



REGIONE PUGLIA
PROVINCIA DI BRINDISI
COMUNE DI CEGLIE MESSAPICA



Progetto: SPV 39 Impianto Agrivoltaico ubicato nell'agro del Comune di Ceglie Messapica (Br), sui terreni censiti nel N.C.T di Ceglie Messapica come da tabella riportata a destra.

Potenza ai fini della connessione 45 MW.
Potenza di Picco della Cen.le Agrivoltaica 50,4 Mw
Cod. Rint. da Definire a Cura di Terna S.p.A. 202402966

Piano Particellare Progetto			
ID Foglio Catastale	ID Particella	Nota	Ditta/Proprietà
Foglio 77		3 Parte	Ricci Pasquale
Foglio 77		2 Parte	Ricci Pasquale
Foglio 77		116 Parte	Ricci Pasquale
Foglio 78		6 Completa	Ricci Pasquale
Foglio 78		7 Completa	Ricci Pasquale
Foglio 78		8 Completa	Ricci Pasquale
Foglio 77		1 Completa	Ricci Pasquale
Foglio 78		1 Completa	Ricci Pasquale
Foglio 78		4 Completa	Ricci Pasquale
Foglio 78		5 Completa	Ricci Pasquale
Foglio 77		11 Completa	Ricci Pasquale
Foglio 77		12 Completa	Ricci Pasquale
Foglio 77		208 Completa	Ricci Pasquale
SOMMANO MQ		8084723	

NELLA DISPONIBILITA' DEL PROPONENTE GIUSTO CONTRATTO PRELIMINARE PER LA COSTITUZIONE DI DIRITTO DI SUPERFICIE N. 13648/11327 DEL 11/07/2024 BRINDISI

Codice elaborato	PROGETTO DEFINITIVO	FEBBRAIO 2025
-------------------------	----------------------------	----------------------

CAS.SP39.R21	Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici
Scala. Non Applic.	

DATA	MOTIVO REVISIONE	REDATTO	APPROVATO
19/02/2025	//	ING. FRANCESCO CIRACI'	ING. FRANCESCO CIRACI'

COMMITTENTE:



FFK SPV 1 S.R.L.
VIA DURINI 4 – 20122 - MILANO (MI)
C.F. 13119050964 - P.IVA 13119050964 (IT)

PROGETTISTA



Studio di Ingegneria di Ciraci Francesco
Sede legale: San Lorenzo n. 2,
Ceglie Messapica (Br), 72013,
Cell.3382328300
Email: ciracifrancesco@gmail.com



INGENIUM Studio di Ingegneria Dell'Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
---	---	----------------------

Sommario

1. PREMESSA	2
2. PROPONENTE.....	2
3. POTENZA NOMINALE E POTENZA RICHIESTA AI FINI DELLA CONNESSIONE	2
4. NORMATIVA DI SETTORE.....	2
5. NORME TECNICHE	3
6. SITO DI INSTALLAZIONE.....	5
7. INQUADRAMENTO CATASTALE.....	6
8. OPERE DI CONNESSIONE.....	7
9. TABELLA SINOTTICA DEI COMPONENTI DELLA SEZIONE FOTOVOLTAICA DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO8	
10. PROGETTAZIONE IMPIANTISTICA E MECCANICA DELLA CENTRALE AGRIVOLTAICA	9
10.1 MODULO FOTOVOLTAICO.....	12
10.2 STRING BOX.....	14
10.3 STRUTTURA DI SOSTEGNO DEI MODULI FOTOVOLTAICI	16
10.4 INVERTER (GRUPPI DI CONVERSIONE).....	19
10.5 TRASFORMATORI.....	20
10.6 STAZIONE DI CONVERSIONE E TRASFORMAZIONE - INVERTER STATION - SHELTER	21
10.7 CABINA AUSILIARIA	24
10.8 CABINE DI RACCOLTA.....	26
11. VIDEOSORVEGLIANZA, ANTINTRUSIONE E ILLUMINAZIONE.....	27
12. VIABILITÀ DI SERVIZIO	28
13. RECINZIONE	28
14. CAVI ELETTRICI	30
14.1 CAVI DC.....	30
14.2 CAVI MT DI CONNESSIONE TRA LE CABINE DI CONVERSIONE E TRASFORMAZIONE E LE CABINE DI RACCOLTA.....	35
14.3 SCELTA DEI CAVI MT DI CONNESSIONE ALLA SOTTOSTAZIONE ELETTRICA.....	35
14.4 SCELTA DEI CAVI AT	37

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell'Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
---	---	----------------------

1. Premessa

Il presente documento costituisce il Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici relativi al progetto denominato “SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA”.

2. Proponente

FFK SPV 1 S.R.L., VIA DURINI 4 – 20122 - MILANO (MI), C.F. 13119050964 - P.IVA 13119050964 (IT), qui rappresentata dal Sig. Flavio Frigione.

3. Potenza nominale e potenza richiesta ai fini della connessione

Potenza Richiesta ai fini della Connessione	45 MW
Potenza Nominale Impianto di Produzione	50,4 MVA

Tabella 1

4. Normativa di settore

Di seguito si riportano i principali riferimenti normativi in conformità ai quali la presente relazione e i relativi allegati tecnici sono stati redatti.

- Regio Decreto 11 dicembre 1933 n° 1775 "Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici";
- Legge 5 novembre 1971 n. 1086. "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica. Applicazione delle norme sul cemento armato";
- Legge 24 luglio 1990 n° 241, "Norme sul procedimento amministrativo in materia di conferenza dei servizi" come modificato dalla Legge 11 febbraio 2005, n. 15, dal Decreto-legge 14 marzo 2005, n. 35 e dalla Legge 2 aprile 2007, n. 40;
- Legge 22 febbraio 2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";
- DPR 8 giugno 2001 n°327 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità" e smi;
- DPCM 8 luglio 2003, "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti";
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n° 42 "Codice dei Beni Ambientali e del Paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137 ";
- Legge 23 agosto 2004, n. 239 "Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia";
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 12 dicembre 2005 "Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli

<p style="text-align: center;">INGENIUM Studio di Ingegneria Dell'Ing. Francesco Ciraci</p>	<p style="text-align: center;">PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Conessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW</p>	<p style="text-align: center;">FFK SPV 1 SRL</p>
--	---	--

interventi proposti, ai sensi dell'articolo 146, comma 3, del Codice dei beni culturali e del paesaggio di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42";

- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" e ss.mm.ii.;
- Decreto 29 maggio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";
- PUGLIA, L.R. n. 25/2008, Norme in materia di autorizzazione alla costruzione ed esercizio di linee e impianti elettrici con tensione non superiore a 150.000 volt;
- Decreto del Presidente della Repubblica 13 febbraio 2017, n. 31
Regolamento recante individuazione degli interventi esclusi dall'autorizzazione paesaggistica o sottoposti a procedura autorizzatoria semplificata
- Decreto legislativo, 16/06/2017 n° 104, G.U. 06/07/2017;
- Decreto-legge 31 maggio 2021, n.77, decreto semplificazioni;
- DECRETO LEGISLATIVO 8 novembre 2021, n. 199;
- Decreto-legge del 01/03/2022 n. 17;
- LEGGE 27 aprile 2022, n. 34;
- Decreto-legge del 24/02/2023 n. 13;
- LEGGE del 21/04/2023 n. 41;
- Linee Guida Nazionale per la semplificazione per i procedimenti autorizzativi riguardanti la costruzione e l'esercizio delle infrastrutture appartenenti alla rete di Distribuzione, D.M. del 20 ottobre 2022;
- Decreto-legge n.63 del 15 maggio 2024
- Decreto interministeriale 21 giugno 2024

5. Norme tecniche

Di seguito si riportano le norme tecniche in conformità alle quali la presente relazione e i relativi allegati tecnici sono stati redatti.

- CEI 211-6, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", prima edizione, 2001-01
- CEI11-17, "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica - Linee in cavo", terza edizione, 2006-07
- CEI 211-4, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", seconda edizione, 2008-09
- CEI 103-6 "Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto", terza edizione, 1997:12
- CEI 304-1 Interferenza elettromagnetica prodotta da linee elettriche su tubazioni metalliche Identificazione dei rischi e limiti di interferenza;
- CEI 106-11, "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) - Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo", prima edizione, 2006:02
- TERNA Guida agli Schemi di Conessione UXLK401

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell'Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
---	---	----------------------

- CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 60555-1 (CEI 77-2): Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;
- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti – Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso ≤ 16 A per fase);
- CEI 13-4: Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica;
- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2);
- CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.): Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3);
- CEI EN 50470-1 (CEI 13-52) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparat di misura (indici di classe A, B e C)
- CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C);
- CEI EN 62305 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini, serie;
- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;
- CEI EN 60439 (CEI 17-13): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT), serie;
- CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-91 Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.
- CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri;
- CEI EN 61730-1 (CEI 82-27) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1:
- CEI EN 61730-2 (CEI 82-28) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2:
- CEI EN 60904: Dispositivi fotovoltaici – Serie;
- CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- CEI EN 50521 (CEI 82-31) Connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove;

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell'Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
---	---	----------------------

- CEI EN 50524 (CEI 82-34) Fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici;
- CEI EN 50530 (CEI 82-35) Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica;

6. Sito di installazione

L'impianto agrivoltaico oggetto del presente elaborato tecnico sorgerà, a valle del recepimento di tutte le autorizzazioni previste dalla normativa di settore, nel Comune di Ceglie Messapica in Provincia di Brindisi (BR), Puglia.

Alla base dei calcoli delle relazioni specialistiche allegate alla presente è stata considerata, come baricentrica dell'impianto agrivoltaico, la seguente posizione geografica:

- 40°38'20.8"N
- 17°35'41.8"E

L'immagine n.1 (foto satellitare) individua su scala provinciale, il sito oggetto del progetto Agrivoltaico. Dall'immagine si osserva che il sito è situato sulla direttrice che collega i Comuni di Ceglie Messapica e San Michele Salentino, lungo la strada SP 581, a circa 6,7 Km dal centro storico di Ceglie Messapica e a circa 3,25 Km dal centro di San Michele Salentino.

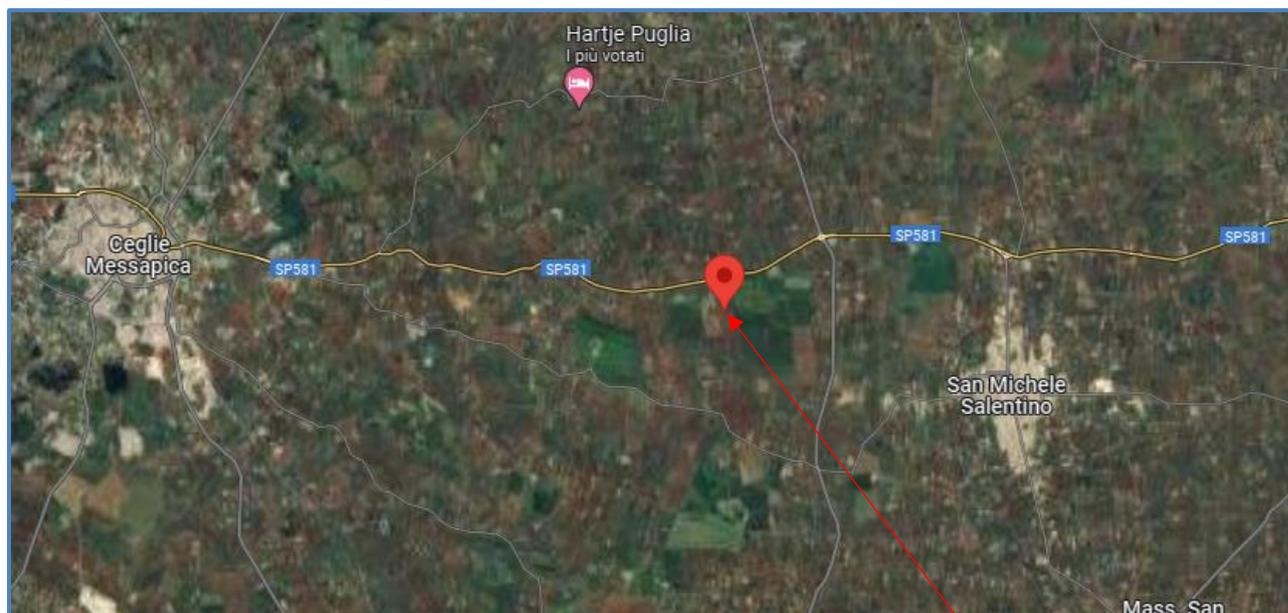


Immagine 1

Sito di installazione

L'immagine n.2 (foto satellitare), individua su scala regionale il sito oggetto di intervento, il quale dista circa 30 chilometri dal capoluogo di provincia, città di Brindisi, e circa 85 chilometri dal capoluogo di regione, città di Bari.

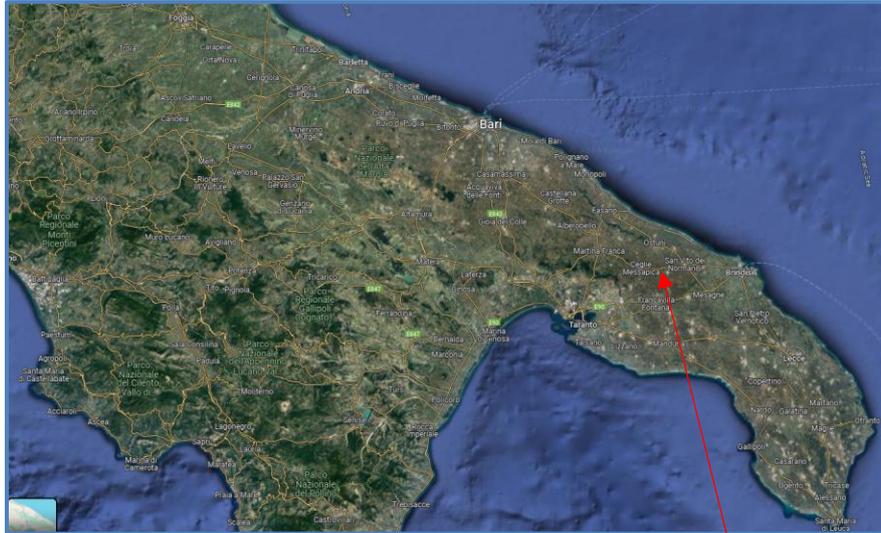


Immagine 2

Sito di installazione

7. Inquadramento catastale

I terreni sui quali insisteranno le opere di impianto sono identificati nel Nuovo Catasto Terreni del Comune di Ceglie Messapica ai fogli 77 e 78, come riportato dalla tabella n.2 che segue.

La superficie impegnata dal progetto è pari a circa 80,8 ettari.

Piano Particellare Progetto			
Foglio Catastale	ID Particella	Nota	Ditta/Proprietà
Foglio 77	3	Parte	Ricci Pasquale
Foglio 77	2	Parte	Ricci Pasquale
Foglio 77	116	Parte	Ricci Pasquale
Foglio 78	6	Parte	Ricci Pasquale
Foglio 78	7	Parte	Ricci Pasquale
Foglio 78	8	Completa	Ricci Pasquale
Foglio 77	1	Completa	Ricci Pasquale
Foglio 78	1	Completa	Ricci Pasquale
Foglio 78	4	Completa	Ricci Pasquale
Foglio 78	5	Completa	Ricci Pasquale
Foglio 77	11	Completa	Ricci Pasquale
Foglio 77	12	Completa	Ricci Pasquale
Foglio 77	208	Parte	Ricci Pasquale
SOMMANO MQ	8084723		

Tabella 2

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell'Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
---	---	----------------------

8. Opere di connessione

Codice pratica n.202402966.

Di seguito si espongono le opere di connessione necessarie per connettere la centrale agrivoltaica alla Rete Nazionale di Terna, per il tramite della nuova sottostazione di utenza e della nuova stazione elettrica di Terna.

La soluzione tecnica minima generale prevede che l'impianto agrivoltaico di cui trattasi, venga collegato in antenna a 150 kV sulla sezione 150 kV della futura Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV da inserire in entra-esce alla linea 380 kV "Brindisi – Taranto N2".

Ai sensi dell'art. 21 dell'allegato A alla deliberazione Arg/elt/99/08 e s.m.i. dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente, il nuovo elettrodotto a 150 kV per il collegamento in antenna dell'impianto sulla Stazione Elettrica della RTN, e la sottostazione di utenza costituiscono impianti di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 150 kV nella suddetta stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

L'impianto fotovoltaico proposto in progetto è dal punto di vista della sua architettura elettrica suddiviso in 7 sub campi. Il cavidotto di connessione in MT (30.000 V) attraversa in ordine le seguenti aree pubbliche:

- strada provinciale n. 581 per circa 956 metri, nel comune di Ceglie Messapica;
- strada provinciale n. 28 per circa 2645 metri nel Comune di Ceglie Messapica;
- strada provinciale n. 49 per circa 340 metri nel Comune di Ceglie Messapica;
- strada provinciale n. 49 per circa 2365 metri nel Comune di San Michele Salentino;
- strada provinciale n. 48 per circa 1360 metri nel Comune di San Michele Salentino;
- strada provinciale n. 48 per circa 470 metri nel Comune di San Vito dei Normanni;
- strada comunale per circa 1610 metri nel Comune di San Vito dei Normanni;
- strada comunale per circa 4850 metri nel Comune di Latiano;
- strada vicinale per circa 362 metri nel Comune di Latiano
- terreno da asservire a cavidotto per pubblica utilità per circa 235 metri, parte della particella 12 foglio 9 del Comune di Latiano.

La sottostazione di utenza a 30/150 kV impegnerà parte delle particelle nn. 473, 447, 474, 12 del foglio n. 9 del Comune di Latiano, per un'estensione pari a circa 6.700 metri quadri. Detta area sarà assoggettata a procedura di esproprio per pubblica utilità.

La sottostazione di utenza a 30/150 kV impegnerà parte delle particelle nn. 473, 447, 474, 12 del foglio n. 9 del Comune di Latiano, per un'estensione pari a circa 6.700 metri quadri. Detta area sarà assoggettata a procedura di esproprio per pubblica utilità.

La stazione elettrica di Terna impegnerà parte delle particelle nn. 444, 461, 460, 468, 467, 447, 469, 470, 474, del foglio n. 9 del Comune di Latiano, per un'estensione pari a circa 78.000 metri quadri. Detta area sarà assoggettata a procedura di esproprio per pubblica utilità (vedi stralcio cartografico n. 12).

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell'Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Conessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
---	--	----------------------

Il cavidotto AT di collegamento della sottostazione di utenza con la stazione elettrica di Terna occuperà, per circa 50 metri, parte della particella n. 470 del foglio n. 9 del Comune di Latiano, anch'essa sarà assoggettata a procedura di esproprio per pubblica utilità.

Si specifica che la lunghezza complessiva dell'elettrodotto interrato MT (30.000 V) è pari a circa 15350 metri.

9. Tabella sinottica dei componenti della sezione fotovoltaica dell'impianto agrivoltaico

Di seguito al fine di evidenziare con maggiore immediatezza le caratteristiche dell'impianto si riportano in forma tabellare i componenti fondamentali della parte fotovoltaica del progetto.

ID SUB - CAMPO	TRACKER 24 MODULI	TRACKER DA 12 MODULI	N. MODULI X SUB CAMPO	POTENZA MODULO (KW)	POTENZA X SUB CAMPO (KW)
SUB - CAMPO 1	477	18	11664	0,67	6973,85
SUB - CAMPO 2	495	0	11880	0,67	7103,00
SUB - CAMPO 3	476	40	11904	0,67	7117,35
SUB - CAMPO 4	491	0	11784	0,67	7045,60
SUB - CAMPO 5	226	6	5496	0,67	3286,03
SUB - CAMPO 6	444	46	11208	0,67	6701,21
SUB - CAMPO 7	440	64	11328	0,67	6772,96
Parziali	3049	174	75264		45000,00

Tabella 3

Come si evince dalla tabella n.3 sopra riportata la parte fotovoltaica del progetto fotovoltaico è stata suddivisa in 7 sub – campi. Tale suddivisione deriva ed è conforme ai risultati dei calcoli elettrici eseguiti secondo i seguenti obiettivi:

- utilizzare stazioni di conversione e trasformazioni assemblate in Italia da aziende leader nel settore che dispongono dei servizi di attivazione e assistenza;
- utilizzare stazioni di conversione e trasformazioni con grado di protezione IP55 che non hanno bisogno di strutture di copertura, condizione che evita complicazioni paesaggistiche;
- utilizzare stazioni di conversione e trasformazione facilmente installabili;
- utilizzare string – box (quadri di campo) in numero tale da diminuire al minimo il numero dei cavidotti e cavi da realizzare e installare;
- utilizzare stazioni di conversione e trasformazione che utilizzano olii biologici per il raffreddamento dei trasformatori, al fine di eliminare complicazioni ambientali
- realizzare le strade interne al fine di garantire le norme antincendio, l'accesso e il transito dei mezzi operativi nella massima sicurezza;
- raggiungere la potenza di picco in DC e la potenza di immissione programmata;
- ridurre le perdite di carico sulle linee DC entro il valore del 2%.

Di seguito si riporta un'immagine esplicativa che mostra la suddivisione della parte fotovoltaica del progetto in sub campi.



Immagine 3

10. Progettazione impiantistica e meccanica della centrale Agrivoltaica

L'impianto dovrà essere connesso alla rete elettrica di distribuzione nazionale per il tramite della nuova stazione elettrica SE 380/150 kV da realizzare nel Comune di Latiano, quest'ultima da inserire in entra-esce alla linea 380 kV "Brindisi – Taranto N2".

Dalle cabine di raccolta (previste sul lato Nord dell'impianto Agrivoltaico) fino alla stazione di utenza, quest'ultima da realizzare in prossimità della stazione elettrica di Terna, sempre nel Comune di Latiano (BR), la potenza elettrica verrà trasportata tramite un cavidotto a 30 kV in MT con frequenza pari a 50 Hz, di lunghezza pari a circa 15.350 metri.

Nella stazione di utenza tramite idonei trasformatori di potenza, la corrente elettrica sarà trasformata da 30 a 150 Kv. Infine, dalla stazione di utenza la corrente elettrica sarà trasportata e immessa nella stazione di Terna tramite cavidotto in alta tensione a 150KV di lunghezza pari a circa 50/60 metri.

Al fine di salvaguardare la qualità del servizio ed evitare pericoli per le persone e danni per le cose, l'impianto comprenderà idonee protezioni di interfaccia per il collegamento alla rete, in conformità alle norme CEI 0-21, CEI 0-16, CEI 11-15, CEI 11-27. La scelta della tensione del generatore fotovoltaico è effettuata tenendo conto dei limiti di sicurezza nonché della disponibilità e dei costi dei dispositivi da collegare al generatore fotovoltaico senza però trascurare le correnti in gioco. L'impianto di terra è stato progettato secondo le normative vigenti CEI EN 50522, e CEI EN 61936-1.

L'immagine n.4 sotto riportata rappresenta schematicamente i blocchi fondamentali della parte

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell'Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Conessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
---	--	----------------------

- linee elettriche in corrente alternata in bassa tensione: sono le linee elettriche che convogliano la potenza all'uscita dei gruppi di conversione verso i trasformatori;
- linee elettriche in Media Tensione: sono le linee elettriche che trasportano la potenza elettrica in media tensione dai trasformatori alle cabine di raccolta e da quest'ultima alla stazione di utenza;
- stazione di utenza: stazione elettrica di elevazione della potenza prodotta dall'impianto Agrivoltaico da 30 kV a 150 KV;
- linea alta tensione: linea elettrica che trasporta la potenza in alta tensione 150 KV alla stazione elettrica di Terna.

Di seguito si rappresentano e quantificano in forma tabellare (vedi tabella n.6) i blocchi fondamentali che compongono l'impianto, raggruppati per sub campo.

Inverter Station Number	Inverter Model (1,500 V) INGECON SUN 3Power C series IP65 Protection Rating - Closed loop Liquid Cooling System (LCS)	Inverter Number	PV Module Rated Power (Wp)	Number of PV Modules in Series	PV String Rated Power (kWp)	Number of Strings each electrical transformer	Number of PV modules each inverter	Rated DC Power each Inverter (kWp)	Number of String Combiner Boxes 16 inputs (each Inverter 1,500 V)	Inverter Rated AC Power at 35°C (kVA)	Potenza inalterata in uscita dal trasformatore
1	INGECON SUN 3825TL C630	1	670	24	16,08	486	11.664	7.815	31	3.492	6973,852041
	INGECON SUN 3825TL C630	2	670	24	16,08					3.492	
2	INGECON SUN 3825TL C630	3	670	24	16,08	495	11.880	7.960	31	3.492	7102,997449
	INGECON SUN 3825TL C630	4	670	24	16,08					3.492	
3	INGECON SUN 3825TL C630	5	670	24	16,08	496	11.904	7.976	31	3.492	7117,346939
	INGECON SUN 3825TL C630	6	670	24	16,08					3.492	
4	INGECON SUN 3825TL C630	7	670	24	16,08	491	11.784	7.895	31	3.492	7045,59949
	INGECON SUN 3825TL C630	8	670	24	16,08					3.492	
5	INGECON SUN 3825TL C630	9	670	24	16,08	229	5.496	3.682	15	3.492	3286,033163
6	INGECON SUN 3825TL C630	10	670	24	16,08	467	11.208	7.509	30	3.492	6701,211735
	INGECON SUN 3825TL C630	11	670	24	16,08					3.493	
7	INGECON SUN 3825TL C630	12	670	24	16,08	472	11.328	7.590	30	3.492	6772,959184
	INGECON SUN 3825TL C630	13	670	24	16,08					3.492	
Totale						3.136	75.264	50.426,9	199	45.397	45000

Tabella 4

Dalla tabella n.4 sopra esposta si evince che l'architettura dell'impianto Agrivoltaico è composta da 7 stazioni di conversione e trasformazione del tipo INGECON SUN 3825TL C630, ad ogni stazione sono associate da 229 a 496 stringhe, ne deriva che ad ogni stazione è associata una potenza DC da 7.976 a 3.682 kw. La potenza massima in uscita dalle cabine di raccolta a 35 gradi centigradi è pari a 45,397 Mw, e sarà autolimitata a 45,00 Mw al punto di connessione tramite il controllore unico di centrale.

10.1 Modulo fotovoltaico

Nell'impianto agrivoltaico saranno installati complessivamente 75.264 moduli fotovoltaici del tipo Hi-Mo in silicio monocristallino, del fabbricante Longi, conformi alle norme IEC 61215 e IEC 61730; ogni modulo ha una potenza di 670 W e dimensioni paria a 2.382 mm x 1.134 mm. I pannelli sono ripartiti per ogni inverter come riportato nella tabella n.6. Le schede tecniche 1 e 2, rappresentano le caratteristiche elettriche e meccaniche del modulo fotovoltaico di progetto.

Hi-MO X10 Guardian Anti-Dust

LR7-72HVHF
640~670M

- Equipped with HPBC 2.0 cell, inheriting high-efficiency gene
- Unique frame design effectively reduces the impact of dust accumulation and improves power generation gain throughout the entire lifecycle
- High reliability, stable operation under harsh conditions
- More suitable for industrial and commercial color steel tile roofs and small angle installation scenarios

15 15-year Warranty for Materials and Processing

30 30-year Warranty for Extra Linear Power Output

Complete System and Product Certifications

IEC 61215, IEC 61730, UL 61730
ISO9001:2015: ISO Quality Management System
ISO14001: 2015: ISO Environment Management System
ISO45001: 2018: Occupational Health and Safety
IEC62941: Guideline for module design qualification and type approval

LONGI



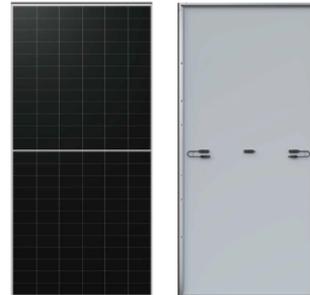
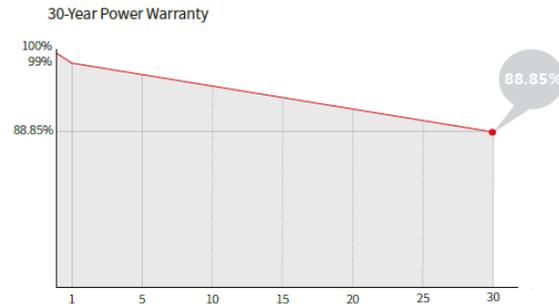
Scheda Tecnica 1

Hi-MO X10 Guardian Anti-Dust

LR7-72HVHF 640~670M

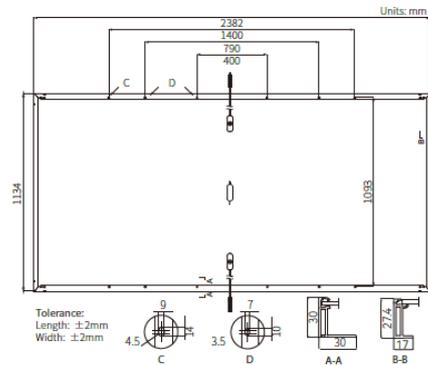
24.8% MAX MODULE EFFICIENCY	0~3% POWER TOLERANCE	<1% FIRST YEAR POWER DEGRADATION	0.35% YEAR 2-30 POWER DEGRADATION	BC-CELL LOWER OPERATING TEMPERATURE
--	-----------------------------------	--	--	--

Additional Value



Mechanical Parameters

Cell Orientation	144 (6×24)
Junction Box	IP68, three diodes
Output Cable	4mm ² , +400, -200mm/±1400mm length can be customized
Glass	Single glass, 3.2mm coated tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy frame
Weight	28.5kg
Dimension	2382×1134×30mm
Packaging	35pcs per pallet / 140pcs per 20' GP / 700pcs per 40' HC



Electrical Characteristics STC : AM1.5 1000W/m² 25°C NOCT : AM1.5 800W/m² 20°C 1m/s Test uncertainty for Pmax: ±3%

Module Type	LR7-72HVHF-640M		LR7-72HVHF-645M		LR7-72HVHF-650M		LR7-72HVHF-655M		LR7-72HVHF-660M		LR7-72HVHF-665M		LR7-72HVHF-670M	
	STC	NOCT												
Maximum Power (Pmax/W)	640	487	645	491	650	495	655	499	660	502	665	506	670	510
Open Circuit Voltage (Voc/V)	53.70	51.04	53.80	51.13	53.90	51.23	54.00	51.32	54.10	51.42	54.20	51.52	54.30	51.62
Short Circuit Current (Isc/A)	15.13	12.15	15.21	12.22	15.29	12.28	15.37	12.34	15.45	12.41	15.53	12.48	15.61	12.55
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	44.36	42.15	44.46	42.25	44.56	42.35	44.66	42.44	44.76	42.54	44.86	42.64	44.96	42.74
Current at Maximum Power (Imp/A)	14.43	11.56	14.51	11.63	14.59	11.69	14.67	11.76	14.75	11.82	14.83	11.88	14.91	11.94
Module Efficiency(%)	23.7		23.9		24.1		24.2		24.4		24.6		24.8	

Operating Parameters

Operational Temperature	-40°C ~ +85°C
Power Output Tolerance	0 ~ 3%
Maximum System Voltage	DC1500V (IEC)
Maximum Series Fuse Rating	25A
Nominal Operating Cell Temperature	45±2°C
Protection Class	Class II
Fire Rating	IEC Class C

Mechanical Loading

Front Side Maximum Static Loading	5400Pa
Rear Side Maximum Static Loading	2400Pa
Hailstone Test	25mm Hailstone at the speed of 23m/s

Temperature Ratings (STC)

Temperature Coefficient of Isc	+0.050%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.200%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.260%/°C



Specifications included in this datasheet are subject to change without notice. LONGI reserves the right of final interpretation. (20240927 V01 Draft)

10.2 String Box

Il progetto prevede n. 199 String box del tipo INGECON SUN String Box, essi sono sostanzialmente dei box combinatori di stringhe FV (fotovoltaiche) progettati per sistemi FV centralizzati basati su inverter INGECON SUN. Lo StringBox è dotato di un efficiente cablaggio DC in ingresso e in uscita con sezionatori CC a piena potenza per una manutenzione sicura. Se utilizzato in combinazione, come nel caso in progetto, con gli inverter centralizzati della serie INGECON SUN le uscite SUN StringBox possono essere monitorate tramite il kit opzionale di monitoraggio del gruppo di ingressi DC. Le String Box sono disponibili in modelli da 8 a 24 ingressi, con tensione massima DC pari a 1500 V. Gli INGECON SUN StringBox offrono la massima flessibilità ed espandibilità nella progettazione del sistema. L'involucro IP65 compatto e robusto è progettato per l'installazione in ambienti esterni, come sistemi montati su tetto e parchi solari di grandi dimensioni o medie dimensioni come nel caso di specie. La serie INGECON SUN StringBox è un combinatorio di stringhe passivo dotato di portafusibili DC a prova di contatto, fusibili DC, scaricatori di sovratensione DC indotti da fulmini e sezionatore di carico. L'immagine n.5 e la scheda tecnica n.3 rappresentano le caratteristiche elettriche e meccaniche degli String Box di progetto.



Immagine 5

INGECON SUN StringBox 16B - Data Sheet	
STRING COMBINER BOX	
Model	INGECON SUN StringBox 16B
Number of PV strings per input	1
Max. number of connectable PV inputs	16
PV module short circuit current (Isc)	17 A
PV module operating current (Imp)	16 A
Number of protection fuses	32
Maximum total short circuit current	272 A
Maximum DC voltage	1500 Vdc
Operating temperature without derating	-20°C to 45°C
Relative humidity (non-condensing)	15 to 100%
Altitude	2000 m a.s.l.

DESCRIPTION	The INGECON SUN StringBox is designed to minimize system costs by providing the maximum flexibility. Compact and rugged enclosure designed for installation in outdoor environments. Simple and safe connection of the photovoltaic strings on the internal fuse holders.
PROTECTIONS	
Protection rating for outdoor installation	IP65
Mechanical impact resistance	IK08
Fuse protection	For each PV input on positive and negative poles
Surge protective device (SPD)	Type I+II
Fault protection	Total insulation (Class II)
Anti-condensation device	Installed on enclosure
TECHNICAL DATA	
Enclosure type	Outdoor use, polyester reinforced with fiberglass, UV resistant
Fuses type	gPV fuses, 10 x 85, 20 kA
Selected fuses	30 A
Available fuses	15 A, 20 A, 25 A, 30 A
DC switch-disconnector rating	400 A, 2 Poles
DC switch-disconnector handle	External handle, padlockable
Enclosure dimensions	width 930 mm, height 730 mm, depth 260 mm
Weight	40 kg

CONNECTIONS	
PV inputs	
Cable maximum diameter	9 mm
Cable maximum cross-sectional area	16 mm ²
PV cables entrance type	8 x cable glands with 4 holes
Connection of the PV input cables	Cable directly connected on fuse-holder terminal
PCE	
Cable diameter range	23..38 mm
Cable maximum cross-sectional area	1 x 400 mm ² per pole
Cable glands	2 x M50 cable glands
Connection of the PCE cables	Cable connected on bars, one bar per pole
SPD grounding	
Cable diameter range	7..13 mm
Cable maximum cross-sectional area	1 x 35 mm ²
Cable glands	1 x M20 cable gland
Connection of the SPD grounding cable	Cable directly connected on SPD terminal
STANDARD AND DIRECTIVES	
Directives	2014/35/EU
Standards	IEC 61439-2, IEC 60364-7-712

Scheda Tecnica 3

Ad ogni inverter sono connessi n.15/16 string box (vedi tabella n.4).

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell'Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
---	---	----------------------

10.3 Struttura di sostegno dei moduli fotovoltaici

Il progetto denominato SPV 39 prevede l'utilizzo di moduli fotovoltaici alloggiati su apposite strutture di sostegno denominate "tracker". Le strutture sono di tipo ad inseguimento solare mono assiale: ciò significa che lo scheletro strutturale porta moduli ruota lungo il suo asse di disposizione (nel caso in progetto, i tracker sono disposti lungo l'asse terrestre N-S) permettendo ai moduli di trovarsi sempre in posizione perpendicolare alla direzione di incidenza del raggio solare, determinando un rendimento maggiore confrontato con il rendimento di impianti realizzato con strutture di sostegno fisse convenzionali. L'angolo massimo di tilt di progetto delle strutture è di 35°, che corrisponde ad un angolo pari a 55° rispetto alla verticale (vedi immagine n.15).

I tracker sono stati modellati appositamente per i moduli fotovoltaici impiegati in progetto; nella campata centrale della struttura di sostegno, delle dimensioni tali da consentire l'alloggiamento di 24/12 moduli fotovoltaici, trova posto il motore elettrico che permette la rotazione dell'asse centrale. Ciò permette ad ogni tracker di muoversi in maniera indipendente l'uno dall'altro. Ogni struttura indipendente ha le seguenti dimensioni: 28,67 /14,46 metri di lunghezza x 2,382 metri di larghezza massima quando disposta parallelamente all'orizzonte. **In fase esecutive dette misure potranno cambiare ragionevolmente del +/- 2%.**

La struttura dei tracker è realizzata in acciaio da costruzione in conformità all' Eurocodice, i componenti esposti agli agenti ambientali sono zincati a caldo onde evitare fenomeni di corrosione che, qualora innescati ridurrebbero la sicurezza di dette strutture. Le strutture portanti di cui sono composti possono resistere alle sollecitazioni provocate da raffiche di vento fino alla velocità limite di 55 km/h; per evitare danni alle persone e alle strutture, prima del verificarsi di dette condizioni limite e cioè in condizioni di ventosità pari a 50 Km/h, si avviano in automatico le procedure di sicurezza che attivano la rotazione dell'asse fino a posizionare le vele, formate dai moduli fotovoltaici, parallelamente al suolo, tale quindi da ridurre al minimo le sollecitazioni dovuti al vento.

I tracker saranno fissati, di norma, al terreno tramite pali infissi direttamente "avvitati", non richiedendo quindi l'utilizzo di basamenti in cemento o altri materiali. La profondità standard di infissione dei pali è compresa da 1,6 a 2,5 metri; tuttavia, in fase costruttiva, data la notevole estensione del terreno impegnato dal progetto, tale valore potrebbe subire modifiche anche non trascurabili, in relazione ai risultati dei calcoli strutturali che saranno effettuati tenendo conto delle caratteristiche geotecniche puntuali del terreno stesso. L'altezza minima dal terreno raggiunta dai pannelli in corrispondenza del maggior angolo di rotazione è di 2,10 metri. La durabilità di dette strutture di sostegno è di circa 30/35 anni, tale da garantire la loro efficienza in tutto il periodo di funzionamento stimato per il progetto.

La configurazione del generatore fotovoltaico sarà a file parallele con inclinazione dei moduli variabile tra +/- 55° (sulla verticale) e distanza tra le file (pitch, interdistanza tra i pali di fondazione di due file/vele di moduli adiacenti) pari a 5,28 metri. Tale distanza interfilare imposta dai risultati dello studio agronomico è stata in seconda battuta confermata da uno studio preliminare sull'ombreggiamento (si evita che l'ombra prodotta da un tracker infici la produttività e l'efficienza del tracker successivo).

Al progetto meccanico è stato chiesto di adeguare la struttura porta moduli alla dimensione della stringa formata dai moduli in serie, questo ha permesso che il numero delle strutture (indipendenti meccanicamente) coincida pressoché con il numero delle stringhe. Tale sforzo progettuale a livello meccanico ha consentito di semplificare la progettazione a livello elettrico e di conseguenza in questo modo è stato possibile diminuire la quantità dei cavi e dei circuiti elettrici in corrente continua ed eliminare quasi del tutto i relativi cavidotti interrati. Di fatti, in questo modo, è stato possibile evitare cavidotti interrati lungo la direzione dei tracker. Le immagini nn.6 e7 che seguente mostrano la disposizione dei tracker di progetto.

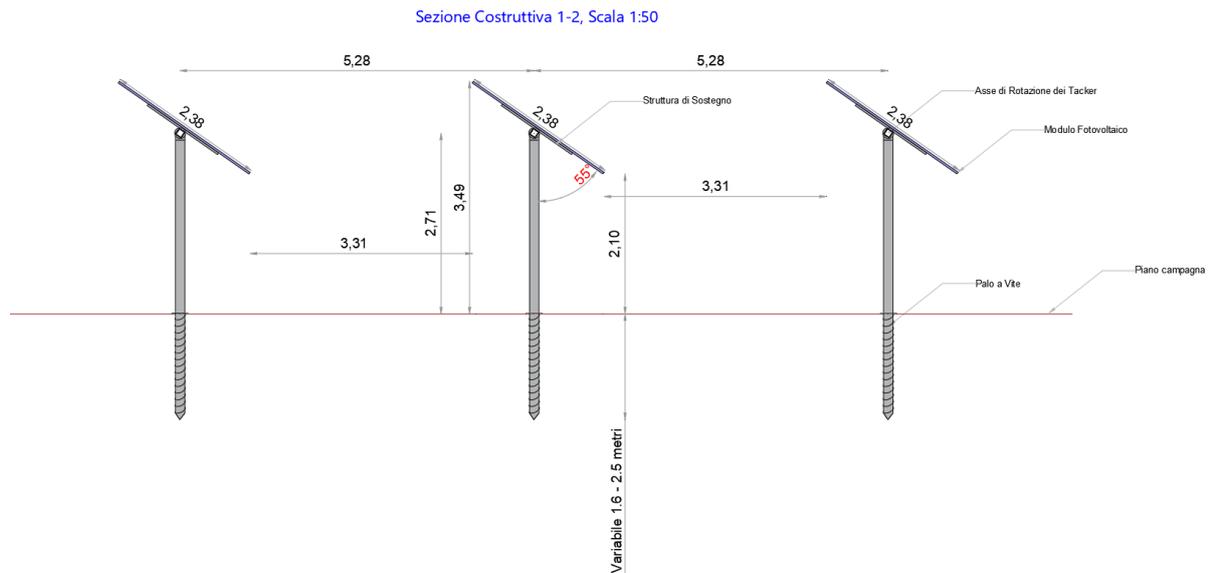


Immagine 6

Sezione Agronomica, Scala 1:50

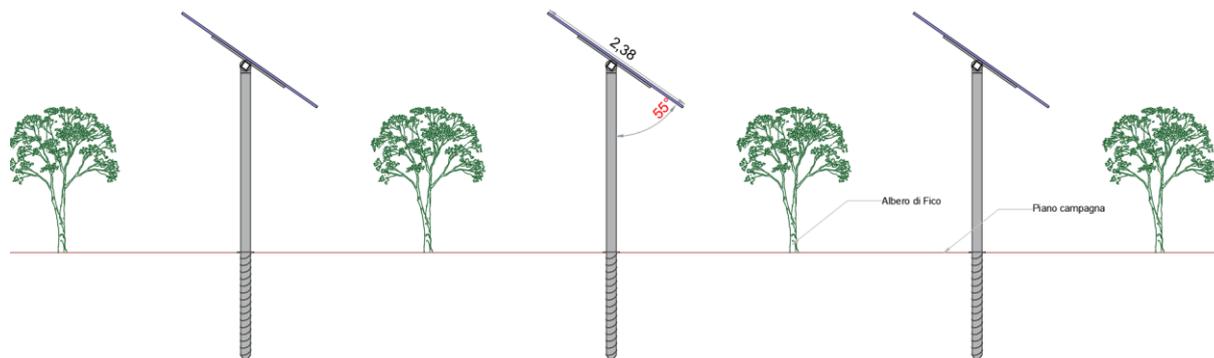


Immagine 7

L'immagine n.8 rappresenta un “tipico” della “testa” di un tracker in corrispondenza del motore ad inseguimento solare mono- assiale. Lungo l'asse orizzontale, fissata ai pali poco al disotto della trave orizzontale sarà fissata una canalina porta cavi aerea che eviterà la realizzazione di cavidotti interrati. I cavidotti del tipo interrato saranno realizzati generalmente lungo le strade interne, e perimetrali, tale da evitare interferenze con le piante previste in progetto.



Immagine 8. Nota bene, l'immagine è solo dimostrativa dei componenti strutturali dell'inseguimento solare.

10.4 Inverter (gruppi di conversione)

L'architettura di impianto è stata ideata con un sistema di inverter centralizzati. Ad ogni inverter sono connesse in parallelo le stringhe che a loro volta sono composte da 24 moduli in serie tra loro (vedi schema elettrico unifilare). Il progetto dell'impianto prevede l'utilizzo di 13 inverter tipo INGECON SUN 3825 (vedi immagine n.9).



Immagine 9

Gli inverter hanno la funzione di raccogliere la potenza in corrente continua fornita dai moduli fotovoltaici e invertirla in corrente alternata. Gli inverter utilizzati per la progettazione dell'impianto hanno un grado di protezione IP66, protetto quindi contro forti getti d'acqua da qualsiasi direzione e protetto completamente da polveri e fumi. Con questo tipo di inverter è stato quindi possibile optare per una soluzione progettuale più contenuta in termini di scavi e di occupazione di suolo, in quanto tale soluzione prevede l'utilizzo di circa il 90% in meno di cavi elettrici in c.a. rispetto alla soluzione con inverter di stringa. Inoltre, con la soluzione impiantistica a inverter centralizzati risultano semplificate le operazioni di montaggio e di manutenzione. Di seguito si riporta uno stralcio della scheda tecnica dell'inverter previsto.

Inverter	
Inverter model	INGECON SUN 3825TL C645
Maximum DC input voltage	1500 V
MPP voltage range	916 to 1300 V
Rated output power	3575 kVA @ 35°C, 3407 kVA @ 40°C, 3240 kVA @ 45°C
Rated output voltage	645 V (IT system)
Number of DC inputs with fuses	16 (Available: up to 24 inputs with fuses)
DC fuses	Optional
Protection rating	IP65 (Closed-loop Liquid Cooling System)
Corrosion protection class	C5-H

INGECON SUN		3Power C Series 1,500 V _{dc}					
INGECON® SUN 3825TL							
	C600	C615	C630	C645	C660	C675	C690
Input (DC)							
Recommended PV array power range ⁽¹⁾	3,144 - 4,188 kWp	3,222 - 4,293 kWp	3,301 - 4,398 kWp	3,379 - 4,502 kWp	3,458 - 4,607 kWp	3,537 - 4,712 kWp	3,615 - 4,816 kWp
Voltage Range MPP ⁽²⁾	853 - 1,300 V	874 - 1,300 V	895 - 1,300 V	916 - 1,300 V	937 - 1,300 V	958 - 1,300 V	979 - 1,300 V
Maximum voltage ⁽³⁾				1,500 V			
Maximum current				3,965 A			
N° inputs with fuse-holders				Up to 24			
Fuse dimensions				63 A / 1,500 V to 500 A / 1,500 V fuses (optional)			
Type of connection				Connection to copper bars			
Power blocks				1			
MPPT				1			

Scheda Tecnica 4

10.5 Trasformatori

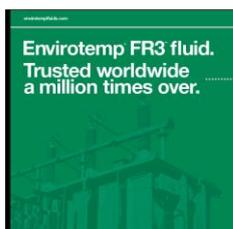
INGENIUM Studio di Ingegneria Dell'Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
---	---	----------------------

Il progetto prevede trasformatori in olio di elevazione BT/MT 630/30.000 V, tutti avranno una tensione primaria generata dai convertitori statici pari a 630 Vac ed una tensione secondaria (in elevazione) di 30 kVac. La scheda tecnica n. 5 rappresenta le caratteristiche elettriche e meccaniche del trasformatore previsto in progetto.

Medium Voltage Transformer	
Vector group	Dy11y11
Transformer type	Liquid filled hermetically sealed LV/MV transformer, Insulating fluid: mineral oil
Cooling system	ONAN
Power losses	Losses according to EU 548/2014 Tier 2 (as amended by EU 2019/1783)
Rated output power	6990 kVA @ 40°C, 6500 kVA @ 45°C
Rated voltage	Primary side: 30 kV, Secondary side: 2 x 630 V
Rated frequency	50 Hz
Primary voltage regulation	± 2 x 2.5%
Winding material	Aluminium / Aluminium
Accessories included:	DGPT2 / DMCR3.0 (oil level, gas discharge, overpressure, oil temperature alarm and trip)
	Pressure release valve, oil filling device, oil draining valve, oil sampling valve
	PT100 sensor for oil temperature, electrostatic shields
	Oil retention tank with filtering system for MV transformer integrated in the skid base frame

Scheda Tecnica 5

Al fine di salvaguardare l'ambiente il progetto ha previsto trasformatori che utilizzano all'interno dei circuiti di raffreddamento fluidi esteri naturali (vedi scheda tecnica n.6)



9. PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

9.1 Appearance

Form/Physical state	Liquid Oil
Color	Green
Odor	Whiffet
	Value
Solidification point/range (°C)	Not available
Boiling point/range (°C)	>360
Vapour pressure Pa (1.00×10^{-10} mmHg) @ 20°C	< 0.01
Melting point (°C)	Not available
Freezing point (°C)	Not available
Flash Point (°C)	310 - 320
Ignition temperature (°C)	Not available
Flame Point (°C)	Not available
Relative density @20°C (g/ cm ³)	0,92
Vapor density (Air = 1)	Not available
Vaporization rate	Not available
Solubility in water g/l @ 20°C	Insoluble
Solubility in alcohol	Not available
Viscosity (mPa.s) @20°C	33-35 mm ² /s
Partition coefficient n-Octanol/Water (log Po/w)	Not available
Explosive Property	Not available
Oxidation Property	Not available
Water Reactivity	No

Scheda Tecnica 6

10.6 Stazione di conversione e trasformazione - Inverter station - Shelter

Al fine di minimizzare le opere necessarie alla raccolta delle potenze prodotte dai moduli fotovoltaici, il progetto prevede l'installazione degli inverter e dei trasformatori in un'unica stazione, nome commerciale INGECON SUN FSK C Series Inverter Station. Pertanto, in questo modo si evita di realizzare cabine di contenimento in calcestruzzo armato. Le stazioni sono allestite inoltre con trasformatore BT/BT 600/400 V adibiti all'alimentazione dei servizi ausiliari. Di seguito si riporta l'assonometria della stazione in progetto.

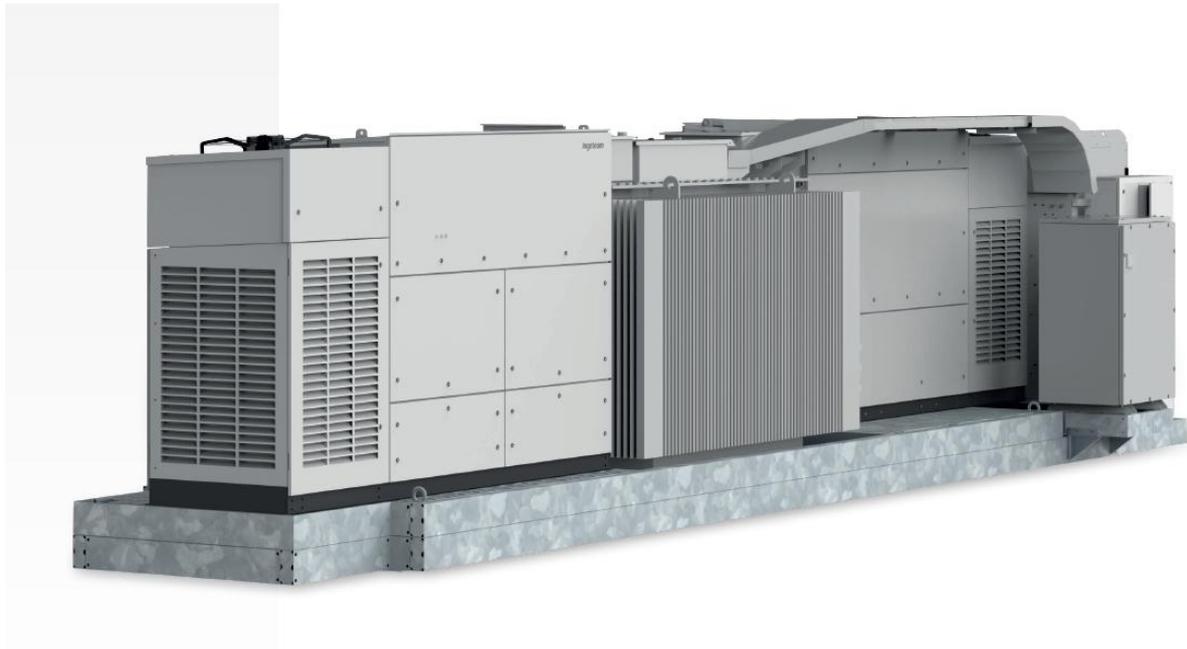


Immagine 10

Di seguito lo schema elettrico sinottico della stazione (immagine n.11).

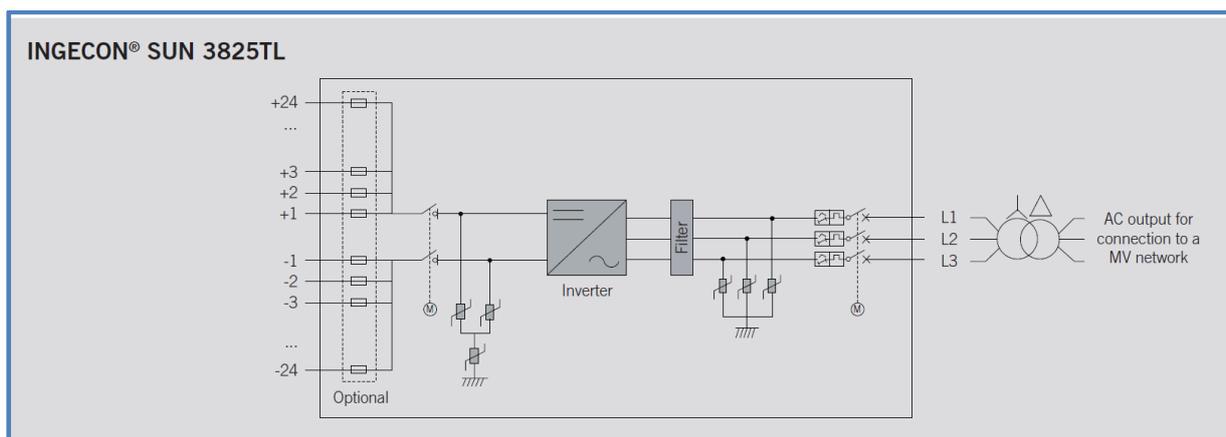


Immagine 11

I componenti della stazione di conversione/trasformazione sono montati su un telaio di base, realizzato in acciaio zincato a caldo. Tutti i componenti inclusi gli inverter sono integrati nel telaio di base, completamente cablati e testati in fabbrica. Lo skid MV viene consegnato preassemblato per un rapido collegamento in loco.

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell'Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
---	---	----------------------

Di seguito si descrive la configurazione della stazione.

- Inverter centrali:

INGECON SUN 3825TL C630 (grado di protezione IP65, sistema di raffreddamento a liquido)

- Trasformatore MT:

Estere biodegradabile, sigillato ermeticamente, 30 kV, design ECO (per Unione Europea)

- Quadro MT (RMU):

Isolato in gas, configurazione 1L1A1L, 36 kV, 630 A, 20 kA 1s, grado di protezione IP54

- Trasformatore BT ausiliario:

Tipo a secco, 20 kVA, custodia di protezione IP54

- Quadro ausiliario BT:

Quadro servizi ausiliari completamente attrezzato, grado di protezione IP55

- Comunicazione:

Fibra ottica monomodale (switch Fast Ethernet, controller I/O remoto)

- UPS:

UPS (24 Vdc) per servizi ausiliari (interruttore quadro MT, comunicazione)

- Connessioni BT:

Connessioni CA dell'inverter (sbarre flessibili isolate con coperture di protezione)

- Connessioni MT:

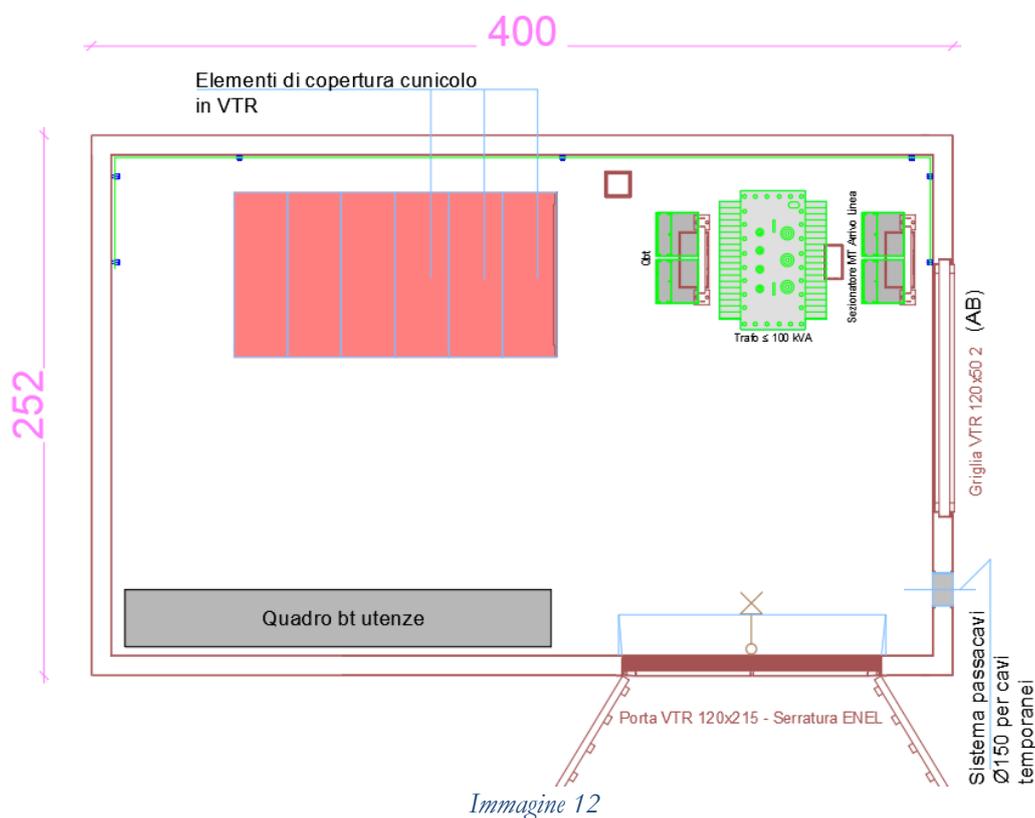
Cavi MT tra trasformatore MT e RMU

- Vaschetta ritenzione olio:

Serbatoio di ritenzione olio con sistema di filtraggio dell'acqua piovana integrato nel telaio della base skid

10.7 Cabina ausiliaria

Lungo la strada perimetrale del campo saranno installate n.20 cabine ausiliarie, in tali cabine saranno installati i trasformatori in resina MT/BT che trasformeranno la fornitura di corrente elettrica prelevata dalla rete (non prodotta dall'impianto) da MT a BT. Tale fornitura di corrente elettrica sarà utilizzata nelle ore serali e comunque in assenza di potenza elettrica prodotta dal campo fotovoltaico, per alimentare i servizi ausiliari necessari al corretto funzionamento della parte agronomica e fotovoltaica del progetto. All'interno delle stesse cabine potranno essere installate batterie di accumulo e inverter DC/AC, con lo stesso scopo dei trasformatori, e cioè di alimentare i servizi ausiliari per brevi periodi in assenza di potenza fotovoltaica e in assenza di energia elettrica fornita dalla rete. L'immagine 12 rappresenta le dimensioni in pianta della cabina ausiliaria, l'immagine 22 rappresenta il trasformatore BT/MT.



Di seguito si riportano le caratteristiche elettriche del trasformatore in resina.

Tensione di isolamento: 24kV

Potenza apparente: $P= 100\text{kVA}$

Tensione primaria: $V_{\text{prim}}= 20\text{kV}$

Tensione secondaria: $V_{\text{sec}}= 400\text{V}$

Potenza di assorbimento: $P_o= 252\text{W}$

$U_k= 6\%$



Immagine 13

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell'Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
---	---	----------------------

10.8 Cabine di raccolta

L'energia prodotta dai generatori fotovoltaici sarà raccolta, convertita e trasformata come sopra riportato, da 7 stazioni di conversione e trasformazione che colleteranno l'energia in tre cabine prefabbricate. Le dimensioni di detti prefabbricati sono state desunte in modo tale da essere sufficienti e idonee all'alloggiamento delle apparecchiature necessarie per il corretto funzionamento della centrale agrivoltaica e alla sicurezza elettrica e statica della stessa cabina. Di seguito si riportano le apparecchiature da alloggiare nelle cabine:

- quadri di protezione, progettati secondo le Norme CEI specifiche e alle relative regole di sicurezza: CEI 0-16, CEI 0-21, CEI 0-16, CEI 11-15, CEI 11-27, CEI EN 50522, CEI EN 61936-1. I quadri di protezione comprenderanno, scomparti di tipo IM di linea motorizzati, scomparti di tipo UM per derivazione per servizi ausiliari, trasformatori di tensione (TV) e di corrente (TA), cordoni per collegamento ai trasformatori, gruppi di misura, apparecchi per telecontrollo, e quant'altro occorre per garantire il corretto funzionamento della centrale fotovoltaica e del cavidotto di connessione.

L'impianto di terra della cabina sarà realizzato tramite anello interrato esterno (posto ad 1 m dal perimetro della cabina) in treccia di rame nudo 1x35/50 mm² e n. 4/8 picchetti di terra in profilato di acciaio, sezione a T, di lunghezza 1600 mm. All'interno della cabina tutte le masse metalliche sono collegate all'impianto di terra generale.

Come sopra accennato la cabina elettriche sarà del tipo prefabbricato in cemento armato vibrato comprensive di vasca di fondazione prefabbricata in c.a.v. con porta di accesso e griglie di areazione in vetroresina, impianto elettrico di illuminazione, copertura impermeabilizzata con guaina bituminosa e rete di messa a terra interna ed esterna. Le pareti esterne dovranno essere trattate con un rivestimento murale plastico idrorepellente costituito da resine sintetiche pregiate, polvere di quarzo, ossidi coloranti ed additivi che garantiscono il perfetto ancoraggio sul manufatto, l'inalterabilità del colore e stabilità agli sbalzi di temperatura. Le dimensioni di detta cabina sono 7,52 x 2,52 x 2,70 (h) metri. Al fine di eliminare l'impatto paesaggistico tutte le cabine prefabbricate, dopo il montaggio, saranno rivestite in pietra locale con la tecnica del montaggio a secco.

L'immagine 14 rappresenta le dimensioni in pianta delle cabine di raccolta.

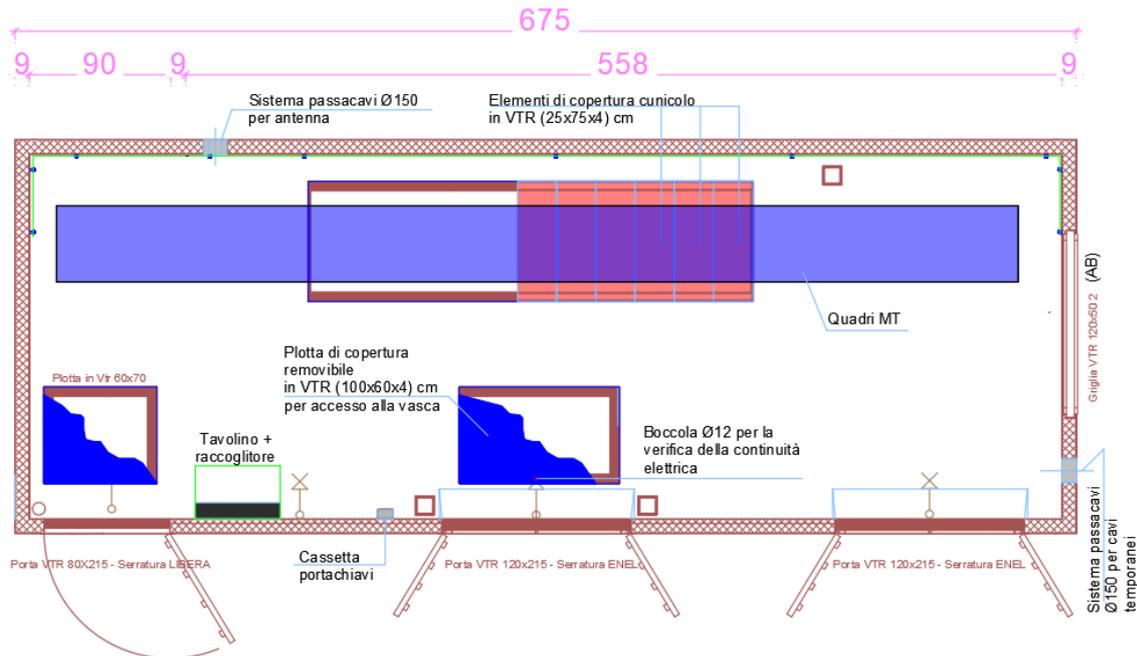


Immagine 14

11. Videosorveglianza, antintrusione e illuminazione

Il sistema di illuminazione del parco Agrivoltaico deve garantire la sicurezza e la protezione da atti vandalici e furti, una corretta visibilità per gli eventuali interventi di manutenzione urgenti, e quindi la sicurezza degli operatori addetti alla manutenzione. I sostegni dei corpi illuminanti, di altezza pari a circa 6 mt, sono posti lungo il confine dell'impianto. Non sono previsti sistemi di illuminazione a luce fissa. L'illuminazione sarà attiva esclusivamente in condizioni di rischio o di emergenza, per tale ragione l'impianto in oggetto rientra tra i non soggetti alla disciplina dell'inquinamento luminoso.

Il sistema integrato antintrusione è composto da:

- Telecamere TVCC tipo fisso Day-Night, per visione diurna e notturna, con illuminatore a IR, ogni 30-40 m;
- Cavo alfa con anime magnetiche, collegato a sensori microfonici, aggraffato alle recinzioni a media altezza, e collegato alla centralina di allarme in cabina;
- Eventuali barriere a microonde sistemate in prossimità della muratura di cabina e del cancello di ingresso;
- Badge di sicurezza per gli individui autorizzati all'ingresso nel campo, con tastierino per l'accesso alla cabina;
- Centraline di sicurezza.

Le telecamere sono installate sullo stesso sostegno dell'impianto di illuminazione.

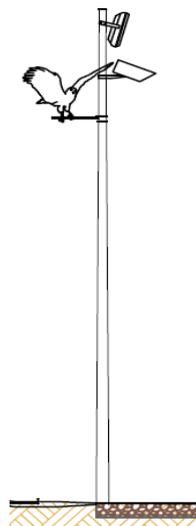


Immagine 15

Dettaglio sostegno per videosorveglianza e illuminazione

12. Viabilità di servizio

La viabilità di circa 5 metri di larghezza, sarà realizzata in misto granulare stabilizzato, quindi del tutto drenante, e si svilupperà lungo il percorso che va dall'ingresso dell'impianto alle cabine elettriche, come meglio evidenziato nelle planimetrie di progetto. La viabilità, ridotta al minimo risulta indispensabile per:

- permettere un accesso agevolato e in sicurezza ai campi dei mezzi pesanti in fase di realizzazione dell'impianto;
- permettere un accesso agevolato e in sicurezza alle trattrici agricole durante le operazioni di coltivazione e raccolto;
- permettere un accesso agevolato e in sicurezza ai mezzi impegnati nelle operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria.

Il cassonetto stradale sarà eseguito a filo terreno in maniera tale da non alterare il normale deflusso delle acque.

13. Recinzione

L'area di pertinenza dell'impianto agrivoltaico sarà delimitata sulla maggior parte del suo perimetro dalla recinzione in pietra esistente, che sarà all'uopo recuperata nei punti in cui risulta danneggiata. Solo in alcuni tratti del perimetro dell'impianto sarà installata una recinzione metallica. Su tutto il perimetro sarà installato un impianto di allarme antintrusione e di videosorveglianza. La recinzione

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell'Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
---	---	----------------------

metallica sarà a maglia larga in acciaio zincato. Essa seppure offra una notevole protezione da eventuali atti vandalici non risulta impattante sotto il profilo paesaggistico. La recinzione avrà altezza complessiva pari a circa 2 mt, sarà costituita da montanti tubolari di diametro pari a 48 mm disposti a interassi regolari di circa 2 m infissi direttamente nel terreno fino alla profondità massima di 1 mt dal piano di campagna e inghisati nella roccia con calcestruzzo magro. La maglia della recinzione si costituisce di tondini in acciaio zincato e nervature orizzontali di supporto, tutti gli elementi saranno verniciati con resine poliesteri di colore verde. L'immagine n.13 rappresenta i componenti fondamentali della recinzione di progetto, il diametro dei fili verticali da 3,8 a 5 mm e orizzontali di 6 mm, i pali in lamiera di acciaio a sezione tonda con diametro 48 mm, colori utilizzati: verde RAL 6005 e grigio RAL 7030.

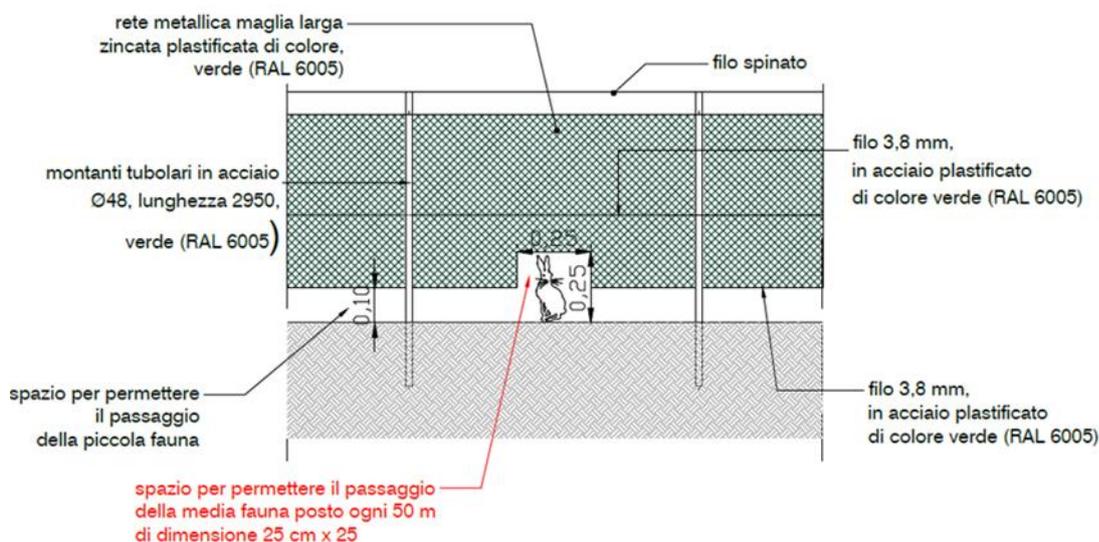


Immagine 16

La foto n.1 rappresenta il tipico di cancello a struttura metallica leggera previsto in progetto



foto 1

14. Cavi elettrici

14.1 Cavi dc

Al fine di dimensionare opportunamente i cavi elettrici in primis occorre valutare i valori nominali di tensione e frequenza in uscita e di ingresso agli inverter di progetto, e le tensioni e correnti nominali delle stringhe fotovoltaiche. Per quanto riguarda la tensione in ingresso vanno valutate le condizioni estreme di funzionamento del generatore fotovoltaico, al fine di avere un funzionamento sicuro e produttivo dell'inverter. Si deve anzitutto verificare che la tensione a vuoto U_{oc} in uscita dagli StringBox alla minima temperatura ipotizzabile (-10°C) sia inferiore a quella massima sopportabile dall'inverter, ossia: $U_{oc\ max} \leq U_{MAX}$. Poiché la tensione in uscita dai moduli fotovoltaici è funzione della temperatura, occorre verificare che nelle condizioni di esercizio prevedibili (da -10°C a $+70^{\circ}\text{C}$), l'inverter si trovi a funzionare nell'intervallo di tensione dichiarata dal costruttore. Sono state quindi verificate contemporaneamente le due disuguaglianze:

$U_{min} \geq U_{MPPT}$, ossia, la tensione minima (a 70°C), considerata alla corrispondente massima potenza in uscita dagli StringBox con irraggiamento standard, deve essere superiore alla tensione minima di funzionamento del MPPT dell'inverter che mantiene accesa la logica di controllo e permette la corretta erogazione di potenza.

Inoltre, si deve avere che:

$U_{max} \leq U_{MPPT\ max}$, ossia, la tensione massima (a -10°C), considerata alla corrispondente massima potenza in uscita a dagli StringBox con irraggiamento standard, deve essere inferiore o uguale alla tensione massima di funzionamento del MPPT dell'inverter.

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell'Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
---	---	----------------------

La scelta e il dimensionamento dei cavi adatti per gli impianti fotovoltaici non prevedono criteri diversi da quelli comunemente utilizzati per la scelta dei cavi per i circuiti elettrici di potenza, ma richiede alcune accortezze particolari legate all'impiego che risulta:

- particolarmente oneroso in termini di temperatura e radiazione solar, perlomeno per i cavi lato moduli e quadri di campo;
- condizionata da particolari accortezze in relazione alle perdite.

È opportuno per prima cosa distinguere i cavi tra:

- quelli che collegano le singole stringhe ai quadri di parallelo stringhe e cavi che collegano i quadri di parallelo stringhe agli inverter;
- esposti alla radiazione solare o meno;
- esposti all'attacco di roditori o meno.

La scelta dei cavi, per ogni circuito, richiede nella sostanza l'individuazione del tipo (che individua la tensione e la corrente nominale, la modalità di posa, la resistenza alle azioni ambientali, meccaniche e fisiche) e della relativa sezione:

- il tipo di cavo deve essere scelto in relazione alle condizioni ambientali e alle condizioni al contorno di utilizzo. Tali condizioni tipicamente non sono elettriche e possono riguardare caratteristiche come ad esempio la flessibilità, il numero di anime, la presenza o meno di armatura, la resistenza della mescola ai raggi UV, la possibilità di interrimento o meno;
- la tensione del cavo deve essere compatibile con quella massima del sistema elettrico al quale il cavo è destinato e a garantire un'elevata affidabilità per tutta la vita utile dell'impianto (almeno 25/30 anni);
- la sezione dei conduttori deve garantire, oltre ad una densità di corrente adatta alla potenza del circuito, una caduta di tensione inferiore ai limiti prescritti dalle norme applicabili e prestabiliti in fase progettuale.

La posa all'aperto tipica degli impianti fotovoltaici e le condizioni particolari che ne conseguono rendono necessario considerare nella scelta del tipo di cavo una serie di fattori ambientali che possono incidere sull'esercizio e sulla durata dell'impianto. Occorre infatti considerare che:

- anche se posati in tubo protettivo, i cavi posati all'aperto possono venire in contatto con l'acqua e deteriorarsi se di tipo non adatto. La resistenza all'acqua è normata da EN 50525-2-21;
- a basse temperature si determina un indurimento dell'isolante che ne aumenta la fragilità. Per ciascun tipo di materiale isolante sono previste delle temperature limite, + 5 °C, isolamento e/o guaina PVC, - 5 °C, isolamento EPR/HEPR e/o guaina LSOH, - 25 °C, isolamento e/o guaina in materiale elastomerico (reticolati), - 40 °C isolamento e/o guaina in materiale speciale (EN 60811-1-4);

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell'Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
---	---	----------------------

- negli impianti fotovoltaici i cavi possono trovarsi ad una temperatura ambiente, in corrispondenza dei moduli, che può raggiungere in alcuni casi anche 90 °C. Questo significa che ad esempio cavi in PVC o cavi isolati in gomma (che hanno come temperatura massima di esercizio rispettivamente 70 °C e 90 °C) non sono adatti a questo tipo di applicazione. Cavi conformi alle norme EN 62930 ed EN 50618 sono progettati per operare ad una temperatura massima continua del conduttore di 90 °C e ammettono 20.000 h di funzionamento alla temperatura massima del conduttore di 120 °C;
- l'irraggiamento solare determina il deterioramento della guaina con conseguenti perdita delle caratteristiche meccaniche ed elettriche. La resistenza all'ozono è comprovata dalla prova secondo IEC 62930, CEI EN 50618. La resistenza agli UV dalle prove secondo IEC 62930 allegato E, CEI EN 50618 allegato E.

La tensione nominale di un cavo è la tensione di riferimento per la quale il cavo è progettato ed è determinata dalle prove elettriche a cui il cavo è stato sottoposto. La tensione nominale di un cavo è data dalla combinazione di due valori, U_0/U :

- U_0 è il valore efficace tra ogni conduttore isolato e la terra (armatura, schermo o ambiente circostante);
- U è il valore efficace tra due conduttori di fase di un cavo multipolare o di sistema di cavi unipolari.

Nel caso di cavi in circuiti in corrente continua, la classica condizione che la tensione nominale del sistema non debba superare 1,5 volte la tensione nominale (Guida CEI 20-67 art. 2.3.1) si applica sia al valore U_0 sia al valore U che sono sempre espressi in termini di valore efficace di una tensione alternata. La scelta delle tensioni nominali dipende oltre che dalla tensione del sistema anche dal punto di messa a terra distinguendo se il sistema è ordinario o in classe II o con isolamento equivalente. Nel caso di specie si farà riferimento alla seconda opzione.

Ai sensi della norma CEI 64-8/2021, una conduttura BT in CA fino a 690 V (che per analogia diventa in CC $690*1,5=1035V$) è considerata con isolamento equivalente alla classe II (comunemente ed erroneamente anche detta doppio isolamento) se costituita da:

- cavi con tensione nominale superiore di un gradino rispetto al minimo richiesto;
- cavi con guaina non metallica aventi tensione nominale maggiore di un gradino rispetto a quella necessaria per il sistema elettrico servito e che non comprendano un rivestimento metallico;
- cavi unipolari senza guaina installati in tubo protettivo o canale isolante, rispondente alle rispettive Norme;
- cavi con guaina metallica aventi isolamento idoneo per la tensione nominale del sistema elettrico servito, tra la parte attiva e la guaina metallica e tra questa e l'esterno.

La tensione del sistema fotovoltaico si ottiene moltiplicando il numero di moduli disposti in serie che compongono la stringa per la tensione nominale a vuoto del singolo modulo (VOC), in questo caso $24 \times 54,30 = 1303,2$ V.

Per quanto sopra la scelta dei cavi da utilizzare per i circuiti fotovoltaici ricade obbligatoriamente su cavi di tipo H1Z2Z2-K, che sono cavi unipolari particolari, con isolamento e guaina in gomma, con tensione massime di 1.8 kV in cc e 1.2 KV in c.a., con temperatura massima di funzionamento non inferiore a 90°C e con una elevata resistenza ai raggi UV, di seguito la scheda tecnica (vedi immagine 18) dei cavi di cui trattasi (Nota bene il produttore è del tutto irrilevante).

I cavi 1Z2Z2-K sono cavi per trasporto di energia e trasmissione segnali in ambienti interni o esterni anche bagnati. Garantiscono un funzionamento ottimale per almeno 25 anni in normali condizioni d'uso (Indice di temperatura TI): 120°C riferito a 20.000 ore (CEI EN 60216-1). Il conduttore è in rame stagnato, ricotto cl. 5, CEI EN 60228 (tabella 9), isolante in elastomero reticolato atossico di qualità Z2, guaina esterna in elastomero reticolato atossico di qualità Z2.

Detti cavi utilizzati in un impianto fotovoltaico sono in grado di sopportare, per la durata di vita dell'impianto stesso (anche 30-35 anni), severe condizioni ambientali in termini di elevata temperatura, precipitazioni atmosferiche e radiazioni ultraviolette.

H1Z2Z2-K 1/1 kVac - 1,5/1,5 kVcc

Bassa emissione di fumi, gas tossici e corrosivi, non propaganti la fiamma, resistenti ai raggi UV
Low emissions of smoke, zero halogen, Flame retardant, UV resistant

RoHS **<HAR>**



NON PROPAGANTE
LA FIAMMA
FLAME RETARDANT



ZERO ALOGENI
HALOGEN-FREE



RESISTENTE AI
RAGGI UV
UV RESISTANT



RIFERIMENTO NORMATIVO/STANDARD REFERENCE	
Costruzione e requisiti/Construction and specifications	CEI EN 50618
Resistenza raggi UV / UV Resistance	CEI EN 50618
Resistenza all'ozono / Ozone Resistance	CEI EN 60811-403
Resistenza elettrica / DC resistance	CEI EN 60228 (Tab. 9)
Portata di corrente / Current capacity	CEI EN 50618
Resistenza alla sollecitazione termica / Thermal stress resistance	CEI EN 60216-1
Direttiva Bassa Tensione/Low Voltage Directive	2014/35/UE
Direttiva RoHS/RoHS Directive	2011/65/UE



Scarica la scheda tecnica completa

Le immagini sono puramente illustrative e coperte da copyright ©

Immagine 17

Oltre ai circuiti relativi al collegamento delle stringhe ai quadri di parallelo, in progetto sono previsti circuiti in corrente continua che collegano i quadri di parallelo agli inverter centralizzati. Detti circuiti sono realizzati con cavi non solari in quanto trovandosi lontano dai moduli fotovoltaici sono sottoposti a temperature non superiori ai 30-40°C. Per tali cavi non è richiesta la resistenza ai raggi UV; pertanto, si prescrive che i tratti posati all'esterno dovranno essere protetti dalla radiazione solare in tubi o canali. Si prevede di utilizzare per detti circuiti, cavi tipo ARG16R16 – 0,6/1 kV di seguito le caratteristiche tecniche richieste:

- Tensione nominale U_0/U : 600/1.000 V c.a., 1.500 V c.c.;
- Tensione massima U_m : 1.200 V c.a., 1.800 V c.c. anche verso terra;
- Tensione di prova industriale: 4.000 V;
- Temperatura massima di esercizio: 90°C;
- Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche);
- Temperatura minima di posa: 0°C;
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C;
- Sforzo massimo di trazione: 50 N/mm² di sezione del conduttore;
- Raggio minimo di curvatura: 6 volte il diametro esterno massimo



Immagine 18

14.2 Cavi MT di connessione tra le cabine di conversione e trasformazione e le cabine di raccolta

I cavi MT di collegamento delle 7 sezioni di impianto saranno del tipo ARE4H5EX, le caratteristiche tecniche sono riportate nell'immagine 19 e nella tabella 5.

- **Conduttore:** corda rotonda, rigida, compatta di alluminio – Cl. 2(IEC 60228)
- **Semiconduttore interno:** miscela semiconduttiva estrusa
- **Isolamento:** miscela estrusa di polietilene reticolato (XLPE)
- **Semiconduttore esterno:** miscela semiconduttiva estrusa – non pelabile
- **Barriera longitudinale:** nastro semiconduttivo “water blocking”
- **Schermo e barriera radiale:** nastro di alluminio con applicazione longitudinale (spessore nominale: 0,2 mm)
- **Guaina:** miscela di Polietilene estruso - Colore: rosso.

Caratteristiche funzionali:

- Tensione nominale U₀/U: 18/30 kV
- Temperatura max. di esercizio del conduttore: 90°C
- Temperatura max. di cortocircuito del conduttore: 250°C (max 5s)
- Temperatura max. di cortocircuito dello schermo: 150°C
- Temperatura min. di posa: -25°C
- Sforzo max. di trazione sul conduttore durante l'installazione: 50 N/mm²
- Raggio min. di curvatura durante l'installazione: 21 Dfase

Immagine 19

Codice Nexans	Formazione	Diametro Conduttore Nominale	Spessore Isolamento Minimo	Diametro Isolamento Nominale	Spessore Guaina Nominale	Diametro Fase Nominale	Diametro Cavo Nominale	Peso Cavo Indicativo
		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg/km]
-	3x1x50	8,2	7,1	24,7	4,0	37,5	80,7	3.160
10509832	3x1x70	9,8	7,1	25,8	4,0	38,6	83,3	3.440
10565044	3x1x95	11,5	6,6	26,5	4,0	39,4	84,8	3.680
10506026	3x1x120	13,1	6,4	27,7	4,0	40,6	87,6	4.010
10511186	3x1x150	14,3	6,2	28,5	4,0	41,5	89,4	4.300
10513572	3x1x185	16,0	6,0	29,8	4,0	42,8	92,3	4.700
10509833	3x1x240	18,5	5,8	31,9	4,0	45,0	97,0	5.390
-	3x1x300	20,7	5,9	34,3	4,0	47,6	102,5	6.120
-	3x1x400	23,5	6,0	37,3	4,0	50,7	109,3	7.140

Tabella 5

La sezione di detti cavi è stata verificata per il subcampo n.7, che risulta il più svantaggiato della centrale agrivoltaica, in quanto la relativa cabina di conversione e trasformazione risulta la più lontana dalle cabine di raccolta alla presente.

14.3 Scelta dei cavi MT di connessione alla sottostazione elettrica

La lunghezza dell'elettrodotto è pari a circa 15,3 km, l'ampiezza della trincea sarà pari a circa 1,00 metro in fase esecutiva, mentre sarà pari a 75/80 cm in fase definitiva. Di seguito le coordinate geografiche del punto di partenza e del punto di arrivo dell'elettrodotto interrato proposto (sistema WGS 84).

- Punto di Partenza all'interno del campo fotovoltaico

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell'Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
---	---	----------------------

N 40.6422339, E 17.5973243

➤ Punto di arrivo alla sottostazione elettrica

N 40.59470417, E 17.71967534

I cavi MT saranno del tipo ad elica visibile per posa interrata con conduttori in Al, isolamento estruso a spessore ridotto in XLPE, schermo in tubo di Al e guaina in PE, tipo ARE4H5EX 3x1x240mq (immagine n. 27).

Il cavidotto sarà composto da 3 cavidotti, pertanto i cavi saranno disposti in 3 x 3 x1 x 240 mmq. Di seguito si riportano le schede tecniche delle componenti fondamentali dell'elettrodotto di cui trattasi.

Ad ogni buon conto, si sottolinea che, in fase esecutiva sarà onere del progettista esecutivo in accordo con il committente (come previsto da norma) stabilire in funzione del rapporto costi benefici, optare per l'utilizzo della sezione 3x1x400 in sostituzione della sezione 3x1x240, al fine di diminuire la caduta di tensione. Le implicazioni ambientali rimarrebbero comunque invariate, in quanto il cavo è del tipo ad elica visibile.

 ARE4H5EX 18/30kV SK1 (SHOCK PROOF 1) ARE4H5EX 18/30kV 3x1x240 SK1	
CARATTERISTICHE	
Caratteristiche costruttive	
Materiale del conduttore	Alluminio
Forma del conduttore	Corda rotonda, rigida e compatta
Flessibilità del conduttore	Classe 2 secondo la IEC 60228
Semiconduttore interno	Mescola semiconduttiva estrusa
Isolamento	Mescola estrusa di polietilene (XLPE)
Semiconduttore esterno	Mescola semiconduttiva estrusa - non pelabile
Barriera longitudinale	Nastro semiconduttivo water blocking
Schermo	Nastro di alluminio
Guaina esterna	Mescola estrusa di polietilene (PE) - resistente agli urti
Colore della guaina esterna	Rosso
Formazione	Cavo con fasi a spirale visibile
Caratteristiche dimensionali	
Numero di fasi	3
Sezione nominale delle fasi	240 mm ²
Diametro nominale del conduttore delle fasi	18,5 mm
Spessore minimo dell'isolante	5,8 mm
Diametro nominale sull'isolante	31,9 mm
Spessore nominale dello schermo	200 µm
Spessore nominale della guaina esterna	4,0 mm
Diametro nominale delle fasi	45 mm
Diametro circoscritto nominale del cavo	97,0 mm
Peso approssimativo del cavo	5380 kg/km
Caratteristiche elettriche	
Tensione nominale U _o /U (Um)	18 / 30 (36) kV
Massima resistenza elettrica del conduttore a 20°C in c.c.	0,125 Ohm/km
Resistenza elettrica del conduttore a 50 Hz e 90°C	0,161 Ohm/km
Portata di corrente nel terreno a 20°C - posa a trifoglio	389 A
Portata di corrente in aria a 30°C - posa a trifoglio	508 A
Corrente di corto circuito del conduttore per 1 s	22,7 kA
Corrente di corto circuito dello schermo per 0,5 s	2,2 kA
Resistività termica del terreno	1,5 °K.m/W
Modalità di connessione dello schermo metallico	Solid bonding
Caratteristiche meccaniche	
Resistenza meccanica agli urti	Resistente agli urti, secondo la CEI 20-88
Caratteristiche d'utilizzo	
Profondità di posa	800 mm

Immagine 20

14.4 Scelta dei cavi AT

La connessione tra l'impianto Agrivoltaico e la stazione elettrica di Terna è prevista in antenna con cavidotto AT a 150kv, per il tramite della stazione elettrica di utenza 150/30 kv. L'elettrodotta di cui trattasi ha estensione pari a circa 60 metri. Di seguito le coordinate

geografiche del punto di partenza e del punto di arrivo dell'elettrodotto interrato proposto (sistema WGS 84).

➤ Punto di Partenza all'interno della sottostazione di utenza
N 40.5956001, E 17.7197876 N 40.54231767, E 17.91117306

➤ Punto di arrivo alla stazione elettrica
N 40.5960298, E 17.7197848

L'elettrodotto proposto sarà realizzato tramite cavi in alta tensione per posa interrata di ultima generazione con tipologia di isolamento realizzato in XLPE (polietilene reticolato). Questa tipologia di cavi risulta particolarmente compatta, permette elevate capacità di trasporto ed infine **non presenta problemi di carattere ambientale.**

Infatti, a differenza dei cavi in alta tensione di prima generazione il cui isolamento avveniva a mezzo di olio fluido, questa nuova tecnologia presenta il vantaggio di non richiedere apparecchiature idrauliche ausiliarie necessarie per l'espansione e il rabbocco del fluido dielettrico, con semplificazione dell'esercizio e l'annullamento di perdite di fluidi nei terreni circostanti, da cui la garanzia della massima compatibilità ambientale.

La tipologia di cavo in questione è inoltre caratterizzata da un isolante a basse perdite dielettriche.

La figura che segue mostra uno schema di sezione tipo per questa tipologia di cavi.

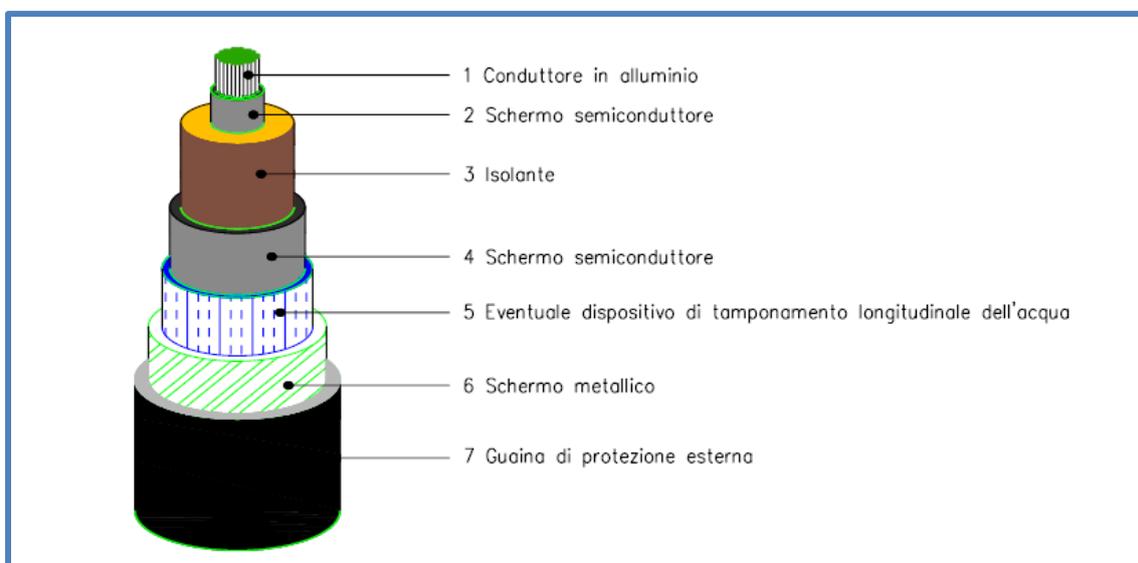


Immagine 21 - sezione tipica del cavo AT

Di seguito le caratteristiche tecniche ed elettriche dei cavi che verranno utilizzati per il collegamento in alta tensione:

- Tensione nominale U_0/U : 87/150 kV;
- Tensione massima U_m : 170 kV;
- Frequenza nominale: 50 Hz;

INGENIUM Studio di Ingegneria Dell'Ing. Francesco Ciraci	PROGETTO SPV 39 – CEGLIE - CASAMASSIMA Potenza Richiesta ai fini della Connessione 45,00 MW Potenza Nominale Impianto Produzione 50,4 MW	FFK SPV 1 SRL
---	---	----------------------

- Tensione di prova a frequenza ind.: 325 kV (in accordo alla IEC 60071-1, tab.2);
- Tensione di prova ad impulso atmosferico: 750 kVcr;
- Sezione del conduttore 1200 mmq.
- Potenza trasportata 220 MVA
- Isolamento XLPE
- Portata in corrente Circa 950 A

Di seguito si riporta la determinazione della portata del conduttore di fase dell'elettrodotto interrato in AT 150 kV. La potenza in campo alternato massima dell'impianto Agrivoltaico della proponente è pari a 45 Mw, la corrente di esercizio deve essere calcolata considerando la potenza complessiva massima prevedibile degli impianti delle società di cui all'accordo di condivisione, stimabile a circa 200 Mw, se ne desume pertanto la corrente Ib di esercizio.

$$I_b = P_n / (V_n \times 1,73 \times \cos\phi) = 200.000.000 / (150.000 \times 1,73 \times 1) = 770 \text{ A}$$

Dove:

- Ib= corrente che attraversa il cavo;
- Pn= Potenza nominale degli impianti presunta (200,00 MW)
- Vn= Tensione nominale di impianto (150.000 V)
- Cosφ= 1

La caduta di tensione risulta pari a $\sqrt{3} \times \text{Corrente} \times (\text{Lunghezza del filo} \times \text{Resistenza} / 1000)$, pertanto:

DV= 105 Volt, pari allo 0,002%, pertanto trascurabile.

Ceglie Messapica

10/02/2025

Ing. Ciraci Francesco