



MINISTERO
TRANSIZIONE ECOLOGICA



REGIONE PUGLIA



PROVINCIA DI FOGGIA



COMUNE DI TROIA

NOME PROGETTO:

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avente potenza in immissione pari a 32,813MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Troia (FG) - Impianto "FESTA".

ID. PROGETTO DEL MITE:

PROCEDURA:

Valutazione di impatto ambientale ai sensi dell'art. 23 c. 1 del D.Lgs. 152/2006 e Autorizzazione Unica ex art. 12 D.Lgs. 387/2003.

PROPONENTE:



VESPERA DEVELOPMENT 6 S.R.L.
Via Diaz 74/A, 74023 Grottaglie (TA)
P. IVA 03328840735
pec: vesperadevelopment06@legalmail.com
Legale rappresentante: Ing. Aldo Giretti



IDENTIFICATORE ELABORATO:

VTY95R4 48_PD

ELABORATO REDATTO DA:



TITOLO ELABORATO:

Relazione calcoli elettrici

SCALA:

-



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. Domenico Boso
Ordine dei Geologi della Sicilia, n. 1005
Geoexpert di Maria Rita Arcidiacono
via Panebianco, 10
95024 Acireale (CT)



OPERE ELETTRICHE

Studio Tecnico BFP SRL
Dott. Ing. Danilo Pomponio
Ordine degli Ingegneri, Prov. di Bari, n. A 6222
Via Via degli Arredatori 8, CAP 70026 Modugno (BA)
info@bfpgroup.net



IDRAULICA

INGAMBIENTE Srl
Dott. Ing. Salvatore di Croce
Ordine degli Ingegneri, Prov. di Potenza, n. A 1733
Via Siena, 7 - 85025 Melfi (PZ)
dirocce@ingambiente.net



ACUSTICA

Dott. Ing. Marcello Latanza
Ordine degli Ingegneri, Prov. di Taranto, n. A 2166
via Costa 25/b - 74027 S. Giorgio Jonico (TA)
marcellolatanza@gmail.com



STUDIO PEDO-AGRONOMICO

Dott. Agr. Arturo Urso
Ordine dei Dottori Agronomi e Forestali,
Prov. di Catania, n. 1280
Via Pulvirenti, 10
95131 Catania (CT)
arturo.urso@gmail.com

ARCHEOLOGIA

Dott.ssa Archeologa Paola Iacovazzo
Via Calata Rinella 11
74122 Taranto (TA)
paolaiacovazzo27@gmail.com



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

N. REV.	DATA	REVISIONE	ELABORATO	VERIFICATO	VALIDATO
0	Ott-2022	Emissione	Ing. Mastroserio/Ing. Mancini	Ing. Pomponio	Ing. Giretti
1	-	-			
2	-	-			
3	-	-			

Questo documento contiene informazioni di proprietà di Vespera Development 06 Srl 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 Vespera Development 06 Srl.

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avente potenza installata pari a 34,575 MWp, potenza in immissione pari a 32,813 MVA con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Troia (FG) - Impianto "FESTA"



Proponente: Vespera Development 06 S.r.l. – a company of Vespera Energy S.r.l.

SOMMARIO

1	PREMESSA.....	3
1.1	Dati di progetto.....	3
1.2	Riferimenti legislativi e normativi	4
2	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO	5
2.1	Configurazione dell'impianto.....	5
2.2	Moduli fotovoltaici.....	7
2.3	Inverter	9
2.4	Cabine elettriche.....	13
2.4.1	Cabine di conversione e trasformazione	13
2.4.2	Cabine di raccolta.....	13
2.4.3	Cabine di monitoraggio e magazzino.....	14
2.4.4	Rete di terra cabine elettriche.....	14
2.4.5	Impianti elettrici BT cabine elettriche	15
2.5	Elettrodotti MT.....	15
2.5.1	Scelta del tipo di posa	15
2.5.2	Scelta del tipo di cavi MT	16
2.5.3	Collegamento al punto di consegna	18
2.5.4	Giunzioni e terminazioni MT.....	18
2.5.5	Tubazioni	18
2.5.6	Temperatura di posa.....	18
2.5.7	Segnalazione della presenza dei cavi	18
2.6	Impianti BT e ausiliari.....	18
2.6.1	Scelta del tipo di cavi BT	18
2.6.2	Impianti di illuminazione e di sicurezza	19
3	SOTTOSTAZIONE DI TRASFORMAZIONE E IMPIANTO DI CONSEGNA	20
3.1	Descrizione generale	20
3.2	Rete di terra	20
3.3	RTU della sottostazione e dell'impianto AT di consegna.....	21
3.4	SCADA	21
3.5	Apparecchiature di misura dell'energia	21
3.6	Protezioni lato MT.....	22
3.7	Protezione di interfaccia.....	22
3.8	Protezione del trasformatore AT/MT	22
3.1	Cavidotto AT.....	22
4	SICUREZZA ELETTRICA DELL'IMPIANTO	23
4.1	Protezione da cortocircuito sul lato c.c. dell'impianto.....	23
4.2	Protezione dai contatti accidentali lato c.c.	23
4.3	Protezione dalle fulminazioni.....	23

Consulente:



Via degli Arredatori 8
70026 Modugno (BA)

Titolo elaborato

Relazione calcoli elettrici

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avente potenza installata pari a 34,575 MWp, potenza in immissione pari a 32,813 MVA con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Troia (FG) - Impianto "FESTA"



Proponente: Vespera Development 06 S.r.l. – a company of Vespera Energy S.r.l.

4.4	Sicurezza sul lato c.a. dell'impianto.....	24
4.5	Impianto di messa a terra.....	24
5	CRITERI DI COSTRUZIONE.....	24
5.1	Esecuzione degli scavi.....	24
5.2	Coesistenza tra cavi di energia e telecomunicazione	25
5.3	Coesistenza tra cavi di energia e tubazioni o serbatoi metallici interrati	25
5.4	Coesistenza tra cavi di energia e gasdotti.....	25
5.5	Coesistenza tra cavi di energia e serbatoi di liquidi e gas infiammabili	26
5.6	Esecuzione di pozzetti e camerette.....	26
5.7	Esecuzione delle giunzioni e delle terminazioni MT	26
5.8	Messa a terra dei rivestimenti metallici.....	26

Consulente:



Via degli Arredatori 8
70026 Modugno (BA)

Titolo elaborato

Relazione calcoli elettrici

<p>Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avente potenza installata pari a 34,575 MWp, potenza in immissione pari a 32,813 MVA con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Troia (FG) - Impianto "FESTA"</p> <p>Proponente: Vespera Development 06 S.r.l. – a company of Vespera Energy S.r.l.</p>	
--	---

1 PREMESSA

Su incarico della società di ingegneria ARATO Srl è stata eseguita la progettazione elettrica di un impianto agrivoltaico con produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica della potenza nominale DC di 34,574 MWp e potenza AC, ai fini della connessione, pari a 32,813 MW da realizzarsi nel comune di Troia (FG) e denominato "FESTA". Il proponente dell'iniziativa è la società **VESPERA DEVELOPMENT 6 S.R.L.**

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.

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.

1.1 Dati di progetto

DATI TECNICI	
Potenza nominale dell'impianto	Circa 34.574,68 kWp
Range di tensione in corrente continua in ingresso al gruppo di conversione	<1500 V
Tensione in corrente alternata in uscita al gruppo di conversione	<1000 V
Tipo di intervento richiesto: - Nuovo impianto - Trasformazione - Ampliamento	SI NO NO
Dati del collegamento elettrico - Descrizione della rete di collegamento - Tensione nominale (Un) - Vincoli della Società Distributrice da rispettare	MT neutro isolato Trasporto 30.000 V Specifiche TERNA
Misura dell'energia	Contatore in AT nel punto di consegna per misure UTF e Terna Contatore proprio e UTF sulla MT per la misura della produzione (eventualmente anche sulla BT)
Punto di Consegna	In antenna a 150 kV su un futuro ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) a 380/150 kV denominata "Troia"
Codice di rintracciabilità	202000150

<p>Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato</p> <p style="text-align: center;">Relazione calcoli elettrici</p>
<p>Codice elaborato: VTY95R4_48_PD</p>	<p>Pag. 3 di 26</p>

<p>Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avente potenza installata pari a 34,575 MWp, potenza in immissione pari a 32,813 MVA con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Troia (FG) - Impianto "FESTA"</p> <p>Proponente: Vespera Development 06 S.r.l. – a company of Vespera Energy S.r.l.</p>	
--	---

1.2 Riferimenti legislativi e normativi

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

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

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

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

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

<p>Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato</p> <p style="text-align: center;">Relazione calcoli elettrici</p>
<p>Codice elaborato: VTY95R4_48_PD</p>	<p>Pag. 4 di 26</p>

<p>Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avente potenza installata pari a 34,575 MWp, potenza in immissione pari a 32,813 MVA con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Troia (FG) - Impianto "FESTA"</p> <p>Proponente: Vespera Development 06 S.r.l. – a company of Vespera Energy S.r.l.</p>	
--	---

2 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

2.1 Configurazione dell'impianto

L'impianto sarà costituito da strutture fisse con moduli fotovoltaici orientati a sud della potenza di 670 Wp.

Per la conformazione delle varie aree disponibili, si sono utilizzati inverter centralizzati.

L'ottimizzazione del numero di moduli e quindi delle stringhe installabili ha previsto l'installazione di un totale, per le varie aree d'impianto, di 23 inverter centralizzati con potenza nominale in c.a. tra 831 e 2494 kVA settati in modo che la potenza AC in uscita non superi il valore autorizzato. Tali numeri potranno variare a seconda delle caratteristiche tecniche dei convertitori scelti in fase esecutiva.

All'interno delle aree saranno presenti, oltre alle cabine di conversione e trasformazione, anche magazzini, una cabina di raccolta e una cabina di monitoraggio e magazzino.

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 minimo 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.

Di seguito si riportano le tabelle di potenza di ogni singolo impianto e il riepilogo delle loro caratteristiche.

<p>Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato</p> <p>Relazione calcoli elettrici</p>
<p>Codice elaborato: VTY95R4_48_PD</p>	<p>Pag. 5 di 26</p>

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avente potenza installata pari a 34,575 MWp, potenza in immissione pari a 32,813 MVA con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Troia (FG) - Impianto "FESTA"



Proponente: Vespera Development 06 S.r.l. – a company of Vespera Energy S.r.l.

Tabella delle potenze impianto fotovoltaico "Festa"																
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 Campo	ID Area
32.813,00	34.574,68	105%	109%	1662	1819,72	CI01 SUNWAY STATION TG1800-1500V-TE 600	97	7	2	300,16	16	18,76	28	670	1	Area 1
									2	262,64	14	18,76	28	670		
									1	243,88	13	18,76	28	670		
									2	225,12	12	18,76	28	670		
			109%	1662	1819,72	CI02 SUNWAY STATION TG1800-1500V-TE 600	97	7	2	300,16	16	18,76	28	670	2	Area 1
									1	281,4	15	18,76	28	670		
									2	243,88	13	18,76	28	670		
			116%	956	1.106,84	CI03 SUNWAY STATION TG900-1500V-TE 690	59	4	3	281,4	15	18,76	28	670	3	Area 2
									1	262,64	14	18,76	28	670		
			103%	1350	1.388,24	CI04 SUNWAY STATION TG1800-1500V-TE 600*	74	5	2	243,88	13	18,76	28	670	4	Area 2
									3	300,16	16	18,76	28	670		
			106%	831	881,72	CI05 SUNWAY STATION TG900-1500V-TE 600	47	3	2	300,16	16	18,76	28	670	5	Area 3
									1	281,4	15	18,76	28	670		
			100%	1912	1.913,52	CI06 SUNWAY STATION TG1800-1500V-TE 690	102	7	2	300,16	16	18,76	28	670	6	Area 3
									5	262,64	14	18,76	28	670		
			100%	2494	2.495,08	CI07 SUNWAY STATION TG1800-1500V-TE 600 + TG900-1500V-TE 600	133	10	3	281,4	15	18,76	28	670	7	Area 3
									4	243,88	13	18,76	28	670		
									3	225,12	12	18,76	28	670		
			114%	956	1.088,08	CI08 SUNWAY STATION TG900-1500V-TE 690	58	4	2	300,16	16	18,76	28	670	8	Area 3
									2	243,88	13	18,76	28	670		
114%	956	1088,08	CI09 SUNWAY STATION TG900-1500V-TE 690	58	4	2	300,16	16	18,76	28	670	9	Area 3			
						2	243,88	13	18,76	28	670					
102%	2494	2.551,36	CI10 SUNWAY STATION TG1800-1500V-TE 600 + TG900-1500V-TE 600	136	9	5	300,16	16	18,76	28	670	10	Area 3			
						4	262,64	14	18,76	28	670					
114%	956	1.088,08	CI11 SUNWAY STATION TG900-1500V-TE 690	58	4	2	300,16	16	18,76	28	670	11	Area 3			
						2	243,88	13	18,76	28	670					
105%	1662	1.744,68	CI12 SUNWAY STATION TG1800-1500V-TE 600	93	6	3	300,16	16	18,76	28	670	12	Area 3			
						3	281,4	15	18,76	28	670					
108%	1912	2.063,60	CI13 SUNWAY STATION TG1800-1500V-TE 690	110	7	6	300,16	16	18,76	28	670	13	Area 4			
						1	262,64	14	18,76	28	670					
108%	1912	2.063,60	CI14 SUNWAY STATION TG1800-1500V-TE 690	110	7	6	300,16	16	18,76	28	670	14	Area 4			
						1	262,64	14	18,76	28	670					
108%	1912	2.063,60	CI15 SUNWAY STATION TG1800-1500V-TE 690	110	7	6	300,16	16	18,76	28	670	15	Area 4			
						1	262,64	14	18,76	28	670					
100%	1912	1.913,52	CI16 SUNWAY STATION TG1800-1500V-TE 690	102	7	2	300,16	16	18,76	28	670	16	Area 5			
						5	262,64	14	18,76	28	670					
100%	2494	2.495,08	CI17 SUNWAY STATION TG1800-1500V-TE 600 + TG900-1500V-TE 600	133	10	3	281,4	15	18,76	28	670	17	Area 5			
						4	243,88	13	18,76	28	670					
						3	225,12	12	18,76	28	670					
104%	1912	1.988,56	CI18 SUNWAY STATION TG1800-1500V-TE 690	106	7	4	300,16	16	18,76	28	670	18	Area 5			
						3	262,64	14	18,76	28	670					
102%	956	975,52	CI19 SUNWAY STATION TG900-1500V-TE 690	52	4	4	243,88	13	18,76	28	670	19	Area 5			
						6	300,16	16	18,76	28	670					
106%	1912	2.026,08	CI20 SUNWAY STATION TG1800-1500V-TE 690	108	7	6	300,16	16	18,76	28	670	20	Area 5			
						1	225,12	12	18,76	28	670					
				N. Inverter	23											
				N. Stringhe	1.843											
				N. Moduli	51.604											
				Totale S.Box	126											

* inverter limitato nella potenza AC in uscita

Figure 1: Tabella delle potenze impianti

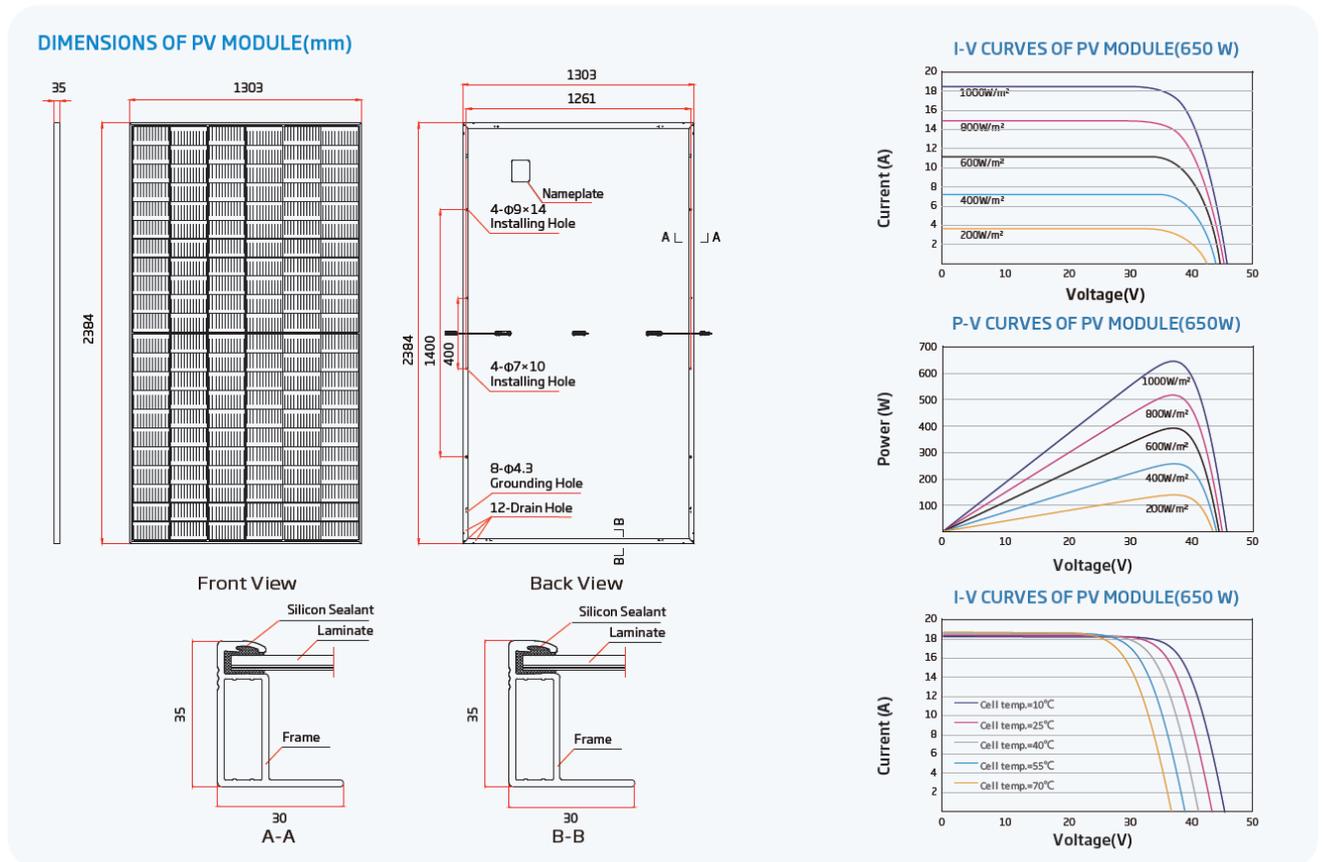
Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avente potenza installata pari a 34,575 MWp, potenza in immissione pari a 32,813 MVA con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Troia (FG) - Impianto "FESTA"



Proponente: Vespera Development 06 S.r.l. – a company of Vespera Energy S.r.l.

2.2 Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici che saranno installati saranno del tipo monocristallino con potenza di picco di 670 Wp ciascuno e caratteristiche similari a quelle riportate nella seguente specifica tecnica.



Consulente:



Titolo elaborato

Relazione calcoli elettrici

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avente potenza installata pari a 34,575 MWp, potenza in immissione pari a 32,813 MVA con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Troia (FG) - Impianto "FESTA"



Proponente: Vespera Development 06 S.r.l. – a company of Vespera Energy S.r.l.

ELECTRICAL DATA (STC)

Peak Power Watts- P_{MAX} (Wp)*	645	650	655	660	665	670
Power Tolerance- P_{MAX} (W)	0 ~ +5					
Maximum Power Voltage- V_{MPP} (V)	37.2	37.4	37.6	37.8	38.0	38.2
Maximum Power Current- I_{MPP} (A)	17.35	17.39	17.43	17.47	17.51	17.55
Open Circuit Voltage- V_{oc} (V)	45.1	45.3	45.5	45.7	45.9	46.1
Short Circuit Current- I_{sc} (A)	18.39	18.44	18.48	18.53	18.57	18.62
Module Efficiency η_m (%)	20.8	20.9	21.1	21.2	21.4	21.6

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

ELECTRICAL DATA (NOCT)

Maximum Power- P_{MAX} (Wp)	488	492	496	500	504	508
Maximum Power Voltage- V_{MPP} (V)	34.8	34.9	35.1	35.3	35.4	35.6
Maximum Power Current- I_{MPP} (A)	14.05	14.09	14.13	14.17	14.22	14.26
Open Circuit Voltage- V_{oc} (V)	42.5	42.7	42.9	43.0	43.2	43.4
Short Circuit Current- I_{sc} (A)	14.82	14.86	14.89	14.93	14.96	15.01

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

MECHANICAL DATA

Solar Cells	Monocrystalline
No. of cells	132 cells
Module Dimensions	2384×1303×35 mm (93.86×51.30×1.38 inches)
Weight	33.6 kg (74.1 lb)
Glass	3.2 mm (0.13 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant material	EVA
Backsheet	White
Frame	35mm(1.38 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 EV02 / 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	30A

WARRANTY

12 year Product Workmanship Warranty
25 year Power Warranty
2% first year degradation
0.55% Annual Power Attenuation

(Please refer to product warranty for details)

PACKAGING CONFIGURATION

Modules per box: 31 pieces
Modules per 40' container: 558 pieces

Figure 2: Scheda tecnica del modulo fotovoltaico

A seguito delle verifiche di compatibilità inverter-stringa si è individuato un numero di moduli per stringa pari a 28. Le verifiche effettuate al fine di coordinare inverter e stringa fotovoltaica sono le seguenti:

- La massima tensione a vuoto del generatore PV, corrispondente alla minima tensione ipotizzabile, non deve superare la massima tensione di ingresso tollerata dall'inverter;
- La minima tensione MPP del generatore fotovoltaico, valutata alla massima temperatura di esercizio dei moduli (70 °C) con un irraggiamento di 1000 W/m², non deve essere inferiore alla minima tensione di funzionamento dell'MPPT dell'inverter;
- La massima tensione MPP del generatore fotovoltaico, valutata alla minima temperatura di installazione dei moduli (-10°C) con un irraggiamento di 1000 W/m², non deve superare la massima tensione di funzionamento dell'MPP dell'inverter;
- La massima corrente del generatore fotovoltaico nel funzionamento MPP non superi la massima corrente di ingresso tollerata dall'inverter.

Consulente:



Titolo elaborato

Relazione calcoli elettrici

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avente potenza installata pari a 34,575 MWp, potenza in immissione pari a 32,813 MVA con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Troia (FG) - Impianto "FESTA"



Proponente: Vespera Development 06 S.r.l. – a company of Vespera Energy S.r.l.

2.3 Inverter

Si sono utilizzati inverter centralizzati, per via della particolare conformazione delle aree d'impianto. Di seguito sono riportate le schede tecniche degli inverter utilizzati.

Caratteristiche Generali			
Numero di MPPT indipendenti	1		
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 ⁽³⁾	Circular Capability		
Range di temperatura operativa	-25 ÷ 62 °C		
Applicazione / Grado di protezione	Outdoor / IP54 o Indoor / IP20		
Massima altitudine ⁽⁴⁾	4000 m		
Massima corrente di CC in ingresso (Isc)	1500 A		
Ripple di tensione	< 1%		
Temperatura Ambiente	25 °C	45 °C	50 °C
Corrente nominale di uscita	900 A	800 A	750 A
Soglia di potenza	1% della potenza nominale		
Totale distorsione di corrente AC	≤ 3%		
Max / EU / CEC ^{(1) (5)}	98.7 % / 98.4 % / - %		
Dimensioni (W x H x D)	Outdoor: 2024 x 2470 x 1025 mm		Indoor: 2000 x 2100 x 800 mm
Peso	Outdoor: 1780 kg		indoor: 1690 kg
Stop mode / Consumi Notturmi	45 W / 45 W		
Consumi ausiliari	1250 W		

Principali Configurazioni								
Modello	Min tensione di MPPT ⁽¹⁾	Max tensione di MPPT ⁽¹⁾	Min tensione di MPPT esteso ⁽¹⁾⁽²⁾	Max tensione di MPPT esteso ⁽¹⁾⁽²⁾	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
SUNWAY TG 900 -1500V TE - 600	880	1200	860	1500	600 ± 10 %	935	831	779
SUNWAY TG 900 -1500V TE - 610	890		870		610 ± 10 %	951	845	792
SUNWAY TG 900 -1500V TE - 620	910		880		620 ± 10 %	966	859	805
SUNWAY TG 900 -1500V TE - 630	920		900		630 ± 10 %	982	873	818
SUNWAY TG 900 -1500V TE - 640	935		910		640 ± 10 %	998	887	831
SUNWAY TG 900 -1500V TE - 650	950		930		650 ± 10 %	1013	901	844
SUNWAY TG 900 -1500V TE - 660	960		940		660 ± 10 %	1029	915	857
SUNWAY TG 900 -1500V TE - 670	980		960		670 ± 10 %	1044	928	870
SUNWAY TG 900 -1500V TE - 680	990		970		680 ± 10 %	1060	942	883
SUNWAY TG 900 -1500V TE - 690	1000		980		690 ± 10 %	1076	956	896

Figure 3: Scheda tecnica dell'inverter centralizzato TG900

Consulente: Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato Relazione calcoli elettrici
	Codice elaborato: VTY95R4_48_PD

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avente potenza installata pari a 34,575 MWp, potenza in immissione pari a 32,813 MVA con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Troia (FG) - Impianto "FESTA"



Proponente: Vespera Development 06 S.r.l. – a company of Vespera Energy S.r.l.

Ulteriori Informazioni	
Scaricatori (SPD)	Lato DC: Incluso – Lato AC: Opzionali
Umidità relativa	95%
Sistema di raffreddamento / Portata d'aria	Aria Forzata / 3100 m ³ /h
Protezioni Termica	Integrata, 5 sensori, su cabinet e power stack
Sensori Ambientali	4 ingressi integrati
Canali di comunicazione	2 x RS485 Modbus + Ethernet Modbus TCP
Livello di rumore @ 1m / 10m ⁽¹⁾	78 / 58 dBA
Fasi AC	3Ø3W
Massimo Numero di Ingressi DC / Massimo Numero di Ingressi DC Protetti da Fusibili ⁽²⁾	7 / 7
Monitoraggio delle correnti DC di ingresso	Opzionale (Zone Monitoring)
Dispositivo di sezionamento lato DC	Sezionatore
Dispositivo di sezionamento lato AC	Interruttore Automatico
Monitoraggio guasto di terra, lato DC	Incluso
Monitoraggio guasto di terra, lato AC	Opzionale
Monitoraggio guasto di rete	Incluso
Display	Tastiera Alfanumerica a fronte quadro
Regolazione/controllo della potenza AC	Incluso, via RS485 o Ethernet
RAL	RAL 7035

Figure 4: Scheda tecnica dell'inverter centralizzato TG900

Consulente:



Titolo elaborato

Relazione calcoli elettrici

Codice elaborato: VTY95R4_48_PD

Pag. 10 di 26

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avente potenza installata pari a 34,575 MWp, potenza in immissione pari a 32,813 MVA con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Troia (FG) - Impianto "FESTA"



Proponente: Vespera Development 06 S.r.l. – a company of Vespera Energy 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 ⁽³⁾	Circular Capability		
Range di temperatura operativa	-25 ÷ 62 °C		
Applicazione / Grado di protezione	Outdoor / IP54 o Indoor / IP20		
Massima altitudine ⁽⁴⁾	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 ^{(1) (5)}	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 Notturmi	90 W / 90 W		
Consumi ausiliari	1800 W		

Principali Configurazioni								
Modello	Min tensione di MPPT ⁽¹⁾	Max tensione di MPPT ⁽¹⁾	Min tensione di MPPT esteso ⁽¹⁾⁽²⁾	Max tensione di MPPT esteso ⁽¹⁾⁽²⁾	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
SUNWAY TG 1800 -1500V TE - 600	880	1200	860	1500	600 ± 10 %	1870	1662	1558
SUNWAY TG 1800 -1500V TE - 610	890		870		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
SUNWAY TG 1800 -1500V TE - 690	1000		980		690 ± 10 %	2152	1912	1792

Figure 5: Scheda tecnica dell'inverter centralizzato TG1800

Consulente: Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato Relazione calcoli elettrici
	Codice elaborato: VTY95R4_48_PD

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avente potenza installata pari a 34,575 MWp, potenza in immissione pari a 32,813 MVA con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Troia (FG) - Impianto "FESTA"



Proponente: Vespera Development 06 S.r.l. – a company of Vespera Energy S.r.l.

Ulteriori Informazioni	
Scaricatori (SPD)	Lato DC: Incluso – Lato AC: Opzionali
Umidità relativa	95%
Sistema di raffreddamento / Portata d'aria	Aria Forzata / 5650 m ³ /h
Protezioni Termica	Integrata, 5 sensori, su cabinet e power stack
Sensori Ambientali	4 ingressi integrati
Canali di comunicazione	2 x RS485 Modbus + Ethernet Modbus TCP
Livello di rumore @ 1m / 10m ⁽¹⁾	78 / 58 dBA
Fasi AC	3Ø3W
Massimo Numero di Ingressi DC / Massimo Numero di Ingressi DC Protetti da Fusibili ⁽²⁾	14 / 14
Monitoraggio delle correnti DC di ingresso	Opzionale (Zone Monitoring)
Dispositivo di sezionamento lato DC	Sezionatore
Dispositivo di sezionamento lato AC	Interruttore Automatico
Monitoraggio guasto di terra, lato DC	Incluso
Monitoraggio guasto di terra, lato AC	Opzionale
Monitoraggio guasto di rete	Incluso
Display	Tastiera Alfanumerica a fronte quadro
Regolazione/controllo della potenza AC	Incluso, via RS485 o Ethernet
RAL	RAL 7035

Figure 6: Scheda tecnica dell'inverter centralizzato TG1800

Consulente:



Titolo elaborato

Relazione calcoli elettrici

Codice elaborato: VTY95R4_48_PD

Pag. 12 di 26

<p>Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avente potenza installata pari a 34,575 MWp, potenza in immissione pari a 32,813 MVA con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Troia (FG) - Impianto "FESTA"</p> <p>Proponente: Vespera Development 06 S.r.l. – a company of Vespera Energy S.r.l.</p>	
--	---

2.4 Cabine elettriche

2.4.1 Cabine di conversione e trasformazione

Le cabine di conversione e trasformazione saranno di due tipi in funzione della potenza elettrica degli inverter in esse installati e avranno dimensioni pari a 9,5 x 2,40 m (lung. x larg.) e 9,5+ 6,4 x 2,4 m (lung. + lung. x larg) e altezza inferiore a 3,00 m.

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 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.

All'interno dei locali di conversione avverrà il passaggio da corrente continua a corrente alternata per mezzo di convertitori statici trifase con caratteristiche idonee alla scelta dei pannelli fotovoltaici.

L'elevazione di tensione a 30.000 V in corrente alternata avverrà mediante uno o due trasformatori ubicati all'interno dei vani trasformatore, così da poter convogliare l'energia prodotta dal campo fotovoltaico verso la cabina di raccolta e quindi, da qui, verso la sottostazione elettrica per essere ceduta all'Ente di Trasmissione. Tali apparecchi saranno dotati di idonei dispositivi atti a sezionare e proteggere sia il lato in corrente continua che il lato in corrente alternata. Per maggiori informazioni si rimanda agli elaborati specifici.

2.4.2 Cabine di raccolta

La cabina MT di raccolta sarà realizzata all'interno dell'area di impianto più prossima alla Sottostazione Elettrica Utente. Avranno dimensione esterna di 10,00 x 3,50 (lung. x larg.) con altezza inferiore a 3,00 m e al loro interno saranno allocati i quadri MT e il trasformatore per l'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.

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

La cabina sarà dotata 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) a seconda dell'area in oggetto con le seguenti funzioni principali:

- celle di protezione di arrivo linee dalle cabine all'interno del campo fotovoltaico;
- cella protezione trasformatore servizi ausiliari;
- celle uscita verso punto di consegna.

Le celle saranno equipaggiate, con i seguenti componenti:

- TV (trasformatori di tensione) per protezione e misura;
- TA (trasformatori di corrente) per protezione e misura;
- interruttori tripolari;
- sezionatori tripolari (eventualmente con fusibili);
- sezionatori di terra;
- spie di presenza tensione;
- scaricatori di sovratensione;
- morsetti per terminali cavi.

Per maggiori dettagli si rimanda allo schema elettrico unifilare.

<p>Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato</p> <p style="text-align: center;">Relazione calcoli elettrici</p>
<p>Codice elaborato: VTY95R4_48_PD</p>	<p>Pag. 13 di 26</p>

<p>Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avente potenza installata pari a 34,575 MWp, potenza in immissione pari a 32,813 MVA con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Troia (FG) - Impianto "FESTA"</p> <p>Proponente: Vespera Development 06 S.r.l. – a company of Vespera Energy S.r.l.</p>	
--	---

2.4.3 Cabine di monitoraggio e magazzino

Le cabine di monitoraggio e magazzino saranno realizzate all'interno delle aree dell'impianto fotovoltaico. Avranno dimensione esterna di 10,00 x 3,50 (lung. x larg.) con altezza inferiore a 3,00 m e saranno suddivise in due locali:

- locale monitoraggio;
- locale magazzino.

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.

Le cabine saranno dotate di quadro BT, Rack per il sistema di controllo e monitoraggio e sistema di condizionamento dell'aria.

2.4.4 Rete di terra cabine elettriche

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

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

L'impianto di dispersione per la messa a terra sarà realizzato mediante anello di rame nudo avente sezione pari a 50 mm², interrato alla profondità di almeno 70 cm dal piano di calpestio, integrato da n. 4 picchetti in acciaio zincato di sezione minima 50 mm² e lunghezza 1,5 m, installati uno per ogni angolo in opportuni pozzetti prefabbricati.

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

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

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

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

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

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

<p>Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato</p> <p style="text-align: center;">Relazione calcoli elettrici</p>
<p>Codice elaborato: VTY95R4_48_PD</p>	<p>Pag. 14 di 26</p>

<p>Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avente potenza installata pari a 34,575 MWp, potenza in immissione pari a 32,813 MVA con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Troia (FG) - Impianto "FESTA"</p> <p>Proponente: Vespera Development 06 S.r.l. – a company of Vespera Energy S.r.l.</p>	
--	---

2.4.5 Impianti elettrici BT cabine elettriche

Gli impianti elettrici, del tipo sfilabile, saranno realizzati con cavo unipolare¹ 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 mm², 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.

2.5 Elettrodotti MT

La potenza elettrica raccolta dalle aree di produzione sarà trasferita in elettrodotto MT interrato al punto di consegna.

L'elettrodotto si comporrà delle seguenti sezioni fondamentali:

- collegamenti a 30 kV tra le cabine di conversione e trasformazione, e tra queste e la cabina di raccolta;
- collegamento a 30 kV tra la cabina di raccolta e la sottostazione elettrica AT/MT.

2.5.1 Scelta del tipo di posa

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.

¹ 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: VTY95R4_48_PD</p>	<p>Pag. 15 di 26</p>

<p>Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avente potenza installata pari a 34,575 MWp, potenza in immissione pari a 32,813 MVA con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Troia (FG) - Impianto "FESTA"</p> <p>Proponente: Vespera Development 06 S.r.l. – a company of Vespera Energy S.r.l.</p>	
--	---

2.5.2 Scelta del tipo di cavi MT

Dovranno essere impiegate terne di cavi disposti a trifoglio, tipo ARE4H5E 18/30 kV² o similari di sezioni pari a 95 mm², 185 mm², 300 mm² e 630 mm² per il collegamento tra le cabine di conversione e trasformazione e la cabina di raccolta e tra quest'ultima e la sottostazione elettrica utente AT/MT.

Il conduttore sarà in alluminio a corda rotonda compatta di alluminio e tra il conduttore e l'isolante in mescola in polietilene reticolato (qualità XLPE), sarà interposto uno strato di semiconduttore estruso. Tra l'isolante e lo schermo metallico invece sarà interposto uno strato di semiconduttore a mescola estrusa che, a sua volta sarà coperto da un rivestimento protettivo costituito da un nastro semiconduttore igroespandente. La schermatura sarà realizzata mediante nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale. La guaina sarà costituita da una mescola 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 massima apparente in uscita dai convertitori;
- 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 per la posa interrata.

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

- K1 temperatura terreno pari a 25° C (CEI 20-21 A.3);
- K2 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 per i cavidotti interni);
- K3 altezza di posa pari a 1,20 m dal piano di calpestio;
- K4 resistività termica del terreno pari a 2 °K m/W (in fase di progettazione esecutiva sarà effettuata una misura di resistività termica del terreno, in modo tale da effettuare una correzione del valore se risultasse più alto);
- condizioni di posa con la situazione termica più critica;

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.

² 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 style="text-align: center;">Relazione calcoli elettrici</p>
<p>Codice elaborato: VTY95R4_48_PD</p>	<p>Pag. 16 di 26</p>

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avente potenza installata pari a 34,575 MWp, potenza in immissione pari a 32,813 MVA con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Troia (FG) - Impianto "FESTA"



Proponente: Vespera Development 06 S.r.l. – a company of Vespera Energy S.r.l.

Linea MT				Parametri elettrici				Cavo										Calcolo della portata del cavo					Caduta di tensione FV		Perdite di potenza FV	
Linea	Origine	Destinazione	Distanza (m)	S (kVA)	cos φ	U (V)	I (A)	Sezione (mm²)	N° Cond.	Caratteristiche del cavo				Tipo inst.	Formazione della linea	Iz (A)	K1 (Temp)	K2 (Group)	K3 (Depth)	K4 (Th R)	I'z (A)	ΔV (%)	ΔV (V)	ΔP (%)	ΔP (kW)	
Ln.CI01.CI02	CI01	CI02	125	1.662	1,00	30.000	32,0	95	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1x95 mm²	217,0	0,96	0,830	0,972	0,890	149,6	0,011%	3,18	0,011%	0,18
Ln.CI02.CI04	CI02	CI04	886	3.324	1,00	30.000	64,0	95	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1x95 mm²	217,0	0,96	0,830	0,972	0,890	149,6	0,148%	44,39	0,148%	4,92
Ln.CI04.CI06	CI04	CI06	482	4.674	1,00	30.000	90,0	95	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1x95 mm²	217,0	0,96	0,830	0,972	0,890	149,6	0,111%	33,32	0,111%	5,19
Ln.CI03.CI05	CI03	CI05	388	956	1,00	30.000	18,4	95	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1x95 mm²	217,0	0,96	0,830	0,972	0,890	149,6	0,019%	5,69	0,019%	0,18
Ln.CI05.CI06	CI05	CI06	514	1.787	1,00	30.000	34,4	95	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1x95 mm²	217,0	0,96	0,730	0,972	0,890	131,6	0,047%	14,02	0,047%	0,83
Ln.CI06.CI07	CI06	CI07	372	8.373	1,00	30.000	161,1	300	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1x300 mm²	411,0	0,96	0,730	0,962	0,880	243,8	0,050%	14,94	0,050%	4,17
Ln.CI07.CR	CI07	CR	918	10.867	1,00	30.000	209,1	500	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1x500 mm²	530,0	0,96	0,680	0,962	0,880	292,9	0,104%	31,08	0,104%	11,26
Ln.CI08.CI09	CI08	CI09	325	956	1,00	30.000	18,4	95	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1x95 mm²	217,0	0,96	0,730	0,972	0,890	131,6	0,016%	4,77	0,016%	0,15
Ln.CI09.CI10	CI09	CI10	241	1.912	1,00	30.000	36,8	95	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1x95 mm²	217,0	0,96	0,730	0,972	0,890	131,6	0,023%	7,02	0,023%	0,45
Ln.CI10.CI12	CI10	CI12	493	4.406	1,00	30.000	84,8	95	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1x95 mm²	217,0	0,96	0,730	0,972	0,890	131,6	0,106%	31,94	0,106%	4,69
Ln.CI11.CI12	CI11	CI12	246	956	1,00	30.000	18,4	95	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1x95 mm²	217,0	0,96	0,830	0,972	0,890	149,6	0,012%	3,61	0,012%	0,12
Ln.CI12.CR	CI12	CR	151	7.024	1,00	30.000	135,2	185	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1x185 mm²	314,0	0,96	0,680	0,972	0,880	175,3	0,027%	8,02	0,027%	1,88
Ln.CI13.CI15	CI13	CI15	451	1.912	1,00	30.000	36,8	95	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1x95 mm²	217,0	0,96	0,680	0,972	0,890	122,5	0,044%	13,13	0,044%	0,84
Ln.CI15.CR	CI15	CR	62	3.824	1,00	30.000	73,6	95	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1x95 mm²	217,0	0,96	0,680	0,972	0,890	122,5	0,012%	3,51	0,012%	0,45
Ln.CI14.CR	CI14	CR	545	1.912	1,00	30.000	36,8	95	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1x95 mm²	217,0	0,96	1,000	0,972	0,890	180,2	0,053%	15,95	0,053%	1,02
Ln.CI17.CI16	CI17	CI16	251	2.494	1,00	30.000	48,0	95	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1x95 mm²	217,0	0,96	0,830	0,972	0,890	149,6	0,032%	9,52	0,032%	0,79
Ln.CI16.CI18	CI16	CI18	535	4.406	1,00	30.000	84,8	95	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1x95 mm²	217,0	0,96	0,830	0,972	0,890	149,6	0,117%	35,01	0,117%	5,14
Ln.CI18.CI19	CI18	CI19	209	6.318	1,00	30.000	121,6	185	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1x185 mm²	314,0	0,96	0,830	0,972	0,880	214,0	0,034%	10,28	0,034%	2,16
Ln.CI19.CI20	CI19	CI20	361	7.274	1,00	30.000	140,0	185	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1x185 mm²	314,0	0,96	0,830	0,972	0,880	214,0	0,067%	20,21	0,067%	4,90
Ln.CI20.CR	CI20	CR	981	9.186	1,00	30.000	176,8	300	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1x300 mm²	411,0	0,96	0,680	0,962	0,880	227,1	0,142%	42,48	0,142%	13,01
Ln.CR.SSE	CR	SSE	11045	32.813	1,00	30.000	631,5	630	2	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	6x1x630 mm²	1240,0	0,96	0,830	0,962	0,880	836,4	1,553%	465,91	1,553%	509,59

Figure 7: Tabella di dimensionamento cavi MT interni ed esterni all'impianto

<p>Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avente potenza installata pari a 34,575 MWp, potenza in immissione pari a 32,813 MVA con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Troia (FG) - Impianto "FESTA"</p> <p>Proponente: Vespera Development 06 S.r.l. – a company of Vespera Energy S.r.l.</p>	
--	---

2.5.3 Collegamento al punto di consegna

Il collegamento al punto di consegna dell'energia sarà realizzato tramite le seguenti opere:

- Cavidotti MT di collegamento tra la cabina di raccolta e la Sottostazione di elevazione MT/AT 30/150 kV;
- Sottostazione utente MT/AT 30/150 kV;
- Cavidotto AT di collegamento tra la Sottostazione Utente MT/AT 30/150 kV e il futuro ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) a 380/150 kV denominata "Troia".

Il punto di consegna è individuato all'interno della Stazione Elettrica RTN secondo quanto indicato dalla Soluzione Tecnica Minima Generale.

2.5.4 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.

2.5.5 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.

2.5.6 Temperatura di posa

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

2.5.7 Segnalazione della presenza dei cavi

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

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

2.6 Impianti BT e ausiliari

2.6.1 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 miscela speciale reticolata HT-PVI (LS0H), guaina in miscela 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 gli string box e gli inverter centralizzati, e gli inverter centralizzati o i quadri di parallelo e il trasformatore MT/BT, dovranno essere impiegati cavi del tipo ARG16R16 o similare⁴.

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

<p>Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato</p> <p style="text-align: center;">Relazione calcoli elettrici</p>
<p>Codice elaborato: VTY95R4_48_PD</p>	<p>Pag. 18 di 26</p>

<p>Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avente potenza installata pari a 34,575 MWp, potenza in immissione pari a 32,813 MVA con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Troia (FG) - Impianto "FESTA"</p> <p>Proponente: Vespera Development 06 S.r.l. – a company of Vespera Energy S.r.l.</p>	
--	---

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, 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:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45I_z$$

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

2.6.2 Impianti di illuminazione e di sicurezza

L'area dell'impianto fotovoltaico sarà dotata di impianto di videosorveglianza, con funzione di video analisi e trasmissione allarme con immagini (tipo Viasys "PV Protect" o similare), in modo da integrare le due funzioni di videosorveglianza e antintrusione in un unico sistema. Il sistema sarà costituito principalmente da:

- PC industriale dotato di software di elaborazione immagini e riconoscimento video, in grado di individuare intrusioni e solo in questo caso di inviare le immagini catturate ai supervisori autorizzati;
- modulo elaborazione video e videoregistrazione con capacità di stoccaggio immagini per almeno 24h;
- modulo comunicazione;
- modulo switch;
- software per accesso video da remoto;
- video camere diurne/notturne;
- infrarossi accoppiati alle videocamere;
- cablaggi in cavo UTP e alimentazione elettrica (FG16OR16);
- armadio rack 19" dotato di UPS, ventilazione.

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.

Gli impianti antintrusione saranno installati lungo i perimetri delle aree della centrale fotovoltaica, garantendo la copertura totale dei confini delimitati dalla recinzione.

I dispositivi di videosorveglianza e antintrusione saranno scelti in fase esecutiva in funzione della tecnologia disponibile.

L'impianto di illuminazione all'interno delle cabine sarà costituito da lampade fluorescenti di potenza fino a 36W, con installazione a plafone. Non è previsto impianto di illuminazione esterna.

Gli impianti suddetti verranno alimentati dallo scomparto dedicato ai servizi ausiliari presenti all'interno delle cabine elettriche.

<p>Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato</p> <p>Relazione calcoli elettrici</p>
<p>Codice elaborato: VTY95R4_48_PD</p>	<p>Pag. 19 di 26</p>

<p>Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avente potenza installata pari a 34,575 MWp, potenza in immissione pari a 32,813 MVA con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Troia (FG) - Impianto "FESTA"</p> <p>Proponente: Vespera Development 06 S.r.l. – a company of Vespera Energy S.r.l.</p>	
--	---

3 SOTTOSTAZIONE DI TRASFORMAZIONE E IMPIANTO DI CONSEGNA

3.1 Descrizione generale

La sottostazione AT/MT rappresenterà sia il punto di raccolta dell'energia prodotta dal campo fotovoltaico che il punto di trasformazione del livello di tensione da 30 kV a 150 kV, per consentire il trasporto dell'energia prodotta fino al punto di consegna con la rete di trasmissione nazionale. Quest'ultimo corrisponderà all'ampliamento della stazione elettrica di trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV denominata "Troia", nella quale la linea in cavo interrato a 150 kV proveniente dalla sottostazione AT/MT di utenza, si atterrerà ad uno stallo di protezione AT.

La sottostazione AT/MT comprenderà altri stalli trasformatore a disposizione di altri produttori, una terna di sbarre e uno stallo linea. Il sistema di sbarre e lo stallo linea costituiscono l'impianto comune di utenza.

Lo stallo trasformatore AT/MT, per l'impianto in oggetto, sarà composto da:

- trasformatore di potenza AT/MT 150/30 kV;
- terna di scaricatori AT;
- terna di TV induttivi AT;
- terna di TA in AT;
- interruttore tripolare AT;
- sezionatore orizzontale tripolare AT con lame di terra;

Lo stallo linea invece sarà formato da:

- sistema di sbarre;
- sezionatore orizzontale tripolare AT con lame di terra;
- terna di TA isolati in SF6 AT;
- interruttore tripolare AT;
- terna di TV induttivi AT;
- sezionatore orizzontale tripolare AT con lame di terra;
- terna di scaricatori AT;
- terminali AT per la consegna in stazione TERNA.

All'interno delle singole aree produttore, della sottostazione elettrica, sarà ubicato un fabbricato suddiviso in vari locali che a seconda dell'utilizzo ospiteranno i quadri MT, gli impianti BT e di controllo, gli apparecchi di misura, il magazzino, i servizi igienici, ecc. Inoltre sarà installato un gruppo elettrogeno di potenza adeguata che alimenti i servizi fondamentali di stazione in mancanza di tensione. Per maggiori informazioni si rimanda agli elaborati di dettaglio.

3.2 Rete di terra

L'impianto di terra sarà costituito, conformemente alle prescrizioni della Norma CEI EN 50522 ed alle prescrizioni della CEI 99-5, da una maglia di terra con lato di maglia ipotizzato di 5 m, realizzata con conduttori nudi in rame elettrolitico di sezione dimensionata sulla base della corrente di guasto a terra dell'impianto, delle caratteristiche elettriche del terreno e della disposizione delle apparecchiature interrate. Per le connessioni agli armadi verranno impiegati conduttori di sezione pari a 70 mm². La scelta finale deriverà dai calcoli effettuati in fase di progettazione esecutiva.

In caso di terreno non omogeneo con strati superiori ad elevata resistività si potrà procedere all'installazione di dispersori verticali (picchetti) di lunghezza sufficiente a penetrare negli strati di terreno a resistività più bassa, in modo da ridurre la resistenza di terra dell'intero dispersore. I ferri di armatura dei cementi armati delle fondazioni, come pure gli elementi strutturali metallici saranno collegati alla maglia di terra della stazione.

In base alle prescrizioni di TERNA potrà essere necessario anche un collegamento dell'impianto di terra della sottostazione con quello della stazione RTN.

<p>Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato</p> <p style="text-align: center;">Relazione calcoli elettrici</p>
<p>Codice elaborato: VTY95R4_48_PD</p>	<p>Pag. 20 di 26</p>

<p>Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avente potenza installata pari a 34,575 MWp, potenza in immissione pari a 32,813 MVA con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Troia (FG) - Impianto "FESTA"</p> <p>Proponente: Vespera Development 06 S.r.l. – a company of Vespera Energy S.r.l.</p>	
--	---

3.3 RTU della sottostazione e dell'impianto AT di consegna

Tale sistema deve rispondere alle specifiche TERNA S.p.A. Le caratteristiche degli apparati periferici RTU devono essere tali da rispondere ai requisiti di affidabilità e disponibilità richiesti e possono variare in funzione della rilevanza dell'impianto.

La RTU dovrà svolgere i seguenti compiti:

- Interrogazione delle protezioni della sottostazione, per l'acquisizione di segnali e misure attraverso le linee di comunicazione;
- Comando della sezione AT e MT della sottostazione;
- Acquisizione di segnali generali di tutta la rete elettrica;
- Trasmettere a TERNA S.p.A. i dati richiesti dal Regolamento di Esercizio, secondo i criteri e le specifiche dei documenti TERNA.

La RTU sarà comandabile in locale dalla sottostazione tramite un quadro sinottico che riporterà lo stato degli organi di manovra di tutta la rete MT e AT, i comandi, gli allarmi, le misure delle grandezze elettriche.

3.4 SCADA

Il sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) deve essere modulare e configurabile secondo le necessità e configurazione basata su PC locale con WebServer per l'accesso remoto.

La struttura delle pagine video del sistema SCADA deve includere:

- Schema generale di impianto;
- Pagina allarmi con finestra di pre-view;
- Schemi dettagliati di stallo.

Lo SCADA dovrà acquisire, gestire e archiviare ogni informazione significativa per l'esercizio e la manutenzione, nonché i tracciati oscillografici generati dalle protezioni.

3.5 Apparecchiature di misura dell'energia

In un impianto fotovoltaico collegato in parallelo con la rete è necessario misurare:

- L'energia prelevata/immessa in rete;
- L'energia fotovoltaica prodotta.

Il gruppo di misura, ad inserzione indiretta con TA e TV, dell'energia prelevata/immessa in rete sarà ubicato a valle del Dispositivo Generale. I sistemi di misura dell'energia elettrica saranno in grado di rilevare, registrare e trasmettere dati di lettura, per ciascuna ora, dell'energia elettrica immessa/prelevata o prodotta in rete nel punto di installazione del contatore stesso. I sistemi di misura saranno conformi alle disposizioni dell'Autorità dell'energia elettrica e il gas e alle norme CEI, in particolare saranno dotati di sistemi meccanici di sigillatura che garantiranno manomissioni o alterazioni dei dati di misura.

La misura dell'energia avverrà:

- sul lato AT (150 kV) in sottostazione di trasformazione
- nel quadro MT in sottostazione
- sul lato BT in corrispondenza dei servizi ausiliari in sottostazione.

<p>Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato</p> <p style="text-align: center;">Relazione calcoli elettrici</p>
<p>Codice elaborato: VTY95R4_48_PD</p>	<p>Pag. 21 di 26</p>

<p>Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avente potenza installata pari a 34,575 MWp, potenza in immissione pari a 32,813 MVA con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Troia (FG) - Impianto "FESTA"</p> <p>Proponente: Vespera Development 06 S.r.l. – a company of Vespera Energy S.r.l.</p>	
--	---

3.6 Protezioni lato MT

La sottostazione sarà dotata di interruttori automatici MT per le linee 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 e dai guasti a terra.

Sarà presente anche un trasformatore MT/BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari di sottostazione. L'energia assorbita da tali utenze sarà misurata attraverso apposito misuratore ai fini fiscali.

3.7 Protezione di interfaccia

Tale protezione ha lo scopo di separare i gruppi di generazione MT dalla rete di trasmissione AT in caso di malfunzionamento della rete.

Sarà realizzata tramite rilevatori di minima e massima tensione, minima e massima frequenza, minima tensione omopolare. La protezione agirà sugli interruttori delle linee in partenza verso i gruppi di generazione e sarà realizzata anche una protezione di rincalzo nei confronti dell'interruttore MT del trasformatore AT/MT (protezione di macchina) per mancato intervento dei primi dispositivi di interfaccia.

3.8 Protezione del trasformatore AT/MT

La protezione di macchina è costituita da due interruttori automatici, uno sul lato MT, l'altro sul lato AT, corredati di relativi sezionatori e sezionatori di terra, lampade di presenza tensione ad accoppiamento capacitivo, scaricatori di sovratensione, trasformatori di misura e di rilevazione guasti. Sarà così realizzata sia la protezione dai corto-circuiti e dai sovraccarichi che la protezione differenziale.

3.1 Cavidotto AT

Sarà impiegata una terna di cavi disposti a trifoglio, di sezione pari a 2500 mm² per il collegamento tra la sottostazione 150/30 kV e il futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) 380/150 kV della RTN denominata "Troia".

Il conduttore sarà a corda rotonda compatta di rame, isolamento in XLPE, adatto ad una temperatura di esercizio massima continuativa del conduttore pari a 90 °C, schermo a fili di rame con sovrapposizione di una guaina in alluminio saldato e guaina esterna in PE grafitato, qualità ST7, con livello di isolamento verso terra e tra le fasi pari a U₀/U = 87/150 kV. Lo schermo metallico è dimensionato per sopportare la corrente di corto circuito per la durata specificata. Il rivestimento esterno del cavo ha la funzione di proteggere la guaina metallica dalla corrosione. Lo strato di grafite è necessario per effettuare le prove elettriche dopo la posa, in accordo a quanto previsto dalla norma IEC 62067.

I cavi posati in trincea saranno con disposizione a "trifoglio", ad una profondità 1,6 m (quota piano di posa) su di un letto di sabbia dello spessore di 10 cm circa. I cavi saranno ricoperti di cemento magro, sopra il quale sarà posata una lastra in cemento armato avente funzione di protezione meccanica dei cavi. Con funzione di segnalazione, poco sopra la lastra sarà posata una rete rossa in PVC tipo Tenax e, a circa 50 cm di profondità, un nastro di segnalazione in PVC, riportante la dicitura "ELETTRODOTTO A.T. 150.000 V". All'interno della trincea è prevista l'installazione di tritubo Ø 50 mm entro il quale sarà eventualmente posato n°1 cavo Fibra Ottica.

I relativi valori di corrente per il dimensionamento della linea AT sono stati calcolati considerando una potenza massima immessa allo stallo assegnato in Stazione Elettrica 150/380 kV pari a 300 MW.

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

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

<p>Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato</p> <p>Relazione calcoli elettrici</p>
<p>Codice elaborato: VTY95R4_48_PD</p>	<p>Pag. 22 di 26</p>

<p>Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avente potenza installata pari a 34,575 MWp, potenza in immissione pari a 32,813 MVA con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Troia (FG) - Impianto "FESTA"</p> <p>Proponente: Vespera Development 06 S.r.l. – a company of Vespera Energy S.r.l.</p>	
--	---

Ci: 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);

Ca: temperatura terreno pari a 25° C;

Cd: coefficiente relativo alla profondità di posa (1,6 m);

Cg: coefficiente relativo alla distanza tra i conduttori (a contatto).

La scelta della sezione è stata effettuata considerando che il cavo deve avere una portata Iz uguale o superiore alla corrente di impiego Ib del circuito.

LINEA	Total Dist. (m)	Power (kW)	Power factor	U (V)	I (A)	Section (mm2)	N° Cond	Design, Cable	Nominal Capacity (A)	Ca Temp	Cc buried	Cd Deph	Cg Group	Ci Ther res	Cs Th R	Iz (A)	ΔV (%)	ΔP (kW)
Tratto SSE-SE TERNA	1.120	300.000	0,95	150.000	1215,5	2500	1	3x1cx2500 mm2	1605	0,96	1	0,922	1,00	0,88	1	1250	0,04%	69,50

Figure 8: Tabella di dimensionamento cavi AT

4 SICUREZZA ELETTRICA DELL'IMPIANTO

4.1 Protezione da cortocircuito 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 correnti superiore, a seconda del numero di celle connesse in serie (per ottenere tensioni maggiori) oppure in parallelo (per ottenere correnti maggiori).

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

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

4.2 Protezione dai 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.

4.3 Protezione dalle fulminazioni

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

<p>Consulente:</p>  <p>Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato</p> <p style="text-align: center;">Relazione calcoli elettrici</p>
<p>Codice elaborato: VTY95R4_48_PD</p>	<p>Pag. 23 di 26</p>

<p>Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avente potenza installata pari a 34,575 MWp, potenza in immissione pari a 32,813 MVA con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Troia (FG) - Impianto "FESTA"</p> <p>Proponente: Vespera Development 06 S.r.l. – a company of Vespera Energy S.r.l.</p>	
--	---

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.

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione specialistica relativa allo studio delle scariche atmosferiche.

4.4 Sicurezza sul lato c.a. dell'impianto

La limitazione delle correnti del campo fotovoltaico comporta analogia 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.

4.5 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 mm², 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 raccolta/sezionamento si prevede l'installazione di un dispersore ad anello in corda di rame nudo della sezione di 50 mm² e dispersori a picchetto ai vertici della lunghezza di 1,5 m.

Gli impianti di terra di ogni lotto di impianto fotovoltaico dovranno essere fisicamente indipendenti tra loro. Infatti, nei cavidotti di collegamento tra le cabine di raccolta e la sottostazione sarà posata una corda per ogni impianto.

Gli impianti di terra dovranno essere conformi alle prescrizioni della norma CEI 99-3 e dimensionati sulla base delle correnti di guasto a terra sulla rete MT di alimentazione e del tempo di eliminazione del guasto a terra da parte delle protezioni del gestore della rete.

5 CRITERI DI COSTRUZIONE

5.1 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.

<p>Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato</p> <p>Relazione calcoli elettrici</p>
<p>Codice elaborato: VTY95R4_48_PD</p>	<p>Pag. 24 di 26</p>

<p>Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avente potenza installata pari a 34,575 MWp, potenza in immissione pari a 32,813 MVA con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Troia (FG) - Impianto "FESTA"</p> <p>Proponente: Vespera Development 06 S.r.l. – a company of Vespera Energy S.r.l.</p>	
--	---

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 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.

5.2 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 posto 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.

5.3 Coesistenza tra cavi di energia e tubazioni o serbatoi metallici interrati

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

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

quando la differenza di quota fra le superfici esterne delle strutture interessate è superiore a 0,50 m:

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.

5.4 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;

<p>Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato</p> <p style="text-align: center;">Relazione calcoli elettrici</p>
<p>Codice elaborato: VTY95R4_48_PD</p>	<p>Pag. 25 di 26</p>

<p>Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avente potenza installata pari a 34,575 MWp, potenza in immissione pari a 32,813 MVA con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Troia (FG) - Impianto "FESTA"</p> <p>Proponente: Vespera Development 06 S.r.l. – a company of Vespera Energy S.r.l.</p>	
--	---

- a 0,5 m per condotte di 4a e 5a specie, UNI 9165, art. 6.7.3;
- alla distanza che consenta di eseguire gli eventuali interventi di manutenzione su entrambi i servizi interrati, per le condotte di 6a e 7a specie, UNI 9165, art. 6.7.3.

La distanza va misurata tra le due superfici affacciate.

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

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

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

5.5 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.

5.6 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.

5.7 Esecuzione delle giunzioni e delle terminazioni 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.

5.8 Messa a terra dei rivestimenti metallici

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

<p>Consulente:</p>  <p>Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato</p> <p>Relazione calcoli elettrici</p>
<p>Codice elaborato: VTY95R4_48_PD</p>	<p>Pag. 26 di 26</p>