

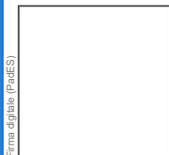
REGIONE SARDEGNA  
Città Metropolitana di Cagliari  
Comune di Uta

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "UTA"

PROGETTO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DI POTENZA PARI A 98,5 MW<sub>p</sub> INTEGRATO DA UN SISTEMA DI ACCUMULO (75 MW COMPLESSIVI IN IMMISSIONE) DENOMINATO "FV UTA" E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE DA REALIZZARE NEL COMUNE DI UTA(CITTA' METROPOLITANA DI CAGLIARI)



COMMITTENTE:



**CVA.**

CVA EOS s.r.l.  
Via Stazione, 31  
11024 Châtillon (AO)

PROGETTISTA:



Ing. Giuseppe Pipitone  
Via Libero Grassi, 8  
91011 Alcamo (TP)

OGGETTO DELL'ELABORATO

(R) - Elaborati tecnico-descrittivi

2 - Parco fotovoltaico

4 - Opere BESS

1 - Relazione tecnica BESS

REV.	DATA	DESCRIZIONE REV.	REDATTO	VERIFICATO	
0	12/2023	PRIMA EMISSIONE	GP	GP	
CODICE ELABORATO			SCALA	FOGLIO	FORMATO
PD-R.2.4.1-RENO808PDRrsp095R0			/	1 di 31	A4

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – RENO808PDRrsp095R0	RELAZIONE TECNICA BESS	2

#### Storia delle revisioni del documento

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	12-2023	Prima emissione	GP	GP	GP

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – RENO808PDRrsp095R0	RELAZIONE TECNICA BESS	3

## INDICE

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>4</b>
<b>2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO BESS .....</b>	<b>5</b>
<b>3. IL SITO .....</b>	<b>9</b>
3.1. RIFERIMENTI CARTOGRAFICI.....	9
<b>4. SCHEMA GENERALE DELL'IMPIANTO.....</b>	<b>13</b>
4.1. DATI GENERALI IMPIANTO.....	13
4.2. CONFIGURAZIONE IMPIANTO.....	15
<b>5. SISTEMA BESS DI STORAGING .....</b>	<b>19</b>
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 .....	25
<b>6. OPERE DI CONNESSIONE BESS – MTR5.....</b>	<b>27</b>
6.1. NORMATIVE E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO.....	27
6.2. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO.....	27
6.3. CALCOLO DELLE CADUTE DI TENSIONE.....	27
6.4. CALCOLO DELLE PORTATE.....	28
6.4.1. <i>Dati tecnici del cavo utilizzato</i> .....	28
6.4.2. <i>Temperatura del terreno</i> .....	29
6.4.3. <i>Numero di terne per scavo</i> .....	29
6.4.4. <i>Profondità di posa</i> .....	30
6.4.5. <i>Resistività termica del terreno</i> .....	30
6.4.6. <i>Tabulati di calcolo</i> .....	30
<b>7. ALLEGATO 1 – DATASHEET PCS .....</b>	<b>31</b>

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – RENO808PDRrsp095R0	RELAZIONE TECNICA BESS	4

## 1. PREMESSA

In linea con gli indirizzi di politica energetica nazionale ed internazionale relativi alla promozione dell'utilizzo delle fonti rinnovabili e alla riduzione delle emissioni di gas climalteranti, CVA EOS s.r.l. ha avviato un progetto per la realizzazione di un impianto denominato "FV UTA" di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile del tipo fotovoltaico. Sia l'impianto che le opere di connessione alla rete ricadono nel territorio del Comune di Uta, Città Metropolitana di Cagliari.

Il progetto consiste nella realizzazione di un impianto fotovoltaico a terra su strutture ad inseguimento monoassiale, composto da n°23 campi di potenza variabile da 3,75 MWp a 4,635 MWp; si tratta di un impianto di complessivi 98,55 MWp (potenza in immissione pari a 75,00 MW) collegati fra loro attraverso una rete di distribuzione interna a 36 kV. Presso l'impianto verranno realizzate le cabine di campo (Power Station), la Control Room e le Cabine principali di impianto (Main Technical Room) MTR in numero pari a 5.

Le linee di collegamento 36 kV in uscita dall'ultima MTR, previo raggruppamento in apposito quadro AT sito all'interno di un edificio produttore adiacente alla SE TERNA, saranno collegate in antenna fino alla sezione a 36 kV della futura Stazione Elettrica (SE) della RTN 380/150/36 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN a 380 kV "UTA - Villasor".

Nella porzione Nord di impianto è prevista la realizzazione di un'area ESS (Energy Storage System) per l'accumulo di un'aliquota di potenza prodotta per un massimo di 57,6 MWh/ 45,6 MWp (come previsto da preventivo di Connessione rilasciato dal distributore, TERNA, con codice pratica 202200630).

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

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – RENO808PDRrsp095R0	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 – RENO808PDRrsp095R0	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;
- **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

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – RENO808PDRrsp095R0	RELAZIONE TECNICA BESS	7

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 " = 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.
- **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.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – RENO808PDRrsp095R0	RELAZIONE TECNICA BESS	8

- **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 – RENO808PDRrsp095R0	RELAZIONE TECNICA BESS	9

### 3. IL SITO

#### 3.1. RIFERIMENTI CARTOGRAFICI

L'impianto fotovoltaico in oggetto è ubicato nel territorio del Comune di Uta (Città Metropolitana di Cagliari) e si sviluppa su un'area di circa 125 ha.

Le realizzande opere di connessione alla rete elettrica del distributore ricadono in buona parte nello stesso Comune di Uta ed in minima parte nel territorio del Comune di Assemini.

Dal punto di vista cartografico, le opere in progetto sono individuate all'interno delle seguenti cartografie e Fogli di Mappa:

##### 1) Impianto Fotovoltaico "FV UTA":

- Fogli I.G.M. in scala 1:25.000, di cui alle seguenti codifiche 233 I-NE, 233 I-SE, 234 IV-NO e 234 IV-SO;
- Carta Tecnica Regionale CTR, scala 1: 10.000, fogli n°556120 e n°556160;
- Foglio di mappa catastale n°49 del Comune di Uta, p.lla n°188;
- Foglio di mappa catastale n°50 del Comune di Uta, p.lle n°360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369;

##### 2) Elettrodotto di collegamento 36 kV tra area di impianto e SE 150/36 kV:

- Foglio I.G.M. in scala 1:25.000, di cui alla seguente codifica: 556\_II\_SE-Assemini;
- Carta Tecnica Regionale (CTR), scala 1: 10.000, fogli n°556120, 556190, 557090, 557130;
- Foglio di mappa catastale n°49 del Comune di Uta, p.lle n°135, 137 e 188;
- Foglio di mappa catastale n°44 del Comune di Uta, p.lle n°659, 661 e 663;
- Foglio di mappa catastale n°50 del Comune di Uta, p.lle n°122, 223, 124, 450, 126, 444 e 469;
- Foglio di mappa catastale n°51 del Comune di Uta, p.lle n°835, 831, 907 e 141;
- Foglio di mappa catastale n°55 del Comune di Assemini, p.lle n°505, 199, 506, 317, 227, 226, 29 e 31;
- Foglio di mappa catastale n°54 del Comune di Assemini, p.lle n°1564, 1559, 1561, 1400, 528, 220, 1203, 1505, 1503, 323, 313, 312, 158, 54, 79, 154, 388, 1448, 182, 174, 173, 172, 171, 112 e 1287;
- Foglio di mappa catastale n°37 del Comune di Uta, p.lle n°225, 88, 388, 389, 265, 87, 86, 85, 198, 84, 931, 502, 464, 514, XX494, 430;
- Foglio di mappa catastale del Comune di Uta n°36, p.lle n° 134, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 137, 138, 139, 140, 692 (A-B-D), 691.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – RENO808PDRrsp095R0	RELAZIONE TECNICA BESS	10

Il cavidotto transiterà per quasi la totalità della sua estensione sulla SP1 e sulla Strada Consortile Macchiareddu che tuttavia ad oggi, non risultano catastalmente censite. Per l'ultimo tratto l'elettrodotto sarà interrato su viabilità comunale (Strada Comunale Bingias) per poi giungere all'edificio produttore e alla SE Terna.

### 3) Edificio Produttore (36 kV)

- Foglio I.G.M. in scala 1:25.000, di cui alla seguente codifica: 234 IV-NO;
- Carta Tecnica Regionale, scala 1: 10.000, foglio n°556120;
- Foglio di mappa catastale del Comune di Uta n°36, p.lle 134 e 135.

### 4) Stazione Terna SE

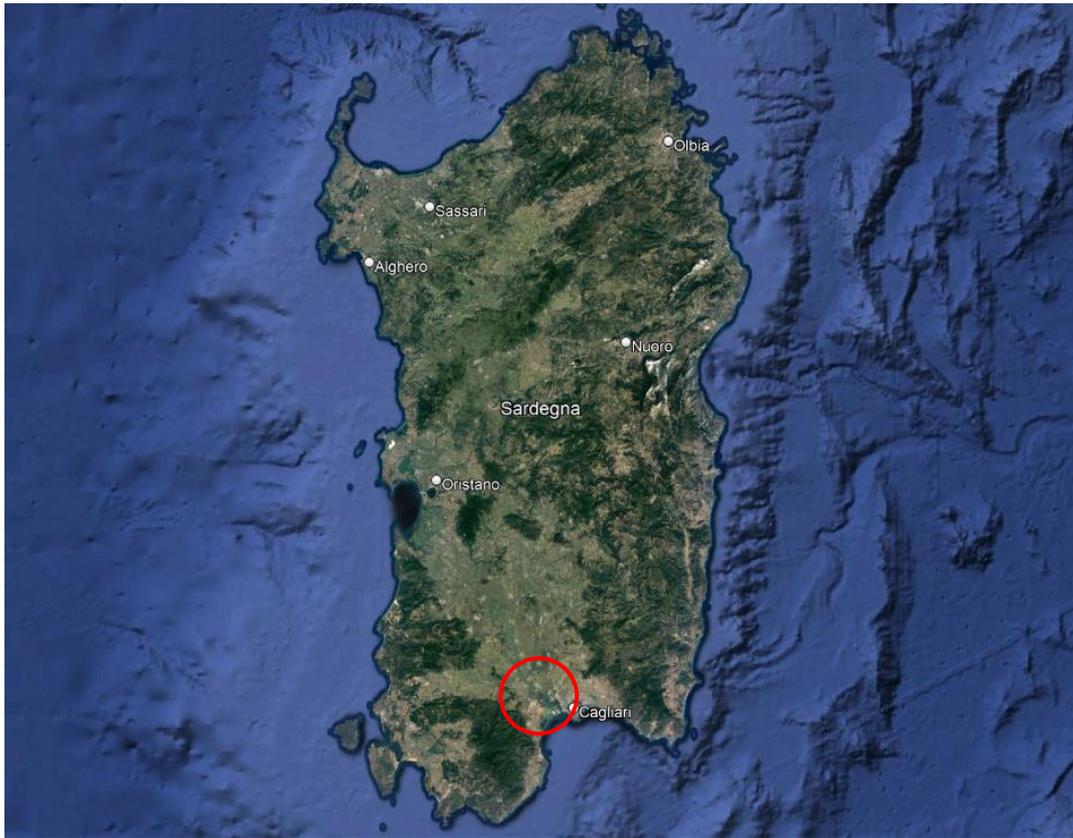
- Foglio I.G.M. in scala 1:25.000, di cui alla seguente codifica: 234 IV-NO;
- Carta Tecnica Regionale, scala 1: 10.000, foglio n°556120;
- Foglio di mappa catastale del Comune di Uta n°36, p.lle n° 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 137, 138, 139, 140, 692 (A-B-C-D), 691, 317, 316, 315, 314, 111, 54, 682, 187, 59, 436, 60, 62, 64, 66, 69, 77, 434, 712, 711, 517, 693, 79, 477, 80, 81, 114, 115, 116, 471, 117, 119, 145, 345, 146, 147 (A), 235, 478.

Di seguito le coordinate assolute del sito nel sistema UTM 33 WGS84:

COORDINATE ASSOLUTE NEL SISTEMA UTM 33 WGS84			
DESCRIZIONE	E [m]	N [m]	H
Parco Fotovoltaico "FV UTA"	496363	4339907	H <sub>variabile</sub> = 41/34 m s.l.m.
Area SE Terna	497590	4345624	H <sub>media</sub> = 10 m s.l.m.
Area Edificio Produttore	497483	4345489	H <sub>media</sub> = 9 m s.l.m.

Tabella 1 - Coordinate assolute del parco FV UTA e del punto di consegna alla RTN

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – RENO808PDRrsp095R0	RELAZIONE TECNICA BESS	11

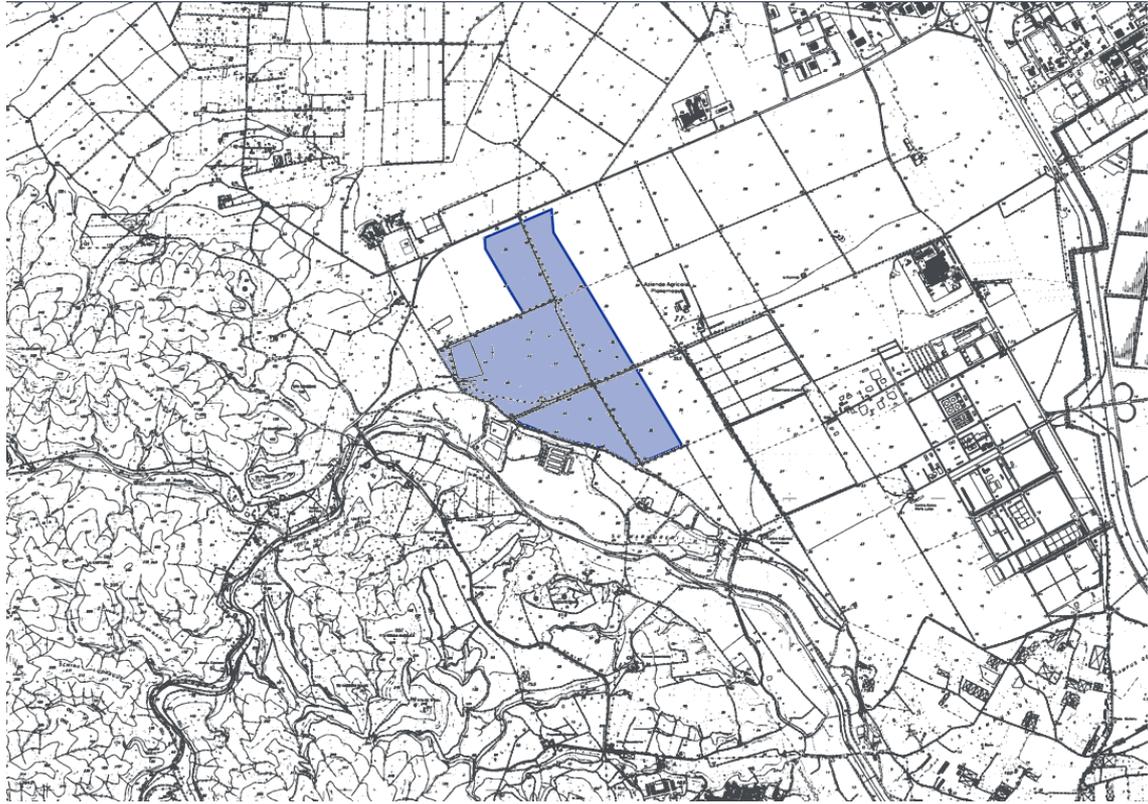


*Figura 1 - Ubicazione area di impianto da satellite*

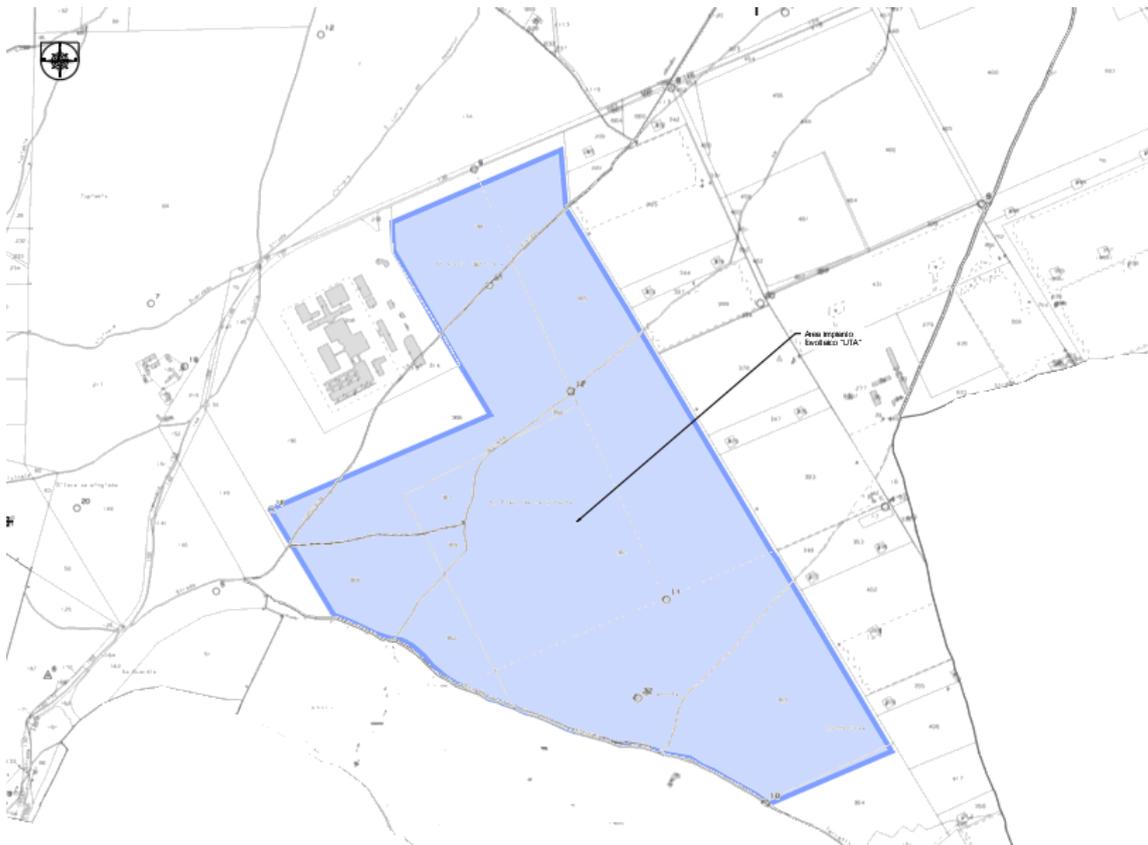


*Figura 2 - Inquadramento Impianto "FV UTA" su ortofoto*

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – RENO808PDRrsp095R0	RELAZIONE TECNICA BESS	12



*Figura 2 - Inquadramento Impianto "FV UTA" su C.T.R.*



*Figura 4 - Inquadramento Impianto "FV UTA" su catastale*

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – RENO808PDRrsp095R0	RELAZIONE TECNICA BESS	13

## 4. SCHEMA GENERALE DELL'IMPIANTO

### 4.1. DATI GENERALI IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico, nel suo complesso sarà costituito dalle seguenti componenti:

- ✓ moduli fotovoltaici in numero di 157.680 raggruppati in stringhe da 24 moduli: saranno installati su apposite strutture metalliche ad inseguimento monoassiale fissate al terreno attraverso profili metallici infissi o trivellati;
- ✓ n°426 String box che ricevono i cavi BT provenienti dalle stringhe di impianto e hanno lo scopo di parallelare i cavi verso gli inverter centralizzati ubicati all'interno delle power station;
- ✓ n°23 Inverter centralizzati (un inverter per ogni Power Station), 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°23 Power Station (PS) o cabine di campo che avranno la funzione di elevare la tensione da bassa a 36 kV. Si tratta delle PS SMA del tipo MVPS4000-S2 e MVPS4400-S2; esse saranno collegate tra loro ove possibile in entra-esce o direttamente alle cabine principali di impianto. Ogni PS raccoglie l'energia prodotta da ciascun campo di cui si compone l'impianto, con potenze variabili da 3,75 MWp a 4,635 MWp;
- ✓ una linea interrata BT di collegamento fra string box e Inverter centralizzati;
- ✓ una linea interrata interna a 36 kV - di collegamento fra le Power Station dell'impianto fotovoltaico "UTA" e le MTR di impianto;
- ✓ n°4 Cabine Elettriche MTR (Main Technical Room) per la connessione e la distribuzione; in esse sono contenuti i quadri a 36 kV all'interno dei quali verranno convogliate le linee 36 kV relative ai sottocampi (da A a P) di cui si compone l'impianto;
- ✓ n°1 MTR in uscita dall'impianto in cui verranno convogliate le linee a 36 kV provenienti dalle prime 4 MTR, avverrà il parallelo, lo scambio entra-esce con il BESS e la partenza verso l'edificio produttore prima e la SE TERNA poi;
- ✓ n°1 Control Room destinata ad ospitare uffici e relativi servizi: monitoraggio della strumentazione di sicurezza e locale deposito;
- ✓ un'area adibita allo Storage - BESS - composta da container prefabbricati che ospitano i rack di batterie, Power Conversion System (PCS) e una linea di connessione 36 kV all'edificio produttore della SE utente.
- ✓ un edificio produttore a 36 kV sito in adiacenza alla SE TERNA all'interno del quale avverrà la misura e il parallelo delle linee prima dell'ingresso nei quadri della Stazione del Distributore;

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – RENO808PDRrsp095R0	RELAZIONE TECNICA BESS	14

- ✓ un collegamento elettrico dell'impianto fotovoltaico alla rete di trasmissione di alta tensione che avverrà in antenna a 36 kV sulla sezione a 36 kV della futura Stazione Elettrica (SE) della RTN 380/150/36 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN a 380 kV "Rumianca - Villasor", previo:
  - ✓ riclassamento a 380 kV della linea RTN 220 kV “Rumianca – Villasor”;
  - ✓ ampliamento della sezione 380 kV della esistente SE RTN 380/220/150 kV di Rumianca;
  - ✓ realizzazione della sezione 380 kV della SE RTN 220/150 kV di Villasor, da raccordare alla linea RTN 380 kV “Ittiri – Selargius”.

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.

Da quanto progettato discendono i seguenti dati:

Elementi fisici impianto	Superficie impegnata [m <sup>2</sup> ]	Superficie impegnata [ha]	Incidenza percentuale
Proprietà	1251833,1	125,18	100,00%
Superficie viabilità	68851,6	6,89	5,50%
Area cabine totale	850,3	0,09	0,09%
Area a verde di mitigazione perimetrale	49096,8	4,91	3,92%
Area a verde di mitigazione interna esistente	19891,3	1,99	1,59%
Area Pannellata (inseguitori)	453609,5	45,36	36,24%
Area BESS	4645,0	0,46	0,37%
Corridoi tra pannelli	654888,6	65,49	52,31%

Il grafico che segue indica l'incidenza percentuale di ciascuna delle superfici su riportate sul totale di 125,2 ha.

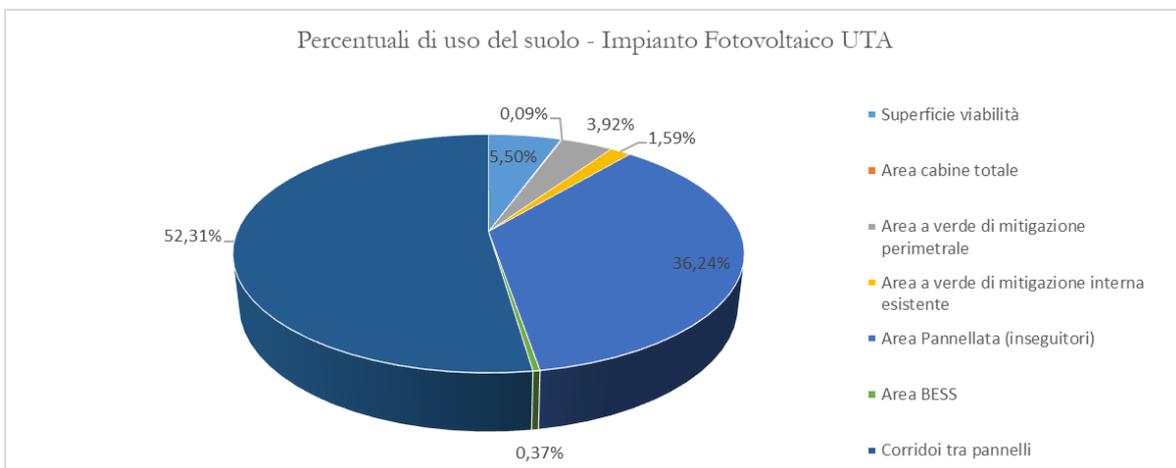


Figura 3 - Grafico che mostra l'incidenza percentuale della copertura di suolo sul totale disponibile

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – RENO808PDRrsp095R0	RELAZIONE TECNICA BESS	15

Come anticipato in premessa, ai fini della connessione alla rete di distribuzione dell'impianto fotovoltaico in progetto, la società promotrice ha richiesto e ottenuto dal distributore apposito preventivo di connessione identificato con codice pratica 202200630, condizionato all'autorizzazione, contestualmente alle opere di cui al presente progetto, delle opere necessarie per la connessione alla rete sopra. La connessione avverrà attraverso collegamento in antenna a 36 kV sulla sezione a 36 kV della futura Stazione Elettrica (SE) della RTN 380/150/36 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN a 380 kV "Rumianca - Villasor". 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**.

Tali opere connesse, come indicato ai sensi dall'art. 1 octies della L. n°129/2010, 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 tecnici di maggior dettaglio si rimanda a tutti i relativi elaborati specialistici.

## 4.2. CONFIGURAZIONE IMPIANTO

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, dove avverrà la trasformazione BT/36kV. La linea in uscita dai trasformatori BT/36kV di ciascun campo verrà quindi vettoriata verso le cabine MTR (da 1 a 4 a seconda dell'area di impianto), dove avverranno le misure e la partenza verso la MTR 5; all'interno di questa avverranno le misure, lo scambio con il sistema di storage (ESS) ad essa adiacente e la partenza verso l'edificio produttore e la SE Terna; il punto di consegna come sopra riportato sarà in antenna a 36 kV sulla sezione a 36 kV della futura Stazione Elettrica (SE) della RTN 380/150/36 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN a 380 kV "Rumianca - Villasor". L'impianto FV come sopra sintetizzato, è suddiviso elettricamente in 23 aree cui competono le 23 PS presenti nel layout:

Sottocampo	Potenza (kW)
PS1	4635,00
PS2	4080,00
PS3	4305,00
PS4	4320,00

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – RENO808PDRrsp095R0	RELAZIONE TECNICA BESS	16

PS5	4080,00
PS6	4575,00
PS7	4515,00
PS8	4470,00
PS9	4305,00
PS10	4395,00
PS11	4410,00
PS12	4590,00
PS13	3840,00
PS14	3750,00
PS15	4485,00
PS16	394,00
PS17	4455,00
PS18	4440,00
PS19	4365,00
PS20	4380,00
PS21	3975,00
PS22	4365,00
PS23	3870,00
<b>Totale</b>	<b>98.550,00 kW</b>

*Tabella 2 - Suddivisione in aree impianto fotovoltaico UTA*

I moduli verranno installati su apposite strutture in acciaio zincato, del tipo ad inseguimento monoassiale, gravanti su pali infissi/trivellati nel terreno a profondità variabile.

La scelta dei materiali utilizzati per le strutture conferisce alla struttura di sostegno robustezza e una vita utile di gran lunga superiore ai 20 anni, tempo di vita minimo stimato per l'impianto di produzione. Il generatore fotovoltaico, presenta una potenza di picco complessiva pari a **98.550,00 kW<sub>p</sub>**, 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/m<sup>2</sup>, con distribuzione dello spettro solare di riferimento (Massa d'aria AM 1,5) e temperatura delle celle di 25°C, secondo norme CEI EN 904/1-2-3.

L'impianto Fotovoltaico in oggetto è composto complessivamente da 157.680 moduli

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – RENO808PDRrsp095R0	RELAZIONE TECNICA BESS	17

fotovoltaici del tipo N-type in silicio monocristallino, collegati in serie da 24 moduli tra loro così da formare gruppi di moduli denominati stringhe le cui correnti vengono raccolte da string box (in numero complessivo pari a 426) collegati ad inverter centralizzati presso le Power Station di impianto.

Le stringhe di ogni sottocampo verranno attestate a gruppi che variano da 15 a 16 presso gli String Box, dove avviene il parallelo delle stringhe e il monitoraggio dei dati elettrici.

La tabella che segue mostra la suddivisione dell'impianto di generazione in PS, 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 – RENO808PDRsp095R0	RELAZIONE TECNICA BESS	18

STRUTTURE	AREA	N. stringbox per sezione inverter	N. stringhe per ciascun stringbox	Corrente stringbox	N. stringhe per sezione inverter	N. stringhe per Power Station	N. moduli per sezione inverter	Potenza ingresso sezione inverter [kW]	Potenza piccolo [kW]	Potenza nominale AC singolo inverter	Potenza nominale AC banco inverter	CONFIGURAZIONE	Rapporto di utilizzo inverter (DC/AC Ratio)
FRANCA MONTASSINI	PS1	11	15	203,4	165	309	3960	2475	4635	4400	4400	Power Station SMA MVPS da 4,40 MW	1,053
		9	16	216,96	144		3456	2160					
	PS2	16	15	203,4	240	272	5760	3600	4080	4000	4000	Power Station SMA MVPS da 4,00 Mw	1,020
		2	16	216,96	32		768	480					
	PS3	17	15	203,4	255	287	6120	3825	4305	4400	4400	Power Station SMA MVPS da 4,40 MW	0,978
		2	16	216,96	32		768	480					
	PS4	0	15	203,4	0	288	0	0	4320	4400	4400	Power Station SMA MVPS da 4,40 MW	0,982
		18	16	216,96	288		6912	4320					
	PS5	16	15	203,4	240	272	5760	3600	4080	4000	4000	Power Station SMA MVPS da 4,00 Mw	1,020
		2	16	216,96	32		768	480					
	PS6	15	15	203,4	225	305	5400	3375	4575	4400	4400	Power Station SMA MVPS da 4,40 MW	1,040
		5	16	216,96	80		1920	1200					
	PS7	3	15	203,4	45	301	1080	675	4515	4400	4400	Power Station SMA MVPS da 4,40 MW	1,026
		16	16	216,96	256		6144	3840					
	PS8	6	15	203,4	90	298	2160	1350	4470	4400	4400	Power Station SMA MVPS da 4,40 MW	1,016
		13	16	216,96	208		4992	3120					
	PS9	17	15	203,4	255	287	6120	3825	4305	4400	4400	Power Station SMA MVPS da 4,40 MW	0,978
		2	16	216,96	32		768	480					
	PS10	11	15	203,4	165	293	3960	2475	4395	4400	4400	Power Station SMA MVPS da 4,40 MW	0,999
		8	16	216,96	128		3072	1920					
	PS11	10	15	203,4	150	294	3600	2250	4410	4400	4400	Power Station SMA MVPS da 4,40 MW	1,002
		9	16	216,96	144		3456	2160					
	PS12	14	15	203,4	210	306	5040	3150	4590	4400	4400	Power Station SMA MVPS da 4,40 MW	1,043
6		16	216,96	96	2304		1440						
PS13	16	15	203,4	240	256	5760	3600	3840	4000	4000	Power Station SMA MVPS da 4,00 Mw	0,960	
	1	16	216,96	16		384	240						
PS14	6	15	203,4	90	250	2160	1350	3750	4000	4000	Power Station SMA MVPS da 4,00 Mw	0,938	
	10	16	216,96	160		3840	2400						
PS15	5	15	203,4	75	299	1800	1125	4485	4400	4400	Power Station SMA MVPS da 4,40 MW	1,019	
	14	16	216,96	224		5376	3360						
PS16	9	15	203,4	135	263	3240	2025	3945	4000	4000	Power Station SMA MVPS da 4,00 Mw	0,986	
	8	16	216,96	128		3072	1920						
PS17	7	15	203,4	105	297	2520	1575	4455	4400	4400	Power Station SMA MVPS da 4,40 MW	1,013	
	12	16	216,96	192		4608	2880						
PS18	8	15	203,4	120	296	2880	1800	4440	4400	4400	Power Station SMA MVPS da 4,40 MW	1,009	
	11	16	216,96	176		4224	2640						
PS19	13	15	203,4	195	291	4680	2925	4365	4400	4400	Power Station SMA MVPS da 4,40 MW	0,992	
	6	16	216,96	96		2304	1440						
PS20	12	15	203,4	180	292	4320	2700	4380	4400	4400	Power Station SMA MVPS da 4,40 MW	0,995	
	7	16	216,96	112		2688	1680						
PS21	7	15	203,4	105	265	2520	1575	3975	4000	4000	Power Station SMA MVPS da 4,00 Mw	0,994	
	10	16	216,96	160		3840	2400						
PS22	13	15	203,4	195	291	4680	2925	4365	4400	4400	Power Station SMA MVPS da 4,40 MW	0,992	
	6	16	216,96	96		2304	1440						
PS23	14	15	203,4	210	258	5040	3150	3870	4000	4000	Power Station SMA MVPS da 4,00 Mw	0,968	
	3	16	216,96	48		1152	720						
<b>TOTALI</b>		<b>426</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>6570</b>		<b>157680</b>		<b>98550</b>		<b>98400</b>		

Tabella 3 - Dettaglio dimensionamento impianto

Coerentemente con la distribuzione delle sopra citate aree, sono state individuate differenti configurazioni per gli inverter, delle quali si dà dettaglio negli elaborati grafici di progetto.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – RENO808PDRrsp095R0	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 erogapotenza 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 TERNINA 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 fotovoltaico di progetto sarà affiancato da un sistema di accumulo, posto in un'area adiacente all'impianto stesso (Area Nord di impianto) da 45,6 MWp, 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 45,6 MWp e da una capacità energetica nominale pari a massimo 57,6 MWh, realizzato con sottosistemi, macchine ed apparati di potenza modulare per installazioni outdoor, utilizzando container attrezzati per le varie necessità impiantistiche e idonei a garantire una facile rimovibilità.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – RENO808PDRrsp095R0	RELAZIONE TECNICA BESS	20

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

- n°12 container (40 ft) di batterie lithium-ion aventi una capacità energetica utile pari rispettivamente a circa 4,6 MWh;
- n°6 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;
- Sistema interno BT di alimentazione dei servizi ausiliari e dei servizi generali di ciascuna unità accumulo;
- n°3 dorsali a 36 kV, interrata per il collegamento delle 6 unità di conversione (le PCS sono organizzate in entra-esce a coppie di due) al quadro 36 kV presente in cabina MTR5 sita in adiacenza ai container di storage.

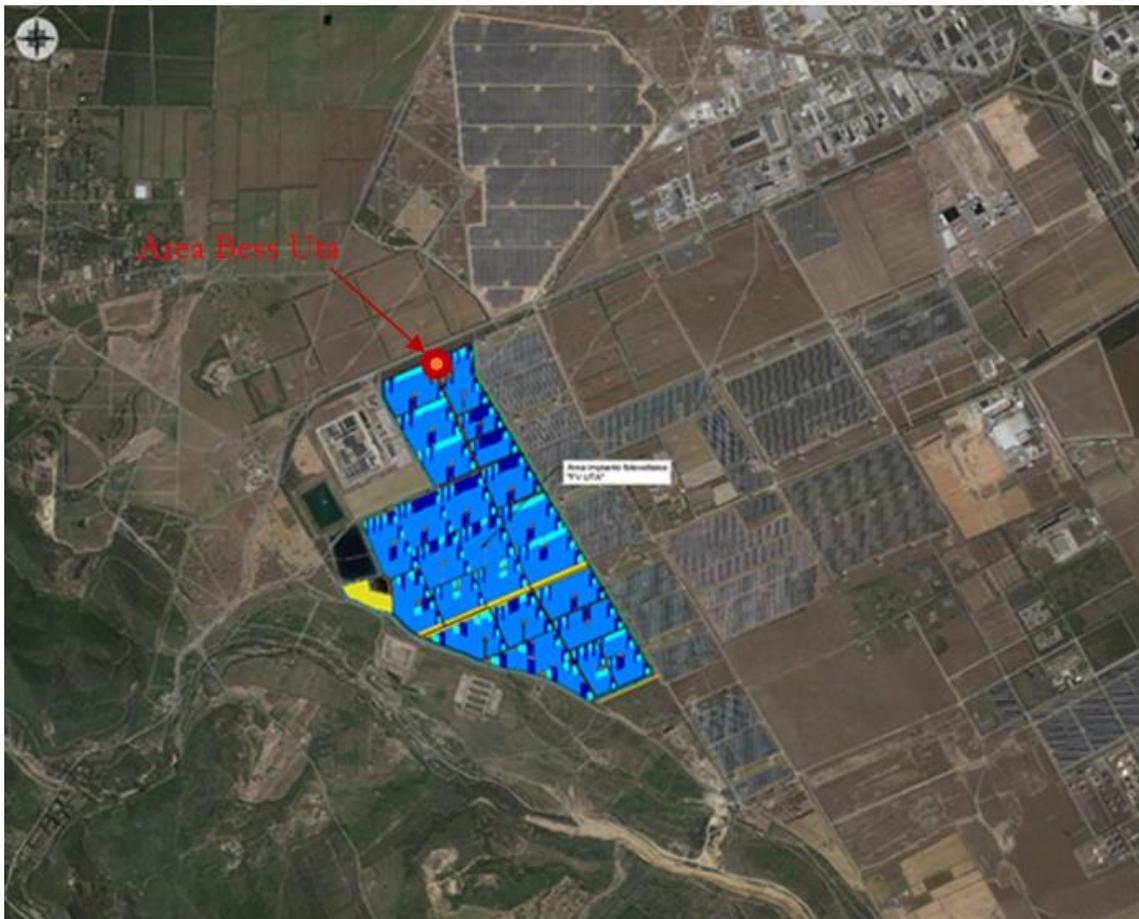


Figura 4- Inquadramento area BESS

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – RENO808PDRrsp095R0	RELAZIONE TECNICA BESS	21

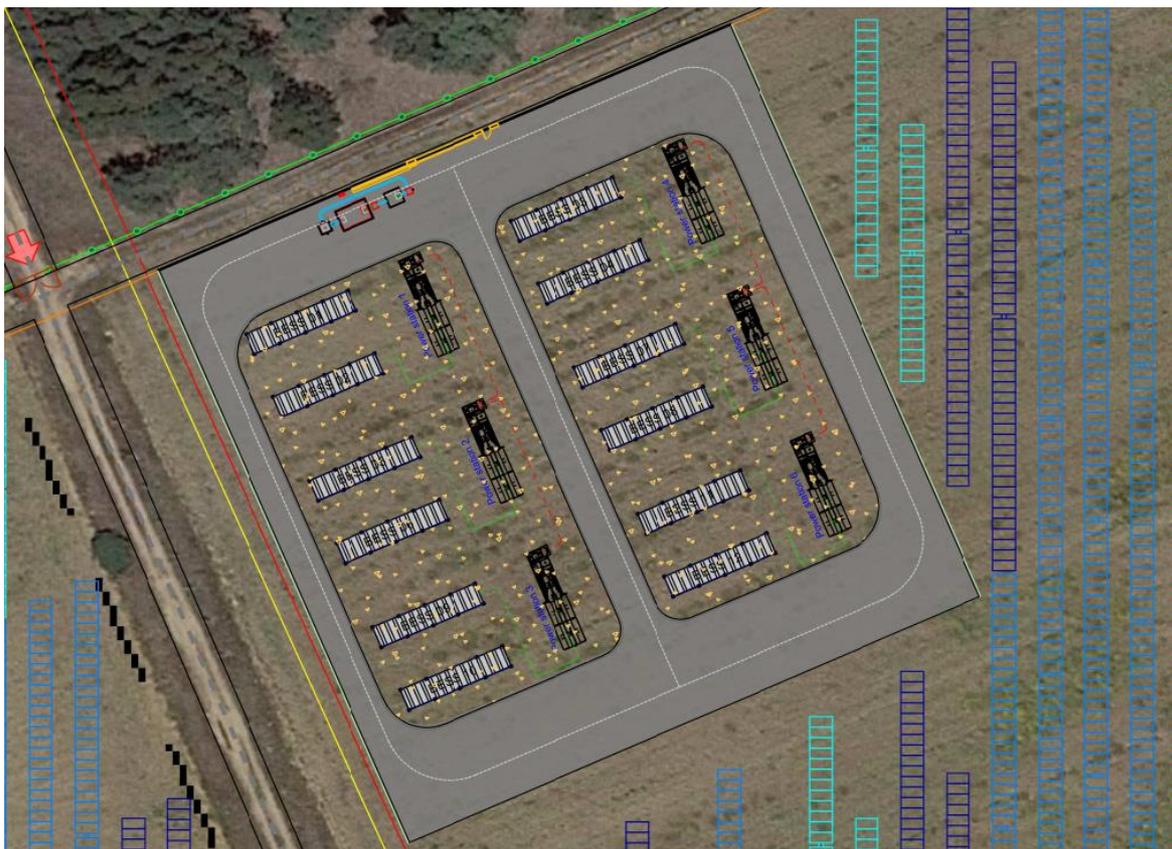


Figura 5- Planimetria BESS

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 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.

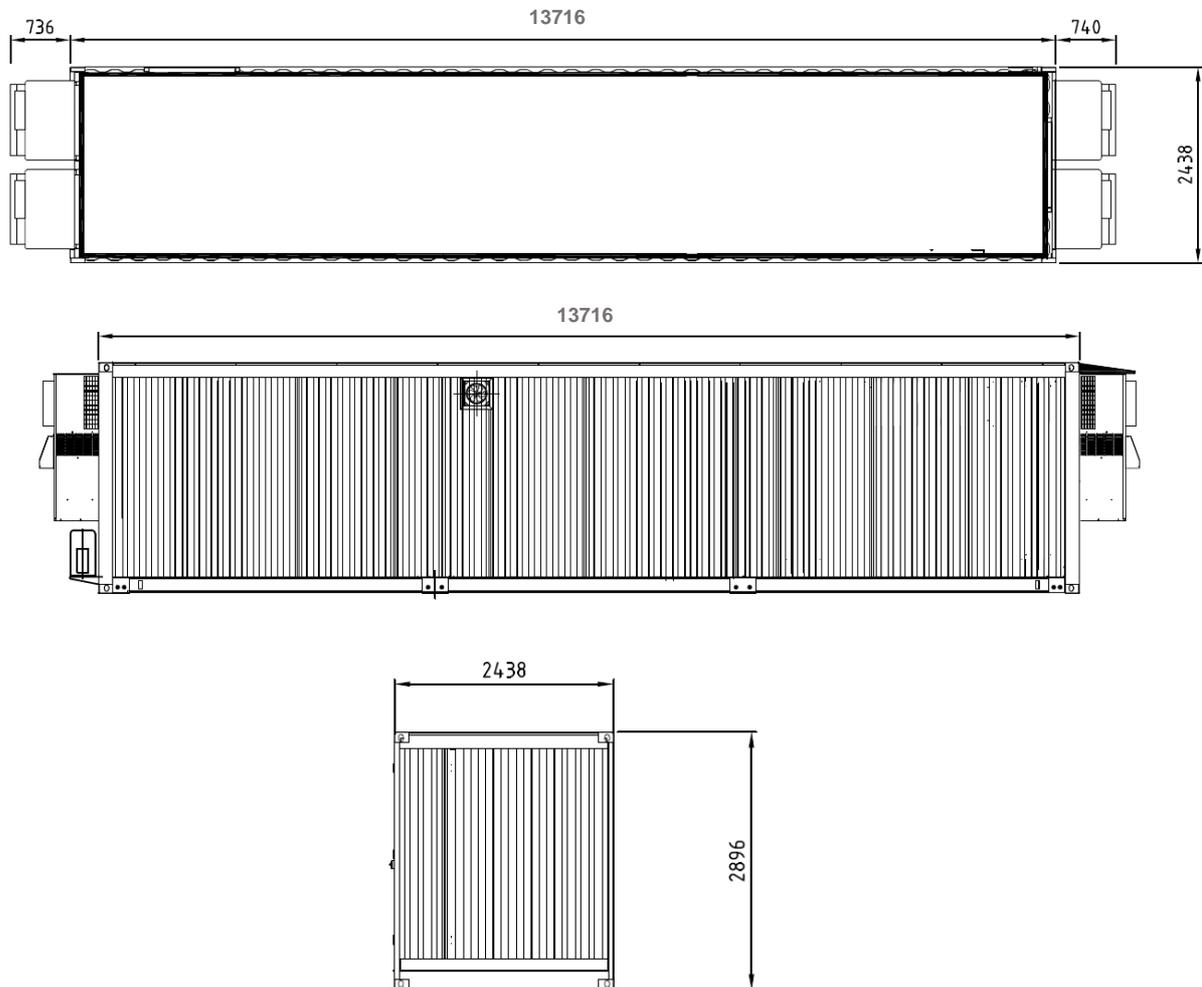
Tutto il sistema di storaging, costituito dai container di racks e dalle unità PCS, sarà appoggiato su di una platea di fondazione in CA appositamente dimensionata ai sensi della normativa tecnica vigente NTC2018. La superficie della piazzola sarà ricoperta da pavimentazione drenante idro DRAIN. Il layout prevede la disposizione di n°12 battery container da 40 ft (12,20 m x 2,40 m e 2,90 m di altezza), n°6 Power Conversion System (dim. planimetriche pari a circa 11,40 m x 2,60 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 – RENO808PDRrsp095R0	RELAZIONE TECNICA BESS	22

## 5.2. BATTERY STORAGE ENERGY

Ogni singolo container batterie è del tipo standard ISO da 40FT con accessibilità dall'esterno e provvisto di impianti di condizionamento e di rilevazione e spegnimento incendi nel quale vengono alloggiati n°25 rack per una capacità totale pari a 4,60 MWh (100% SOC, BoL). All'interno di ogni singolo container sarà presente il sistema di gestione e controllo delle batterie BMS. Nella figura sottostante il disegno del singolo modulo.



CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – RENO808PDRrsp095R0	RELAZIONE TECNICA BESS	23



*Figura 6- Sistema di batterie di Energy Storage*

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 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.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – RENO808PDRsp095R0	RELAZIONE TECNICA BESS	24

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 36kV integra apparecchiature di conversione di potenza fino a 7,86 MVA (doppio inverter C series C660) con un trasformatore sigillato ermeticamente a liquido e predisposizione per apparecchiature a bassa tensione. Lo skid 36 kV viene fornito preassemblato per facilitarne la installazione.

	3930 FSK HV C Series	7860 FSK HV C Series
<b>General information</b>		
Number of inverters	1	2
Discharge power @1,500 Vdc (30 °C / 50 °C) <sup>(1)</sup>	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) <sup>(2)</sup>	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)	
<b>Step-up Transformer</b>		
Medium voltage	From 20 kV up to 38 kV, 50-60 Hz	
Cooling system	ONAN	
Minimum PEI (Peak Efficiency Index) <sup>(3)</sup>	99.40%	
Protection degree	IP54	
<b>MV Switchgear (RMU)</b>		
Medium voltage	24 kV / 36 kV / 40.5 kV	
Rated current	630 A	
Cooling system	Natural air ventilation	
Protection degree	IP54 (IP55 optional)	
<b>Equipment</b>		
Auxiliary services panel	Standard version (optional monitoring system)	
Step-up transformer	Oil-immersed hermetically sealed transformer	
MV Switchgear	1L1C cells (2L1C optional)	
<b>Mechanical information</b>		
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 7- Datasheet PCS di progetto

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – RENO808PDRrsp095R0	RELAZIONE TECNICA BESS	25

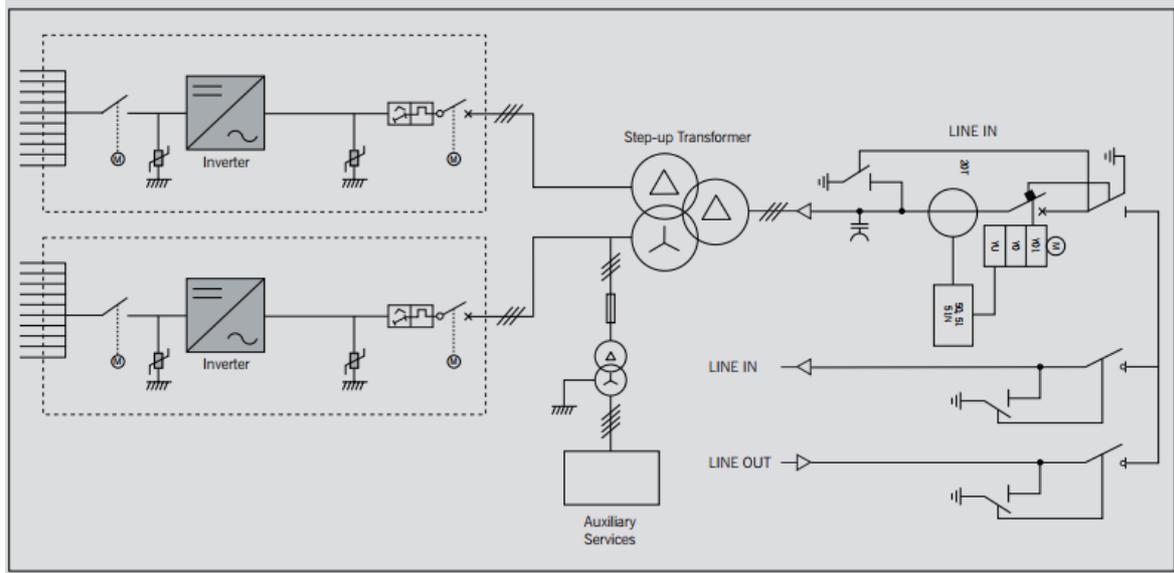


Figura 8- Configurazione TIPO con doppio inverter C series Ingeteam

#### 5.4. DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA BESS

Si prevede l'installazione un sistema di accumulo di energia con batterie al litio composto da N° 12 container batterie (ciascuno equipaggiato con rack aventi capacità energetica pari a 4,6 MWh) con relativi sistemi skid con PCS AC ed impianti tecnologici. Si prevede che il sistema BESS venga suddiviso in 6 moduli; ciascuna PCS sarà collegata ad un doppio container da 4 MWh) (2x4,00 MWh=8 MWh).

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 45,60 MW) per almeno 1 ora 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:  $45,6 \text{ MW} \times 1 \text{ h} = 45,6 \text{ MWh}$ ;
- ✓ considerando il rendimento di scarica ( $\eta_s$ ) è stato quindi valutato il "requisito energetico" lato batteria pari quindi a:  $45,6 / 87,3\% = 52,4 \text{ MWh}$ ;
- ✓ 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 1 ora (Crate = 0,25), variano 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:  $52,4 \text{ MWh} / 95\% = 55,2 \text{ MWh}$  (100% SOC BoL);
- ✓ sulla base dei prodotti commercialmente disponibili è stato scelto di prevedere l'installazione di un sistema batterie di capacità 57,6 MWh (100% SOC BoL).

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – RENO808PDRrsp095R0	RELAZIONE TECNICA BESS	26



Figura 9- Inverter C series Ingeteam

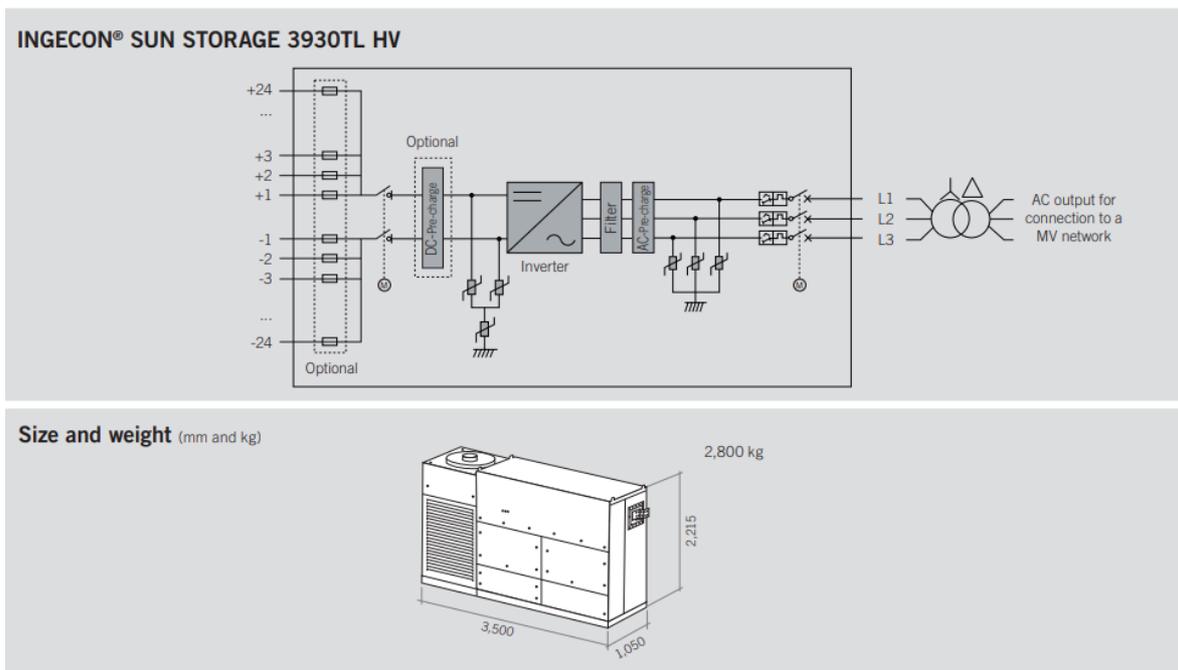


Figura 10- Configurazione inverter C series Ingeteam

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – RENO808PDRrsp095R0	RELAZIONE TECNICA BESS	27

## 6. OPERE DI CONNESSIONE BESS – MTR5

Nel presente capitolo si riportano i calcoli effettuati sull'impianto fotovoltaico in progetto per quanto concerne la connessione tra il sistema BESS di progetto e la MTR5 con cui avverrà la partenza verso edificio produttore e SE TERNA di futura realizzazione (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:

- 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 della seguente disposizione, tratte dalla norma CEI 11-17:

- ✓ La sezione del cavo scelto deve essere caratterizzata da una portata immediatamente superiore alla corrente effettivamente circolante;

Una volta determinata la sezione dei singoli cavi in funzione della specifica appena riportata, si procederà a verificare che

- ✓ La caduta di tensione lungo la linea sia minore del 3%
- ✓ Le perdite di potenza siano minori del 5%

### 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 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

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – RENO808PDRrsp095R0	RELAZIONE TECNICA BESS	28

del cavo;

- V: tensione di esercizio del cavo (36kV).

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:

$$I_Z = I_0 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_{\text{custom}}$$

dove

- $I_Z$  = portata effettiva del cavo;
- $I_0$  = portata nominale dichiarata dal costruttore, per posa interrata a 20°C;
- $K_1$  = Fattore di correzione per temperature del terreno diverse da 20°C;
- $K_2$  = Fattore di correzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano;
- $K_3$  = Fattore di correzione per profondità di interramento diversa da 0,8 m;
- $K_4$  = Fattore di correzione per resistività termica diversa da 1,5 k\*m/W.
- $K_{\text{custom}}$  = Fattore correttivo utente.

È necessario verificare che la corrente di impiego del cavo,  $I_B$ , sia inferiore alla portata effettiva del cavo,  $I_Z$ .

$$I_B \leq I_Z$$

La corrente di impiego si impone pari a quella massima in uscita dall'inverter fornita dal costruttore.

##### 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 ARE4H5EE 20,8/36 kV o equivalente.

Di seguito le caratteristiche tecniche del cavo:

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – RENO808PDRrsp095R0	RELAZIONE TECNICA BESS	29

<b>Tipo</b>	<b>ARE4H5EE 20,8/36 o equivalente</b>
<b>Tensione nominale [kV]:</b>	20,8/36
<b>Formazione e sezione [mm<sup>2</sup>]:</b>	1 x 630
<b>Resistenza a 90 °C [<math>\Omega</math>/km]:</b>	0,063
<b>Reattanza [<math>\Omega</math>/km]:</b>	0,100
<b>Capacità [<math>\mu</math>F/km]:</b>	0,367
<b>Portata per posa interrata a 20°C [A]</b>	620

Tabella 4 – Caratteristiche cavi 36 kV di progetto

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.

#### 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 20°C alla profondità di posa dei cavi, per cui il fattore correttivo utilizzato sarà **K1 = 1,00**.

#### 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 36 kV 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=0.69 (nel caso di passaggio superiore ai 6 cavi in parallelo)**.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – RENO808PDRsp095R0	RELAZIONE TECNICA BESS	30

	Distanza fra i circuiti 0,25 m		
N. circuiti	1	2	>6
Coefficiente	1,00	0,86	0,69

#### 6.4.4. Profondità di posa

In generale, per tutte le linee elettriche 36kV, si prevede la posa dei cavi direttamente interrati, ad una profondità di posa non inferiore a 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	1,25
Coefficiente	1,00	0,98	0,95

Considerando il valore di posa di progetto il fattore sarà pari a  $K3 = 0.95$ .

#### 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  $1,5 \text{ K} \cdot \text{m} / \text{W}$ .

Pertanto, non si applica alcun fattore correttivo e si utilizzerà  $K4 = 1,0$ .

#### 6.4.6. Tabulati di calcolo

Le tabelle che seguono riportano il dimensionamento delle linee elettriche in cavo interrato 36 kV. I valori di portata indicati per i cavi tengono conto dei fattori correttivi introdotti nei paragrafi precedenti.

LINEA	Potenza Apparente nominale [MVA]	Fattore di potenza cosφ	Potenza Attiva nominale [MW]	Lunghezza cavo [m]	Corrente di impiego $I_b$ [A]	$K_{TOT}$ correttivo	Portata minima del cavo $I_{0\_min}$ [A]	Sezione cavo [mm <sup>2</sup> ]	Portata cavo nominale $I_0$ [A]	Portata cavo nelle cond. di posa $I_z$ [A]	Verifica $I_0 > I_{0\_min}$	Dimensionamento in portata
BESS: PCS1-MTR5	16,00	0,90	14,40	125	256,60	0,656	391,5	3x1x630	620	406	OK	63%
BESS: PCS2-MTR5	16,00	0,90	14,40	90	256,60	0,656	391,5	3x1x630	620	406	OK	63%
BESS: PCS3-PCS1	8,00	0,90	7,20	30	128,30	0,970	132,3	3x1x185	320	310	OK	41%
BESS: PCS4-PCS2	8,00	0,90	7,20	30	128,30	0,970	132,3	3x1x185	320	310	OK	41%
BESS: PCS5-PCS6	8,00	0,90	7,20	75	128,30	0,970	132,3	3x1x185	320	310	OK	41%
BESS: PCS6-MTR5	16,00	0,90	14,40	120	256,60	0,656	391,5	3x1x630	620	406	OK	63%

Tabella 5 – Dimensionamento cavo connessione BESS – MTR5

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.2.4.1 – RENO808PDRrsp095R0	RELAZIONE TECNICA BESS	31

## **7. ALLEGATO 1 – DATASHEET PCS**