



# REGIONE PUGLIA COMUNE DI BRINDISI (BR)



Proponente:



**VRE .2**

**VRE.2 SRL**

Via Luigi Galvani, 24  
20124 - Milano (MI)  
C.F./P.IVA:11773270969  
pec: vre.2@pecviridisenergia.com

Procedura:

Valutazione di impatto ambientale (art. 23, D.Lgs. 156/06)

Oggetto:

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico, costituito da lotto Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e lotto Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica.  
Comune di Brindisi (BR)

**IMPIANTO DI PRODUZIONE: "VRE.2"**



ID Progetto del MiTE:

Identificatore:

85\_PD\_R

Scala:

-

Elaborato redatto da:



Titolo elaborato:

Relazione calcoli elettrici

## PROGETTAZIONE E COORDINAMENTO



Arato SRL  
Dott. Ing. Giada Stella Maria Bolignano  
Ordine degli Ingegneri, Prov. di Reggio Calabria, n. A 2508  
Via Diaz, 74 - 74023 Grottaglie (TA)  
info@aratosrl.com

## GEOLOGIA E IDROLOGIA

Dott. Geol. Rita Amati

Dott. Geol. Rita Amati  
Ordine dei Geologi della Puglia, n. 495  
Via Girasoli 142, 74122 Taranto - Lama (TA)  
r.amati7183@gmail.com

## OPERE ELETTRICHE



Studio Tecnico BFP SRL  
Dott. Ing. Danilo Pomponio  
Ordine degli Ingegneri, Prov. di Bari, n. A6222  
Via Degli Arredatori, 8 - 70026 Modugno (BA)  
info@bfpgroup.net

## IDRAULICA



H2O Pro S.r.l.  
Dott. Ing. Salvatore Vernole  
Ordine degli Ingegneri, Prov. di Bari, n. A5736  
c.so A. De Gasperi 529/C, 70125 Bari  
studio@h2pro.it

## ACUSTICA



Dott. Ing. Marcello Latanza  
Ordine degli Ingegneri, Prov. di Taranto, n. A2166  
via Costa 25/b - 74027 S. Giorgio Jonico (TA)  
marcellolatanza@gmail.com

## STUDIO PEDO-AGRONOMICO

Agr. Vittorino Palmisano

Dott. Agr. Vittorino Palmisano  
Ordine dei Dottori Agronomi e Forestali, Prov. di Taranto, n. 284  
Via Enrico Fermi 43, 74019 Palagianò (TA)  
vitt.palmisano@gmail.com

## ARCHEOLOGIA



MUSEION Soc. Coop.  
Dott. Archeologa Paola Iacovazzo  
Via del Tratturello Tarantino 6, 74123 Taranto (TA)  
museion-archeologia@libero.it

## STRUTTURE ED OPERE CIVILI



Dott. Ing. Giuseppe Furnari  
Ordine degli Ingegneri, Prov. di Catania, n. A6223  
Viale del Rotolo, 44  
95126 Catania (CT)  
sep.furnari@gmail.com

Rev.	Data	Descrizione revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
0	07/2022	Prima emissione	Ing. Mastroserio/Ing. Mancini	Ing. Pomponio	Ing. Bolignano
1					
2					
3					

Questo documento contiene informazioni di proprietà di VRE.2 S.r.l. e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. E' vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di VRE.2 S.r.l..

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: **VRE.2 S.R.L.**

## SOMMARIO

1	OGGETTO .....	3
2	DATI DI PROGETTO.....	4
3	RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI.....	5
4	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO .....	6
4.1	Configurazione degli impianti.....	6
4.1.1	Configurazione Impianto A	6
4.1.2	Configurazione Impianto B	7
4.2	Moduli fotovoltaici.....	8
4.3	Quadri di campo .....	9
4.4	Cabine di conversione e trasformazione .....	9
4.4.1	Impianti elettrici BT cabine di conversione e trasformazione	11
4.5	Magazzino e locale tecnico .....	12
4.6	Cabina utente.....	12
4.6.1	Descrizione delle apparecchiature MT	12
4.6.2	Impianti elettrici BT	13
4.7	Impianto di messa a terra.....	14
4.8	Elettrodotti MT.....	15
4.8.1	Scelta del tipo di posa	15
4.8.2	Scelta del tipo di cavi MT	15
4.8.3	Prova di isolamento	17
4.8.4	Giunzioni e terminazioni MT	17
4.9	Scelta del tipo di cavi BT .....	17
4.10	Tubazioni.....	18
4.11	Temperatura di posa .....	18
4.12	Segnalazione della presenza dei cavi .....	18
4.13	Impianti di illuminazione e sicurezza.....	19
5	OPERE DI RETE PER LA CONNESSIONE.....	20
5.1	Descrizione generale .....	20
5.2	Elettrodotto MT.....	20
5.3	Cabina di consegna.....	21
5.3.1	Apparecchiature elettriche di manovra e di misura	21
5.3.2	Impianti elettrici	22
5.3.3	Impianto di terra	22
6	CRITERI DI COSTRUZIONE.....	24
6.1	Esecuzione degli scavi.....	24
6.2	Coesistenza tra cavi di energia e telecomunicazione .....	24
6.3	Coesistenza tra cavi di energia e tubazioni o serbatoi metalli interrati.....	24
6.4	Coesistenza tra cavi di energia e gasdotti.....	25

Consulente:



Titolo elaborato

RELAZIONE CALCOLI ELETTRICI

Codice elaborato: 85\_PD\_D

Pag. 1 di 28

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: **VRE.2 S.R.L.**

6.5	Coesistenza tra cavi di energia e serbatoi di liquidi e gas infiammabili .....	26
6.6	Esecuzione di pozzetti e camerette.....	26
6.7	Esecuzione delle giunzioni e delle terminazioni a MT .....	26
6.8	Messa a terra dei rivestimenti metallici.....	26
7	SICUREZZA ELETTRICA DELL'IMPIANTO .....	27
7.1	Protezione da corto circuiti sul lato c.c. dell'impianto.....	27
7.2	Protezione da contatti accidentali lato c.c. ....	27
7.3	Protezione dalle fulminazioni.....	27
7.4	Sicurezze sul lato c.a. dell'impianto.....	28
7.5	Impianto di messa a terra.....	28

Consulente:



Via degli Arredatori 8  
70026 Modugno (BA)

Titolo elaborato

RELAZIONE CALCOLI ELETTRICI

Codice elaborato: 85\_PD\_D

Pag. 2 di 28

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: **VRE.2 S.R.L.**

## 1 OGGETTO

La società VRE.2 S.r.l. facente parte del gruppo VIRIDIS, avvalendosi del know-how della capogruppo, intende realizzare n. 2 impianti agrivoltaici nel comune di Brindisi (BR) della potenza di 6,324 e 5,636 MWp e una potenza ai fini della connessione, per ciascuno dei due impianti, pari a 5,486 MW con relative opere di connessione.

Nel seguito sono raccolte le linee guida generali della progettazione ed in particolare i dati di progetto.

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

Gli impianti fotovoltaici verranno allacciati alla rete di distribuzione mediante la realizzazione di n. 2 cabine di consegna.

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

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

<b>Consulente:</b>  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato <b>RELAZIONE CALCOLI ELETTRICI</b>
Codice elaborato: 85_PD_D	Pag. 3 di 28

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: **VRE.2 S.R.L.**

## 2 DATI DI PROGETTO

<b>DATI TECNICI IMPIANTO A</b>	
Codice di rintracciabilità	314498688
Potenza nominale dell'impianto DC	6324,48 kWp
Potenza nominale dell'impianto AC	5486 kW
Range di tensione in corrente continua in ingresso al gruppo di conversione	<1500 V
Tensione in corrente alternata in uscita al gruppo di conversione	<1000 V
Tipo di intervento richiesto:	
Nuovo impianto	SI
Trasformazione	NO
Ampliamento	NO
Dati del collegamento elettrico	
Descrizione della rete di collegamento	MT neutro isolato
Tensione nominale (Un)	Trasporto 20.000 V
Vincoli della Società Distributrice da rispettare	Specifiche E-Distribuzione
Misura dell'energia	Contatore in MT nel punto di consegna per misure UTF (installazione e manutenzione a carico del Distributore)
Punto di Consegna	Cabina di consegna
<b>DATI TECNICI IMPIANTO B</b>	
Codice di rintracciabilità	314498848
Potenza nominale dell'impianto DC	5636,4 kWp
Potenza nominale dell'impianto AC	5486 kW
Range di tensione in corrente continua in ingresso al gruppo di conversione	<1500 V
Tensione in corrente alternata in uscita al gruppo di conversione	<1000 V
Tipo di intervento richiesto:	
Nuovo impianto	SI
Trasformazione	NO
Ampliamento	NO
Dati del collegamento elettrico	
Descrizione della rete di collegamento	MT neutro isolato
Tensione nominale (Un)	Trasporto 20.000 V
Vincoli della Società Distributrice da rispettare	Specifiche E-Distribuzione
Misura dell'energia	Contatore in MT nel punto di consegna per misure UTF (installazione e manutenzione a carico del Distributore)
Punto di Consegna	Cabina di consegna

<b>Consulente:</b>  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato RELAZIONE CALCOLI ELETTRICI
	Codice elaborato: 85_PD_D

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: **VRE.2 S.R.L.**

### 3 RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI

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

- norme CEI/IEC per la parte elettrica convenzionale (in particolare CEI 0-16, CEI 64-8, CEI 99-3, CEI 81-10);
- norme CEI/IEC e/o JRC/ESTI per i moduli fotovoltaici (in particolare CEI EN 60904, 61215)
- conformità al marchio CE per tutti gli apparati di bassa tensione;
- UNI 10349 per il dimensionamento del generatore fotovoltaico;
- UNI/ISO per le strutture meccaniche di supporto e di ancoraggio dei moduli fotovoltaici e per le opere civili.
- Circa la sicurezza e la prevenzione degli infortuni, si ricorda:
- il D. Lgs 81/2008 "Testo Unico della sicurezza" e s.m.i.
- il D.M. 37/2008 e s.m.i per la sicurezza elettrica.

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

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

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

<p><b>Consulente:</b>  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato RELAZIONE CALCOLI ELETTRICI</p>
<p>Codice elaborato: 85_PD_D</p>	<p>Pag. 5 di 28</p>

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: **VRE.2 S.R.L.**

#### 4 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

##### 4.1 Configurazione degli impianti

Gli impianti saranno di tipo ad inseguimento solare monoassiale, ovvero con pannelli fotovoltaici posizionati su tracker infissi nel terreno. L'ottimizzazione del numero di moduli e quindi delle stringhe installabili ha previsto l'installazione di inverter centralizzati di potenza in c.a. variabile da 1662 kVA a 1912 kVA, settati in modo che la potenza AC in uscita non superi il valore autorizzato. Le stringhe saranno collegate in parallelo entro i quadri di campo o comunemente chiamati String box. Sono previste due tipologie di struttura: ad una stringa (24 moduli) ed a mezza stringa (12 moduli).

##### 4.1.1 Configurazione Impianto A

L'impianto A (Codice di rintracciabilità 314498688) avrà una potenza installata lato DC pari a 6.324,48 kWp e una potenza in uscita lato AC pari a 5.486 kW. Si prevede di installare n. 10.368 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino della potenza di 610 Wp, le cui stringhe saranno formate da 24 moduli.

Di seguito è riportata la tabella di suddivisione delle potenze sui vari sottocampi.

FV Brindisi IMPIANTO A - CR 314498688																	
Potenza nominale impianto AC cosph1@45°C (KW)	Potenza totale DC (kWp)	Totale rapporto DC/AC	Rapporto DC/AC	Potenza nominale inverter AC cosph1@45°C (KW)	Potenza totale DC (kWp)	ID Inverter	N. totale stringhe per inverter	N. totale String Box	N. S.Box	Potenza DC per ogni String Box (kWp)	Stringhe per ogni String Box	Potenza stringhe (kWp)	Moduli per stringa	Potenza moduli (Wp)	ID Area		
5.486,00	6.324,48	115%	119,4%	1.912,00	2.283,84	CI01 TG1800-1500V TE 690	156	10	8	234,24	16	14,64	24	610	Area 1 A		
									2	204,96	14	14,64	24	610			
			119,8%	1.662,00	1.991,04	TG1800-1500V TE 600	136	9	4	234,24	16	14,64	24	610	Area 1B		
									2	219,6	15	14,64	24	610			
									3	204,96	14	14,64	24	610			
			107,2%	1.912,00	2.049,60	CI03 TG1800-1500V TE 690	140	10	4	234,24	16	14,64	24	610	Area 2		
									1	204,96	14	14,64	24	610			
									2	190,32	13	14,64	24	610			
											3	175,68	12	14,64	24	610	
						N. Inverter	3										
			N. Stringhe	432													
			N. Moduli	10.368													
			Totale S.Box	29													

Figura 1: Power table impianto fotovoltaico A

Tali numeri potranno variare a seconda delle caratteristiche tecniche dei convertitori scelti in fase esecutiva.

<b>Consulente:</b>  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato RELAZIONE CALCOLI ELETTRICI
	Codice elaborato: 85_PD_D

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: **VRE.2 S.R.L.**

#### 4.1.2 Configurazione Impianto B

L'impianto B (Codice di rintracciabilità 314498848) avrà una potenza installata lato DC pari a 5.636,40 kWp e una potenza in uscita lato AC pari a 5.486 kW. Si prevede di installare n. 9.240 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino della potenza di 610 Wp, le cui stringhe saranno formate da 24 moduli.

Di seguito è riportata la tabella di suddivisione delle potenze sui vari sottocampi.

FV Brindisi IMPIANTO B - CR 314498848																			
Potenza nominale impianto AC cosph1@45°C (KW)	Potenza totale DC (kWp)	Totale rapporto DC/AC	Rapporto DC/AC	Potenza nominale inverter AC cosph1@45°C (KW)	Potenza totale DC (kWp)	ID Inverter	N. totale stringhe per inverter	N. totale Sting Box	N. S.Box	Potenza DC per ogni String Box (kWp)	Stringhe per ogni String Box	Potenza stringhe (kWp)	Moduli per stringa	Potenza moduli (Wp)	ID Area				
5.486,00	5.636,40	103%	106,4%	1.912,00	2.034,96	CI04 TG1800-1500V TE 690	139	9	7	234,24	16	14,64	24	610	Area 3				
									1	204,96	14	14,64	24	610					
									1	190,32	13	14,64	24	610					
			100,3%	1.912,00	1.917,84	CI05 TG1800-1500V TE 690	131	9	4	234,24	16	14,64	24	610	Area 4A				
									3	204,96	14	14,64	24	610					
									1	190,32	13	14,64	24	610					
			101,3%	1.662,00	1.683,60	CI06 TG1800-1500V TE 600	115	8	1	175,68	12	14,64	24	610	Area 4B				
									1	234,24	16	14,64	24	610					
									1	219,6	15	14,64	24	610					
						N. Inverter	3												
						N. Stringhe	385												
						N. Moduli	9.240												
			Totale S.Box	26															

Figura 2: Power table impianto fotovoltaico B

Tali numeri potranno variare a seconda delle caratteristiche tecniche dei convertitori scelti in fase esecutiva.

<b>Consulente:</b>  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato RELAZIONE CALCOLI ELETTRICI
	Codice elaborato: 85_PD_D

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: **VRE.2 S.R.L.**

#### 4.2 Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici che saranno installati avranno una Potenza di picco di 610 Wp ciascuno e caratteristiche simili a quelle riportate nella seguente specifica tecnica:

MECHANICAL DIAGRAMS		SPECIFICATIONS																			
		<table border="1"> <tr> <td>Cell</td> <td>Mono</td> </tr> <tr> <td>Weight</td> <td>31.1kg±3%</td> </tr> <tr> <td>Dimensions</td> <td>2465±2mm×1134±2mm×35±1mm</td> </tr> <tr> <td>Cable Cross Section Size</td> <td>4mm<sup>2</sup> (IEC) , 12 AWG(UL)</td> </tr> <tr> <td>No. of cells</td> <td>156(6×26)</td> </tr> <tr> <td>Junction Box</td> <td>IP68, 3 diodes</td> </tr> <tr> <td>Connector</td> <td>QC 4.10(1000V) QC 4.10-35(1500V)</td> </tr> <tr> <td>Cable Length (Including Connector)</td> <td>Portrait: 300mm(+)/400mm(-); Landscape: 1300mm(+)/1300mm(-)</td> </tr> <tr> <td>Packaging Configuration</td> <td>31pcs/Pallet, 496pcs/40ft Container</td> </tr> </table>		Cell	Mono	Weight	31.1kg±3%	Dimensions	2465±2mm×1134±2mm×35±1mm	Cable Cross Section Size	4mm <sup>2</sup> (IEC) , 12 AWG(UL)	No. of cells	156(6×26)	Junction Box	IP68, 3 diodes	Connector	QC 4.10(1000V) QC 4.10-35(1500V)	Cable Length (Including Connector)	Portrait: 300mm(+)/400mm(-); Landscape: 1300mm(+)/1300mm(-)	Packaging Configuration	31pcs/Pallet, 496pcs/40ft Container
Cell	Mono																				
Weight	31.1kg±3%																				
Dimensions	2465±2mm×1134±2mm×35±1mm																				
Cable Cross Section Size	4mm <sup>2</sup> (IEC) , 12 AWG(UL)																				
No. of cells	156(6×26)																				
Junction Box	IP68, 3 diodes																				
Connector	QC 4.10(1000V) QC 4.10-35(1500V)																				
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 300mm(+)/400mm(-); Landscape: 1300mm(+)/1300mm(-)																				
Packaging Configuration	31pcs/Pallet, 496pcs/40ft Container																				
<p>Remark: customized frame color and cable length available upon request</p>																					

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC						
TYPE	JAM78S30 -585/GR	JAM78S30 -590/GR	JAM78S30 -595/GR	JAM78S30 -600/GR	JAM78S30 -605/GR	JAM78S30 -610/GR
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	585	590	595	600	605	610
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	53.20	53.30	53.40	53.50	53.61	53.73
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	44.56	44.80	45.05	45.30	45.53	45.77
Short Circuit Current(Isc) [A]	13.88	13.93	13.98	14.03	14.08	14.13
Maximum Power Current(Imp) [A]	13.13	13.17	13.21	13.25	13.29	13.33
Module Efficiency [%]	20.9	21.1	21.3	21.5	21.6	21.8
Power Tolerance	0~+5W					
Temperature Coefficient of Isc(α <sub>Isc</sub> )	+0.045%/°C					
Temperature Coefficient of Voc(β <sub>Voc</sub> )	-0.275%/°C					
Temperature Coefficient of Pmax(γ <sub>Pmp</sub> )	-0.350%/°C					
STC	Irradiance 1000W/m <sup>2</sup> , cell temperature 25°C, AM1.5G					

Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer. They only serve for comparison among different module types.

ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT						OPERATING CONDITIONS	
TYPE	JAM78S30 -585/GR	JAM78S30 -590/GR	JAM78S30 -595/GR	JAM78S30 -600/GR	JAM78S30 -605/GR	JAM78S30 -610/GR	
Rated Max Power(Pmax) [W]	442	446	450	454	458	462	Maximum System Voltage 1000V/1500V DC
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	50.59	50.72	50.86	51.01	51.17	51.33	Operating Temperature -40 C ~+85 C
Max Power Voltage(Vmp) [V]	42.69	42.82	42.94	43.07	43.21	43.34	Maximum Series Fuse Rating 25A
Short Circuit Current(Isc) [A]	11.07	11.13	11.19	11.25	11.30	11.35	Maximum Static Load,Front* 5400Pa(112lb/ft <sup>2</sup> ) Maximum Static Load,Back* 2400Pa(50lb/ft <sup>2</sup> )
Max Power Current(Imp) [A]	10.36	10.42	10.48	10.54	10.60	10.66	NOCT 45±2 C
NOCT	Irradiance 800W/m <sup>2</sup> , ambient temperature 20°C, wind speed 1m/s, AM1.5G						Safety Class Class II
*For NexTracker installations, Maximum Static Load,Front is 2400Pa while Maximum Static Load,Back is 2400Pa.							Fire Performance UL Type 1

#### CHARACTERISTICS

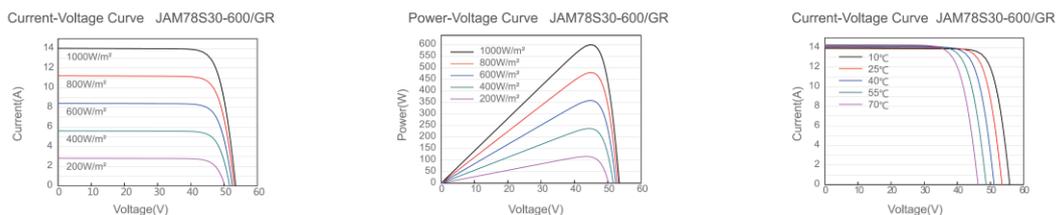


Figura 3: Scheda tecnica modulo fotovoltaico

<p>Consulente:</p> <p>Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato</p> <p>RELAZIONE CALCOLI ELETTRICI</p>
	<p>Codice elaborato: 85_PD_D</p>

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: **VRE.2 S.R.L.**

#### 4.3 Quadri di campo

I quadri di campo previsti saranno del tipo attivo con rilevazione degli stati caratteristici (sezionatore aperto, fusibile intervenuto, scaricatore intervenuto ecc.) ed avrà n. 16 ingressi, a loro volta saranno protetti da fusibili da 25 A. Ogni quadro avrà classe di protezione minimo IP 65, sarà dotato di sezionatore in c.c. in uscita con  $I_n=350$  A, avrà scaricatori di sovratensione di tipo 2, scheda di comunicazione RS485 con segnalazione apertura stringa e intervento scaricatore.

#### 4.4 Cabine di conversione e trasformazione

Le cabine di conversione e trasformazione avranno dimensioni pari 9,50 x 2,40 m; all'interno dei locali di conversione avverrà il passaggio da corrente continua a corrente alternata per mezzo di convertitori statici trifase della potenza nominale di 1800 kVA opportunamente settati in modo da non superare la potenza autorizzata e con caratteristiche idonee alla scelta dei pannelli fotovoltaici costituenti i singoli sottocampi. L'elevazione di tensione a 20.000 V in corrente alternata avverrà mediante un trasformatore ubicato all'interno di un vano dedicato all'interno della cabina, così da poter convogliare l'energia prodotta dal campo fotovoltaico verso il punto di consegna per essere ceduta all'Ente distributore. Tali apparecchi saranno dotati di idonei dispositivi atti a sezionare e proteggere sia il lato in corrente continua che il lato in corrente alternata. Le cabine saranno prefabbricate realizzate in cemento armato vibrato (c.a.v.) posate su un magrone di sottofondazione in cemento. Le cabine saranno internamente suddivise nei seguenti tre vani:

- il vano conversione, in cui sono alloggiati gli inverter e il trasformatore per i servizi ausiliari della cabina;
- il vano di trasformazione in cui è alloggiato il trasformatore elevatore MT/BT
- il vano quadri di media tensione, in cui sono alloggiati i quadri elettrici di media tensione.

Di seguito sono riportate le specifiche tecniche dei convertitori:

<b>Consulente:</b>  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato <b>RELAZIONE CALCOLI ELETTRICI</b>
Codice elaborato: 85_PD_D	Pag. 9 di 28

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: **VRE.2 S.R.L.**

Caratteristiche Generali			
Numero di MPPT indipendenti	2		
Efficienza di MPPT (Statica / Dinamica)	99.8 % / 99.7 %		
Massima tensione a vuoto	1500 V		
Frequenza Nominale di uscita	50 / 60 Hz (up to -3 / +2 Hz)		
Fattore di potenza <sup>(3)</sup>	Circular Capability		
Range di temperatura operativa	-25 ÷ 62 °C		
Applicazione / Grado di protezione	Outdoor / IP54 o Indoor / IP20		
Massima altitudine <sup>(4)</sup>	4000 m		
Massima corrente di CC in ingresso (Isc)	2 x 1500 A		
Ripple di tensione	< 1%		
Temperatura Ambiente	25 °C	45 °C	50 °C
Corrente nominale di uscita	1800 A	1600 A	1500 A
Soglia di potenza	1% della potenza nominale		
Totale distorsione di corrente AC	≤ 3%		
Max / EU / CEC <sup>(1) (5)</sup>	98.7 % / 98.4 % / - %		
Dimensioni (W x H x D)	Outdoor: 3224 x 2470 x 1025 mm		Indoor: 3000 x 2100 x 800 mm
Peso	Outdoor: 2930 kg		indoor: 2700 kg
Stop mode / Consumi Nottorni	90 W / 90 W		
Consumi ausiliari	1800 W		

Principali Configurazioni								
Modello	Min tensione di MPPT <sup>(1)</sup>	Max tensione di MPPT <sup>(1)</sup>	Min tensione di MPPT esteso <sup>(1)(2)</sup>	Max tensione di MPPT esteso <sup>(1)(2)</sup>	Tensione Nominale di uscita	Potenza Massima di uscita @ 25°C	Potenza nominale di uscita @ 45°C	Potenza nominale di uscita @ 50°C
u.m.	V	V	V	V	V	kVA	kVA	kVA
<b>SUNWAY TG 1800 -1500V TE - 600</b>	880		860		600 ± 10 %	1870	1662	1558
SUNWAY TG 1800 -1500V TE - 610	890	1200	870	1500	610 ± 10 %	1902	1690	1584
SUNWAY TG 1800 -1500V TE - 620	910		880		620 ± 10 %	1932	1718	1610
SUNWAY TG 1800 -1500V TE - 630	920		900		630 ± 10 %	1964	1746	1636
SUNWAY TG 1800 -1500V TE - 640	935		910		640 ± 10 %	1996	1774	1662
SUNWAY TG 1800 -1500V TE - 650	950		930		650 ± 10 %	2026	1802	1688
SUNWAY TG 1800 -1500V TE - 660	960		940		660 ± 10 %	2058	1830	1714
SUNWAY TG 1800 -1500V TE - 670	980		960		670 ± 10 %	2088	1856	1740
SUNWAY TG 1800 -1500V TE - 680	990		970		680 ± 10 %	2120	1884	1766
<b>SUNWAY TG 1800 -1500V TE - 690</b>	1000		980		690 ± 10 %	2152	1912	1792

<b>Consulente:</b>  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato RELAZIONE CALCOLI ELETTRICI
	Codice elaborato: 85_PD_D

<p>Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"</p> <p>Proponente: <b>VRE.2 S.R.L.</b></p>	
--	--

Figura 4: Scheda tecnica inverter TG1800

Per ulteriori dettagli tecnici si faccia riferimento all'elaborato grafico "Schema elettrico unifilare".

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

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

Ove:

- $R_t$  è la resistenza del dispersore al quale sono collegate le masse
- $I_d$  è la corrente di 1° guasto
- 50 V è il valore di tensione verso massa.

#### 4.4.1 Impianti elettrici BT cabine di conversione e trasformazione

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

In particolare saranno installati:

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

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

<p>Consulente:</p>  <p>Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato</p> <p>RELAZIONE CALCOLI ELETTRICI</p>
<p>Codice elaborato: 85_PD_D</p>	<p>Pag. 11 di 28</p>

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: **VRE.2 S.R.L.**

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

#### 4.5 Magazzino e locale tecnico

All'interno delle aree, per ognuno dei due impianti, sono presenti due locali che saranno utilizzati con funzione di magazzino e locale tecnico. All'interno di quest'ultimo locale saranno allestite le apparecchiature e quanto occorre per il corretto funzionamento del sistema di monitoraggio, controllo, videosorveglianza e antintrusione.

#### 4.6 Cabina utente

All'interno di questa cabina sono presenti gli arrivi delle celle di media dei singoli campi fotovoltaici, provenienti dai trasformatori MT/BT, e le celle di media di partenza per il collegamento degli impianti fotovoltaici alla cabina di consegna.

La cabina utente sarà realizzata all'interno delle aree dell'impianto fotovoltaico. Sarà conforme alla norma CEI 0-16 ed avrà dimensione esterna di 6,80 x 2,50 (lung. x larg.) con altezza <3,00 m :

- quadri elettrici MT;
- trasformatore per i servizi ausiliari (in fase esecutiva si valuterà la fornitura dedicata in BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari);
- quadri BT di alimentazione dei servizi ausiliari.

La cabina sarà costituita da pannelli prefabbricati, realizzata in cemento armato vibrato (c.a.v.), complete di vasca di fondazione del medesimo materiale, posata su un magrone di sottofondazione in cemento.

##### 4.6.1 Descrizione delle apparecchiature MT

La cabina è progettata in modo da prevedere che sia l'entrata che l'uscita dei cavi di rete MT avvenga in sotterraneo.

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

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

- cella/e di arrivo e protezione linee dalle aree del campo fotovoltaico (protezione generale e protezione di interfaccia);
- cella protezione trasformatore servizi ausiliari;

<b>Consulente:</b>  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato <b>RELAZIONE CALCOLI ELETTRICI</b>
Codice elaborato: 85_PD_D	Pag. 12 di 28

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: **VRE.2 S.R.L.**

- cella protezione TV di misura;
- celle uscita verso la cabina di consegna.

Il quadro MT sarà equipaggiato con i seguenti componenti:

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

#### 4.6.2 Impianti elettrici BT

L'impianto elettrico, del tipo sfilabile, sarà realizzato con cavo unipolare<sup>2</sup> di tipo antifiamma, con tubo in materiale isolante incorporato nel calcestruzzo e deve consentire la connessione di tutti gli apparati necessari per il funzionamento della cabina. I cavi impiegati saranno contrassegnati dal Marchio CE e rispettano i colori distintivi secondo le tabelle CEI – UNEL. I conduttori saranno marchiati ed identificati da terminali in materiale plastico colorato e da fascette numerate, per contraddistinguere i vari circuiti e la funzione di ogni conduttore in modo univoco, sia nelle cassette di derivazione che nei quadri. Saranno utilizzati conduttori a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto, isolati in PVC di qualità S17, conformi alle norme CEI EN 50525, classe di reazione al fuoco "Cca-s3,d1,a3", tensione di esercizio 450/750 V, sigla commerciale FS17.

In particolare saranno installati:

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

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

<sup>2</sup> Per quanto riguarda i cavi non "CPR", se immessi sul mercato dopo il 01/07/2017, dovranno essere sostituiti con cavi "CPR" corrispondenti, qualora disponibili sul mercato prima dell'esecuzione dell'impianto (**D.lgs n 106 del 16/06/2017**)

<b>Consulente:</b>  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato <b>RELAZIONE CALCOLI ELETTRICI</b>
Codice elaborato: 85_PD_D	Pag. 13 di 28

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: **VRE.2 S.R.L.**

#### 4.7 Impianto di messa a terra

Gli impianti di messa a terra afferenti alle cabine elettriche e gli impianti fotovoltaici, rispetteranno rigorosamente la normativa, in particolare la norma CEI 99-3 e CEI 99-5 che dettano le prescrizioni da seguire per realizzare un impianto di terra a regola d'arte, in modo da attenersi a quanto segue:

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

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

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

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

All'interno dei campi fotovoltaici sarà realizzata una rete di terra costituita da dispersori in corda di rame nudo della sezione minima di 35 mm<sup>2</sup>, interrati ad una profondità di almeno 0,5 m all'interno dei cavidotti. A tale rete saranno collegate tutte le strutture metalliche di supporto dei moduli e la recinzione. Tutte le strutture porta moduli saranno connesse tra loro in modo da garantire l'equipotenzialità delle masse metalliche.

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

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

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

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

<b>Consulente:</b>  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato <b>RELAZIONE CALCOLI ELETTRICI</b>
Codice elaborato: 85_PD_D	Pag. 14 di 28

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: **VRE.2 S.R.L.**

#### 4.8 Elettrodotti MT

L'energia elettrica raccolta dai due impianti fotovoltaici sarà trasmessa in elettrodotto MT interrato al punto di consegna. L'elettrodotto si comporrà delle seguenti sezioni fondamentali, per ogni impianto fotovoltaico:

- collegamenti a 20 kV tra le cabine di conversione e trasformazione, e tra queste e la cabina utente d'impianto;
- collegamento a 20 kV tra la cabina utente d'impianto e la relativa cabina di consegna al Distributore.
- collegamento a 20 kV tra le cabine di consegna e la cabina primaria AT/MT 150/20 kV esistente denominata Campofreddo. Tali collegamenti rientrano tra le opere di rete per la connessione;
- collegamento a 20 kV tra le due cabine di consegna. Tale collegamento rientra tra le opere di rete per la connessione.

##### 4.8.1 Scelta del tipo di posa

All'interno degli impianti fotovoltaici i cavi saranno direttamente interrati e protetti meccanicamente da lastre o tegoli. Nei casi in cui sia necessaria una maggiore protezione meccanica sarà realizzata con tubazioni in PVC. Le eventuali tubazioni saranno a loro volta rinfiancate con sabbia e lo scavo sarà riempito con materiale di risulta (salvo diversa prescrizione dell'Ente Proprietario della strada).

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

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

##### 4.8.2 Scelta del tipo di cavi MT

Dovranno essere impiegate terne di cavi disposti a trifoglio, tipo **ARG16H1R16 12/20 kV** (qualora disponibili sul mercato prima dell'esecuzione dell'impianto)<sup>3</sup> o un cavo tipo **ARG7H1R 12/20 kV** o similare di sezioni pari a 95 mm<sup>2</sup> e 185 mm<sup>2</sup> per il collegamento tra le cabine di conversione/trasformazione e la cabina di raccolta.

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

<sup>3</sup> Per quanto riguarda i cavi non "CPR", se immessi sul mercato dopo il 01/07/2017, dovranno essere sostituiti con cavi "CPR" corrispondenti, qualora disponibili sul mercato prima dell'esecuzione dell'impianto (**D.lgs n 106 del 16/06/2017**)

<b>Consulente:</b>  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato <b>RELAZIONE CALCOLI ELETTRICI</b>
Codice elaborato: 85_PD_D	Pag. 15 di 28

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: **VRE.2 S.R.L.**

semiconduttore igroespandente. La schermatura sarà fatta mediante fili di rame rosso con nastro di rame in controspirale. La guaina sarà costituita da una miscela a base di PVC di colore rosso.

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

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

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

- le correnti di impiego determinate dalla potenza effettiva, che equivale alla potenza nominale;
- le portate dei cavi per la tipologia di posa (norma CEI 20-21);
- il contenimento delle perdite di linea.

Nella Tabella più avanti sono riportati i risultati della scelta delle sezioni e la portata dei cavi MT. I coefficienti di calcolo per la portata dei cavi (profondità di posa, condizioni termiche, ecc.) sono stati assunti secondo le seguenti ipotesi:

- resistività termica del terreno pari a 2 °K m/W (in fase di progettazione esecutiva sarà effettuata una misura di resistività termica del terreno lungo il tracciato previsto, in modo tale da effettuare una correzione del valore se risultasse più alto);
- temperatura del terreno pari a 25° C (CEI 20-21 A.3);
- fattori di riduzione quando nello scavo sono presenti condutture affiancate (si è ipotizzato condutture poste a 20 cm di distanza tra di loro misurate dall'interasse delle singole terne);
- condizioni di posa con la situazione termica più critica;
- profondità di posa pari a 1,20 m dal piano di calpestio.

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

<p>Consulente:</p>  <p>Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato</p> <p>RELAZIONE CALCOLI ELETTRICI</p>
<p>Codice elaborato: 85_PD_D</p>	<p>Pag. 16 di 28</p>

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: VRE.2 S.R.L.

	Informazioni di Linea				Parametri Elettrici				Cavo: tipologia e portata										Caduta di Tensione		Perdita di Potenza			
	Nome Linea	Origine Linea	Arrivo Linea	Lunghezza (m)	S (kVA)	cosφ	U (V)	I (A)	Sezione (mm²)	N. Cond.	Tipo di installazione	Formazione del cavo	Iz (A)	K1 (T <sub>mp</sub> )	K2 (G <sub>rosp</sub> )	K3 (D <sub>epth</sub> )	K4 (T <sub>h R</sub> )	I'z (A)	Fattore di Empiccato del cavo (I/I'z)	ΔV (%)	ΔP (kW)	ΔP (%)	ΔP Totale max (kW)	ΔP Totale (%)
IMPIANTO A CR 31498688	LINEA 1	CI01	CI02	122	1.912	1,00	20.000	55,2	95	1	Grounded	3x1cx95 mm²	209,3	0,960	0,83	0,960	0,880	140,9	39%	0,019%	0,36	0,02%	10,05	0,23%
	LINEA 2	CI02	CI03	335	3.574	1,00	20.000	103,2	95	1	Grounded	3x1cx95 mm²	209,3	0,960	0,83	0,960	0,880	140,9	73%	0,107%	3,82	0,11%		
	LINEA 3	CI03	Cabina utente Impianto A	225	5.486	1,00	20.000	158,4	185	1	Grounded	3x1cx185 mm²	305,9	0,960	0,83	0,960	0,880	205,9	77%	0,057%	3,15	0,06%		
IMPIANTO B CR 31498848	LINEA 4	CI06	CI05	333	1.662	1,00	20.000	48,0	95	1	Grounded	3x1cx95 mm²	209,3	0,960	0,83	0,960	0,880	140,9	34%	0,044%	0,73	0,04%		
	LINEA 5	CI05	Cabina utente Impianto B	137	3.574	1,00	20.000	103,2	95	1	Grounded	3x1cx95 mm²	209,3	0,960	0,83	0,960	0,880	140,9	73%	0,044%	1,56	0,04%		
	LINEA 6	CI04	Cabina utente Impianto B	149	1.912	1,00	20.000	55,2	95	1	Grounded	3x1cx95 mm²	209,3	0,960	0,83	0,960	0,880	140,9	39%	0,023%	0,44	0,02%		

Figura 5: Tabella calcoli preliminari MT

#### 4.8.3 Prova di isolamento

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

#### 4.8.4 Giunzioni e terminazioni MT

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

#### 4.9 Scelta del tipo di cavi BT

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

Per il collegamento tra le string box e gli inverter, ubicati all'interno delle cabine di conversione e trasformazione e tra l'inverter e il trasformatore MT/BT, dovranno essere impiegati cavi del tipo **ARG16R16** o similare<sup>4</sup> di sezioni pari a 185, 240 o 300 mm<sup>2</sup> posati entro tubazioni in PVC aventi diametro 160 mm.

<b>Consulente:</b>  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato RELAZIONE CALCOLI ELETTRICI
	Codice elaborato: 85_PD_D

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: **VRE.2 S.R.L.**

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

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

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

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

dove:

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

$I_n$  = Corrente nominale del dispositivo di protezione

$I_z$  = Portata della conduttura

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

#### 4.10 Tubazioni

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

#### 4.11 Temperatura di posa

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

#### 4.12 Segnalazione della presenza dei cavi

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

<b>Consulente:</b>  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato <b>RELAZIONE CALCOLI ELETTRICI</b>
Codice elaborato: 85_PD_D	Pag. 18 di 28

<p><i>Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"</i></p> <p><i>Proponente: VRE.2 S.R.L.</i></p>	
---	--

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

**4.13 Impianti di illuminazione e sicurezza**

Le aree dei due impianti fotovoltaici saranno dotate di impianto di antintrusione, videosorveglianza e illuminazione.

Il sistema di antintrusione previsto, abbinato al sistema di videosorveglianza, sarà realizzato tramite fibra ottica installata lungo tutto il perimetro dell'area dell'impianto, necessario per la protezione contro un eventuale sfondamento e/o taglio della recinzione. La fibra sarà attestata al quadro rilevazione (analizzatore/concentratore), o a più quadri a seconda della distanza progettata, ed il segnale sarà inviato alla centrale video allarme. La fibra, composta da filamenti di materiali vetrosi o plastici, realizzati in modo da poter propagare al loro interno la luce, possiede un grande vantaggio: convogliare un campo elettromagnetico ad alta frequenza con perdite estremamente limitate anche su lunghissime distanze, superando di gran lunga i limiti fisici del rame. Inoltre, è molto flessibile, sottile, leggero, immune ai disturbi elettrici e alle condizioni atmosferiche più estreme. Vista l'ipotetica realizzazione di una installazione di recinzione flessibile, si procederà col passaggio di più linee di fibra e con percorsi differenti per una maggiore protezione che permetterà di rilevare lo sfondamento, lo scavalco e dal sollevamento.

I dispositivi di videosorveglianza, anche essi installati perimetralmente, saranno scelti in fase esecutiva in funzione della tecnologia disponibile e comunicherà con il sistema di antintrusione. Ciò consentirà di attivare e azionare le telecamere presenti nella zona di intervento dell'antintrusione in caso di allarme. Tutti i componenti dovranno essere conformi alle Norme CEI EN 50131. Il sistema sarà progettato conformemente alla Norma CEI 79-3, in modo da raggiungere un grado di sicurezza almeno di livello 3. In fase esecutiva si valuterà l'integrazione del sistema di antintrusione con quello di videosorveglianza tramite l'utilizzo di un unico sistema sfruttando delle telecamere intelligenti aventi analisi video, in sostituzione della combinazione degli impianti di videosorveglianza e antintrusione con fibra perimetrale.

Si prevede l'installazione di un impianto di illuminazione a led perimetrale. Esso sarà normalmente spento. Verrà programmato per attivarsi nel solo caso in cui scatti l'allarme antintrusione e nei casi di interventi di manutenzione straordinaria sull'impianto che necessitino una maggiore visibilità degli operatori. L'accensione e lo spegnimento dell'apparecchiatura possono avvenire in manuale o in automatico, con o senza cicli di lavoro. Il dimensionamento con la relativa verifica illuminotecnica sarà effettuato nella fase esecutiva secondo la legge regionale contro l'inquinamento luminoso.

Tutti gli impianti suddetti verranno alimentati dallo scomparto dedicato ai servizi ausiliari presente nelle cabine di conversione e trasformazione e nella cabina utente. In fase esecutiva si valuterà la fornitura dedicata in BT per l'alimentazione di tutti i servizi ausiliari.

<p><b>Consulente:</b>            Via degli Arredatori 8          70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato  <b>RELAZIONE CALCOLI ELETTRICI</b></p>
<p>Codice elaborato: 85_PD_D</p>	<p>Pag. 19 di 28</p>

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: **VRE.2 S.R.L.**

## 5 OPERE DI RETE PER LA CONNESSIONE

### 5.1 Descrizione generale

L'Autorità per l'energia elettrica, il gas e rete idrica con la delibera ARG/elt99/08 (TICA) e s.m.i. stabilisce le condizioni per l'erogazione del servizio di connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi per gli impianti di produzione di energia elettrica.

Il campo di applicazione è relativo anche ad impianti di produzione e si prefigge di individuare il punto di inserimento e la relativa connessione, dove per inserimento s'intende l'attività d'individuazione del punto nel quale l'impianto può essere collegato, e per connessione s'intende l'attività di determinazione dei circuiti e dell'impiantistica necessaria al collegamento.

La soluzione di connessione alla RTN (Codice Rintracciabilità E-Distribuzione dell'impianto A n. **314498688** e per l'impianto B n. **314498848**), prevede che l'impianto venga collegato alla rete di distribuzione MT con tensione nominale di 20 kV tramite realizzazione di n.2 cabine di consegna e linee MT interrate fino alla CP AT/MT esistente Campofreddo, previa richiusura tramite linea MT interrata tra le due cabine di consegna.

### 5.2 Elettrodotta MT

Per il collegamento con la cabina primaria e tra le cabine di consegna saranno impiegate terne di cavi disposti ad elica visibile, tipo ARE4H5EX<sup>4</sup> 12/20 kV o similare di sezione pari a 185 mm<sup>2</sup>;

Il cavidotto di collegamento con la cabina primaria esistente AT/MT CP Campofreddo sarà lungo circa 4220 m per l'impianto A e circa 4230 m per l'impianto B, interrato ad una profondità di circa 120 cm dal piano campagna (o quanto riterrà opportuno e-distribuzione). Sarà effettuata una richiusura, tramite linea interrata costituita da una terna di cavi, tra le cabine di consegna dei due impianti.

Lungo il tratto potrebbero essere eseguiti dei giunti diritti unipolari. Il numero di giunti verrà definito in base alla pezzatura delle bobine. I cavi saranno posati entro tubazioni interrate in polietilene di diametro esterno pari a 160 mm. Le tubazioni saranno a loro volta rinfiancate con sabbia (o terra vagliata) e lo scavo sarà riempito con terreno argilloso e materiale di risulta la parte restante (salvo diversa prescrizione dell'Ente Proprietario della strada).

La scelta delle sezioni dei cavi è stata fatta considerando le correnti di impiego e le portate dei cavi per la tipologia di posa considerando anche che devono essere minimizzate le perdite.

Al fine di evitare danneggiamenti nel caso di scavo da parte di terzi, lungo il percorso dei cavi dovrà essere posato sotto la pavimentazione, a non meno di 20 cm dalla tubazione, un nastro di segnalazione in polietilene.

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

<b>Consulente:</b>  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato <b>RELAZIONE CALCOLI ELETTRICI</b>
Codice elaborato: 85_PD_D	Pag. 20 di 28

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: **VRE.2 S.R.L.**

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

Su viabilità pubblica si dovranno apporre in superficie opportune paline segnaletiche con l'indicazione della tensione di esercizio e con i riferimenti della Società responsabile dell'esercizio della rete MT.

### 5.3 Cabina di consegna

La cabina di consegna sarà conforme alla norma CEI 0-16 e alla specifica DG2092 ed03.

Avrà dimensione esterna di 6,80 x 2,50 x 2,99 m (lung. x larg. x alt.) e si compone di due locali, in particolare:

- Vano consegna avente dimensione interna di 5,6x2,30x2,9 m (lung. x larg. x alt.);
- locale Misure avente dimensione interna di 0,90x2,30x2,9 m (lung. x larg. x alt.).

La cabina è un prefabbricato costituito da una struttura monolitica autoportante, completamente realizzata e rifinita nello stabilimento di produzione, ha una notevole rigidità strutturale ed è molto resistente agli agenti atmosferici.

La cabina è appoggiata su una vasca di fondazione, che a sua volta è posizionata su una platea di fondazione in c.a. realizzata in opera, quindi i lavori di installazione non comportano significativi cambiamenti dello stato dei luoghi date le modeste dimensioni del manufatto che ben si mimetizza con l'ambiente circostante.

La cabina sarà realizzata in modo tale da essere facilmente e costantemente accessibile ad E-Distribuzione.

#### 5.3.1 Apparecchiature elettriche di manovra e di misura

Le apparecchiature elettriche sono di tipo prefabbricato con involucro metallico collegato a terra.

Gli scomparti da installare all'interno del vano di consegna della cabina sono:

- Quadro compatto ad isolamento in SF6, conforme alla specifica **Enel DY900**;
- Scomparto utente (SC) tipo "U", ad isolamento in SF6 a comando manuale, per il sezionamento sotto carico della linea di alimentazione dell'utente, contenente i trasformatori di tensione (TV) e di corrente (TA) dedicati al gruppo di misura della energia prelevata, conforme alle specifiche **Enel DY808**.

Tutti i componenti sono dimensionati per reti con corrente di corto circuito pari a 16 kA.

<b>Consulente:</b>  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato <b>RELAZIONE CALCOLI ELETTRICI</b>
Codice elaborato: 85_PD_D	Pag. 21 di 28

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: **VRE.2 S.R.L.**

Il quadro misure sarà del tipo a parete costruito in poliestere, contenente un contatore statico a quattro quadranti di classe B. Oltre al contatore, all'interno sarà montato un modem per linea telefonica o GSM, completo di alimentatore.

### 5.3.2 Impianti elettrici

Il manufatto sarà conforme alle specifiche della normativa E-Distribuzione, l'armatura interna del fabbricato sarà totalmente collegata elettricamente per creare una gabbia di Faraday a protezione dalle sovratensioni di origine atmosferica ed a limitazione delle tensioni di passo e contatto.

L'impianto elettrico, del tipo sfilabile, sarà realizzato con cavo unipolare di tipo antifiamma, con tubo in materiale isolante incorporato nel calcestruzzo e deve consentire la connessione di tutti gli apparati necessari per il funzionamento della cabina (SA, UP, ecc.). In particolare:

- n.1 quadri di bassa tensione per l'alimentazione dei servizi ausiliari SA (DY 3016/3) che sarà installato nel rack (DY3005);
- n.4 lampade di illuminazione, installate una nel vano misure e tre nel vano consegna (DY3021);
- l'alimentazione di ognuna delle lampade di illuminazione è realizzata con due cavi unipolari di 2,5 mm<sup>2</sup>, in tubo in materiale isolante incorporato nel calcestruzzo con interruttore bipolare IP>40;
- n.1 Telaio porta Quadri BT in acciaio zincato a caldo (spessore minimo 12μ);
- n.1 distanziatore per quadri BT (DS3055);
- un armadio rack - omologato e-distribuzione - del tipo a rastrelliera idoneo a contenere cassette da 19"(DY 3005).

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

### 5.3.3 Impianto di terra

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

- Avere sufficiente resistenza meccanica ed alla corrosione;
- Essere in grado di sopportare da un punto di vista termico le correnti di guasto prevedibili;
- Evitare danni ai componenti elettrici;

<b>Consulente:</b>  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato <b>RELAZIONE CALCOLI ELETTRICI</b>
Codice elaborato: 85_PD_D	Pag. 22 di 28

<p><i>Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"</i></p> <p><i>Proponente: VRE.2 S.R.L.</i></p>	
---	--

- Garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni presenti sull'impianto di terra per effetto delle elevate correnti di guasto a terra.

L'impianto di dispersione per la messa a terra a servizio dell'impianto di consegna sarà realizzato mediante anello di rame nudo avente sezione pari a 35 mm<sup>2</sup> (DG 1003), interrato alla profondità di almeno 60 cm dal piano di calpestio, integrato da n. 4 picchetti in acciaio di lunghezza 1.55 m (DR 1015), installati uno per ogni angolo in opportuni pozzetti prefabbricati.

Le giunzioni tra i conduttori costituenti la maglia di dispersione e tra questi ultimi e i conduttori di terra saranno realizzate mediante morsetti bifilari a compressione in rame (DM 1203).

Il collegamento del conduttore di terra alle strutture metalliche sarà realizzato mediante capicorda a compressione diritti con attacco piatto (DR 1020).

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

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

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

In particolare devono essere collegate le masse delle seguenti apparecchiature:

- quadro MT;
- eventuale cassone del trasformatore MT/BT;
- rack apparecchiature BT;
- telaio per quadri BT;
- tutte le apparecchiature BT.

<p><b>Consulente:</b>            Via degli Arredatori 8          70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato          RELAZIONE CALCOLI ELETTRICI</p>
<p>Codice elaborato: 85_PD_D</p>	<p>Pag. 23 di 28</p>

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: **VRE.2 S.R.L.**

## 6 CRITERI DI COSTRUZIONE

### 6.1 Esecuzione degli scavi

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

- 0,5 m per cavi con tensione fino a 1000 V;
- 0,8 m per cavi con tensione superiore a 1000 V e fino a 30 kV (su suolo privato tale profondità può essere ridotta a 0,6 m);
- 1,2 m per cavi con tensione superiore a 30 kV (su suolo privato tale profondità può essere ridotta a 1,0 m).

In caso di attraversamenti sia longitudinali che trasversali di strade pubbliche con occupazione della carreggiata saranno rispettate le prescrizioni del regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada (D.P.R. 16.12.1992, n. 495, art. 66, comma 3) e, se emanate, le disposizioni dell'Ente proprietario della strada, pertanto la profondità minima misurata dal piano viabile di rotolamento non sarà inferiore a 1 m.

In base alle precedenti considerazioni, si giustificano le sezioni adottate per gli scavi, rappresentate nelle Tavole allegate. Le sezioni di scavo includono oltre ai cavi a MT, anche altre tubazioni opzionali per il passaggio di eventuali cavi a BT o di segnale che dovessero rendersi necessarie, su richiesta del Committente, per il monitoraggio e la corda di terra.

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

### 6.2 Coesistenza tra cavi di energia e telecomunicazione

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

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

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

L'incrocio fra cavi di energia e tubazioni metalliche adibite al trasporto e alla distribuzione di fluidi (acquedotti, oleodotti e simili) non deve effettuarsi sulla proiezione verticale di giunti non saldati delle tubazioni metalliche stesse. Non si dovranno effettuare giunti sui cavi di energia a distanza

<p>Consulente:</p>  <p>Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato</p> <p>RELAZIONE CALCOLI ELETTRICI</p>
<p>Codice elaborato: 85_PD_D</p>	<p>Pag. 24 di 28</p>

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: **VRE.2 S.R.L.**

inferiore a 1 m dal punto di incrocio. In ogni caso la distanza minima, misurata fra le superfici esterne di cavi di energia e di tubazioni metalliche o fra quelle di eventuali loro manufatti di protezione dovrà essere di 0,50 m. Tale distanza può essere ridotta fino ad un minimo di 0,30 m, quando una delle strutture di incrocio è contenuta in manufatto di protezione non metallico, prolungato per almeno 0,30 m per parte rispetto all'ingombro in pianta dell'altra struttura oppure quando fra le strutture che si incrociano venga interposto un elemento separatore non metallico; questo elemento dovrà coprire, oltre alla superficie di sovrapposizione in pianta delle strutture che si incrociano, quella di una striscia di circa 0,30 m di larghezza ad essa periferica. Le distanze di cui sopra possono essere ulteriormente ridotte, previo accordo con gli Enti proprietari o Concessionari, se entrambe le strutture sono contenute in manufatto di protezione non metallico.

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

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

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

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

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

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

La distanza va misurata tra le due superfici affacciate.

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

- di 0,5 m per le condotte di 4a e 5a specie;

<b>Consulente:</b>  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato <b>RELAZIONE CALCOLI ELETTRICI</b>
Codice elaborato: 85_PD_D	Pag. 25 di 28

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: **VRE.2 S.R.L.**

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

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

#### **6.5 Coesistenza tra cavi di energia e serbatoi di liquidi e gas infiammabili**

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

#### **6.6 Esecuzione di pozzetti e camerette**

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

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

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

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

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

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

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

<b>Consulente:</b>  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato <b>RELAZIONE CALCOLI ELETTRICI</b>
Codice elaborato: 85_PD_D	Pag. 26 di 28

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: **VRE.2 S.R.L.**

## 7 SICUREZZA ELETTRICA DELL'IMPIANTO

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

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

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

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

### 7.2 Protezione da contatti accidentali lato c.c.

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

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

Per prevenire tale eventualità gli inverter sono muniti di un opportuno dispositivo di controllo dell'isolamento, che ne provoca l'immediato spegnimento e l'emissione di una segnalazione di allarme.

### 7.3 Protezione dalle fulminazioni

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

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

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

<b>Consulente:</b>  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato <b>RELAZIONE CALCOLI ELETTRICI</b>
Codice elaborato: 85_PD_D	Pag. 27 di 28

<p>Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"</p> <p>Proponente: <b>VRE.2 S.R.L.</b></p>	
--	---

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione tecnica specialistica.

**7.4 Sicurezze sul lato c.a. dell'impianto**

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

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

A protezione sono presenti interruttori MT in SF6 con protezioni generali di massima corrente e protezioni contro i guasti a terra.

**7.5 Impianto di messa a terra**

All'interno del campo fotovoltaico sarà realizzata una rete di terra costituita da dispersori in corda di rame nudo della sezione minima di 35 mm<sup>2</sup>, interrati ad una profondità di almeno 0,5 m. A tale rete saranno collegate tutte le strutture metalliche di supporto dei moduli e la recinzione.

Intorno alle cabine di conversione e trasformazione e la cabina di utente si prevede l'installazione di un dispersore ad anello in corda di rame nudo della sezione di 50 mm<sup>2</sup> e dispersori a picchetto ai vertici della lunghezza di 1,5 m.

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

\*\*\*\*\*

<p><b>Consulente:</b>            Via degli Arredatori 8          70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato          RELAZIONE CALCOLI ELETTRICI</p>
<p>Codice elaborato: 85_PD_D</p>	<p>Pag. 28 di 28</p>