

REGIONE SICILIA
Provincia di Trapani
COMUNI DI CASTELVETRANO E PARTANNA

PROGETTO

IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA"

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO DI POTENZA PARI A 18,9 MW_p E
RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN RICADENTI NEI COMUNI DI CASTELVETRANO E PARTANNA**



PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE

X-ELIO+

X-ELIO FAVARA S.r.l
Corso Vittorio Emanuele II, 349
00186 Roma
P.I. 116234061006

PROGETTISTA:



Hydro Engineering s.s.
di Damiano e Mariano Galbo
via Rossotti, 39
91011 Alcamo (TP) Italy



OGGETTO DELL'ELABORATO:

RELAZIONE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE

CODICE ELABORATO	DATA	SCALA	FOGLIO	FORMATO	CODIFICA PROGETTISTA
PD-R.8	03-2022	/	1 di 37	A4	R.8 – XELI719PDRrti008R0

NOME FILE: R.8 – XELI719PDRrti008R0.doc

X-ELIO FAVARA S.r.l si riserva tutti i diritti su questo documento che non può essere riprodotto neppure parzialmente senza la sua autorizzazione scritta.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – XELI719PDRrti008R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	2

Storia delle revisioni del documento

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	03-2022	Prima emissione	VF	EG	MG

COMMITTENTE

X-ELIO+

PROGETTISTA

HE Hydro
Engineering

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – XELI719PDRrti008R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	3

INDICE

1. PREMESSA	4
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
3. DESCRIZIONE GENERALE DELLE OPERE	8
3.1. RIFERIMENTI CARTOGRAFICI.....	8
3.2. DATI GENERALI IMPIANTO.....	13
3.3. CONFIGURAZIONE IMPIANTO.....	15
3.4. DIMENSIONAMENTO CAVIDOTTO MT DI COLLEGAMENTO MTR – SSE	17
3.4.1. <i>Normative e documentazione di riferimento</i>	17
3.4.2. <i>Criteri di dimensionamento</i>	17
3.4.3. <i>Calcolo delle cadute di tensione</i>	18
3.4.4. <i>Calcolo delle portate</i>	18
3.4.5. <i>Dati tecnici del cavo utilizzato</i>	18
3.4.6. <i>Temperatura del terreno</i>	19
3.4.7. <i>Numero di terne per scavo</i>	20
3.4.8. <i>Profondità di posa</i>	20
3.4.9. <i>Resistività termica del terreno</i>	20
3.4.10. <i>Tabulati di calcolo</i>	21
4. STAZIONE DI TRASFORMAZIONE 220/30 KV	23
4.1. UBICAZIONE E VIABILITA' DI ACCESSO.....	23
4.1. DESCRIZIONE DELLE OPERE ELETTROMECCANICHE	24
4.2. SERVIZI AUSILIARI	25
4.3. RETE DI TERRA	26
4.4. EDIFICIO SSE.....	27
4.5. OPERE CIVILI	27
4.6. APPARECCHIATURE ELETTROMECCANICHE DI PROGETTO	27
4.7. SISTEMA DI MISURA	29
5. ELETTRODOTTO DI COLLEGAMENTO CON LA SSE RWE	31
5.1. DIMENSIONAMENTO ELETTRICO.....	32
5.2. CALCOLO DELLE CADUTE DI TENSIONE.....	32
5.3. CALCOLO DELLE PORTATE.....	33
5.3.1. <i>Dati tecnici del cavo utilizzato</i>	33
5.3.2. <i>Temperatura del terreno</i>	35
5.3.3. <i>Numero di terne per scavo</i>	35
5.3.4. <i>Posa direttamente interrata</i>	35
5.3.5. <i>Profondità di posa</i>	35
5.3.6. <i>Resistività termica del terreno</i>	36
5.3.7. <i>Tabulati di calcolo</i>	36
6. CAMPI ELETTROMAGNETICI E FASCE DI RISPETTO	37

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – XELI719PDRrti008R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	4

1. PREMESSA

La società Hydro Engineering s.s. è stata incaricata dalla Società X-ELIO Favara SRL, di redigere il progetto definitivo di un impianto agro-fotovoltaico della potenza di circa 18,9 MWp, ubicato nel Comune di Castelvetrano e delle relative opere di connessione alla Rete, presso la Sottostazione di utente e relativa RTN site nel Comune di Partanna, in Provincia di Trapani.

Il progetto definitivo consiste nella realizzazione di un impianto fotovoltaico a terra, su strutture ad inseguimento monoassiale (trackers), ubicato nel Comune di Castelvetrano; in uno con l'impianto sarà realizzato un sistema BESS da 7,5 MW.

Il sistema BESS è un impianto di accumulo di energia elettrica a batterie elettrochimiche, costituito da apparecchiature per la conversione bidirezionale dell'energia da media a bassa tensione ed il raddrizzamento della corrente da alternata a continua.

Nel complesso l'impianto BESS è caratterizzato da una potenza nominale pari a circa 7,5 MW e da una capacità energetica nominale pari a circa 30,0 MWh, realizzato con sottosistemi, macchine ed apparati di potenza modulare per installazioni outdoor, utilizzando container attrezzati per le varie necessità impiantistiche ed idonei a garantire una facile rimovibilità.

L'impianto fotovoltaico sarà composto complessivamente da n.5 sottocampi della potenza variabile da 3,72 MW sino a 3,85 MW, collegati fra loro attraverso una rete di distribuzione interna in media tensione.

Presso l'impianto verranno realizzate le cabine di sottocampo e la cabina principale di impianto (MTR), dalla quale si dipartono le linee di collegamento di media tensione interrate verso il punto di consegna (passando in enra/esce per il sistema BESS di accumulo), presso la nuova sottostazione elettrica di trasformazione di utente, che verrà realizzata nei pressi dell'esistente stazione elettrica di Partanna.

L'iniziativa, di che trattasi, si inserisce nel quadro istituzionale identificato dall'art.12 del D.Lgs. n. 387 del 29 dicembre 2003 che da direttive per la promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.

La presente relazione ha per scopo quello di illustrare le opere necessarie per la connessione del parco agro-fotovoltaico "AFV Favara", alla rete elettrica di distribuzione in alta tensione e di individuare in modo univoco i materiali di cui si farà uso e le specifiche lavorazioni previste, conformemente alle direttive e alla normativa vigente.

La tipologia di opera prevista rientra nella categoria "impianti industriali non termici per la produzione di energia, vapore ed acqua calda" citata nell'All. IV lettera c) del D.Lgs 152/2006 aggiornato con il D.Lgs 4/2008 vigente dal 13 febbraio 2008.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – XELI719PDRrti008R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	5

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la realizzazione del presente progetto si è fatto riferimento, tra l'altro, alla seguente normativa:

- D.Lgs. 387/2003
- D.Lgs. 28/2011
- Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1775 "Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici;
- D.P.R. 18 marzo 1965, n. 342 "Norme integrative della legge 6 dicembre 1962, n. 1643 e norme relative al coordinamento e all'esercizio delle attività elettriche esercitate da enti ed imprese diversi dall'Ente Nazionale per l'Energia Elettrica";
- Legge 28 giugno 1986, n. 339 "Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne";
- Decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 "Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59";
- Norma CEI 11-32: Impianti di produzione di energia elettrica collegati a reti di III categoria;
- Norma CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- Norma CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici;
- Norma CEI EN 50110-1-2 Esercizio degli impianti elettrici;
- Norma CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- Norma CEI 11-4 Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne;
- Norma CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica Linee in cavo;
- Norma CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- Norma CEI 11-37: Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV;
- Norma CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;
- Norma CEI EN 60721-3-3 Classificazioni delle condizioni ambientali;
- Norma CEI EN 60721-3-4 Classificazioni delle condizioni ambientali;
- Norma CEI EN 60068-3-3 Prove climatiche e meccaniche fondamentali Parte 3: Guida – Metodi di prova sismica per apparecchiature;
- Norma CEI 64-2 Impianti elettrici in luoghi con pericolo di esplosione;

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – XELI719PDRrti008R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	6

- Norma CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua;
- Norma CEI EN 62271-100 Interruttori a corrente alternata ad alta tensione;
- Norma CEI EN 62271-102 Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata per alta tensione;
- Norma CEI EN 61009-1 Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari;
- Norma CEI EN 60898-1 Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari;
- Norma CEI 33-2 Condensatori di accoppiamento e divisori capacitivi;
- Norma CEI 36-12 Caratteristiche degli isolatori portanti per interno ed esterno destinati a sistemi con tensioni nominali superiori a 1000 V;
- Norma CEI EN 60044-1 Trasformatori di corrente;
- Norma CEI EN 60044-2 Trasformatori di tensione induttivi;
- Norma CEI EN 60044-5 Trasformatori di tensione capacitivi;
- Norma CEI 57-2 Bobine di sbarramento per sistemi a corrente alternata;
- Norma CEI 57-3 Dispositivi di accoppiamento per impianti ad onde convogliate;
- Norma CEI EN 60076-1 Trasformatori di potenza;
- Norma CEI EN 60137 Isolatori passanti per tensioni alternate superiori a 1 kV;
- Norma CEI EN 60099-4 Scaricatori ad ossido di zinco senza spinterometri per reti a corrente alternata;
- Norma CEI EN 60099-5 Scaricatori – Raccomandazioni per la scelta e l'applicazione;
- Norma CEI EN 60507 Prove di contaminazione artificiale degli isolatori per alta tensione in sistemi a corrente alternata;
- Norma CEI EN 60694 Prescrizioni comuni per l'apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione;
- Norma CEI EN 60529 Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)
- Norma CEI EN 60168 Prove di isolatori per interno ed esterno di ceramica e di vetro per impianti con tensione nominale superiore a 1000 V;
- Norma CEI EN 60383-1 Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V – Parte 1 Isolatori in materiale ceramico o in vetro per sistemi in corrente alternata;
- Norma CEI EN 60383-2 Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V – Parte 2 Catene di isolatori e equipaggiamenti completi per reti in corrente alternata;
- Norme CEI EN 61284 Linee aeree – Prescrizioni e prove per la morsetteria;
- Norma CEI EN 61000-6-2 Immunità per gli ambienti industriali;
- Norma CEI EN 61000-6-4 Emissione per gli ambienti industriali;

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – XELI719PDRrti008R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	7

- Norma CEI-UNEL 35027: Cavi di energia per tensione nominale U da 1 kV a 30 kV
- Portate di corrente in regime permanente - Posa in aria ed interrata;
- Guida Terna. INSIX1016 Criteri di coordinamento dell'isolamento nelle reti AT;
- Guida Terna DRRPX04042 Criteri generali di protezione delle reti a tensione uguale o superiore a 120 kV;
- Guida Terna DRRPX02003 Criteri di automazione delle stazioni elettriche a tensione uguale o superiore a 120 kV;
- Guida Terna DRRPX03048 Specifica funzionale per sistema di monitoraggio delle reti elettriche a tensione uguale o superiore a 120 kV.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – XELI719PDRrti008R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	8

3. DESCRIZIONE GENERALE DELLE OPERE

3.1. RIFERIMENTI CARTOGRAFICI

Il nuovo impianto agro-fotovoltaico in oggetto insisterà su un lotto di terreno sito nel comune di Castelvetro (Trapani) di estensione pari a circa 24,0 ha.

La sottostazione elettrica di connessione ricade invece nel territorio del Comune di Partanna (TP), contrada Magaggiari. Dal punto di vista cartografico, le opere in progetto sono individuate all'interno delle seguenti cartografie e Fogli di Mappa:

1) Impianto Agro-fotovoltaico "FAVARA":

- Fogli I.G.M. in scala 1:25.000, di cui alle seguenti codifiche "257_II_SE-Partanna; Carta tecnica regionale CTR, scala 1:10.000, fogli n° 618060, n° 618070;
- Fogli di mappa catastale del Comune di Castelvetro n°22, p.lle 32, 137, 29, 5, 6, 145, 185, 2, 3, 4, 7;
- Fogli di mappa catastale del Comune di Castelvetro n°14, p.lle 93, 95, 130, 84, 85, 72;

2) Sistema BESS di accumulo:

- Fogli I.G.M. in scala 1:25.000, di cui alle seguenti codifiche "257_II_SE-Partanna; Carta tecnica regionale CTR, scala 1:10.000, fogli n° 618060, n° 618070;
- Fogli di mappa catastale del Comune di Partanna n°43, p.lle 78;

3) Cavidotto di connessione impianto-SSE:

- Fogli I.G.M. in scala 1:25.000, di cui alle seguenti codifiche "257_II_SE-Partanna; Carta tecnica regionale CTR, scala 1:10.000, fogli n° 618070, n°618110;
- Foglio di mappa catastale del Comune di Partanna n. 45 (p.lle 189, 2, 3, 4, 209, 8);
- Fogli di mappa catastale del Comune di Partanna n. 29 (p.lle 136);

4) SSE:

- Fogli I.G.M. in scala 1:25.000, di cui alle seguenti codifiche "257_II_SE-Partanna; Carta tecnica regionale CTR, scala 1:10.000, foglio n° 618110;
- Fogli di mappa catastale del Comune di Partanna n°63, p.lle 48;

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – XELI719PDRrti008R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	9

Di seguito le coordinate assolute nel sistema UTM 33 WGS84 dell'impianto fotovoltaico e della sottostazione elettrica:

COORDINATE ASSOLUTE NEL SISTEMA UTM 33 WGS84			
DESCRIZIONE	E	N	H [m s.l.m.]
Parco agro-fotovoltaico	308846	4176874	H=255
Cabina MTR	309225,7	4177102,7	H=255
Sottostazione elettrica SSE	310346	4174221	H=217
Sistema di accumulo BESS	309440	4176982	H=237

Tabella 1 - Coordinate assolute del parco AFV, della SSE e del BESS

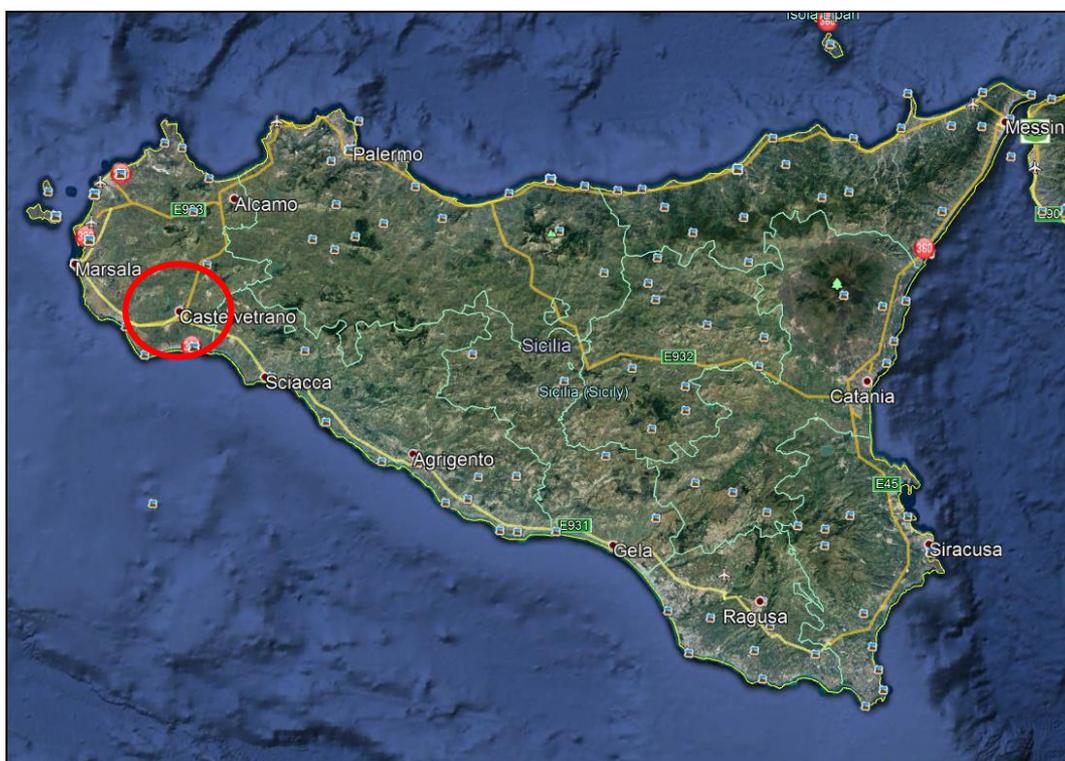


Figura 1 - Ubicazione area di impianto da satellite

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – XELI719PDRrti008R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	10

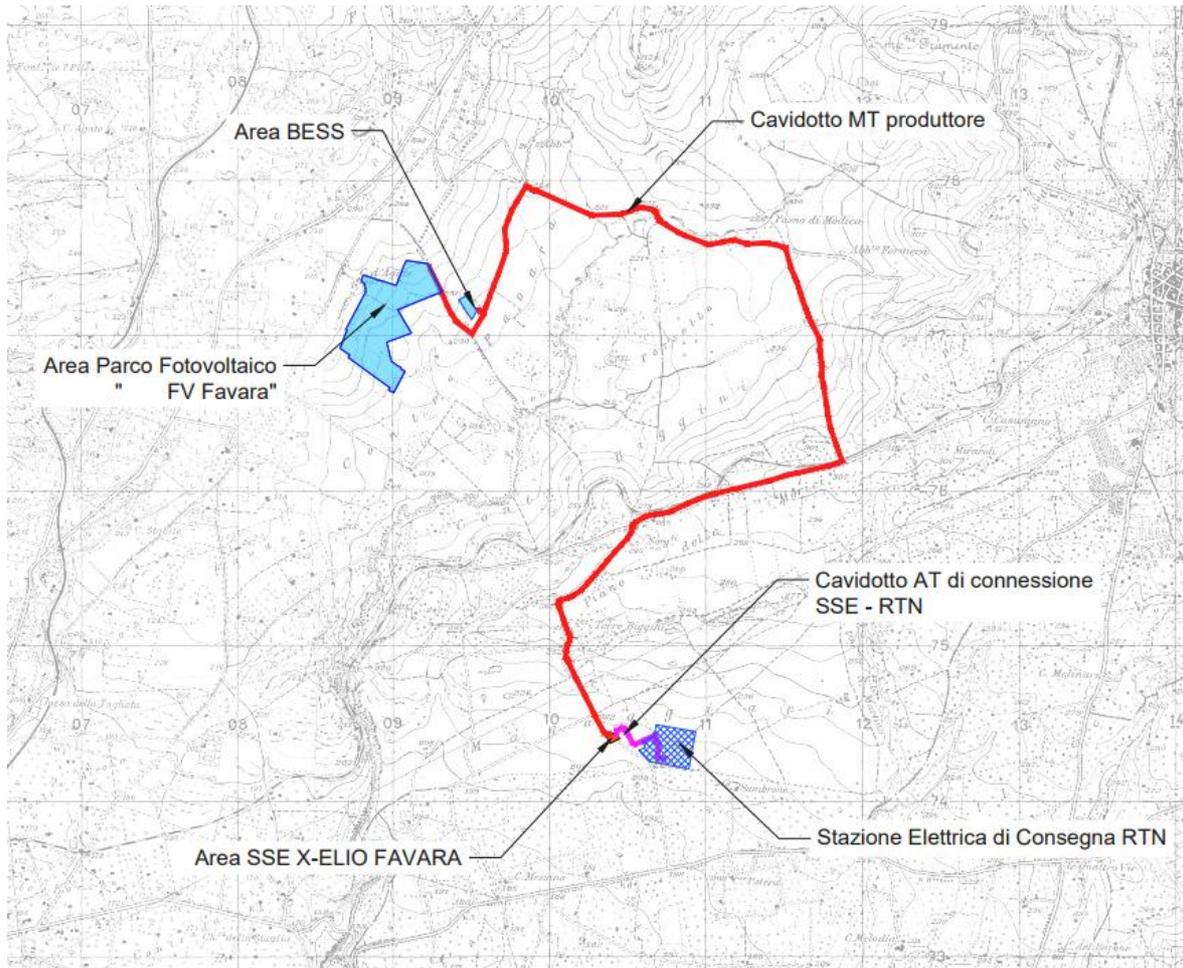


Figura 2 - Inquadramento impianto agro-fotovoltaico su IGM 1:25.000

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – XELI719PDRrti008R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	11

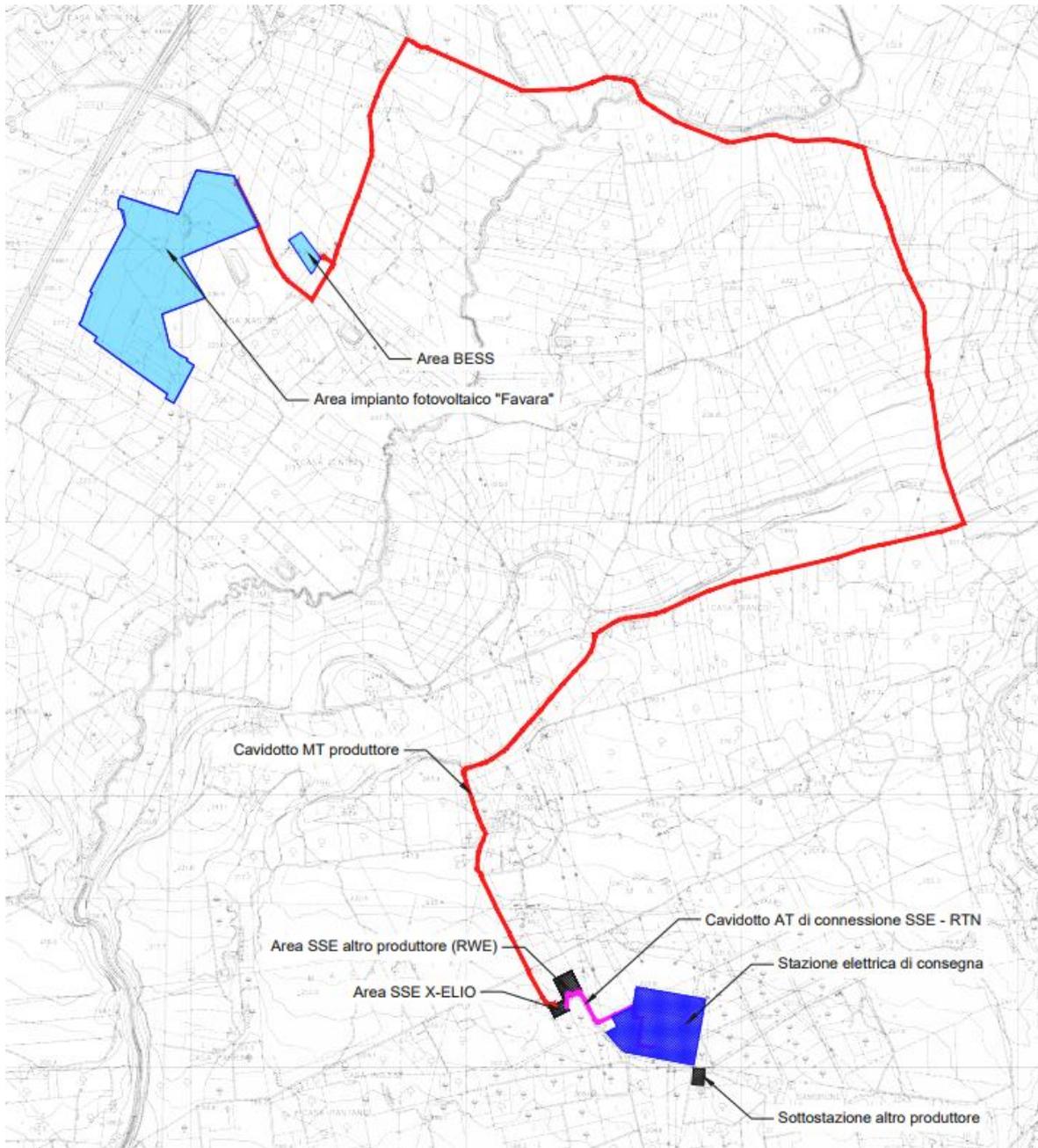


Figura 3- Inquadramento impianto agro-fotovoltaico su CTR

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – XELI719PDRrti008R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	12

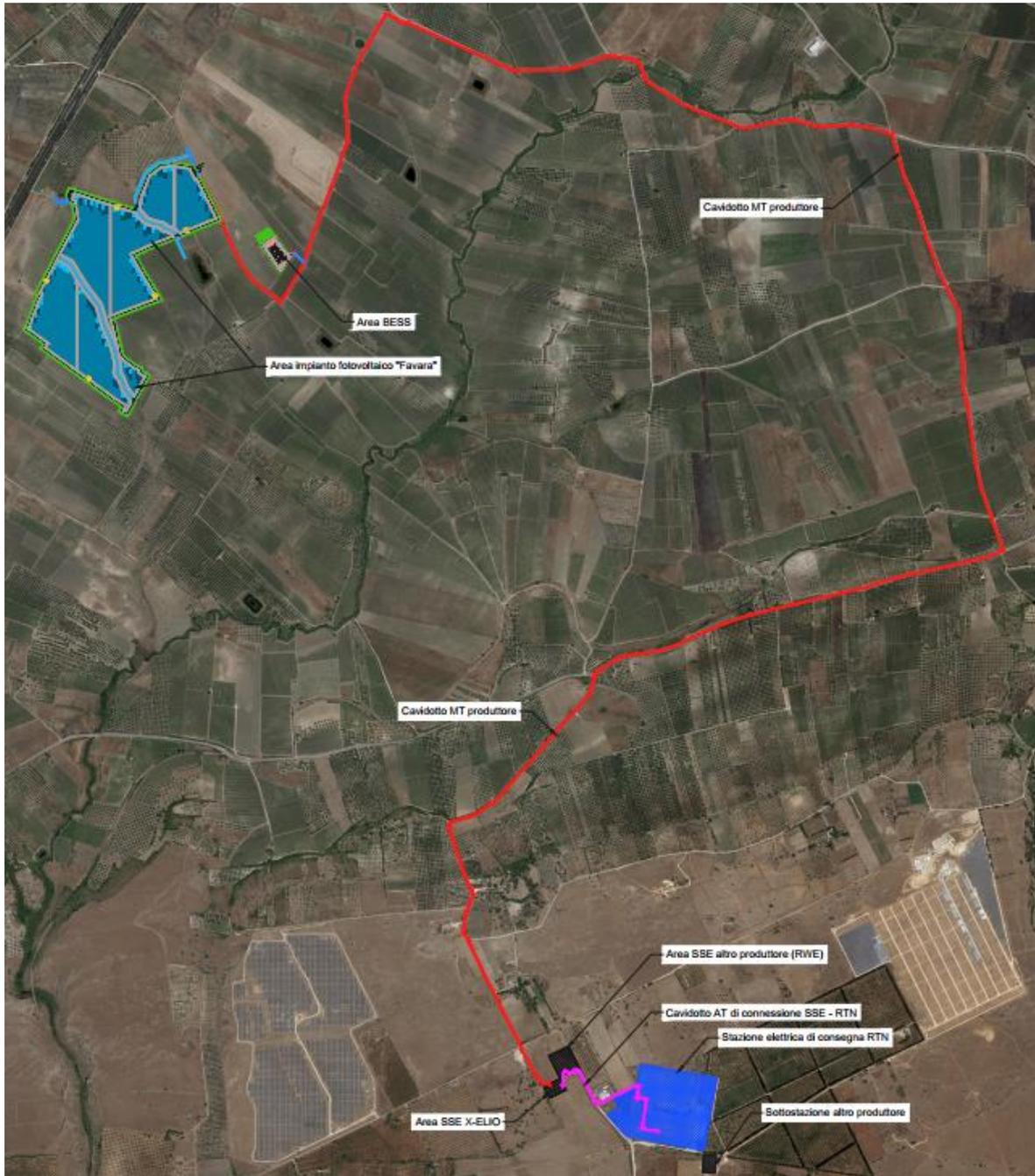


Figura 4- Inquadramento Impianto AFV e Sottostazione elettrica su ortofoto

COMMITTENTE

X-ELIO+

PROGETTISTA

HE Hydro Engineering

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – XELI719PDRrti008R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	13

3.2. DATI GENERALI IMPIANTO

L'impianto AFV "Favara", ubicato nel territorio del Comune di Castelvetro, presenta le seguenti componenti principali:

- una cabina principale di impianto, per la connessione e la distribuzione (MTR), nella quale verranno convogliate tutte le linee MT relative ai rami A e B che collegano le Power Station alla MTR;
- N. 5 Power Station (PS). Le Power Station o cabine di campo avranno la duplice funzione di convertire l'energia elettrica da corrente continua a corrente alternata ed elevare la tensione da bassa a media tensione; esse saranno collegate tra loro in entra-esce, su più rami dalla MTR (in antenna). Ciascun ramo trasporterà una potenza variabile da 11,32 a 7,58 MW e convergerà su un quadro MT a 30 kV verso la cabina di distribuzione MTR.
- i cavi provenienti dalle String Box collegati alle Power Station che a loro volta raccoglieranno i cavi provenienti dai raggruppamenti delle stringhe dei moduli fotovoltaici collegati in serie.
- i moduli fotovoltaici che saranno installati su apposite strutture metalliche di sostegno del tipo ad inseguimento monoassiale (trackers), fissate al terreno attraverso pali infissi e/o trivellati.

L'impianto è connesso alla rete attraverso le seguenti componenti:

- un collegamento elettrico dell'impianto agro-fotovoltaico alla rete di trasmissione di alta tensione presso la Stazione Elettrica esistente di Partanna. Tale connessione avverrà previa condivisione del punto di connessione con l'operatore elettrico RWE Renewables Italia S.r.l. ed attraverso la Sottostazione Elettrica di Utente (SSEU) 150/30 kV in progetto per il parco fotovoltaico "Castelvetro Besi" di X-ELIO Italia 1 S.r.l. (oggetto di altri progetti del Gruppo X-ELIO Italia ed attualmente in fase di autorizzazione);
- la Sottostazione elettrica di utente del promotore verrà collegata in derivazione alla barra generale AT della costruenda Sottostazione Elettrica dell'operatore RWE. Da questa stazione si diparte la linea in cavo AT interrato per il collegamento alla Stazione elettrica Terna, al livello di tensione AT 150 kV, sul sistema di sbarre esistente presso la stazione del Gestore;
- uno stallo X-ELIO FAVARA S.r.l in AT con trasformatore AT/MT 25/33 MVA e i relativi dispositivi di protezione e sezionamento all'interno della sottostazione di utente di trasformazione AT/MT 150/30 kV di X-ELIO Italia 1 S.r.l.
- una linea interrata MT di collegamento fra la SSE di utente e l'impianto agro-fotovoltaico, giacente lungo viabilità esistente;
- un sistema di accumulo da 7.50 MW/30 MWh, per l'accumulo di parte dell'energia elettrica prodotta dal parco agro-fotovoltaico. Il sistema "Energy storage" è un

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – XELI719PDRrti008R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	14

impianto di accumulo di energia elettrica a batterie elettrochimiche costituito da apparecchiature per la conversione bidirezionale dell'energia da media a bassa tensione ed il raddrizzamento della corrente da alternata a continua.

Tale sistema verrà collegato in entra esce con la MTR di impianto.

L'impianto è completato da:

- tutte le infrastrutture tecniche necessarie alla conversione DC/AC della potenza generata dall'impianto e dalla sua consegna alla rete di trasmissione nazionale;
- opere accessorie, quali: impianti di illuminazione, videosorveglianza, antintrusione, monitoraggio, viabilità di servizio, cancelli e recinzioni.

L'impianto nel suo complesso è in grado di alimentare dalla rete tutti i carichi rilevanti (ad es: quadri di alimentazione, illuminazione). Inoltre, in mancanza di alimentazione dalla rete, tutti i carichi di emergenza potranno essere alimentati da un generatore temporaneo diesel di emergenza e da un sistema di accumulo ad esso connesso (sola predisposizione).

Da quanto progettato discendono i seguenti dati:

Elementi fisici impianto	Superficie impegnata [m ²]	Superficie impegnata [ha]	Incidenza percentuale
Proprietà	239.976,7	24,00	100,0%
Fascia di mitigazione a verde perimetrale	24.452,52	2,45	10,2%
Viabilità di servizio	25.188,0	2,52	10,5%
Area occupata da pannelli	87.304,3	8,73	36,30%
Cabine elettriche	330,75	0,03	0,14%
Area occupata dagli impluvi interni all'impianto	14699,0	1,47	6,13%
Corridoi tra pannelli	88.059,9	8,81	36,73%

Il grafico che segue indica l'incidenza percentuale di ciascuna delle superfici su riportate sul totale di 24,0 ha.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – XELI719PDRrti008R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	15

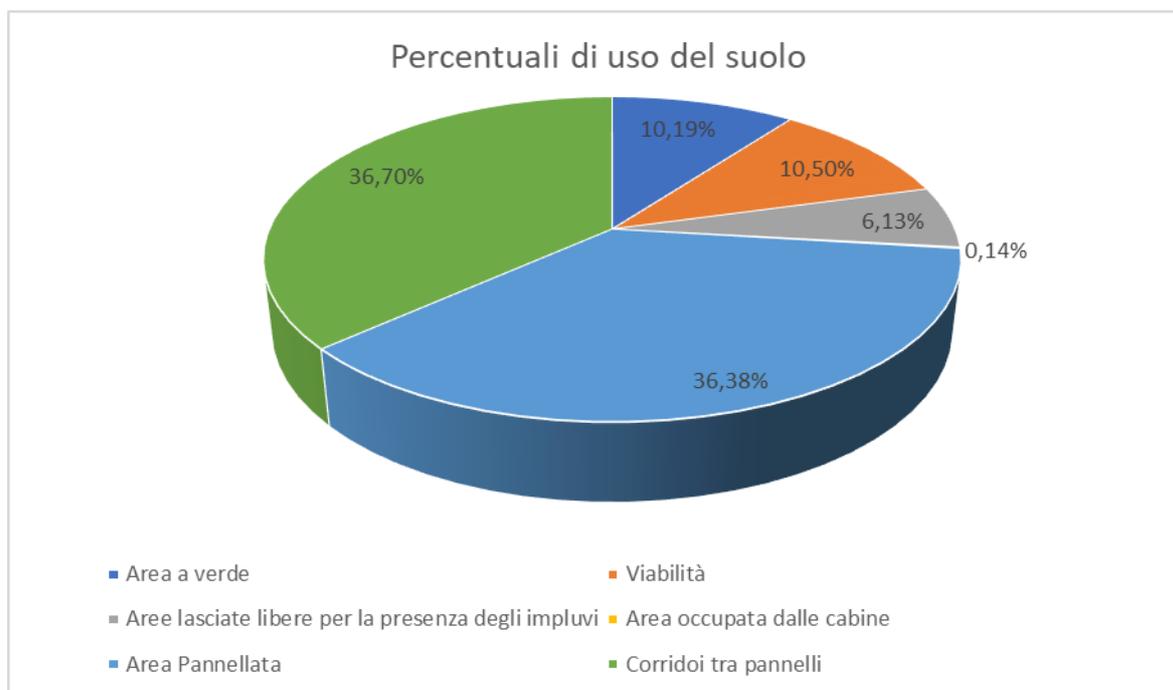


Figura 5 - Grafico che mostra l'incidenza percentuale della copertura di suolo sul totale disponibile

Come anticipato in premessa, ai fini della connessione alla rete di distribuzione dell'impianto in progetto, la società promotrice ha richiesto e ottenuto dal distributore apposito preventivo di connessione identificato con codice pratica 202001304, condizionato all'autorizzazione, contestualmente alle opere di cui al presente progetto, delle opere necessarie per la connessione alla rete. La connessione avverrà attraverso la Sottostazione Elettrica di Utente (SSEU) 150/30 kV in progetto per il parco fotovoltaico "Castelvetrano Besi" di X-ELIO Italia 1 S.r.l. (oggetto di altri progetti del Gruppo X-ELIO Italia ed è attualmente in fase di autorizzazione) previa condivisione del punto di connessione con l'operatore elettrico RWE Renewables Italia S.r.l.

Tali opere di rete, rientrando negli interventi di adeguamento e/o sviluppo della rete di distribuzione e/o della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), risultano essere **Opere di Pubblica Utilità**. Come indicato ai sensi dall'art. 1 octies della L. n.129/2010, esse costituiscono un unicum dal punto di vista funzionale con il progetto dell'impianto fotovoltaico in esame, e pertanto dovranno essere autorizzate in uno con lo stesso impianto fotovoltaico, ai sensi del D.Lgs. 387/03, art. 12 commi 3 e 4bis. L'impianto nel suo complesso è in grado di alimentare dalla rete tutti i carichi rilevanti (ad es: quadri di alimentazione, illuminazione).

Di seguito si riporta la descrizione sintetica dei principali componenti d'impianto; per dati di tecnici maggior dettaglio si rimanda a tutti i relativi elaborati specialistici.

3.3. CONFIGURAZIONE IMPIANTO

L'impianto agro-fotovoltaico oggetto del presente progetto è destinato a produrre energia

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – XELI719PDRrti008R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	16

elettrica e sarà pertanto collegato alla rete elettrica di trasmissione nazionale RTN. L'impianto in progetto produce energia elettrica in BT su più linee in uscita dagli inverter centralizzati, le quali vengono convogliate verso appositi quadri nei locali di cabina (PS), dove avverrà la trasformazione BT/MT.

La linea in MT in uscita dai trasformatori BT/MT di ciascun sottocampo verrà, quindi, vettoriata verso la cabina generale di impianto (MTR), dove avverranno le misure e la partenza verso il punto di consegna nella rete di distribuzione in alta tensione, presso la Sottostazione Elettrica di Utente (SSEU) 150/30 kV in progetto per il parco fotovoltaico "Castelvetrano Besi" di X-ELIO Italia 1 S.r.l.. Come già rappresentato nelle premesse, il generatore fotovoltaico è costituito da un totale di n.5 sottocampi, di potenza variabile come di seguito rappresentato:

Area	Sottocampo	Potenza (MW)
Castelvetrano	PS1	3,72
	PS2	3,72
	PS3	3,74
	PS4	3,86
	PS5	3,86
Totale		18,89 kW

Tabella 2 - Suddivisione in sottocampi impianto AFV Favara

I moduli verranno installati su apposite strutture in acciaio zincato, del tipo ad inseguimento monoassiale, fondate su pali infissi e/o trivellati nel terreno.

Il generatore fotovoltaico presenta una potenza nominale complessiva pari a **18.892,30 kW_p**, intesa come somma delle potenze di targa o nominali di ciascun modulo misurata in condizioni di prova standard (STC), ossia considerando un irraggiamento pari a 1000 W/m², con distribuzione dello spettro solare di riferimento (massa d'aria AM 1,5) e temperatura delle celle di 25°C, secondo norme EN 60904-3.

Il generatore è composto complessivamente da 27.580 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino, collegati in serie da 28 moduli tra loro così da formare gruppi di moduli denominati stringhe, le cui correnti vengono raccolte da inverter modulari centralizzati, in numero di due per ciascuna Power Station.

L'impianto nel suo complesso sarà quindi suddiviso in 5 campi di potenza variabile; le stringhe di ogni campo verranno attestate a gruppi di 14/15 presso degli appositi String Box (in numero complessivo di 67), dove avviene il parallelo delle stringhe e il monitoraggio dei dati elettrici.

Da tali string box si dipartono le linee di collegamento verso le Power station, giungendo così in ingresso agli inverter, i quali prevedono già a bordo macchina il sezionamento e la protezione dalle sovratensioni e dalle correnti di ricircolo.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – XELI719PDRrti008R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	17

La tabella che segue mostra la suddivisione dell'impianto di generazione in campi, con i dati relativi al numero di stringhe e alla potenza nominale in c.c.

CAMPO	Sezione tipo	N. stringbox per sezione inverter	n. stringhe per ciascun stringbox	Corrente stringbox	N. Stringhe per sezione inverter	N. Stringhe sottocampo	N. Moduli per sezione inverter	Potenza ingresso sezione inverter [kW]	Corrente ingresso per ciascun inverter [A]	Potenza sottocampo [kW]
PS1	A	12	15	257,85	180	194	5040	3452,4	1274,4151	3720,92
		1	14	240,66	14		392	268,52		
PS2	A	12	15	257,85	180	194	5040	3452,4	1274,4151	3720,92
		1	14	240,66	14		392	268,52		
PS3	B	13	15	257,85	195	195	5460	3740,1	1280,98425	3740,1
		0	14	240,66	0		0	0		
PS4	A	5	15	257,85	75	201	2100	1438,5	1320,39915	3855,18
		9	14	240,66	126		3528	2416,68		
PS5	C	5	15	257,85	75	201	2100	1438,5	1320,39915	3855,18
		9	14	240,66	126		3528	2416,68		
TOTALI		67			985	985	27580			18892,30

Tabella 3 - Dettaglio dimensionamento impianto

Coerentemente con la distribuzione dei sottocampi, sono state individuate differenti configurazioni per le sezioni degli inverter, delle quali si dà dettaglio negli elaborati grafici di progetto.

3.4. DIMENSIONAMENTO CAVIDOTTO MT DI COLLEGAMENTO MTR – SSE

Nel presente paragrafo si riportano i calcoli effettuati sull'impianto agro-fotovoltaico in progetto, al fine di effettuare la verifica delle perdite di trasmissione e del carico delle singole linee nelle condizioni di massima produzione.

3.4.1. Normative e documentazione di riferimento

Per la redazione della presente relazione sono stati utilizzati i seguenti documenti di riferimento:

- Catalogo cavi MT;
- Norma CEI 99-3 "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore ad 1kV in c. a."
- Norme CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo"
- Norma CEI 20-21 "Cavi Elettrici – Calcolo della portata di corrente".

3.4.2. Criteri di dimensionamento

Il dimensionamento dei cavi è stato fatto tenendo conto delle seguenti disposizione, tratte dalla norma CEI 11-17):

- Caduta di tensione lungo la linea minore del 3%;
- Perdite di potenza minori del 5%.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – XELI719PDRrti008R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	18

Una volta determinata la sezione dei singoli cavi in funzione delle specifiche appena riportate, si procederà ad effettuare la verifica termica, attraverso il calcolo delle correnti di corto circuito previste e la verifica della tenuta termica dei cavi.

3.4.3. Calcolo delle cadute di tensione

Per il calcolo delle cadute di tensione sui singoli cavi, si è tenuto conto dei parametri longitudinali dei cavi, della potenza attiva transitante e di quella reattiva, attraverso la formula:

$$\Delta V = \frac{(P * R + Q * X)}{V^2}$$

- P: potenza transitante;
 Q: potenza reattiva, calcolata considerando un fattore di potenza pari a 0,95;
 R: resistenza di fase del cavo, pari alla resistenza unitaria per la lunghezza del cavo;
 X: reattanza longitudinale di fase del cavo, pari alla reattanza unitaria per la lunghezza del cavo;
 V: tensione di esercizio del cavo (30kV).

Per quanto riguarda le perdite di potenza per effetto Joule, si è fatto uso della formula:

$$P = 3 \times R \times I^2$$

- R: resistenza longitudinale del cavo;
 I: corrente transitante.

3.4.4. Calcolo delle portate

Per la determinazione della portata dei cavi sarà applicato il metodo descritto dalla tabella CEI-UNEL 35026 e dalla norma CEI 11-17.

A partire dalla portata nominale del cavo, si calcola la portata effettiva sulla base di un fattore correttivo:

$$I_z = I_0 \times K1 \times K2 \times K3 \times K4$$

dove

- I_z = portata effettiva del cavo;
 I₀ = portata nominale dichiarata dal costruttore, per posa interrata a 20°C;
 K1 = Fattore di correzione per temperature del terreno diverse da 20°C;
 K2 = Fattore di correzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano;
 K3 = Fattore di correzione per profondità di interramento diversa da 0,8 m;
 K4 = Fattore di correzione per resistività termica diversa da 1,5 k*m/W.

3.4.5. Dati tecnici del cavo utilizzato

Tutti i cavi di cui si farà utilizzo saranno a norma IEC 60502-2. Si tratta di cavi unipolari da

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – XELI719PDRrti008R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	19

posare in formazione a trifoglio lungo la tratta interrata, mentre in formazione piana lungo le brevi tratte di posa in passerella e/o canale metallico.

Ai fini del dimensionamento, si è tenuto conto di cavi di tipologia ARP1H5(AR)E 18/30 kV o equivalente (vedasi allegato 1). Si tratta di cavi unipolari da posare in formazione a trifoglio con conduttori in alluminio, congiunti in maniera da formare un unico fascio di forma rotonda. L'isolante dei cavi è costituito da miscela in XLPE e fra esso e il conduttore è interposto uno strato di miscela semiconduttrice. Sopra l'isolante è posto uno strato per la tenuta all'acqua, consistente in un nastro semiconduttore. Il cavo presenta uno schermo metallico realizzato con nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale. Sopra lo schermo metallico sono presenti due differenti strati di protezione in guaina protettiva in polietilene. La tensione nominale dei cavi è pari a 30kV.

Di seguito le caratteristiche tecniche del cavo.

Tipo	ARP1H5(AR)E o equivalente		
Tensione nominale [kV]:	18/30	18/30	18/30
Formazione e sezione [mm ²]:	1 x 150	1 x 300	1 x 630
Resistenza a 90 °C [Ω /km]:	0,279	0,138	0,070
Reattanza [Ω /km]:	0,115	0,103	0,095
Capacità [μ F/km]:	0,226	0,333	0,438
Portata per posa interrata a 20°C [A]	324	486	725

Tabella 4 – Caratteristiche cavi

Ai fini del calcolo si terrà conto delle condizioni peggiorative, ossia quelle relative al tratto con posa interrata, intendendosi con esse verificate anche le altre condizioni di posa aventi parametri di calcolo migliorativi rispetto al caso in esame.

3.4.6. Temperatura del terreno

Al fine di un corretto dimensionamento, occorre tenere conto della temperatura del terreno effettiva, diversa da quella STC di riferimento (20°).

Si farà pertanto uso di un fattore correttivo come riportato nella tabella che segue.

	Cavi con isolamento in XLPE			
Temperatura ambiente	15°C	20°C	25°C	30°C
Coefficiente	1,04	1	0,96	0,93

È stata stimata una temperatura massima del terreno pari a 25°C alla profondità di posa dei cavi, per cui il fattore correttivo utilizzato sarà **K1 = 0,96**.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – XELI719PDRrti008R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	20

3.4.7. Numero di terne per scavo

A scopo cautelativo, si è preso quale valore di riferimento quello pari al numero massimo di cavi presenti in parallelo lungo tutta la tratta, ottenendo così un margine di sovradimensionamento rispetto alle effettive condizioni di esercizio. In particolare, si considera la compresenza di n.2 terne di cavi MT all'interno della medesima sezione di scavo, posati all'interno di tubazioni interrate.

Sulla base di ciò, sono stati applicati i seguenti fattori correttivi **K2=0.86**

	Distanza fra i circuiti 0,25 m		
N. circuiti	1	2	3
Coefficiente	1,00	0,86	0,78

3.4.8. Profondità di posa

In generale, per tutte le linee elettriche MT, si prevede la posa dei cavi direttamente interrati, ad una profondità di 0,80 m dal piano di calpestio per le tratte interne al parco, mentre ad una profondità di 1,10 m per le tratte esterne al parco.

In caso di particolari attraversamenti o di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno modificate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e dagli eventuali regolamenti vigenti relativi alle opere interferite, mantenendo comunque un grado di protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di posa.

Si farà pertanto uso di un fattore correttivo come riportato nella tabella che segue.

	Profondità di posa			
Profondità posa (m)	0,8	1,0	1,10 (interpolato)	1,2
Coefficiente	1,00	0,98	0,97	0,96

Considerando il valore di posa di 0,80 il fattore sarà pari a $K3 = 1$, per le tratte interne al parco. Per le tratte esterne al parco, si farà uso del valore $K3 = 0,97$.

A scopo cautelativo, per tutte le condizioni si farà utilizzo del fattore più sfavorevole, pari a **K3=0,97**.

3.4.9. Resistività termica del terreno

In generale, per tutte le linee elettriche, si considera la posa in terreno asciutto (condizione più gravosa) con una resistività termica del terreno pari a $1,5 \text{ K} \cdot \text{m}/\text{W}$.

Pertanto, non si applica alcun fattore correttivo e si utilizzerà **K4 = 1**.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – XELI719PDRrti008R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	21

3.4.10. Tabulati di calcolo

Le tabelle che seguono riportano il dimensionamento delle linee elettriche in cavo interrato MT. I valori di portata indicati per i cavi tengono conto dei fattori correttivi introdotti nei paragrafi precedenti

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – XELI719PDRrti008R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	22

LINEA	TRATTE	PARTENZA	ARRIVO	Sezione cavo [mm ²]	Lunghezza cavo [m]	Potenza tratta [MW]	Corrente nominale [A]	Portata cavo nominale [A]	N. circuiti nella sez. di scavo	K correttivo portata	Portata cavo corretta [A]	Dimension amento in portata	Resistenza cavo [Ω]	Reattanza cavo [Ω]	Potenza reattiva [MWAr]	ΔV %	ΔV % cumulato	Potenza persa [kW]	Δp %	Δp kW	
RAMO A	PS4 - PS5	PS4	PS5	3x1x150	450	3,78	76,63	324	2	0,801	259,47	30%	0,1215	0,054	1,242	0,06%	1,93%	2,141	0,06%	2,141	
	PS5 - PS2	PS5	PS2	3x1x300	510	7,54	152,88	486	2	0,801	389,20	39%	0,0673	0,056	2,478	0,07%	1,87%	4,720	0,06%	4,720	
	PS2 - MTR	PS2	MTR	3x1x300	390	11,32	229,51	486	2	0,801	389,20	59%	0,0515	0,043	3,719	0,08%	1,80%	8,135	0,07%	8,135	
RAMO B	PS3 - PS1	PS3	PS1	3x1x150	380	3,80	77,02	324	2	0,801	259,47	30%	0,1026	0,046	1,248	0,05%	1,81%	1,826	0,05%	1,826	
	PS1 - MTR	PS1	MTR	3x1x300	270	7,58	153,66	486	2	0,801	389,20	39%	0,0956	0,030	2,490	0,04%	1,76%	2,524	0,03%	2,524	
LINEA MTR-SSE	MTR-SSE	MTR	SSE	3x1x630	7700	18,89	383,17	725	3	0,726	526,59	73%	0,5690	0,762	6,210	1,72%	1,72%	250,636	1,33%	250,636	
POTENZA COMPLESSIVA																18,892					269,983

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – XELI719PDRrti008R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	23

4. STAZIONE DI TRASFORMAZIONE 220/30 KV

Nel presente paragrafo si darà descrizione della stazione di trasformazione 150/30 kV a servizio dell'impianto fotovoltaico in progetto, dando evidenza delle caratteristiche delle principali componenti elettriche necessarie all'innalzamento di tensione, delle opere elettriche accessorie, della rete di terra e delle opere civili necessarie alla realizzazione dell'opera

4.1. UBICAZIONE E VIABILITA' DI ACCESSO

Il parco agro-fotovoltaico in progetto convoglierà l'energia prodotta verso la Sottostazione Elettrica di Utente (SSEU) 150/30 kV in progetto per il parco fotovoltaico "Castelvetrano Besi" di X-ELIO Italia 1 S.r.l., da ubicarsi presso il Comune di Partanna (TP), nelle immediate vicinanze della Stazione elettrica (SE) Terna 150 kV esistente, connessa alla rete di trasmissione nazionale.

La Sottostazione Elettrica di Utente di X-ELIO Italia 1 S.r.l. è oggetto di altri progetti del Gruppo X-ELIO Italia ed è attualmente in fase di autorizzazione.

Il collegamento elettrico dell'impianto fotovoltaico alla rete di trasmissione di alta tensione avverrà per tramite della SSE utente dell'operatore elettrico RWE Renewables Italia S.r.l. (capofila) e di altri operatori; si prevede (nell'ambito di altre iniziative) la realizzazione di una nuova sottostazione utente sita nelle vicinanze della stazione esistente Terna.

I diversi operatori, secondo le indicazioni del gestore di rete, nella logica di una razionalizzazione della RTN, condivideranno il punto di connessione presso la SE Terna di Partanna.

La Sottostazione elettrica di utente del promotore X-ELIO verrà collegata in derivazione alla barra generale AT della costruenda Sottostazione Elettrica dell'operatore RWE. Da questa stazione si diparte la linea in cavo AT interrato per il collegamento alla Stazione elettrica Terna, al livello di tensione AT 150 kV, sul sistema di sbarre esistente presso la stazione del Gestore.

Catastalmente, la stazione SSU X-ELIO è identificata al Comune di Partanna (TP) foglio 63, particella 48.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – XELI719PDRrti008R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	24



Figura 6 – Planimetria con individuazione nuova SSE e elettrodotti di collegamento alla SE Terna esistente

4.1. DESCRIZIONE DELLE OPERE ELETTROMECCANICHE

Nella sua configurazione, la sottostazione elettrica di utente prevede un collegamento alla limitrofa stazione RWE attraverso il sistema di cavi AT interrati, che partiranno dallo stallo AT presente nella nuova SSE X-ELIO sino a giungere al castelletto cavi dedicato presso la SSE RWE dove verrà realizzato un ampliamento dello stallo, in derivazione dalla barra AT, così composto:

- n. 1 sezionatore orizzontale tripolare con lame di terra;
- n. 3 scaricatori AT;
- n. 1 castelletto cavi AT con terminali cavi.

La Sottostazione Elettrica di Utente di X-ELIO Italia 1 S.r.l., attualmente in autorizzazione, prevede la realizzazione di un impianto AT, così composto:

Stallo di uscita

- n. 1 castelletto cavi AT con terminali cavi;
- n. 3 isolatori unipolari;
- n.1 sezionatore orizzontale tripolare con lame di terra;

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – XELI719PDRrti008R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	25

- n. 1 sistema di distribuzione in sbarre

Stallo N.1 Castelvetrano Besi

- n. 1 interruttori compatti tipo PASS (sezionatore, interruttore e TA) di protezione linea trafo;
- n. 1 trasformatore AT/MT 150/30 kV della potenza di 50/63 MVA

Per il collegamento tra il Parco Fotovoltaico Favara “di X-ELIO FAVARA S.r.l”, oggetto di questa iniziativa e la SSEU di X-ELIO Italia 1 S.r.l., verrà realizzato un impianto AT di utente, così composto:

Stallo N.2 X-ELIO FAVARA S.r.l

- n. 1 interruttori compatti tipo PASS (sezionatore, interruttore e TA) di protezione linea trafo);
- n. 2 trasformatore AT/MT 150/30 kV della potenza di 25/33 MVA.

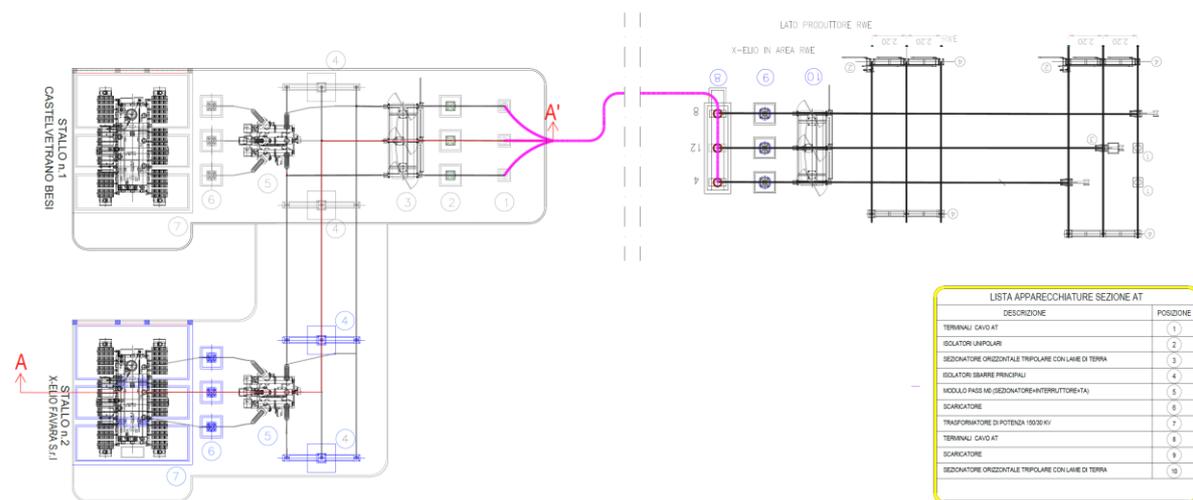


Figura 7 – Planimetria apparecchiature elettromeccaniche

4.2. SERVIZI AUSILIARI

I servizi ausiliari necessari presso la SSE saranno alimentati tramite trasformatore MT/bt 30/0,4 kV, in derivazione dai quadri generali MT.

Al fine di garantire la massima continuità di servizio e il riarmo delle apparecchiature, è prevista l'installazione di un generatore ausiliario.

Da tali trasformatore/generatore verrà alimentato il quadro QSA, al quale saranno collegate tutte le utenze in c.a. in bassa tensione, quali:

- ausiliari sezione MT;
- ausiliari sezione AT;
- illuminazione aree esterne;
- circuiti prese e circuiti illuminazione edificio SSE;

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – XELI719PDRrti008R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	26

- motori e pompe;
- raddrizzatore BT;
- sistema di monitoraggio;
- altre utenze minori.

Dal quadro QSA verrà derivata l'alimentazione dei circuiti di protezione e comando, alimentati a 110 Vcc mediante un banco di batterie, alimentate dal raddrizzatore.

4.3. RETE DI TERRA

Presso la sottostazione risulta già in progetto un sistema di terra, da realizzarsi contestualmente alle opere relative all'impianto di X-ELIO Italia 1 S.r.l.

Presso la sottostazione verrà realizzato un sistema di terra dimensionato secondo le norme CEI EN 50522 (CEI 99-3) e CEI EN 61936-1 (CEI 99-2), nonché alle prescrizioni Terna, considerando una corrente di corto circuito monofase pari a 31,5 kA e un tempo di eliminazione del guasto a terra pari a 0,5s.

L'impianto di terra consisterà in una maglia di terra in corda di rame nudo della sezione di 63 mm², interrato alla profondità di circa 70 cm dal piano di calpestio, che seguirà l'intero perimetro della SSE, con maglie interne di lato massimo pari a 4,5 m.

Il sistema di terra sarà integrato dalla presenza di dispersori verticali lungo il perimetro della SSE, in prossimità dei trasformatori AT/MT.

Il sistema di terra verrà collegato con l'impianto di terra presso l'edificio SSE: in funzione delle specifiche indicazioni da parte del gestore potrà essere, altresì, collegato con l'impianto di terra della limitrofa SE Terna, attraverso collegamenti sconnettibili in pozzetti ispezionabili. In tal modo l'impianto di terra costituirà un sistema di terra globale, con i benefici che ne derivano in termini di capacità di dispersione e incremento del livello di sicurezza.

Il collegamento fra la rete di terra e le apparecchiature di AT saranno effettuati in corda di rame nudo da 125 mm².

Le connessioni fra i conduttori in rame avverranno mediante morsetti a compressione in rame, mentre il collegamento fra i conduttori e i sostegni metallici delle apparecchiature avverrà mediante capicorda e bulloni di fissaggio.

Al fine di garantire il rispetto delle tensioni limite entro i valori individuati dalla norma, in sede di progettazione esecutiva verranno individuate le aree da integrare con sistemi di dispersione ausiliaria, o sulle quali adottare provvedimenti particolari.

A seguito della realizzazione dell'opera, i valori di tensione saranno comunque oggetto di verifica strumentale. Al fine di garantire la compatibilità elettromagnetica dei sistemi, in corrispondenza delle apparecchiature AT verrà realizzato un infittimento della maglia del dispersore, così pure verranno installati conduttori di terra suppletivi per il collegamento delle apparecchiature.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – XELI719PDRrti008R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	27

4.4. EDIFICIO SSE

Presso la sottostazione, attualmente in autorizzazione, è previsto un edificio destinato a locali tecnici e uffici, avente un ingombro in pianta di 34,30 x 4,00 m. Presso tale edificio verranno ubicati i quadri MT, i trasformatori MT/BT e i quadri ausiliari.

Al fine di creare il collegamento dell'impianto fotovoltaico "Favara" presso l'edificio X-ELIO Italia 1 ed avere locali dedicati anche a X-ELIO FAVARA si prevede una rimodulazione dei locali interni senza alcuna modifica dell'ingombro in pianta.

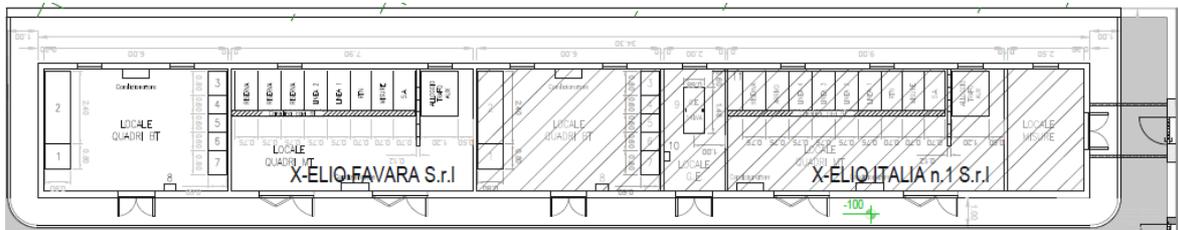


Figura 8 – Layout edificio produttore presso SSE

L'edificio presenta i seguenti locali interni così distribuiti:

- locale quadri MT;
- locale gruppo elettrogeno;
- locale quadri BT;
- locale misure;
- locale uffici e servizi.
- locale uffici e magazzino

L'edificio sarà completo di tutti gli impianti elettrici civili interni (illuminazione e prese).

4.5. OPERE CIVILI

Le opere civili saranno quasi tutte previste nel progetto per il parco fotovoltaico "Castelvetrano Besi" di X-ELIO Italia 1 S.r.l.

Nel progetto per il nuovo Parco Fotovoltaico "Favara" di X-ELIO FAVARA S.r.l. sarà prevista la realizzazione di fondazioni in c.a. per le apparecchiature AT (Trasformatore di potenza 150/30 kV, Scaricatori, PASS e Isolatori sbarre).

4.6. APPARECCHIATURE ELETTROMECCANICHE DI PROGETTO

Nel seguito del paragrafo si elencano le caratteristiche delle principali apparecchiature AT costituenti la sezione 150 kV della SSE in progetto. Tutte le apparecchiature saranno rispondenti

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – XELI719PDRrti008R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	28

alle Norme tecniche CEI citate al cap. 2 e alle prescrizioni Terna.

Le caratteristiche elettriche della sezione AT sono le seguenti:

Tensione di esercizio AT	150 kV
Tensione massima di sistema	170 kV
Frequenza	50 Hz
Tensione di tenuta alla frequenza industriale	
- fase-fase e fase terra	325 kV
- sulla distanza di isolamento	375 kV
Tensione di tenuta ad impulso (1.2-50us)	
- fase-fase e fase terra	750 kV
- sulla distanza di isolamento	860 kV
Corrente nominale sulle sbarre	2000 A
Corrente nominale di stallo	1250 A
Corrente di corto circuito	31,5 kA

a) Trasformatori di potenza:

- Rapporto di trasformazione AT/MT: 150+/-10x1,25% / 30 kV;
- Potenza di targa: 25/33 MVA;
- Tipo di raffreddamento: ONAN/ONAF;
- Gruppo vettoriale: YNd11 (stella/triangolo con neutro esterno lato 150 kV previsto per collegamento a terra);
- Tensione di cortocircuito: $V_{cc}=13\%$;
- Tipo di commutatore: sotto carico;
- Tipo di regolazione della tensione: sull'avvolgimento 150 kV;
- Tipo di isolamento degli avvolgimenti AT e MT: uniforme;
- Tensione massima avvolgimento AT: 170 kV;
- Tensione massima avvolgimento MT: 36 kV;

b) Interruttore compatto PASS isolato in SF6 (interruttore, sezionatore di terra, TA):

- Tensione nominale: 170 kV;
- Corrente nominale 2000 A;
- Max tensione di prova:
 - o Tra fase e terra
 - tensione nominale di tenuta a frequenza di esercizio: 325 kV;
 - tensione nominale di tenuta ad impulso atmosf.: 750 kV;
 - o Sulla distanza di sezionamento
 - tensione nominale di tenuta a frequenza di esercizio: 375 kV;
 - tensione nominale di tenuta ad impulso atmosf.: 860 kV;
- Corrente nominale di breve durata 40 kA;
- Corrente nominale di picco 100 kA;

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – XELI719PDRrti008R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	29

- Temperatura ambiente $-30^{\circ}\text{C} +55^{\circ}\text{C}$.
 - Caratteristiche **interruttore**
 - Interruttore singolo tipo LTB-D;
 - Potere di interruzione nominale in cc 40 kA;
 - Potere di stabilimento nominale di picco in cc 100 kA;
 - Interruzione di correnti induttive su linea a vuoto 63 A;
 - Interruzione di correnti capacitive su cavi a vuoto 160 A;
 - Comando a molla.
 - Caratteristiche **sezionatore di terra**
 - Comando tripolare a motore;
 - Tensione ausiliari 110 Vcc;
 - Tempo di manovra da linea a terra 5,5s.
 - Caratteristiche **trasformatore di corrente**
 - Tipo ad anello;
 - Classe di misura 0,2/0,5/1,0;
 - Corrente massima permanente 1,2 In.
 - Caratteristiche **isolatori passanti**
 - Tipo composito;
 - Tensione nominale 170 kV;
 - Distanza in aria 1304mm/1633mm;
 - Linea di fuga 4670mm/5462mm.
- c) Trasformatori di tensione capacitivi**
- Rapporto di trasformazione nominale $150.000:\sqrt{3} / 100:\sqrt{3}$ V;
 - Rapporto di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s: 1,5.
- d) Trasformatori di tensione induttivi**
- Tensione nominale primaria $150.000:\sqrt{3}$ V;
 - Tensione nominale secondaria $100:\sqrt{3}$ V;
 - Rapporto di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s: 1,5.
- e) Sistema di sbarre**
- Corrente nominale 2000 A.

4.7. SISTEMA DI MISURA

Per la contabilizzazione dell'energia prodotta dal parco fotovoltaico in progetto è prevista l'installazione di un complesso di misura UTF che verrà posto sullo stallo a 150 kV e sarà collegato con i dispositivi di lettura ubicati all'interno dell'edificio (locale misure).

Considerata la particolare configurazione della SSE in condivisione con altro operatore, per le misure sugli stalli di alta ci si avvarrà dei TV presenti sulla barra generale AT della SSE RWE.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – XELI719PDRrti008R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	30

La misura dell'energia totale immessa in RTN avverrà presso la SSEU RWE, attraverso un complesso di misura installato sul tratto di collegamento con la SE 150 kV di Terna.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – XELI719PDRrti008R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	31

5. ELETTRODOTTO DI COLLEGAMENTO CON LA SSE RWE

Il presente progetto non prevede un collegamento diretto fra la sottostazione elettrica di utente e la stazione Terna. Il punto di connessione, infatti, come già anticipato, è condiviso con il produttore RWE.

Il collegamento fra le due SSE dei due produttori avverrà attraverso un sistema di cavi AT interrati, che partiranno dallo stallo AT presente nella nuova SSEU X- ELIO sino a giungere al castelletto cavi dedicato presso la SSEU RWE.

L'elettrodotto in oggetto sarà costituito da una terna di cavi AT in alluminio con isolamento XPLE, tensione di esercizio 150 kV, in formazione 3x1x400 mm², posati ad una profondità minima di 1,50 m.

Il tracciato dell'elettrodotto ricade in parte all'interno delle viabilità di accesso alle due stazioni elettriche, e in parte su viabilità pubblica esistente, per la quale verrà inoltrata apposita istanza di concessione per la posa e l'esercizio degli elettrodotti.

Di seguito viene mostrato uno stralcio planimetrico del percorso dell'elettrodotto.

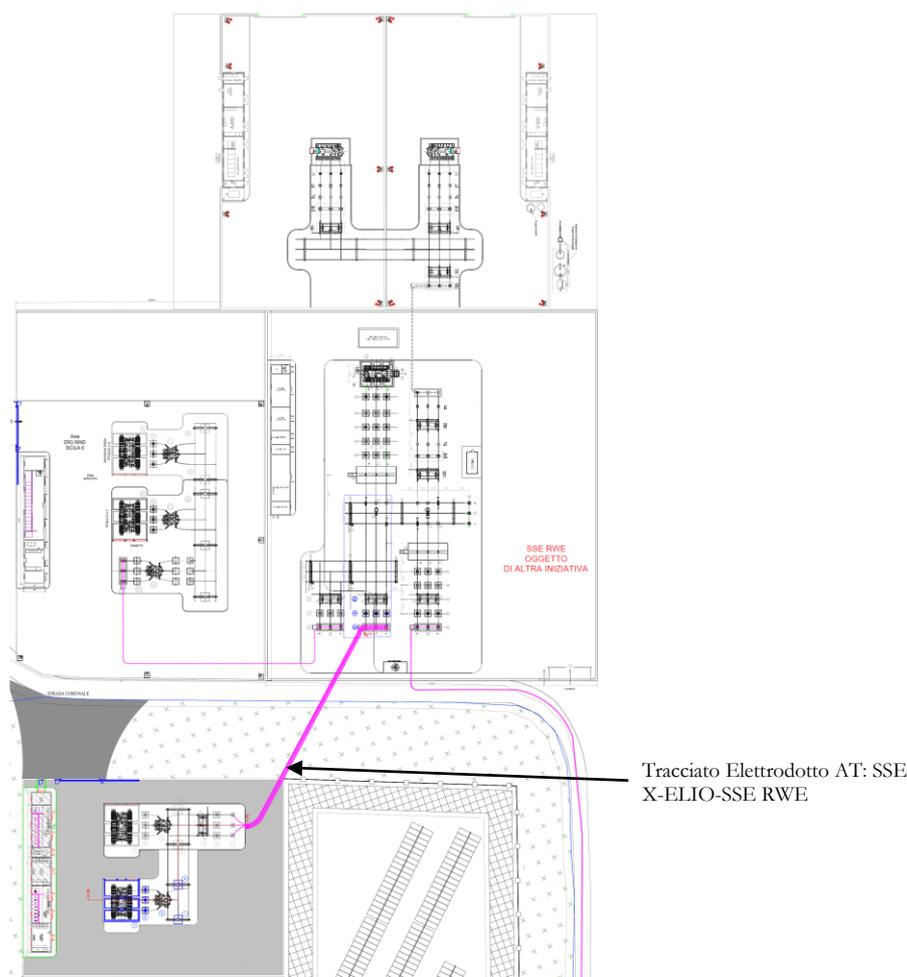


Figura 9 – Tracciato elettrodotto AT di collegamento fra le SSE XELIO e SSE RWE

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – XELI719PDRti008R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	32

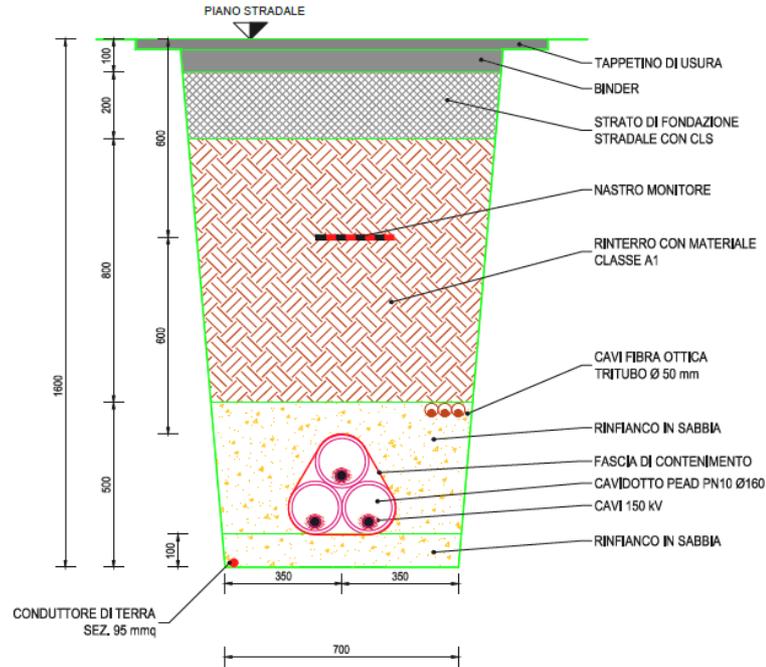


Figura 10 – Sezione tipo cavidotto AT su strada asfaltata

Il collegamento fra la SSE RWE e il punto di immissione nella RTN presso la SE Terna di Partanna rientra fra le opere a carico di RWE, e pertanto non saranno oggetto della presente relazione.

5.1. DIMENSIONAMENTO ELETTRICO

Il dimensionamento dei cavi è stato fatto tenendo conto delle seguenti disposizione, tratte dalla norma CEI 11-17):

- Caduta di tensione lungo la linea minore del 3%;
- Perdite di potenza minori del 5%.

Una volta determinata la sezione dei singoli cavi in funzione delle specifiche appena riportate, si procederà ad effettuare la verifica termica, attraverso il calcolo delle correnti di corto circuito previste e la verifica della tenuta termica dei cavi.

5.2. CALCOLO DELLE CADUTE DI TENSIONE

Per il calcolo delle cadute di tensione sui singoli cavi, si è tenuto conto dei parametri longitudinali dei cavi, della potenza attiva transitante e di quella reattiva, attraverso la formula:

$$\Delta V = \frac{(P * R + Q * X)}{V^2}$$

P: potenza transitante;

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – XELI719PDRrti008R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	33

- Q: potenza reattiva, calcolata considerando un fattore di potenza pari a 0,95;
R: resistenza di fase del cavo, pari alla resistenza unitaria per la lunghezza del cavo;
X: reattanza longitudinale di fase del cavo, pari alla reattanza unitaria per la lunghezza del cavo;
V: tensione di esercizio del cavo (150kV).

Per quanto riguarda le perdite di potenza per effetto Joule, si è fatto uso della formula:

$$P = 3 * R * I^2$$

- R: resistenza longitudinale del cavo;
I: corrente transitante.

5.3. CALCOLO DELLE PORTATE

Per la determinazione della portata dei cavi sarà applicato il metodo descritto dalla tabella CEI-UNEL 35026 e dalla norma CEI 11-17.

A partire dalla portata nominale del cavo, si calcola la portata effettiva sulla base di un fattore correttivo:

$$I_z = I_0 * K1 * K2 * K3 * K4$$

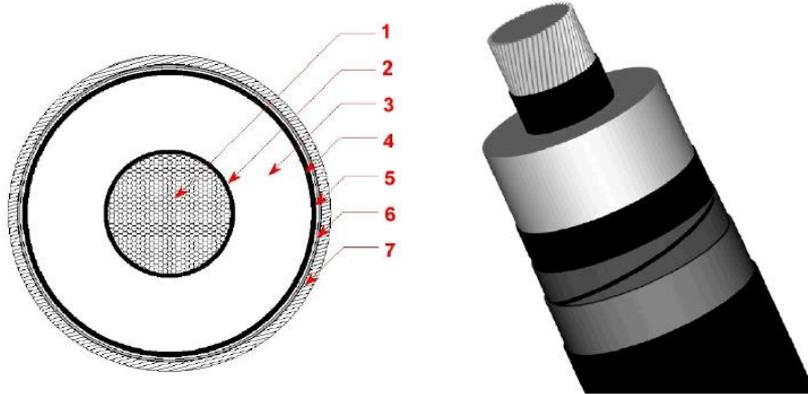
Dove

- I_z = portata effettiva del cavo
I₀ = portata nominale dichiarata dal costruttore, per posa interrata a 20°C
K1 = Fattore di correzione per temperature del terreno diverse da 20°C
K2 = Fattore di correzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano
K3 = Fattore di correzione per profondità di interramento diversa da 0,8 m
K4 = Fattore di correzione per resistività termica diversa da 1,5 k*m/W

5.3.1. Dati tecnici del cavo utilizzato

I cavi di cui si farà uso saranno del tipo unipolari, con conduttori in alluminio compatto, di sezione indicativa pari a circa 400mm² tamponato (1), schermo semiconduttivo sul conduttore (2), isolamento in polietene reticolato (XLPE) (3), schermo semiconduttivo sull'isolamento (4), nastri in materiale igroespandente (5), guaina in alluminio longitudinalmente saldata(6), rivestimento in polietene con grafitatura esterna (7).

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – XELI719PDRrti008R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	34



1	Conduttore compatto di Alluminio
2	Schermo del conduttore (Strato semiconduttivo interno)
3	Isolante
4	Schermo dell'isolante (Strato semiconduttivo esterno)
5	Barriera igroscopica
6	Schermo metallico
7	Guaina esterna termoplastica

Figura 11 – Stratigrafia cavo AT

Di seguito sono riportate le principali caratteristiche estratte dal datasheet del produttore.

CARATTERISTICHE

Caratteristiche di costruzione	
Materiale del conduttore	Alluminio
Isolamento	XLPE (chemical)
Tipo di conduttore	Corda rotonda compatta
Guaina metallica	Alluminio corrugato termosaldato
Caratteristiche dimensionali	
Diametro del conduttore	23,3 mm
Sezione del conduttore	400 mm ²
Spessore del semi-conduttore interno	1,5 mm
Spessore medio dell'isolante	20,7 mm
Spessore del semi-conduttore esterno	1,3 mm
Spessore guaina metallica, approx	1,9 mm
Spessore guaina	3,9 mm
Diametro esterno nom.	95,0 mm
Sezione schermo	470 mm ²
Peso approssimativo	7 kg/km
Caratteristiche elettriche	
Max tensione di funzionamento	170 kV
Messa a terra degli schermi - posa a trifoglio	In presenza di corrente
Portata di corrente, cavi interrati a 20°C, posa a trifoglio	485 A
Portata di corrente, cavi interrati a 30°C, posa a trifoglio	420 A
Portata di corrente, cavi in aria a 30°C, posa a trifoglio	635 A
Portata di corrente, cavi in aria a 50°C, posa a trifoglio	505 A
Messa a terra degli schermi - posa in piano	assenza di correnti di circolazione
Portata di corrente, cavi interrati a 20°C, posa in piano	550 A
Portata di corrente, cavi interrati a 30°C, posa in piano	475 A
Portata di corrente, cavi in aria a 30°C, posa in piano	725 A
Portata di corrente, cavi in aria a 50°C, posa in piano	585 A
Massima resistenza el. del cond. a 20°C in c.c.	0,078 Ohm/km
Capacità nominale	0,15 µF / km
Corrente ammissibile di corto circuito	50 kA
Tensione operativa	150 kV

Figura 12 – Estratto datasheet cavo AT

COMMITTENTE

X-ELIO+

PROGETTISTA

HE Hydro
Engineering

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – XELI719PDRrti008R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	35

5.3.2. Temperatura del terreno

Al fine di un corretto dimensionamento, occorre tenere conto della temperatura del terreno effettiva, diversa da quella STC di riferimento (20°).

Si farà pertanto uso di un fattore correttivo come riportato nella tabella che segue:

	Cavi con isolamento in XLPE			
Temperatura ambiente	15°C	20°C	25°C	30°C
Coefficiente	1,04	1	0,96	0,93

È stata stimata una temperatura massima del terreno pari a 25°C alla profondità di posa dei cavi, per cui il fattore correttivo utilizzato sarà **K1 = 0,96**.

5.3.3. Numero di terre per scavo

Il progetto prevede la posa di una sola terna di cavi lungo il tracciato. Pertanto, si assumerà il coefficiente **K2** pari a 1.

5.3.4. Posa direttamente interrata

Considerata la tipologia di posa, ossia direttamente interrata, non occorre applicare alcun fattore correttivo alla portata.

Si considerano infatti trascurabili le brevi tratte di posa in tubazione interrata relative a particolari attraversamenti, il cui effetto risulta di modesta entità.

A maggior salvaguardia, in corrispondenza di tali attraversamenti, la distanza fra le tubazioni interrate verrà aumentata sino a 0,5 m, così da potersi considerare validi gli stessi coefficienti di cui al paragrafo precedente, come previsto dalla norma CEI 11-17 allegato B tab. III.

5.3.5. Profondità di posa

In generale, per tutte le linee elettriche, si prevede la posa direttamente interrata dei cavi, senza ulteriori protezioni meccaniche, ad una profondità minima di 1,50 m dal piano di calpestio.

In caso di particolari attraversamenti o di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno modificate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e dagli eventuali regolamenti vigenti relativi alle opere interferite, mantenendo comunque un grado di protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di posa.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – XELI719PDRrti008R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	36

Si farà pertanto uso di un fattore correttivo come riportato nella tabella che segue.

	Cavi con isolamento in EPR			
Profondità posa (m)	0,8	1,0	1,2	1,5
Coefficiente	1,00	0,98	0,96	0,94

Considerando il valore di posa di 1,50 m, si è ricavato il valore del coefficiente correttivo, che risulta **K3 = 0,94**.

5.3.6. Resistività termica del terreno

In generale, per tutte le linee elettriche, si considera la posa in terreno asciutto (condizione più gravosa) con una resistività termica del terreno pari a 1,5 K*m/W.

Pertanto, non si applica alcun fattore correttivo e si utilizzerà **K4 = 1**.

5.3.7. Tabulati di calcolo

Le tabelle che seguono riportano il dimensionamento delle linee elettriche in cavo interrato AT di collegamento con la SE. I valori di portata indicati per i cavi tengono conto dei fattori correttivi introdotti nei paragrafi precedenti.

LINEA	PARTENZA	ARRIVO	Sezione cavo [mm ²]	Lunghezza cavo [m]	Potenza attiva [MW]	Corrente nominale [A]	Portata cavo nominale [A]	N. circuiti nella sez. di scavo	K correttivo portata	Portata cavo corretta [A]	Dimensionamento in portata	Resistenza cavo [Ω]	Reattanza cavo [Ω]	Potenza reattiva [MVar]	ΔV %	ΔV % cumulato
LINEA SSE	SSE XELIO	SSE RWE	3x1x400	80	69.05	280.09	485	1	0,902	437,66	64%	0,0062	0,012	22,695	0,00%	0,00%

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – XELI719PDRrti008R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	37

6. CAMPI ELETTROMAGNETICI E FASCE DI RISPETTO

Per la valutazione dei campi elettromagnetici generati dalla presenza della sottostazione elettrica e dall'elettrodotto interrato di collegamento in AT, nonché per la determinazione delle fasce di rispetto (DPA) da apporre, si rimanda allo specifico elaborato **PD-R10-XELI719PDRrti010R0**.