazione delle varie pezzature consegnate, in modo da limitare al massimo la produzione di spezzoni non utilizzabili.

Le connessioni BT non devono presentare punti di tensione scoperti o pericolosi; morsettiere, connettori, codoli delle apparecchiature, devono essere protetti almeno IP2X. Le connessioni BT sono di norma realizzate con cavi BT (il cui insieme costituisce la cosiddetta "cavetteria").

I cavi BT di fornitura del Committente possono essere forniti in bobine ed in spezzoni di lunghezze diverse. L'Appaltatore deve, per quanto possibile, usufruire degli spezzoni disponibili prima di tagliare da nuove bobine.

La posa dei cavi BT deve avvenire analogamente a quanto prescritto per la posa dei cavi MT nel presente documento.

Collegamenti BT tra quadri ed apparecchiature

Per i collegamenti tra i quadri ed apparecchiature l'Appaltatore deve utilizzare cavi BT isolati con PVC sotto guaina di PVC tipo non propagante l'incendio a norma CEI (esempio: CEI 20-21 tensione nominale $U_0/U = 0,6/1$ kV):

- cavi BT multipolari rigidi o flessibili per posa fissa;
- cavi BT multipolari flessibili per posa fissa con schermo;

L'utilizzo di cavi BT non schermati, se prescritto dal Committente, è limitato ai collegamenti interni al fabbricato, compreso il quadro MT, ed alle circuiterie esterne in corrente alternata.

Operazioni complementari alla posa dei cavi BT

A ciascuna estremità di ogni cavo BT, l'Appaltatore deve eseguire le seguenti operazioni fornendo i materiali occorrenti:

- asportazione della guaina esterna del cavo per una lunghezza opportuna;
- formazione di "testa cavo" con materiale termorestringente;
- siglatura del cavo mediante applicazione di fascetta indicatrice (tipo GRAFOPLAST o similare);
- numerazione di ciascun conduttore mediante fascette segnafile (tipo GRAFOPLAST o similare);
- installazione, in prossimità delle morsettiere che ne sono sprovviste, di un profilato per dispositivi fissacavo (tipo MODERNOTECNICA o CARPANETO o similare), con eventuale sostituzione dei profilati già in opera, se inadeguati;
- fissaggio dei cavi in corrispondenza delle morsettiere utilizzando dispositivi fissacavo (tipo MODERNOTECNICA o CARPANETO o similare);
- fornitura e posa in opera di morsetti componibili danneggiati o mancanti, di tipo analogo agli esistenti, completi di accessori;
- spellatura dei singoli conduttori ed applicazione di idoneo capocorda a compressione di tipo preisolato;

- collegamento a morsetto od a connettore dei conduttori, con realizzazione di scorta.

Per i cavi BT schermati, si aggiungono le seguenti operazioni necessarie per la messa a terra dello schermo, da realizzarsi ad entrambe le estremità del cavo comprensive della fornitura, a carico dell'Appaltatore, dei materiali occorrenti:

- installazione, in prossimità delle morsettiere che ne sono sprovviste, di un collettore di terra realizzato con piatto in Cu opportunamente forato avente dimensioni minime di 25x2 mm;
- applicazione attorno allo schermo del cavo di un apposito collare in Cu o acciaio inox, avente una sezione non inferiore a quella dello schermo, evitando il danneggiamento dei conduttori interni;
- collegamento del suddetto collare al collettore di terra per ciascuna morsettiera, utilizzando conduttore flessibile in Cu isolato in PVC, tipo non propagante l'incendio secondo Norma CEI (esempio: CEI 20-22 II sigla N07V-K, rispondente alla tab. DV201, con sezione di 6 mm² e colorazione GIALLO-VERDE).

La realizzazione di collegamenti tramite saldatura a stagno deve essere preventivamente disposta o autorizzata dal Committente.

Gli interventi di modifica o completamento dei cablaggi (esecuzione di collegamenti interni, normalmente eseguiti con cavo unipolare) relativi a quadri o apparecchiature in opera o di nuova installazione, devono essere realizzati utilizzando conduttori flessibili isolati in PVC, tipo non propagante l'incendio secondo Norme CEI, e comprende le seguenti operazioni:

- eventuale composizione numerazione e montaggio di nuove morsettiere o modifica di quelle esistenti;
- eventuale posa di canaline portacablaggio di tipo autoestingente, tubazioni in PVC ed altri accessori di fissaggio;
- spellatura dei singoli conduttori ed applicazione di idoneo capocorda a compressione di tipo preisolato;
- collegamento a morsetto od a connettore dei conduttori, con realizzazione di scorta.

I collegamenti tra gli armadi smistamento cavi e gli armadi generali dei trasformatori possono, in alcuni casi, essere realizzati in esecuzione sconnettibile utilizzando cavi unipolari flessibili con sezione non inferiore a 2,5 mm². Tali conduttori devono essere posati entro guaine metalliche flessibili ricoperte esternamente con rivestimento in PVC, complete di raccordi che realizzino il collegamento a terra di entrambe le estremità; una di queste deve quindi essere equipaggiata del prescritto connettore volante. I cavi di tipo telefonico per telesegnali, telecomandi, ecc., si attestano

in modo analogo a quanto sopra indicato, salvo l'utilizzo di accessori speciali per le terminazioni; in alcuni casi si rende necessario il bloccaggio meccanico dei singoli cavi prima di eseguire il collegamento elettrico.

Terminazioni a connettore

I cavi da collegare tramite connettori devono essere privati della guaina per una lunghezza variabile, in funzione del grado di mobilità richiesto, di volta in volta, dalle singole terminazioni; i conduttori devono essere quindi protetti con calze isolanti estensibili. I conduttori non utilizzati devono essere isolati singolarmente con guaina termorestringente o morsetto isolante. I singoli conduttori, privati dell'isolamento all'estremità da connettere, devono essere fissati ai contatti (pin) del connettore con l'ausilio dell'apposita pinza avendo cura di non lasciare scoperte parti di conduttore nudo; i contatti devono essere poi inseriti negli alloggiamenti da rendere attivi e bloccati. L'eventuale inserimento di componenti elettronici deve essere effettuato garantendone l'isolamento nei confronti degli altri conduttori e verso terra. I connettori devono essere polarizzati posizionando correttamente le relative guide. La parte volante dei connettori deve essere contrassegnata in modo permanente con etichette autoadesive prestampate (non sono ammesse scritte eseguite a mano).

Morsettiere BT

Ove non altrimenti specificato dai documenti contrattuali, la fornitura, composizione ed il montaggio di morsettiere BT deve avvenire nel rispetto delle seguenti prescrizioni:

- i morsetti devono essere di tipo componibile, in materiale melaminico, adatti alle sezioni dei conduttori;
- il fissaggio deve essere effettuato su profilato d'appoggio normalizzato;
- la composizione deve anche comprendere separatori, placche d'assemblaggio e altri accessori;
- i morsetti a vite devono presentare un'elevata forza di contatto, elevate caratteristiche dielettriche, resistenza alle correnti superficiali, anigroscopicità ed auto-estinguenza, una sicurezza assoluta contro le vibrazioni e l'allentamento, una perfetta ed uniforme pressione sul conduttore, un'insignificante caduta di tensione;
- i morsetti per circuiti voltmetrici devono essere provvisti di sezionatore a cursore e prese di prova, mentre quelli destinati ai circuiti amperometrici devono essere provvisti anche di piastrine di contatto mobili;
- il posizionamento delle morsettiere all'interno delle apparecchiature deve contemperare l'esigenza di una comoda ed agevole sistemazione dei cavi;

- in prossimità delle morsettiere devono essere installate staffe con guide fissa-cavo;
- analogamente deve essere installato un piatto Cu nudo 25 x 3 mm immediatamente sotto ad ogni guida fissa-cavo, provvisto di fori \varnothing 8 mm disposti a passo costante e collegato direttamente alla terra dell'impianto, che si utilizza per la messa a terra dello schermo dei cavi;
- se richiesto dal Committente, l'inserimento di più conduttori nello stesso morsetto deve avvenire utilizzando capicorda idonei per il serraggio di due fili.

Eventuali morsettiere preesistenti devono essere modificate in modo da uniformarsi le stesse caratteristiche.

6. Collegamento all'impianto di messa a terra

In tutti i casi ove ciò è previsto in progetto, le apparecchiature e strutture metalliche di sostegno o accessorie installate dall'Appaltatore devono essere collegate all'impianto di messa a terra tramite i collegamenti appositamente predisposti durante la realizzazione della maglia di terra secondo le prescrizioni della parte Rete e Impianto di Messa A Terra del presente documento.

I collegamenti in piatto di rame devono essere ravvivati nei punti di contatto.

I collegamenti in corda di rame devono essere attestati alle strutture delle apparecchiature mediante capicorda, bulloni, o altro, secondo le indicazioni impartite dal Committente; se nel loro sviluppo occorre fissarli a parete, si devono utilizzare graffette di materiale amagnetico ed inossidabile dotate di tasselli ad espansione ad interasse di circa 70-80 cm.

Di norma deve essere evitato che il rame nudo aderisca a superfici metalliche zincate, per non favorire la formazione di processi di ossidazione; allo scopo è consentito il ricorso all'uso di materiale protettivo termorestringente o di verniciatura di colore indicato dal Committente.

I capicorda devono essere del tipo a compressione diritto e a colletto lungo idonei alla corda di rame impiegata. I morsetti bifilari per la giunzione di conduttori devono essere pressati in modo da ottenere la sicura unione delle parti a contatto utilizzando presse e matrici idonee.

Le viti utilizzate in qualsiasi giunzione devono avere doppio dado e rondelle piane.

Vengono di seguito indicati, in via indicativa e non esaustiva, alcuni casi particolari di connessioni di strutture metalliche ed apparecchiature alla maglia di terra.

Collegamenti di terra di apparecchiature MT Scaricatori MT

Ciascuno scaricatore MT è di norma connesso al collegamento di terra appositamente predisposto, seguendo un percorso il più diretto possibile, utilizzando corda nuda di rame attestata al terminale di terra dello scaricatore stesso e, all'altro capo, ad un unico nodo, comune per le tre fasi, ove viene anche attestato il collegamento verso l'impianto di terra; le corde in rame nudo possono essere bloccate sulle strutture di sostegno purché non si utilizzino materiali magnetici o conduttori; il collegamento di terra deve essere protetto fino ad un'altezza di 2,50 m dal suolo con tubo in PVC o adeguata canalina isolante da fissare al sostegno dell'apparecchiatura tramite graffette di materiale amagnetico.

Schermi dei cavi MT

All'interno di qualsivoglia scomparto MT, gli schermi dei cavi devono essere collegati a terra come descritto alla parte "Terminazioni per collegamenti MT in cavo".

All'esterno i collegamenti degli schermi dei cavi devono analogamente essere messi a terra, direttamente utilizzando le carpenterie di sostegno, senza transitare per alcuna altra apparecchiatura.

Collegamenti di terra di apparecchiature BT e varie

Tutte le apparecchiature devono essere connesse ai rispettivi collegamenti di terra predisposti riducendo al minimo possibile le interposizioni di giunti a bullone tramite conduttori adeguatamente dimensionati.

In particolare, all'interno dell'edificio servizi le apparecchiature devono essere connesse al collettore ad anello tramite corda nuda in rame di sezione non inferiore a 63 mm² dotata di morsetti bifilari e capocorda del tipo a compressione; la bulloneria utilizzata per i collegamenti deve essere in acciaio inox.

Tutti i telai, i quadri e gli armadi devono essere connessi tra loro ed ai collegamenti all'impianto di terra dell'edificio servizi. Le connessioni sono di norma realizzate mediante piatto di rame cadmiato 30x2 mm; i pannelli devono essere messi a terra con collegamenti in cavo unipolare flessibile tipo NO7V-K, sezione 16 mm², di colore giallo/verde.

Tutti gli schermi dei cavi BT devono essere collegati a terra realizzando (all'interno del vano BT delle celle MT) un collettore con piatto rame collegato alla maglia di terra.

Collegamenti alla rete di terra di strutture metalliche varie

Le strutture metalliche devono essere connesse ai collegamenti di terra di norma tramite corda di rame o piatto di acciaio zincato di adeguata sezione. Le giunzioni devono garantire un contatto elettrico efficiente e sicuro nel tempo.

Gli eventuali fori praticati nella carpenteria per il fissaggio dei conduttori di terra devono essere protetti dall'ossidazione con prodotti idonei e in modo da non alterare le superfici di contatto.

In particolare, le strutture metalliche soggette a movimento (ripari mobili, attacco per la leva di manovra dei sezionatori, albero dei sezionatori di terra, ecc.) devono essere collegate a terra mediante trecce flessibili di rame stagnato d'idonea sezione e complete di terminazioni; le strutture metalliche fisse (traverse, ecc.) sono di norma connesse alla maglia di terra con idonei conduttori di rame; a meno che non siano collegate in almeno due punti con bulloni o saldature elettriche ad altra struttura fissa direttamente collegata alla maglia di terra.

7. Accettazione definitiva delle opere

7.1. Controlli in corso d'opera

Norme generali di esecuzione

I lavori eseguiti dall'Appaltatore possono essere in qualsiasi momento sottoposti dal Committente a prove e controlli in corso d'opera, di qualsiasi tipo, onde accertare le caratteristiche di quanto eseguito fino a quel momento. L'Appaltatore deve fornire tutta la propria organizzazione ed assistenza per la conduzione delle prove.

Le opere appaltate possono essere sottoposte a tutte le prove che il Committente intende eseguire a proprio insindacabile giudizio.

In caso di esito negativo di una qualsiasi delle prove, l'Appaltatore è tenuto ad ottemperare a sua completa cura e spese a tutte le prescrizioni impartite dal Committente e a rimediare ad ogni difetto rilevato.

L'Appaltatore deve effettuare propri controlli in corso d'opera al fine di assicurare la qualità richiesta dal Committente, attivando una struttura con relative procedure di controllo interno della qualità (Sistema Qualità) coerente con sia con la necessità di fornire autocertificazioni al Committente della qualità delle opere sia con l'eventuale certificazione, se in suo possesso, del Sistema di Qualità Impresa (Norma UNI EN ISO 9002).

Norme generali di valutazione

Il Committente deve provvedere a propria cura e spese alle prove che intende eseguire, mentre è a totale cura e spese dell'Appaltatore tutto ciò che occorre per eseguire le prove che il Committente intende effettuare. Qualora nei documenti contrattuali siano prescritti esplicitamente compensi da valutare separatamente, si procede a corpo.

7.2. Controlli finali

Norme generali di esecuzione

Analogamente a quanto prescritto per i controlli in corso d'opera, i lavori eseguiti dall'Appaltatore sono sottoposti dal Committente, al loro termine, a prove e controlli di qualsiasi tipo, onde accertare le caratteristiche di quanto eseguito. L'Appaltatore deve fornire tutta la propria organizzazione ed assistenza per la conduzione delle prove.

I controlli finali sono tesi ad accertare le caratteristiche di quanto eseguito e la rispondenza agli scopi, alle prescrizioni di Legge, al progetto e alle specifiche tecniche.

In caso di esito negativo, l'Appaltatore è tenuto ad ottemperare a sua esclusiva cura e spese alle prescrizioni ricevute.

Norme generali di valutazione

Di norma i controlli sono a carico del Committente, mentre è a totale cura e spese dell'Appaltatore tutto ciò che occorre per eseguire le prove che sono effettuate, ivi compresi gli esiti di prove eventualmente eseguite in corso d'opera e la prova di aver rimediato ad eventuali prescrizioni ricevute in tali sedi. Qualora nei documenti contrattuali siano prescritti esplicitamente compensi da valutare separatamente, si deve procedere a corpo.

7.3. Consegna delle opere

Generalità

L'accettazione da parte del Committente delle opere eseguite dall'Appaltatore è comunque subordinata alle operazioni di seguito sommariamente descritte, che l'Appaltatore stesso è tenuto a compiere prima di comunicare al Committente l'approntamento alla consegna. L'Appaltatore deve comunque procedere a proprie verifiche della corretta esecuzione delle opere nonché dell'esatta installazione e funzionamento di tutti gli elementi costituenti i vari impianti, secondo le indicazioni di progetto e quanto prescritto dal Committente e dalle norme CEI.

Verifiche da parte dell'Appaltatore

Prima della consegna al Committente di ogni parte di impianto eseguita e sottoposta alla valutazione del Committente, l'Appaltatore deve, a propria cura e spese, con attrezzature e strumenti di misura appositi, provvedere all'esecuzione di verifiche di installazione e funzionali per accertare di aver correttamente eseguito i lavori, provvedendo anche a tutte le modifiche necessarie per il buon funzionamento dell'impianto.

Le operazioni di verifica che l'Appaltatore è tenuto ad operare consistono, di massima, nel controllo della corretta installazione elettrica e meccanica di tutti gli elementi costituenti l'impianto. I controlli devono essere effettuati quando necessario con l'impianto di bassa tensione alimentato, eseguendo caso per caso le seguenti operazioni minime previa verifica dell'integrità di tutto il materiale impiegato, sia di propria fornitura che di fornitura del Committente:

Sezione BT e Servizi Ausiliari:

- verifica del corretto serraggio dei conduttori nelle rispettive morsettiere;
- prove di isolamento, se non eseguite e certificate dal fornitore;
- prove di continuità del circuito di protezione;

- prove di messa in servizio ed eventuale messa in servizio del quadro servizi ausiliari c.a. e c.c.;
- prove di messa in servizio ed eventuale messa in servizio di raddrizzatori e batterie 110 Vcc. e 24 Vcc.;
- controllo delle alimentazioni c.a. e c.c. delle apparecchiature;
- Impianti elettrici civili:
- alimentazione degli impianti elettrici;
- verifica del funzionamento corpi illuminanti e unità d'emergenza;
- verifica del funzionamento prese FM e senso ciclico delle fasi;
- controllo dell'efficienza delle protezioni differenziali;
- verifica del funzionamento dell'illuminazione esterna;
- verifica dell'orientamento notturno dei fari e dei livelli illuminamento;

Sezione MT:

- verifica dei rapporti di trasformazione dei TA;
- verifica degli interblocchi scomparti MT, comandi e tutte le cause d'allarme, scatto e segnalazione dei montanti MT;
- verifica dell'esatta inserzione dei circuiti varmetrici (V_0 , I_0) dei direzionali di terra;
- verifica cavi MT (misure di rigidità dielettrica);
- controllo dei circuiti d'inclusione/esclusione delle richiuse delle semisbarre;
- controllo della corrispondenza del collegamento tra i pin dei connettori del pannello di protezione e controllo ed i pin del connettore del telecomando;
- controllo della corrispondenza del collegamento tra i pin dei connettori del pannello di protezione e controllo ed i pin del connettore del CIS.

A conferma della corretta esecuzione delle operazioni di verifica e controllo, l'Appaltatore provvede a rilasciare un documento che certifichi la metodologia usata e l'esito d'ogni prova.

Inoltre, se non diversamente prescritto, l'Appaltatore deve provvedere a predisporre le apparecchiature per l'esecuzione, a cura del Committente, delle prove a frequenza industriale sul quadro MT e delle prove d'isolamento dei cavi MT.

7.4. Collaudi

I Collaudi sono eseguiti da personale del Committente a ciò abilitato o da Professionista/i abilitato/i iscritto/i ad Ordine o Albo Professionale, nominato/i dal Committente. Qualsiasi prova

può essere eseguita in corso d'opera tesa ad accertare le caratteristiche di quanto eseguito fino a quel momento.

L'Appaltatore deve fornire tutta la propria organizzazione ed assistenza per la conduzione delle prove. In caso di esito negativo di una qualsiasi delle prove, l'Appaltatore è tenuto ad ottemperare a sua completa cura e spese a tutte le prescrizioni impartite dai Collaudatori e a rimediare ad ogni difetto rilevato.

I collaudi in corso d'opera delle opere civili devono procedere secondo le modalità e le prove stabilite dal Collaudatore tese ad accertare la rispondenza delle opere civili alle prescrizioni di Legge, al progetto e alle specifiche tecniche.

I collaudi in corso d'opera degli impianti a servizio delle opere civili sono tenuti da Collaudatori esperti degli impianti stessi che eseguono tutte le prove tese ad accertare la rispondenza degli impianti alle prescrizioni di Legge, al progetto e alle specifiche tecniche.

Le prove in corso d'opera su impianti elettrici MT, BT e impianti ausiliari sono tenute da Collaudatori del Committente che eseguono tutte le prove tese ad accertare la rispondenza degli impianti alle prescrizioni di Legge, al progetto e alle specifiche tecniche nonché al corretto funzionamento elettrico.

I collaudi e le prove di funzionamento finali sono eseguiti analogamente a quanto prescritto per collaudi e prove di funzionamento in corso d'opera da personale del Committente a ciò abilitato o da Professionista/i abilitato/i iscritto/i ad Ordine o Albo Professionale, nominato/i dal Committente.

I Collaudatori possono sottoporre le opere appaltate a tutte le prove che intendono eseguire in base alla propria esperienza ed alla propria perizia professionale.

I Collaudi e le prove di funzionamento finali sono tesi ad accertare le caratteristiche di quanto eseguito e la rispondenza agli scopi, alle prescrizioni di Legge, al progetto e alle specifiche tecniche.

In caso di esito negativo, l'Appaltatore è tenuto ad ottemperare a sua esclusiva cura e spese alle prescrizioni ricevute fino ad esito positivo di tutti i Collaudi.

- Norme generali di valutazione

Di norma i Collaudatori sono a carico del Committente, mentre è a totale cura e spese dell'Appaltatore tutto ciò che occorre ai Collaudatori per eseguire le prove che intendono effettuare, ivi compresa la documentazione degli esiti di controlli eventualmente eseguiti in corso d'opera nonché l'obbligo di comprovare adeguatamente di aver rimediato ad eventuali prescrizioni ricevute in tali sedi.

- Pulizia finale

A seguito dell'ultimazione lavori e in ogni caso prima della messa in servizio, l'Appaltatore deve eseguire la pulizia generale di tutto quanto ha realizzato, secondo le indicazioni impartite dal Committente ed in particolare deve effettuare:

- la pulizia degli interruttori MT e dell'interno degli scomparti, prima dell'inserimento dei carrelli estraibili;
- la pulizia degli isolatori passanti MT e del vano risalita cavi, prima di posizionare le lamiere di chiusura;
- la pulizia, con aspiratore, dei cunicoli per i cavi BT;
- lo spolvero dell'esterno dei quadri MT, dei telai di protezione e controllo, degli armadi, ecc.;
- la pulizia dei servizi igienici;
- il lavaggio dei serramenti e dei vetri interni ed esterni dell'edificio; il lavaggio dei pavimenti e la cerata degli stessi.

- Norme generali di valutazione

Tutto quanto riguarda la consegna dell'opera (ed in particolare le verifiche, le pulizie e le messe a punto degli impianti) è di norma a totale cura e spese dell'Appaltatore. Qualora nei documenti contrattuali siano prescritti esplicitamente compensi da valutare separatamente, si deve procedere a corpo.

8. Conclusioni

La presente relazione descrive tutti i contenuti prestazionali tecnici degli elementi previsti nel progetto per la realizzazione ed esercizio di un parco agro-fotovoltaico denominato **FV-Pinicelle** della potenza in immissione in rete di **26.000,00 kW** in corrente alternata e una potenza di **29.328,00 kW** in corrente continua, localizzato all'interno del territorio comunale di Brindisi (BR) e costituito da cinque sotto-impianti della potenza in immissione in rete rispettivamente di:

- **FV-Casignano** (codice interno AG20): **10.400,00 kW** in corrente alternata e una potenza di **11.815,00 kW** in corrente continua da installarsi in **Contrada Casignano**, nel comune di **Brindisi (BR)**, foglio 66 particelle 33, 83, 85, 87, 88, 89, 90, 96, 97, 132, 136 N.C.T.;
- **FV-Masciullo** (codice interno AG98): **5.600,00 kW** in corrente alternata e una potenza di **6.317,00 kW** in corrente continua da installarsi in **Contrada Masciullo**, nel comune di **Brindisi (BR)**, foglio 99 particelle 12, 37, 38, 39, 40, 52, 81 e 82 N.C.T.;
- **FV-Lo Spada** (codice interno AG193): **3.000,00 kW** in corrente alternata e una potenza di **3.274,00 kW** da installarsi in **Contrada Casignano**, nel comune di Brindisi (BR), foglio 66 particelle 34, 76, 140, 141, 142, 144, 145, 146 e 147 N.C.T.;
- **FV-Restinco** (codice interno AG194): **2.000,00 kW** in corrente alternata e una potenza di **2.162,00 kW** in corrente continua da installarsi in **Contrada Restinco**, nel comune di Brindisi (BR), foglio 41 particelle 337, 347, 348, 349 e 421 N.C.T. e foglio 42 particelle 16, 17, 18, 19, 20, 21, 60, 61, 62, 66, 73, 74, 75 e 76 N.C.T.;
- **FV-La Gonnella** (codice interno AG245): **5.000,00 kW** in corrente alternata e una potenza di **5.761,00 kW** in corrente continua da installarsi in **Contrada La Gonnella**, nel comune di Brindisi (BR), foglio 108 particelle 109, 110 e 111 N.C.T. foglio 109 particella 98 N.C.T. e foglio 133 particelle 24, 27, 28, 178, 179 e 270 N.C.T.

Il parco agro-fotovoltaico denominato FV-Pinicelle sarà connesso alla Rete di Trasmissione Nazionale tramite il collegamento delle dorsali MT interrate 30 kV alla SSEU FV-Pinicelle 150/30 kV, dove la tensione sarà successivamente convogliata tramite elettrodotto AT interrato 150 kV allo stallo condiviso assegnato, da realizzare in una futura stazione di smistamento 150 kV da costruire nelle immediate vicinanze della Stazione di Trasformazione 380/150 kV "Brindisi".