

IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV - CALTAFALSA"

PROGETTO DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 58,52 MW_p INTEGRATO DA UN SISTEMA DI ACCUMULO DA 25 MW (50 MW COMPLESSIVI IN IMMISSIONE) DENOMINATO "AGV CALTAFALSA" E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE RICADENTI NEL COMUNE DI MONREALE (PA).



Proponente

X-ELIO CALTAFALSA S.r.l.

CORSO VITTORIO EMANUELE II, 349 - 00186 ROMA
P. IVA: 16235011000

Progettazione



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



Titolo Elaborato

(R) - Elaborati tecnico-descrittivi
2 - Parco Agrovoltaico
4 - Opere BESS
1 - Relazione Tecnica BESS

LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILENAME	FORMATO	SCALA
PROGETTO DEFINITIVO	PD-R.2.4.1	XELI774PDRrsp110R0	A4	/

Revisioni

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	06-2023	PRIMA EMISSIONE	DP	EG	MG

REGIONE SICILIA
CITTA' METROPOLITANA DI PALERMO
COMUNE DI MONREALE

X-ELIO

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – XELI774PDRrsp110R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" RELAZIONE TECNICA BESS	2

Storia delle revisioni del documento

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	06-2023	Prima emissione	EG	MG	DG

COMMITTENTE

X-ELIO⊕

PROGETTISTA

HE Hydro
Engineering

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – XELI774PDRrsp110R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" RELAZIONE TECNICA BESS	3

INDICE

1. PREMESSA.....	4
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO BESS	5
3. IL SITO	9
3.1. RIFERIMENTI CARTOGRAFICI.....	9
4. SCHEMA GENERALE DELL'IMPIANTO.....	13
4.1. DATI GENERALI IMPIANTO.....	13
4.2. CONFIGURAZIONE IMPIANTO.....	16
5. SISTEMA BESS DI STORAGING	19
5.1. OBIETTIVI DEL SISTEMA DI STORAGE.....	19
5.2. BATTERY STORAGE ENERGY	22
5.3. POWER CONVERSION SYSTEM E TRASFORMAZIONE MT/MT	24
5.4. DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA BESS	26
6. OPERE DI CONNESSIONE BESS – SSE UTENTE	29
6.1. NORMATIVE E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO.....	29
6.2. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO.....	29
6.3. CALCOLO DELLE CADUTE DI TENSIONE.....	29
6.4. CALCOLO DELLE PORTATE.....	30
6.4.1. <i>Dati tecnici del cavo utilizzato</i>	30
6.4.2. <i>Temperatura del terreno</i>	31
6.4.3. <i>Numero di terne per scavo</i>	31
6.4.4. <i>Profondità di posa</i>	31
6.4.5. <i>Resistività termica del terreno</i>	32
6.4.6. <i>Tabulati di calcolo</i>	32

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – XELI774PDRrsp110R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" RELAZIONE TECNICA BESS	4

1. PREMESSA

La società Hydro Engineering s.s. è stata incaricata dalla Società X-ELIO Caltafalsa SRL, di redigere il progetto definitivo di un impianto agrovoltaico della potenza di circa 58,52 MWp e delle relative opere di connessione alla Rete, presso la Sottostazione di utente e relativa RTN siti nel Comune di Monreale, Città Metropolitana di Palermo.

Il progetto definitivo consiste nella realizzazione di un impianto agrovoltaico a terra, su strutture sia fisse che ad inseguimento monoassiale (trackers), integrato da un sistema BESS di accumulo da 25 MW (4h di accumulo previste per complessive 100 MWh in accumulo).

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; viene 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 15 Power Station (PS) cui afferiranno "elettricamente" le varie porzioni di impianto: su ciascuna PS arriverà una potenza variabile da 3260,6 kW (PS3) a 5658,1 kW (PS9); tutte le PS saranno collegate fra loro attraverso una rete di distribuzione interna in media tensione (30 kV).

Presso l'impianto verranno realizzate le Power Station, la control room e le cabine principali di impianto (Main Technical Room) MTR, dalle quali si dipartono le linee di collegamento di media tensione interrate verso il punto di consegna (passando in entra/esce per il sistema BESS di accumulo), presso la nuova sottostazione elettrica di trasformazione di utente, che verrà realizzata nei pressi della futura stazione elettrica a 220 kV "SE Monreale".

La presente relazione tecnica riguarda il dimensionamento del sistema BESS – Battery Energy Storage System.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – XELI774PDRrsp110R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" RELAZIONE TECNICA BESS	5

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO BESS

L'impianto di storage sarà realizzato a regola d'arte, come prescritto dalle normative vigenti, ed in particolare dal D.M. 22 Gennaio 2008, n.37 e s.m.i. Le caratteristiche dell'impianto stesso, nonché dei suoi componenti, devono essere in accordo con le norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni delle autorità locali;
- alle prescrizioni delle autorità provinciali;
- alle prescrizioni delle autorità regionali;
- alle prescrizioni e indicazioni della società Distributrice di energia elettrica;
- alle prescrizioni del gestore di rete;
- alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

Norme di riferimento:

- **Legge 1° marzo 1968, n. 186:** disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione e impianti elettrici ed elettronici.
- **Legge 9 gennaio 1991, n. 10:** norma per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso nazionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.
- **Decreto Legislativo 16 marzo 1999, n. 79:** attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica.
- **Decreto Ministero dell'Ambiente 22 dicembre 2000:** finanziamento ai comuni per la realizzazione di edifici solari fotovoltaici ad alta valenza architettonica.
- **Direttiva CE 27 settembre 2001, n. 77:** sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato dell'elettricità (2001/77/CE).
- **D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380:** Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia.
- **Decreto Legislativo n. 387 del 29-12-2003:** attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.
- **Decreto Legislativo n. 42 del 22 gennaio 2004:** Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137
- **Decreto Legislativo n. 152 del 3 aprile 2006:** Norme in materia ambientale (G.U. n. 88 del 14 aprile 2006).
- **Decreto Ministero Sviluppo Economico del 10 settembre 2010:** Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili. (G.U. n. 219 del 18 settembre 2010)

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – XELI774PDRrsp110R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" RELAZIONE TECNICA BESS	6

- **Decreto legislativo n. 28 del 3 marzo 2011:** Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE (G.U. n. 71 del 28 marzo 2011);
- **Decreto Pres. Regione Sicilia n° 48 del 18/07/2012:** Regolamento recante norme di attuazione dell'art. 105, comma 5, della legge regionale 12 maggio 2010, n. 11.
- **Decreto Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare del 30 marzo 2015:** Linee guida per la verifica di assoggettabilità a valutazione di impatto ambientale dei progetti di competenza delle regioni e province autonome, previsto dall'articolo 15 del decreto- legge 24 giugno 2014, n. 91, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 agosto 2014, n. 116.
- **Legge Regione Sicilia n° 16 del 10 agosto 2016:** Recepimento del Testo Unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia approvato con decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380 Sicurezza:
- **D.Lgs. 81/2008** (testo unico della sicurezza): misure di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- **DM 37/2008:** sicurezza degli impianti elettrici all'interno degli edifici.

Norme Tecniche

- **CEI 64-8:** impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- **CEI 0-16:** Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- **CEI 11-20:** impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- **CEI EN 60904-1(CEI 82-1):** dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;
- **CEI EN 60904-2 (CEI 82-2):** dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;
- **CEI EN 60904-3 (CEI 82-3):** dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
- **CEI EN 61727 (CEI 82-9):** sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete.
- **CEI EN 61215 (CEI 82-8):** moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- **CEI EN 61646 (82-12):** moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – XELI774PDRrsp110R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" RELAZIONE TECNICA BESS	7

- **CEI EN 50380 (CEI 82-22):** fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- **CEI 82-25:** guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione.
- **CEI EN 62093 (CEI 82-24):** componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali.
- **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 $I_n = 16$ A per fase).
- **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 60439 (CEI 17-13):** apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).
- **UNI EN 12464-1** Illuminazione nei luoghi di lavoro Serie composta da:
 - **CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1):** apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS);
 - **CEI EN 60439-2 (CEI 17-13/2):** prescrizioni particolari per i condotti sbarre;
 - **CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3):** prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso - quadri di distribuzione (ASD);
- **CEI EN 60445 (CEI 16-2):** principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico.
- **CEI EN 60529 (CEI 70-1):** gradi di protezione degli involucri (codice IP).
- **CEI EN 60099-1 (CEI 37-1):** scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata.
- **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 EN 62305 (CEI 81-10):** protezione contro i fulmini:
 - **CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1):** principi generali.
 - **CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2):** valutazione del rischio.
 - **CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3):** danno materiale alle strutture e pericolo per le persone.
 - **CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4):** impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture.
- **CEI 81-3:** valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato. CEI 0-2: guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici. CEI 0-3: guida per la compilazione della dichiarazione di conformità e relativi allegati.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – XELI774PDRrsp110R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" RELAZIONE TECNICA BESS	8

- **UNI 10349:** riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.
- **CEI EN 61724 (CEI 82-15):** rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati.
- **CEI 13-4:** sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica.
- **CEI EN 62053-21 (CEI 13-43):** apparati 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):** apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari -Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3).
- **CEI 64-8, parte 7, sezione 712:** sistemi fotovoltaici solari (PV) di alimentazione. TICA: Delibera ARG-elt n.90-07: attuazione del decreto del Ministro dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 19 febbraio 2007, ai fini dell'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante impianti fotovoltaici.
- **Delibera ARG-elt n. 99-08 TICA:** testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica (Testo integrato delle connessioni attive – TICA).
- **Delibera ARG-elt n. 161-08:** modificazione della deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 13 aprile 2007, n. 90/07, in materia di incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti fotovoltaici.
- **Delibera ARG-elt n. 179-08:** modifiche e integrazioni alle deliberazioni dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas ARG/elt 99/08 e n. 281/05 in materia di condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – XELI774PDRrsp110R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" RELAZIONE TECNICA BESS	9

3. IL SITO

3.1. RIFERIMENTI CARTOGRAFICI

Il nuovo impianto agrovoltaico in oggetto insisterà su un lotto di terreno sito nel comune di Monreale (Città Metropolitana di Palermo) di estensione pari a circa 117,7 ha.

Anche la sottostazione elettrica di connessione ricade nel territorio del Comune di Monreale (PA). Dal punto di vista cartografico, le opere in progetto sono individuate all'interno delle seguenti cartografie e Fogli di Mappa:

1) Impianto Agrovoltaico "AGV Caltafalsa":

- Fogli I.G.M. in scala 1:25.000, di cui alle seguenti codifiche "258_IV_SO-Monte Pietroso;
- Carta tecnica regionale CTR, scala 1:10.000, fogli n° 606120, n° 606160; n°607090;
- Foglio di mappa catastale del Comune di Monreale n°156, p.lle 12, 193, 32, 197, 198, 196, 195, 42, 194, 36, 210, 204, 202, 200, 199, 201, 35, 118, 107, 444, 442, 439.
- Foglio di mappa catastale del Comune di Monreale n°179, p.lle 89, 54, 87, 123, 181, 86, 218, 84, 18, 85;
- Foglio di mappa catastale del Comune di Monreale n°157, p.lle 150, 149, 144, 145, 148, 147, 143, 139, 141, 140, 138, 153, 152, 249, 151, 224, 183, 301, 225, 304, 93, 181, 33, 300, 334, 335, 299, 182, 302, 38, 388, 390, 121, 76, 39, 21, 329, 154, 155, 157, 325, 324;

2) Sistema BESS di accumulo:

- Fogli I.G.M. in scala 1:25.000, di cui alle seguenti codifiche "258_IV_SO-Monte Cofano;
- Carta tecnica regionale CTR, scala 1:10.000, fogli n° 606120;
- Fogli di mappa catastale del Comune di Monreale n°156, p.lle 204; 202 e 201.

3) Cavidotto di connessione tra le MTR di impianto e tra MTR4 ed-SSE:

- Fogli I.G.M. in scala 1:25.000, di cui alle seguenti codifiche "258_IV_SO-Monte Cofano;
- Carta tecnica regionale CTR, scala 1:10.000, fogli n° 606160, n°606120;
- Foglio di mappa catastale del Comune di Monreale n. 156 p.lle 38, 222, 221, 220, 236, 62, 77, 206, 440, 441, 64, 119; Foglio di mappa catastale del comune di Monreale n. 157 p.lle 303, 333 e 15 (da espropriare per passaggio cavidotto); Foglio di mappa del comune ddi Monreale n. 155 p.la 656 (da espropriare per passaggio cavidotto). Altri tratti di cavidotto saranno su viabilità comunale, su Strada Statale SS119 e su Regia

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – XELI774PDRrsp110R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" RELAZIONE TECNICA BESS	10

Trazzera Passo di Palermo.

4) SSE:

- Fogli I.G.M. in scala 1:25.000, di cui alle seguenti codifiche “258_IV_SO-Monte Cofano;
- Carta tecnica regionale CTR, scala 1:10.000, foglio n° 606120;
- Fogli di mappa catastale del Comune di Monreale n°155, plla 656 e 653;

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

DESCRIZIONE	E	N	H [m s.l.m.]
Parco agrovoltaico Area Ovest 1	321797	4191999	$\Delta H=163-142$
Parco agrovoltaico Area Ovest 2	321174	4191832	$\Delta H=192-166$
Parco agrovoltaico Area Sud	322150	4191176	$\Delta H =207-187$
Parco agrovoltaico Area Est	323946	4192302	$\Delta H =205-180$
Sistema di accumulo BESS	321093	4192557	$\Delta H =171-165$
Area SSE	321390	4193574	$\Delta H =167-150$

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

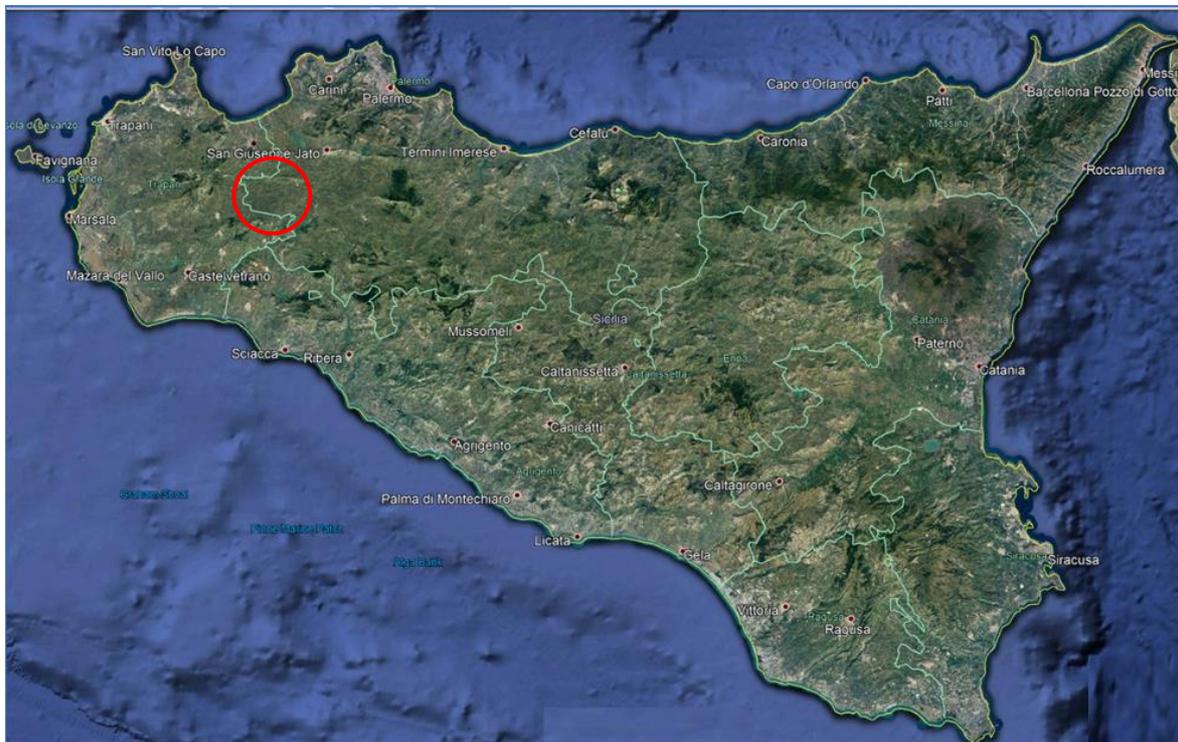


Figura 1 - Ubicazione area di impianto da satellite

COMMITTENTE

X-ELIO⊕

PROGETTISTA

HE Hydro Engineering

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – XELI774PDRrsp110R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" RELAZIONE TECNICA BESS	11

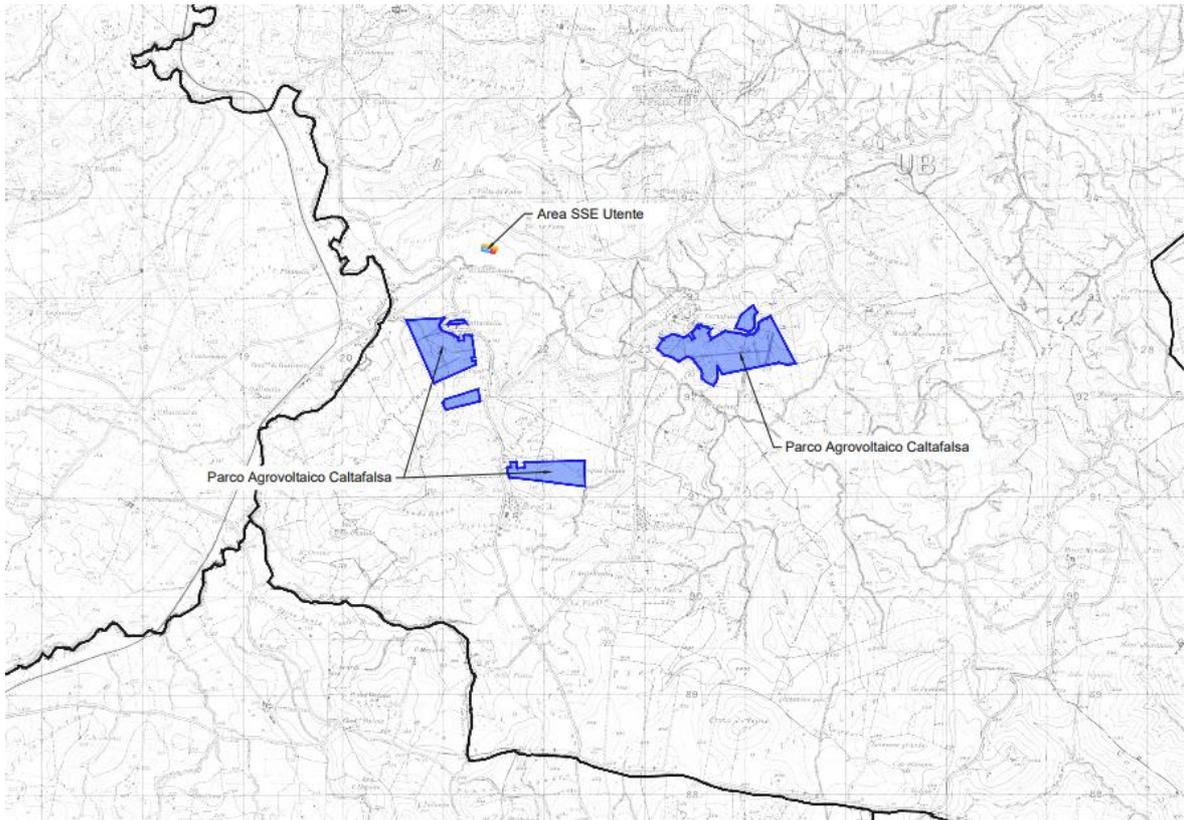


Figura 2 - Inquadramento impianto agro-fotovoltaico su IGM 1:25.000

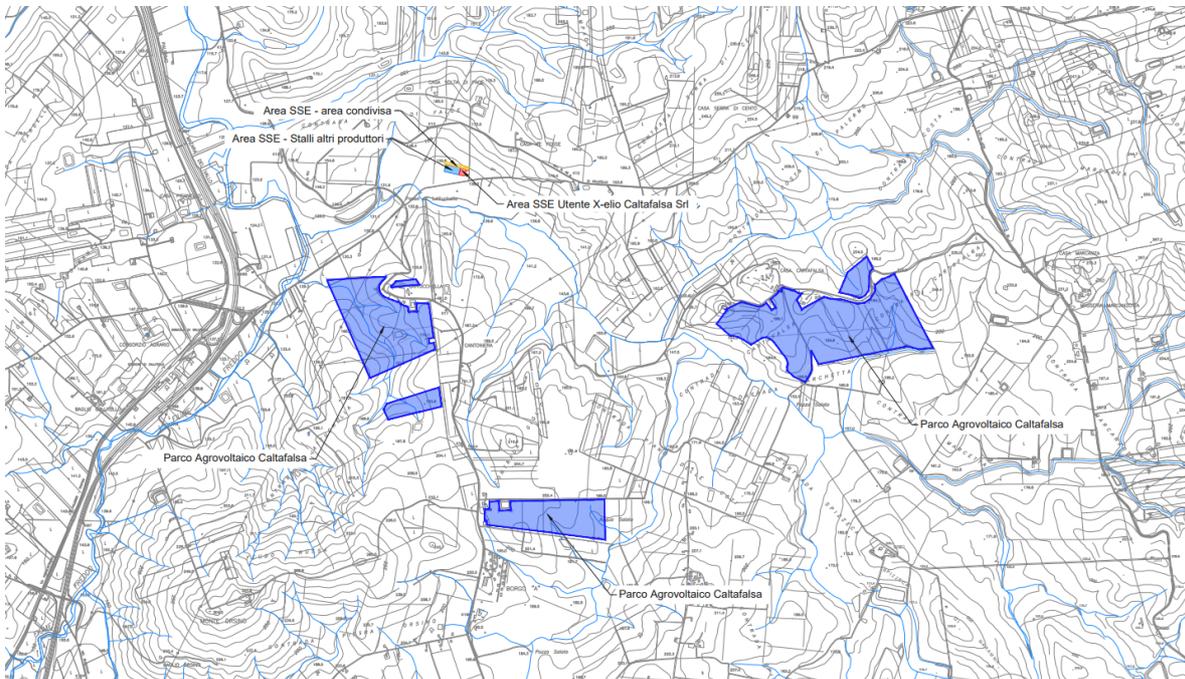


Figura 3 - Inquadramento Impianto "AGV Caltafalsa" su CTR

COMMITTENTE

X-ELIO

PROGETTISTA

HE Hydro
Engineering

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – XELI774PDRrsp110R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" RELAZIONE TECNICA BESS	12

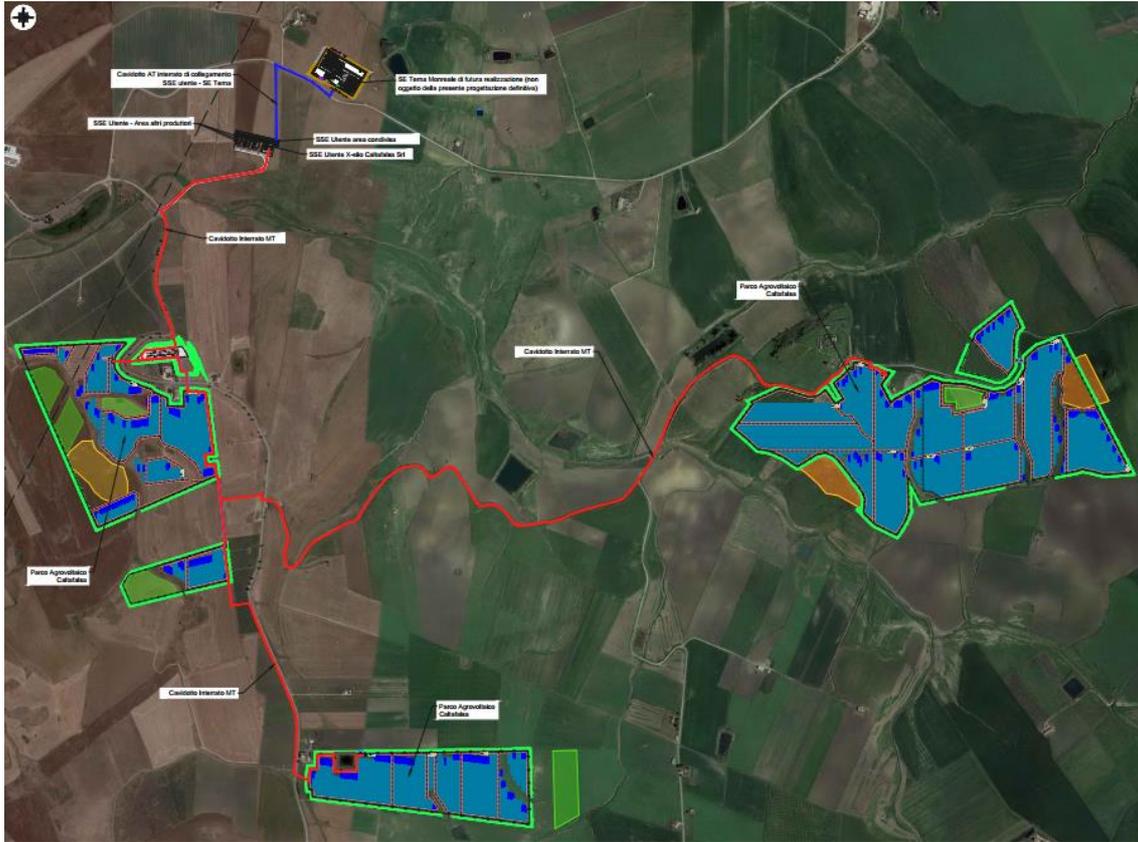


Figura 4- Inquadramento Impianto "AGV Caltafalsa" su ortofoto

COMMITTENTE

X-ELIO⊕

PROGETTISTA

HE Hydro Engineering

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – XELI774PDRrsp110R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" RELAZIONE TECNICA BESS	13

4. SCHEMA GENERALE DELL'IMPIANTO

4.1. DATI GENERALI IMPIANTO

L'impianto agrovoltaiico "AGV Caltafalsa", ubicato nel territorio del Comune di Monreale, presenta le seguenti componenti principali:

- moduli fotovoltaici del tipo Risen_RSM132-8-685BNDG in numero pari a 85.428 raggruppati in stringhe da 28 moduli, installati su apposite strutture sia fisse che ad inseguimento monoassiale. Tali strutture potranno essere o infisse nel terreno, avere fondazioni dirette o mediante trivellazione;
- n°197 string box; si tratta di quadri di campo in grado di monitorare le correnti di stringa per diagnosticare eventuali anomalie del sistema. Essi ricevono i cavi BT provenienti dai gruppi di stringhe con lo scopo di "parallelare" gli stessi verso gli inverter centralizzati di impianto in PS;
- n°16 Inverter centralizzati (un inverter per ogni power station tranne per la PS9 all'interno della quale verranno alloggiati due inverter), che hanno lo scopo di ricevere i cavi BT provenienti dagli string box e di trasformare la corrente da continua (CC) ad alternata (AC);
- n°15 Power Station (PS). Le Power Station avranno la funzione (dopo che l'energia sia stata convertita da corrente continua a corrente alternata tramite gli inverter in esse presenti) di elevare la tensione da bassa a media tensione; il sistema prevede un collegamento ove possibile in entra-esce o alternativamente in modo diretto con le cabine principali di impianto. Ciascun sottocampo così creato, sarà elettricamente indipendente dagli altri: le Power Station trasporteranno potenza variabile da 3260,6 kW sino a 5658,1 kW;
- linea interrata BT: agli inverter presenti nelle Power Station giungono i cavi provenienti dagli string box che a loro volta raccoglieranno i cavi solari provenienti dai gruppi di stringhe di moduli fotovoltaici collegati in serie;
- n°3 cabine MTR (Main Technical Room) per la connessione e la distribuzione, nella quale verranno convogliate tutte le linee MT che provengono dai vari sottocampi (siano essi formati dalla singola PS o da gruppi di PS collegate in entra-esce);
- una linea interrata MT di collegamento fra la SSE di utente e l'impianto agrovoltaiico, giacente in parte lungo viabilità esistente e in parte su terreni di natura privata;
- n°1 Control Room destinata ad ospitare uffici e relativi servizi: monitoraggio della strumentazione di sicurezza, sistema SCADA e telecontrollo;
- un sistema di storage da 25,00 MW/100 MWh (ovvero 4 ore di accumulo previste), per

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – XELI774PDRrsp110R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" RELAZIONE TECNICA BESS	14

l'accumulo di parte dell'energia elettrica prodotta dal parco agrovoltaico. Il sistema "Energy Storage" 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. In esso sono presenti container prefabbricati da 20 piedi e le power conversion system PCS;

- n°1 cabina MTR (Main Technical Room) sita in adiacenza al sistema di accumulo con lo scopo di convogliare i cavi MT provenienti dalle MTR di impianto, consentire la connessione in entra-esce con il sistema BESS di accumulo, effettuare le misure e garantire la partenza verso il punto di consegna in SSE.

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

- uno stallo X-ELIO CALTAFALSA S.r.l in AT con trasformatore AT/MT 50/65 MVA e i relativi dispositivi di protezione e sezionamento all'interno della sottostazione di utente;
- un collegamento interrato in AT dalla Sottostazione elettrica utente alla SE Terna di futura realizzazione denominata SE Monreale con realizzazione di nuovo stallo in SE Terna..

L'impianto è inoltre 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 dati relativi all'impianto sotto riportati. Il grafico che segue indica l'incidenza percentuale di ciascuna delle superfici su riportate sul totale di 117,7 ha.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – XELI774PDRrsp110R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" RELAZIONE TECNICA BESS	15

Elementi fisici di impianto	Superficie impiegata [m ²]	Superficie impiegata [ha]	Incidenza percentuale
Proprietà	1177141,32	117,71	100,00%
Viabilità complessiva	77082,34	7,71	6,55%
Cabine di impianto (PS, MTR, CR)	1270,5	0,13	0,11%
Area di mitigazione ambientale perimetrale	105540,46	10,55	8,97%
Area di compensazione ambientale	58427,49	5,84	4,96%
Area pannellata (inseguitori)	242997,47	24,30	20,64%
Area pannellata (strutture fisse)	22302	2,23	1,89%
Area BESS	5712	0,57	0,49%
Corridoi tra pannelli/aree libere/aree impluvi	663809,07	66,38	56,39%

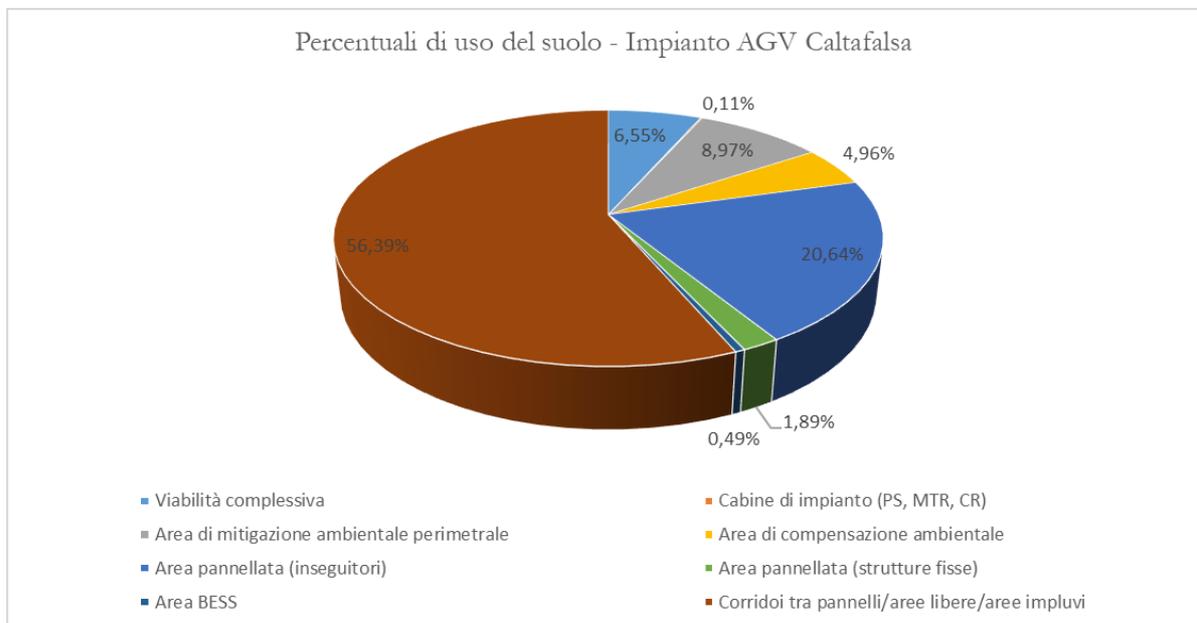


Figura 5 - Grafico che mostra l'incidenza percentuale della copertura di suolo sul totale disponibile

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 202002658, 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) 220/30 kV di progetto e il relativo collegamento alla SE Terna di futura realizzazione SE Monreale. 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**

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – XELI774PDRrsp110R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" RELAZIONE TECNICA BESS	16

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.

4.2. CONFIGURAZIONE IMPIANTO

L'impianto agrovoltaco oggetto del presente progetto è destinato a produrre energia elettrica e sarà peranto 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 ciascuna area verrà, quindi, vettoriata verso la relativa 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) 220/30 kV di progetto. 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	Potenza (kW)
AREA IMPIANTO EST	PS1	3.375,68
	PS2	3.260,6
	PS3	3.260,6
AREA IMPIANTO SUD	PS4	3.682,56
	PS5	3.682,56
	PS6	3.682,56
AREA IMPIANTO OVEST	PS7	4.315,5
	PS8	4.315,5
	PS9	5.658,1
	PS10	4.315,5
	PS11	4,315,5
	PS12	3.625,02
	PS13	3.509,94
	PS14	3.682,56
	PS15	3.836,00
Totale		58518,2 kW

Tabella 2 - Suddivisione in aree impianto agrovoltaco AGV Caltafalsa

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – XELI774PDRrsp110R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" RELAZIONE TECNICA BESS	17

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

L'impianto, come visibile in dettaglio in tabella 2, presenta una potenza di picco complessiva pari a **58.518,2 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 /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 85.428 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 uno/due per ciascuna Power Station. L'impianto nel suo complesso sarà quindi suddiviso in 15 aree (ciascuna elettricamente afferente ad una PS) di potenza variabile; le stringhe di ogni campo verranno attestate a gruppi di 15/16 presso degli appositi String Box (in numero complessivo di 197), 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.

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.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – XELI774PDRrsp110R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" RELAZIONE TECNICA BESS	18

STRUTTURE	AREA	N. stringbox per sezione inverter	N. stringhe per ciascun stringbox	Corrente stringbox	N. stringhe per Power Station	N. moduli per sezione inverter	Potenza ingresso sezione inverter [kW]	Potenza picco [kW]	Potenza nominale AC singolo inverter	CONFIGURAZIONE	Rapporto di utilizzo inverter (DC/AC Ratio)	
TRACKERS MONDASIAI	PS1	0	15	257,85	176	0	0	3375,68	3326	PowerStation FSK C Series da 3,825 MW	1,015	
		11	16	275,04		4928	3375,68					
	PS2	6	15	257,85	170	2520	1726,2	3200,6	3326	PowerStation FSK C Series da 3,825 MW	0,980	
		5	16	275,04		2240	1534,4					
	PS3	6	15	257,85	170	2520	1726,2	3200,6	3326	PowerStation FSK C Series da 3,825 MW	0,980	
		5	16	275,04		2240	1534,4					
	PS4	0	15	257,85	192	0	0	3682,56	3326	PowerStation FSK C Series da 3,825 MW	1,107	
		12	16	275,04		5376	3682,56					
	PS5	0	15	257,85	192	0	0	3682,56	3326	PowerStation FSK C Series da 3,825 MW	1,107	
		12	16	275,04		5376	3682,56					
	PS6	0	15	257,85	192	0	0	3682,56	3326	PowerStation FSK C Series da 3,825 MW	1,107	
		12	16	275,04		5376	3682,56					
	PS7	15	15	257,85	225	6300	4315,5	4315,5	3741	PowerStation FSK C Series da 3,825 MW	1,154	
		0	16	275,04		0	0					
	PS8	15	15	257,85	225	6300	4315,5	4315,5	3741	PowerStation FSK C Series da 3,825 MW	1,154	
		0	16	275,04		0	0					
FISSE	PS9	9	15	257,85	295	3780	2589,3	5658,1	3326	PowerStation FSK C Series da 7,650 MW	0,851	
		10	16	275,04		4480	3068,8					
TRACKERS MONDASIAI	PS10	15	15	257,85	225	6300	4315,5	4315,5	3741	PowerStation FSK C Series da 3,825 MW	1,154	
		0	16	275,04		0	0					
	PS11	15	15	257,85	225	6300	4315,5	4315,5	3741	PowerStation FSK C Series da 3,825 MW	1,154	
		0	16	275,04		0	0					
	PS12	3	15	257,85	189	1260	863,1	3625,02	3326	PowerStation FSK C Series da 3,825 MW	1,090	
		9	16	275,04		4032	2761,92					
	PS13	9	15	257,85	183	3780	2589,3	3509,94	3326	PowerStation FSK C Series da 3,825 MW	1,055	
		3	16	275,04		1344	920,64					
	PS14	0	15	257,85	192	0	0	3682,56	3326	PowerStation FSK C Series da 3,825 MW	1,107	
		12	16	275,04		5376	3682,56					
	PS15	8	15	257,85	200	3360	2301,6	3836	3741	PowerStation FSK C Series da 3,825 MW	1,025	
		5	16	275,04		2240	1534,4					
	TOTALI		197				85428		58518,18			

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.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – XELI774PDRrsp110R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" RELAZIONE TECNICA BESS	19

5. SISTEMA BESS DI STORAGING

5.1. OBIETTIVI DEL SISTEMA DI STORAGE

Gli obiettivi di progetto sono quelli di:

- ottimizzare l'utilizzo di energia prodotta dall'impianto fotovoltaico, tramite l'energy shifting, accumulando energia durante le ore del giorno in cui si presentano picchi di produzione dell'impianto fotovoltaico e fornendo energia alla rete nelle ore di maggiore necessità. I sistemi di accumulo dell'energia distribuita stanno diventando componenti essenziali per il funzionamento della rete elettrica, dove il continuo aumento di generazione distribuita da fonti di energia rinnovabile (FER) sta provocando un forte aumento di flussi di potenza non programmabili. In particolare, la crescita esponenziale di potenza fotovoltaica installata provoca una sovrapproduzione nelle ore centrali della giornata. L'utilizzo di tecnologie di accumulo per ottimizzare la produzione rinnovabile diventa quindi fondamentale poiché riduce i picchi di produzione nei momenti di over generation ed eroga potenza in rete nei momenti di maggiore carico
- predisporre l'impianto a futuri servizi di rete richiesti da Terna riguardanti i sistemi di accumulo in ottica di adattare la rete RTN a gestire i radicali cambiamenti del sistema elettrico nazionale, come ad esempio regolazione secondaria e bilanciamento. La Regolazione Secondaria ha la funzione di ristabilire i valori di frequenza nominale e potenza di scambio programmati; agisce su un margine di potenza dedicata, denominata riserva o banda secondaria, la cui entità è stabilita da TERNA in ottemperanza alle raccomandazioni definite dall'UCTE. Il bilanciamento prevede invece che il gestore della rete provveda a garantire un corretto rapporto fra energia prelevata e immessa in rete, garantendo che il flusso di energia rimanga conforme alle richieste oscillatorie dell'utenza.

L'impianto agrovoltaico di progetto sarà affiancato da un sistema di accumulo, posto in un'area adiacente all'impianto stesso (Fogli di mappa catastale del Comune di Monreale n°156, p.lle 204; 202 e 201) da 25,0 MW, per l'accumulo di parte dell'energia elettrica prodotta dal parco fotovoltaico. Il sistema Energy storage 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 storage è caratterizzato da una potenza nominale pari a circa 25,0 MW e da una capacità energetica nominale paria a circa 120,0 MWh, realizzato con sottosistemi, macchine ed apparati di potenza modulare per installazioni outdoor, utilizzando

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – XELI774PDRrsp110R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" RELAZIONE TECNICA BESS	20

container attrezzati per le varie necessità impiantistiche e idonei a garantire una facile rimovibilità.

Il sistema come evidenziato nello Schema elettrico unifilare sarà presumibilmente, a seconda della soluzione tecnica finale, costituito da:

- n°40 container (20 ft) di batterie lithium-ion aventi una capacità energetica utile pari rispettivamente a circa 3,0 MWh;
- n°3 unità di conversione PCS (POWER CONVERSION SYSTEM) Pwer Station FSK HV C Series 1.500 Vdc con sistema di conversione DC/AC da 7,86 MVA;
- n°1 unità di conversione PCS (POWER CONVERSION SYSTEM) Pwer Station FSK HV C Series 1.500 Vdc con sistema di conversione DC/AC da 3,93 MVA;
- Sistema interno BT di alimentazione dei servizi ausiliari e dei servizi generali di ciascuna unità accumulo;
- N°1 dorsale in MT a 30 kV, interrata per il collegamento delle 4 unità di conversioni al quadro MT presente in cabina MTR4 sita in adiacenza ai container di storage.



Figura 6- Inquadramento area BESS

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – XELI774PDRrsp110R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" RELAZIONE TECNICA BESS	21

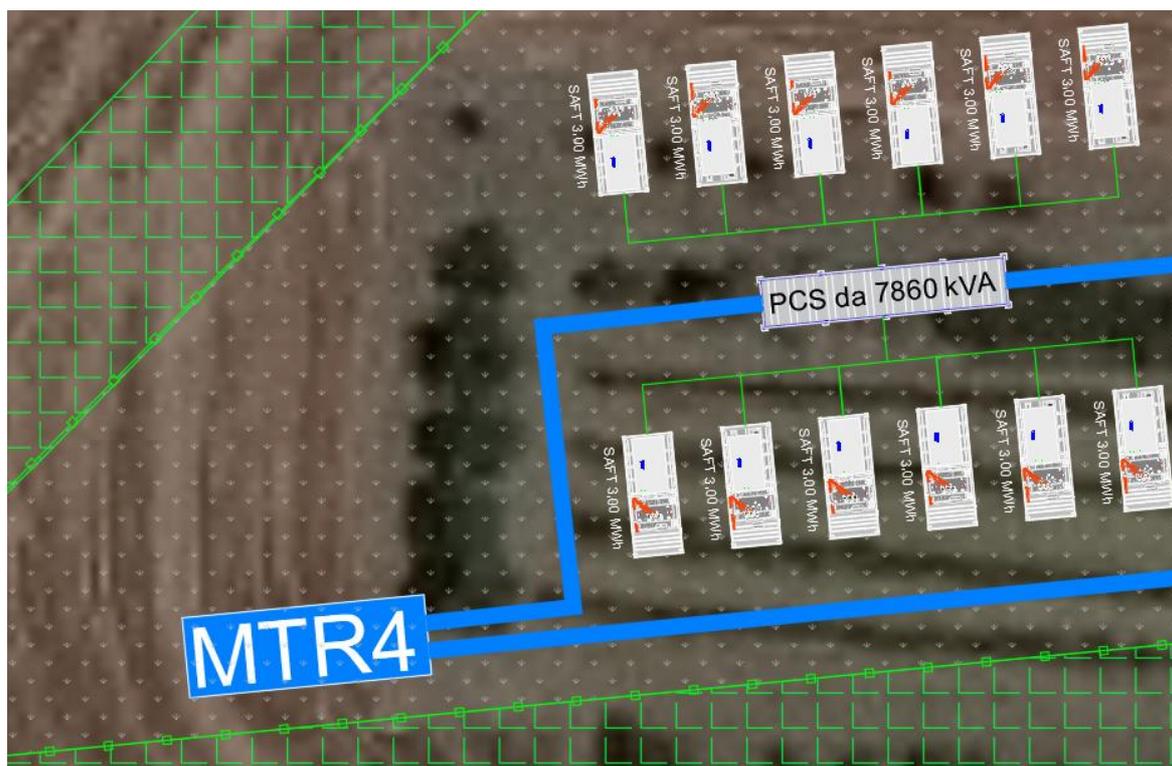


Figura 7- Connessione area Bess con MTR4 di progetto

Tale scelta impiantistica è giustificata dalla necessità di sfruttare al meglio la richiesta di energia in caso di mancata produzione. Con i sistemi di accumulo verrà immagazzinata l'energia nelle ore di minore richiesta, maggior produzione e di costo minore, per poi essere reimpressa in rete nei momenti nei momenti più propizi.

Tali sistemi sono anche utili a sopperire le variazioni istantanee di richiesta di energia da parte della rete. In caso di blackout generale, grazie ai sistemi di accumulo, non sarà necessario disporre di un generatore supplementare per la ripartenza di tutto il sistema.

Tutto il sistema di storing, costituito dai container di racks e dalle unità PCS, sarà appoggiato su di una platea di fondazione in CA appositamente dimensionata ai sensi della normativa tecnica vigente NTC2018. La superficie della piazzola sarà ricoperta da pavimentazione drenante idro DRAIN.

Il layout prevede la disposizione di n.40 battery container (6,1m x 2,4m e 2,9m di altezza), n. 4 Power Stations (dim. Planimetriche pari a circa 11,4 m x 2,6 m e altezza pari a 2,62 m), con al loro interno inverter e trasformatore, il tutto all'interno dell'area recintata e destinata al sistema di storage in oggetto, secondo la disposizione riportata nella specifica tavola grafica allegata.

Nei seguenti paragrafi vengono descritti gli elementi sopra indicati. La scelta definitiva del modello e del costruttore avverrà successivamente, al termine dell'iter autorizzativo, in esito ad una ricerca di mercato che sarà condotta tra i diversi principali produttori.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – XELI774PDRrsp110R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" RELAZIONE TECNICA BESS	22

5.2. BATTERY STORAGE ENERGY

Il sistema di Energy Storage è previsto tramite container da 3,0 MWh contenenti batterie litio-ionio. Si tratta di sistemi di accumulo idonei fino a progetti di GW di accumulo in grado di gestire applicazioni da 2 a 8 ore attraverso il parallelismo di più container. Il container è da 20 piedi e presenta sistema integrato di gestione termica, barriere di sicurezza e interfaccia di controllo con sala di gestione ad hoc facilmente accessibile.



Figura 8- Sistema SAFT di Energy Storage

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – XELI774PDRrsp110R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" RELAZIONE TECNICA BESS	23

Specifications

Electrical	2 hours ¹	4 hours ¹
Rated energy (C/5) ²	3.0 MWh	
Discharge duration	2 – 4 hours	4 - 8 hours
Voltage range	1060 V – 1500 V	
Maximum DC power charge/discharge	1.5 MW	0.75 MW
Rated current charge/discharge	1100 A	550 A
Maximum current charge/discharge	1370 A	690 A

Mechanical	
Dimensions (L, W, H)	6.1m, 2.4m, 2.9m / 20ft, 8ft, 9ft 6in
Weight	< 30.5 T
Container protection class	IP 54

Operating & storage conditions	
Ambient temperature	-20°C to +45°C (option +55°C)
Design lifetime	≤ 20 years
Altitude above sea level	≤ 2000 meters
Ambient relative humidity	Up to 100%
Painting	C5H
Ambient temperature during storage	-25°C to +55°C (under conditions)
Storage time	Up to 12 months (under conditions)

Standards	
Safety	IEC 62619, IEC 62477-1, UL 1973:2022, UL9540A
Marking	CE, UL
Directives	REACH
Manufacturing hubs	ISO 9001, QS 9000, ISO 14000
Cybersecurity	IEC 62443-4-2
Transport (fully populated)	UN3536

¹ Depending of protection scheme selected

² According to IEC 60620

Figura 9- Specifiche tecniche SAFT

Le batterie Litio-ione presentano una combinazione di alta densità di potenza ed alta densità di energia (volumetrica e ponderata). Queste caratteristiche sono dovute alle proprietà del Litio: risulta essere l'elemento più leggero della tavola periodica e possiede un raggio ionico molto piccolo, che facilita il fenomeno dell'intercalazione.

Durante la scarica di questa tipologia di celle gli ioni di Litio presenti nel reticolo cristallino del Carbonio (nell'elettrodo negativo) migrano attraverso l'elettrolita all'elettrodo positivo. Durante il processo di carica avviene l'opposto. Un vantaggio delle celle Litio-ione rispetto alle altre tecnologie è la maggiore tensione di cella: mentre le batterie NiMh o NiCd presentano

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – XELI774PDRrsp110R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" RELAZIONE TECNICA BESS	24

una tensione ai morsetti compresa tra i 1.2 V e 1.5 V, le celle Li-ion arrivano ad un potenziale nominale compreso tra 3.2 V e 3.8 V.

Una batteria Li-ion, inoltre, non soffre dell'effetto memoria: in altri sistemi si può osservare una diminuzione dell'energia qualora questi vengano ripetutamente ricaricati prima che la loro carica sia esaurita; l'assenza di questo fenomeno rende le celle Litio ione decisamente più accattivanti, in quanto non vi sono problemi dovuti a cariche/scariche parziali.

Il funzionamento delle batterie si basa sul fenomeno dell'ossido-riduzione (reazioni REDOX):

- ✓ L'ossidazione è la perdita di elettroni da parte di un atomo (o ione), che diventa quindi carico positivamente (catione);
- ✓ La riduzione è l'acquisizione di elettroni da parte di un atomo (o ione), che diventa dunque carico negativamente (anione).

L'elettrodo positivo e quello negativo assumono il ruolo di anodo o catodo in base all'operazione che la batteria sta svolgendo (carica o scarica).

Nella batteria viene definito "anodo" l'elettrodo che si ossida: questo significa che gli elettroni "escono" dall'anodo, e la corrente, per convenzione, ci entra; il catodo, invece, è l'elettrodo che si riduce, dal quale quindi la corrente esce.

Un elemento fondamentale delle batterie è l'elettrolita: una sostanza chimica che permette agli ioni di migrare da un elettrodo all'altro e ostacola gli elettroni che vengono quindi convogliati nel circuito esterno; l'elettrolita può essere solido, liquido o gel. Nelle celle Litio-ione l'elettrolita è un sale di Litio disciolto in un solvente organico, mentre nelle celle Litio-ioni-polimeri questo è un gel formato da una matrice polimerica impregnata di sali di Litio.

5.3. POWER CONVERSION SYSTEM E TRASFORMAZIONE MT/MT

La PCS di progetto (Power conversion system), sarà costituita dai sistemi FSK HV C Series di Ingeteam; si tratta di sistemi compatti e modularizzabili idonei ad essere configurati per soddisfare le esigenze del committente. Ciascuna PS può contenere un inverter o un doppio inverter; tutta la componentistica è idonea alla installazione all'esterno e pertanto non c'è la necessità di predisporre ulteriori sistemi aggiuntivi. Questa soluzione MV integra apparecchiature di conversione di potenza fino a 7,86 MVA o nel caso della PCS più piccola 3,93 MW (singolo o doppio inverter C series C840) con un trasformatore sigillato ermeticamente a liquido e predisposizione per apparecchiature a bassa tensione. Lo skid MV viene fornito preassemblato per facilitarne la installazione.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – XELI774PDRrsp110R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" RELAZIONE TECNICA BESS	25

	3930 FSK HV C Series	7860 FSK HV C Series
General information		
Number of inverters	1	2
Discharge power @1,500 Vdc (30 °C / 50 °C) ¹⁾	3,928 kVA / 3,171 kVA	7,856 kVA / 6,342 kVA
Discharge current @1,500 Vdc (30 °C / 50 °C)	2,700 A / 2,180 A	
Charge power @1,500 Vdc (30 °C / 50 °C) ²⁾	3,730 kVA / 3,013 kVA	7,460 kVA / 6,026 kVA
Charge current @1,500 Vdc (30 °C / 50 °C)	2,564 A / 2,071 A	
Operating temperature range	from -20 °C to +60 °C	
Relative humidity (non condensing)	0 - 100%	
Maximum altitude	3,000 masl (power derating starting at 1,000 masl)	
Step-up Transformer		
Medium voltage	From 20 kV up to 38 kV, 50-60 Hz	
Cooling system	ONAN	
Minimum PEI (Peak Efficiency Index) ³⁾	99.40%	
Protection degree	IP54	
MV Switchgear (RMU)		
Medium voltage	24 kV / 36 kV / 40.5 kV	
Rated current	630 A	
Cooling system	Natural air ventilation	
Protection degree	IP54 (IP55 optional)	
Equipment		
Auxiliary services panel	Standard version (optional monitoring system)	
Step-up transformer	Oil-immersed hermetically sealed transformer	
MV Switchgear	1L1C cells (2L1C optional)	
Mechanical information		
Structure type	Hot dip galvanized steel skid	
Dimensions Full Skid (W x D x H)	9,500 x 2,600 x 2,620 mm	11,390 x 2,600 x 2,620 mm
Weight	16 T	25 T
Standards	IEC 62271-212, IEC 62271-200, IEC 60076, IEC 61439-1	

Figura 10- Datasheet PCS di progetto

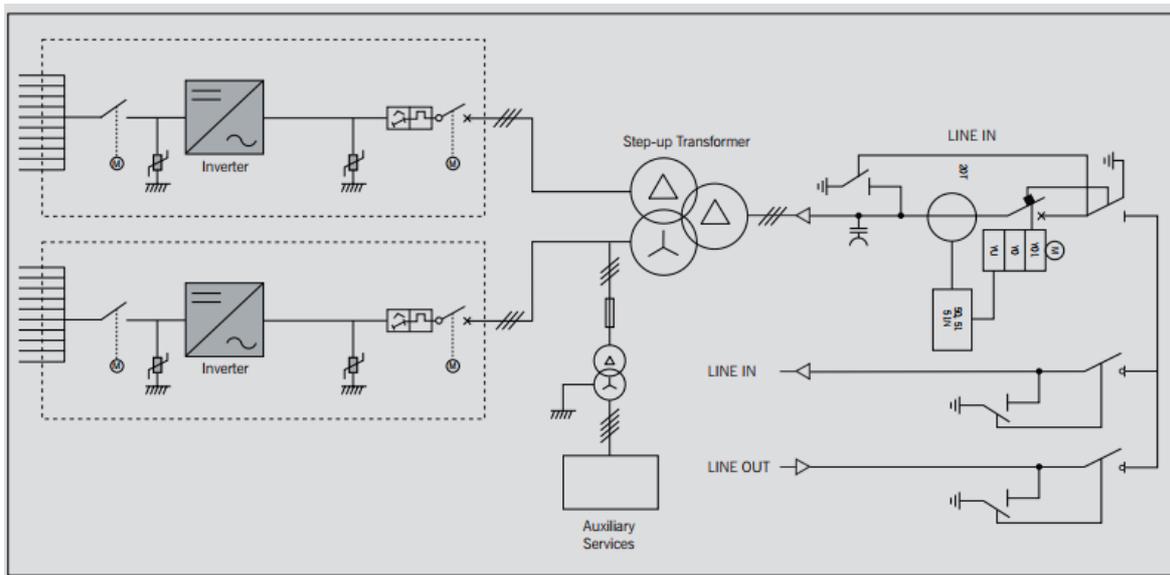


Figura 11- Configurazione TIPO con doppio inverter C series Ingeteam

COMMITTENTE

X-ELIO+

PROGETTISTA

HE Hydro Engineering

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – XELI774PDRrsp110R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" RELAZIONE TECNICA BESS	26

5.4. DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA BESS

Si prevede l'installazione un sistema di accumulo di energia con batterie al litio composto da N° 40 container batterie (ciascuno equipaggiato con rack aventi capacità energetica pari a 3,00 MWh) con relativi sistemi skid con PCS MV AC ed impianti tecnologici. Si prevede che il sistema BESS venga suddiviso in 4 moduli di cui le prime 3 PCS collegate a 12 container ciascuno (12x3,00 MWh=36 MWh) e l'ultima PCS di potenza inferiore, collegata a 4 container (4x3,00 MWh=12MWh).

Per quanto al dimensionamento della capacità energetica del sistema batterie è stato seguito il seguente criterio:

- ✓ ci si è posti l'obiettivo di potere garantire la possibilità di immettere in RTN una Potenza Massima Erogabile al netto della semibanda di regolazione primaria (dato pari a 25,00 MW) per almeno 4 ore consecutive all'inizio della vita utile (BoL) delle batterie;
- ✓ ne consegue un "requisito energetico" trasposto al nodo RTN ed in fase di scarica del sistema BESS pari a: $25,0 \text{ MW} \times 4 \text{ h} = 100,00 \text{ MWh}$;
- ✓ considerando il rendimento di scarica (η_s) è stato quindi valutato il "requisito energetico" lato batteria pari quindi a: $100,00 / 87,3\% = 114,5 \text{ MWh}$;
- ✓ a questo punto è stata considerato il range di utilizzo della capacità di carica della batteria che, per tipologie di batterie tali da garantire un rapporto Energia/Potenza pari a circa 4 ore ($C_{rate} = 0,25$), varia da un SOC minimo del 3% ad un SOC massimo del 98%, ergo un campo di utilizzo del 95%;
- ✓ la capacità energetica "commerciale" per ottenere il requisito prefissato deve essere pari ad almeno: $114,5 \text{ MWh} / 95\% = 120,5 \text{ MWh}$ (100% SOC BoL);
- ✓ sulla base dei prodotti commercialmente disponibili è stato scelto di prevedere l'installazione di un sistema batterie di capacità 120,00 MWh (100% SOC BoL).

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – XELI774PDRrsp110R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" RELAZIONE TECNICA BESS	27

Power converter stands both, grid-following and grid forming operating modes:

Real power related functionalities

- Renewable resources integration:
 - Ramp limits.
 - Power smoothing / firming / curtailment.
 - Time shifting.
 - Micro grids.
- Grid support / Ancillary services:
 - Frequency regulation.
 - Synthetic inertia.
 - Black start.
 - Frequency control / protection.
 - Virtual "Synchronous Machine".

Investment deferral:

- Peak shaving.
 - Load shifting / Load following.
 - Real power response improvement of conventional power plants.
- Power efficiency:**
- Time shifting.
 - Price arbitrage.
 - Real power response improvement of conventional power plants.
 - Peak shaving.

Safety and quality:

- "Un-interruptible" Power.
- Grid code compliance.
- Transmission congestion relief / Power quality - reliability.

Reactive power related functionalities

- Voltage control (Q/V).
- Voltage control / protection.
- Fixed power factor (QPF).
- Fixed reactive power output (Qref).
- Limitation of response of Reactive Power.

Standard 5 year warranty, extendable for up to 25 years.

PROTECTIONS

- Short-circuits and overloads at the output.
- Anti-islanding with automatic disconnection.
- Insulation failure DC.
- Up to 24 pairs of fuse-holders.
- Lightning induced DC and AC surge arresters, type II.
- Motorized DC switch.
- Motorized AC circuit breaker.
- Hardware protection via firmware.
- Additional protection for the power stack, liquid cooled, IP65 rated and air cooled by a closed loop.

OPTIONAL ACCESSORIES

- Heating kit, for operating at an ambient temperature of down to -30 °C.
- DC surge arresters type I+II.
- AC surge arresters type I+II.
- DC fuses.
- Monitoring of the DC currents.
- Grounding kit.

LIQUID COOLING SYSTEM

- LCS to refrigerate the IGBTs.
- More optimized component usage: greater thermal stability.
- Less moving components: lower power consumption and less maintenance works.
- No risk of particle entrance.
- Anti-corrosion protection with stainless steel components
- LCS is used in many industries. Thus, it is very reliable, as its components are subject to many validation tests.
- Fast connectors with anti-dripping system
- Biodegradable glycol water mixture.
- No need of emptying the LCS in order to replace the phases, nor the sensors.

Figura 12- Scheda tecnica Storage inverter



CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – XELI774PDRrsp110R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" RELAZIONE TECNICA BESS	28

Figura 13- Inverter C series Ingeteam

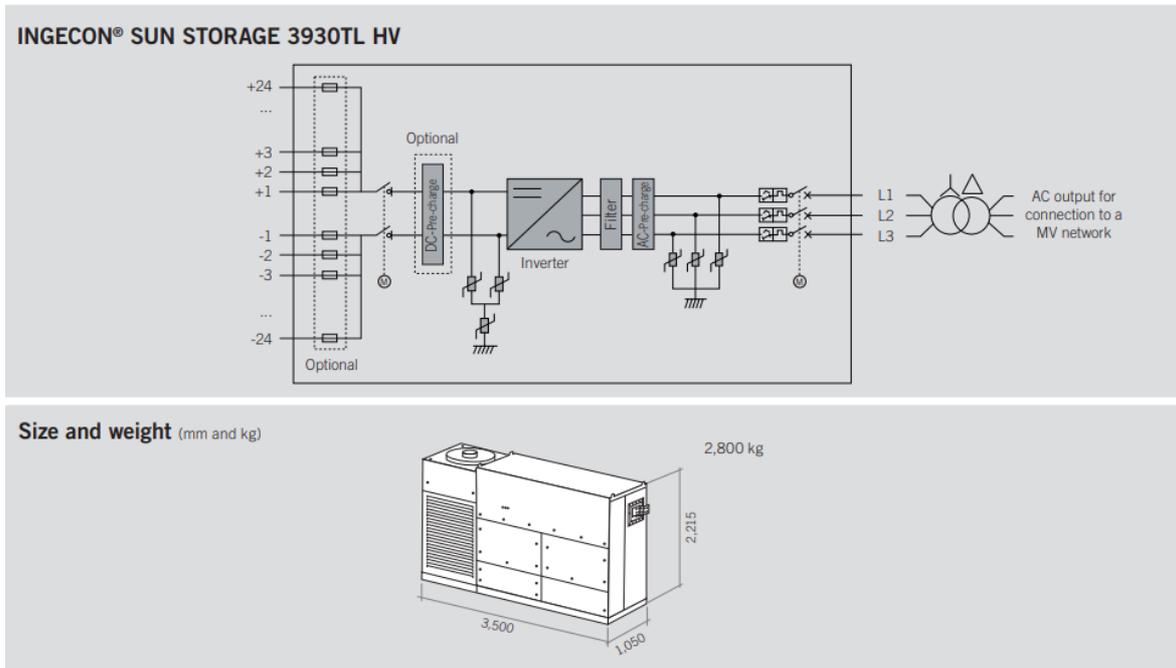


Figura 14- Configurazione inverter C series Ingeteam

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – XELI774PDRrsp110R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" RELAZIONE TECNICA BESS	29

6. OPERE DI CONNESSIONE BESS – SSE UTENTE

Nel presente capitolo si riportano i calcoli effettuati sull'impianto agrovoltaco in progetto per quanto concerne la connessione tra il sistema BESS di progetto e la SSE utente (sottostazione elettrica di utenza).

6.1. 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".

6.2. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO

Il dimensionamento dei cavi è stato fatto tenendo conto delle seguenti disposizioni, 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.

6.3. 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 transiente e di quella reattiva, attraverso la formula:

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

- P:potenza transiente;
- 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

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – XELI774PDRrsp110R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" RELAZIONE TECNICA BESS	30

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.

6.4. 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;

I_0 = 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.

6.4.1. 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 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.

Di seguito le caratteristiche tecniche del cavo:

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

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – XELI774PDRrsp110R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" RELAZIONE TECNICA BESS	31

calcolo migliorativi rispetto al caso in esame.

6.4.2. 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**.

6.4.3. 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 interrato.

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

6.4.4. 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.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – XELI774PDRrsp110R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CALTAFALSA" RELAZIONE TECNICA BESS	32

	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 **$K3=0,97$** .

6.4.5. 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 $1,5 \text{ K}^*\text{m}/\text{W}$.

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

6.4.6. 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.

LINEA	TRATTE	PARTENZA	ARRIVO	Sezione cavo [mm ²]	Lunghezza cavo [m]	Potenza attiva [MW]
LINEA BESS -MTR 4-SSE	BESS - MTR 4-SSE	BESS	SSE	3x1x500	550	15,00
LINEA BESS -MTR 4-SSE	BESS - MTR 4-SSE	BESS	SSE	3x1x500	550	10,00
POTENZA COMPLESSIVA						25,000

Tabella 5 – Dimensionamento cavo connessione BESS – SSE utente