

## IMPIANTO FOTOVOLTAICO EG DAFNE E OPERE CONNESSE

POTENZA IMPIANTO 34 MWp - COMUNE DI COPPARO (FE)

### Proponente

#### EG DAFNE S.R.L.

VIA DEI PELLEGRINI, 22 - 20122 MILANO (MI) P.IVA: 12084690960 PEC: egdafne@pec.it

### Progettazione

#### META STUDIO S.R.L.

VIA SETTEMBRINI, 1 - 65123 PESCARA (PE) P.IVA: 02164240687 PEC: metastudiosrl@pec.it TEL: +39/0854315000



### Coordinamento e Responsabile della Progettazione

#### ING. DOMENICO MEMME

VIA L. SETTEMBRINI, 1 - 65123 PESCARA (PE) PEC: metastudiosrl@pec.it MAIL: d.memme@studiomemme.it  
TEL: +39/0854315000 DIRECT: +39/3356390349

### Collaboratori

**ING. LUIGI NARDELLA** *Progettazione Generale e Strutturale*

**ING. MAURIZIO ELISIO** *Progettazione Ambientale e Paesaggistica*

**DOTT. FIORAVENTE VERI** *Progettazione Elettrica*

### Titolo Elaborato

## SISTEMA DI ACCUMULO RELAZIONE TECNICA

LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILENAME	FORMATO	DATA	SCALA
Progetto Definitivo	DOC_REL_08	Nome file	A4	28.02.202	-

### Revisioni

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
-----------	------	-------------	----------	------------	-----------



Regione EMILIA ROMAGNA  
Provincia di FERRARA  
Comune di COPPARO





# SISTEMA DI ACCUMULO RELAZIONE TECNICA

---



## Sommario

<b>1. PREMESSA</b> .....	4
<b>2. INQUADRAMENTO</b> .....	5
<b>3. CONSIDERAZIONI GENERALI</b> .....	9
<b>4. QUADRO NORMATIVO</b> .....	10
<b>5. ASPETTI DI SICUREZZA E AMBIENTALI</b> .....	12
<b>6. APPLICAZIONI AL CAMPO IN OGGETTO E CONCLUSIONI</b> .....	18

## **1. PREMESSA**

Il progetto denominato EG DAFNE, riguarda la realizzazione di un impianto fotovoltaico della potenza di 34,0 MWp da costruire ad est rispetto al centro abitato del Comune di Copparo (FE) su terreni agricoli.

Il cavidotto, che sarà completamente interrato, sarà posizionato lungo strade pubbliche, senza andare ad intaccare l'ambiente circostante, e solo per piccoli tratti su terreni privati.

Il D.Lgs 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. ha dato attuazione alla delega conferita al Governo dalla legge n. 308 del 2004 per il riordino, il coordinamento e l'integrazione della legislazione in materia ambientale.

Dalla sua data di entrata in vigore (29 aprile 2006) ad oggi il Codice ha subito numerose modifiche ed integrazioni sino alla Legge 29 luglio 2021 n. 108/2021.

## 2. INQUADRAMENTO

Il Progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico complessivamente di capacità nominale pari a 34,00 kWp, sito nel territorio comunale di Copparo (FE), Regione Emilia Romagna, diviso in quattro sotto campi denominati "A" , "BC", "DE" e "FG" di potenza nominale complessiva pari a pari a 34.099,20.

Il cavidotto, che sarà completamente interrato, sarà posizionato lungo strade pubbliche, senza andare ad intaccare l'ambiente circostante, tranne due piccoli tratti.

In Figura 1 e Figura 2 si riportano rispettivamente l'inquadramento geografico del sito con cavidotto di connessione (fonte del dato <https://www.google.it/maps>).

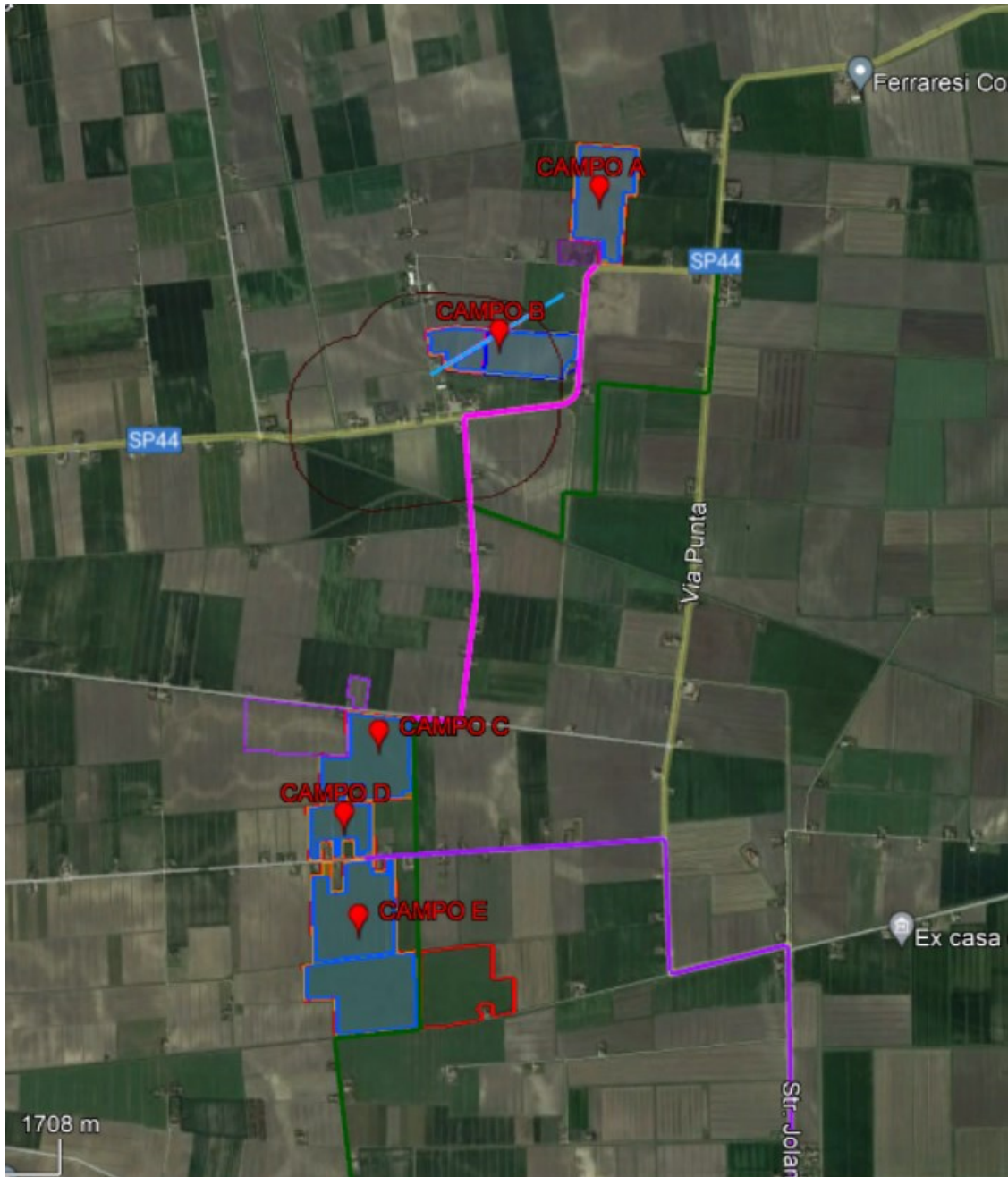


FIGURA 1: INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL SITO



FIGURA 2: INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL SITO CON CAVIDOTTO DI CONNESSIONE

Il terreno interessato dall'impianto fotovoltaico si trova in località Sant' Apollinare e Macchina, sita a circa 11 km dal centro abitato di Copparo e circa 4 km dal centro abitato di Jolanda di Savoia (FE).

Il lotto agricolo è accessibile mediante viabilità comunale, via Bruno Rossi, dalla Strada Provinciale n. 44.

Il cavidotto di connessione parte dai lotti di progetto ed arriva, tramite un percorso stradale di circa 16,7km, alla Stazione Utente "Fiscaglia" nei pressi della CP Enel Distribuzione di Codigoro.

Nel Catasto Terreni comunale i terreni sono identificati come nelle Tabelle 1 e 2 dell'elaborato DOC\_REL\_01\_Relazione Descrittiva Generale.

Le **coordinate geografiche** del Progetto sono identificate nelle seguenti coordinate dei siti:

Sotto Campo "A": lat. 44.931185°; long. 11.967520°

Sotto Campo "B": lat. 44.926230°; long. 11.962677°

Sotto Campo "C": lat. 44.912482°; long. 11.956885°

Sotto Campo "D": lat. 44.909682°; long. 11.955207°

Sotto Campo "E": lat. 44.906147°;long. 11.955915°

Nuova SE Terna : lat. 44.828956°;long. 12.075121°

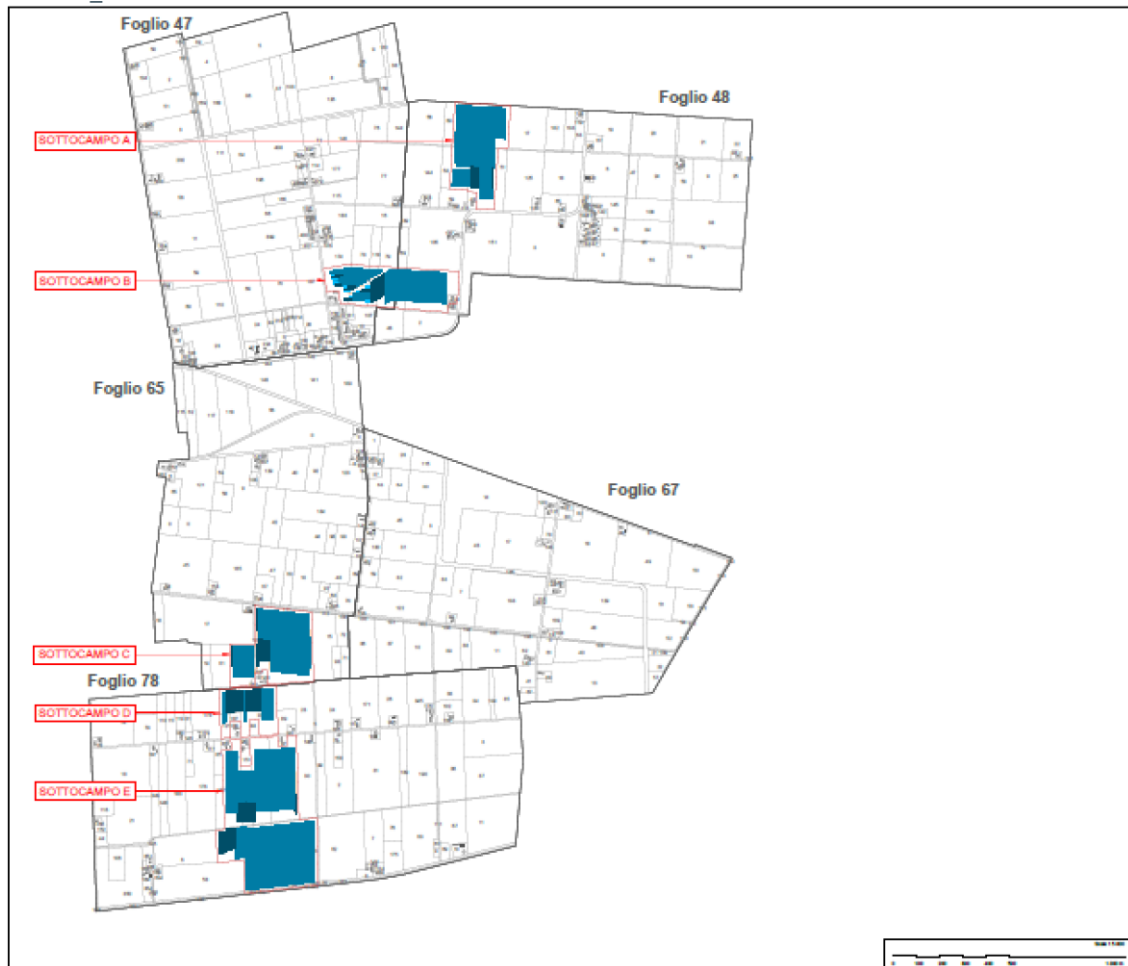


FIGURA 3: INQUADRAMENTO CATASTALE DELLE OPERE



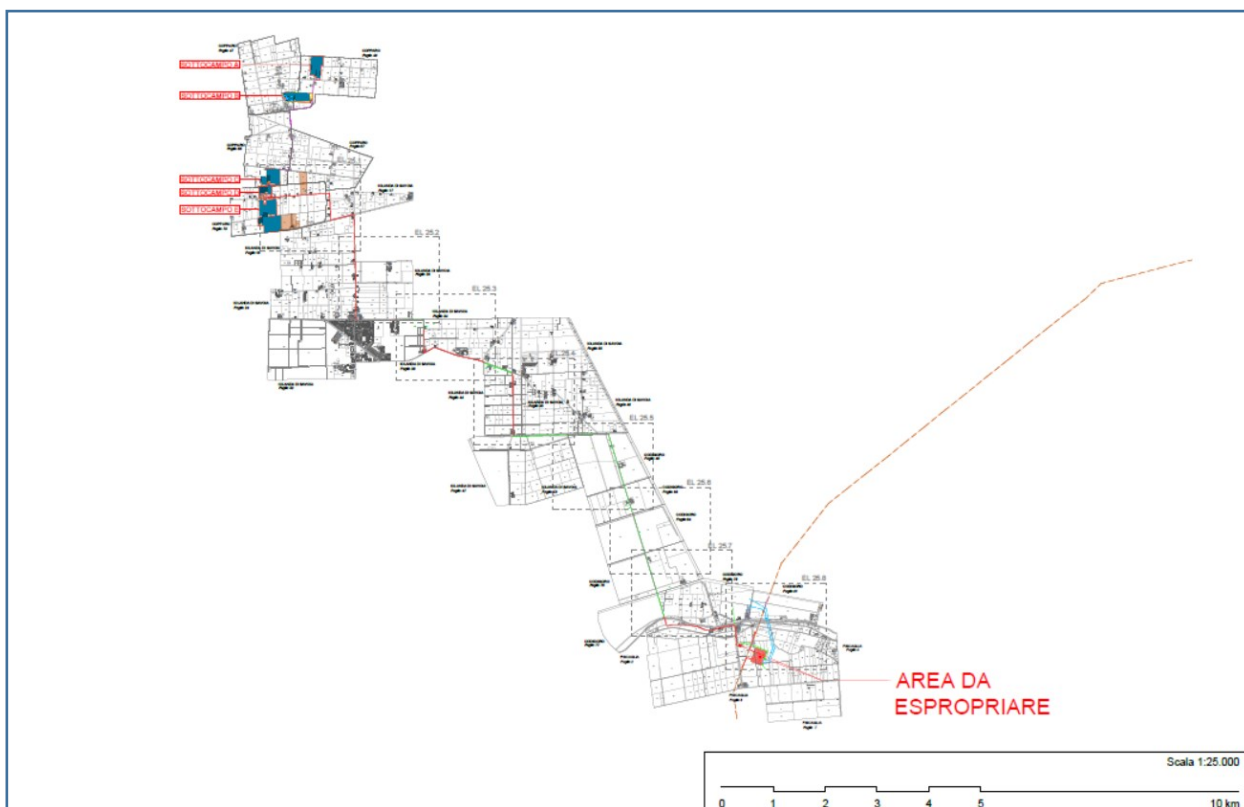


FIGURA 4: INQUADRAMENTO CATASTALE DELLE OPERE CON I CAVIDOTTI DI CONNESSIONE

Un cavo interrato in media tensione, lungo circa 16,7 km, collegherà la Cabina Elettrica e Control Room con la Cabina Utente, nei territori comunali di Copparo, Jolanda di Savoia, Codigoro e Fiscaglia (di seguito cavidotto esterno MT Cabina elettrica Cabina Utente AT tra Cabina Utente e Punto di Consegn);

Una stazione elettrica di trasformazione 132/30 kV denominata Cabina Utente, situata in prossimità della nuova Stazione di rete Terna 380/132 in comune di Fiscaglia (di seguito Cabina Utente);

Una linea interrata AT 132 kV di collegamento tra la Stazione Utente e la nuova SE Terna (di seguito cavidotto AT tra Stazione Utente e SE Terna);

Una stazione elettrica 380/132 kV di Terna denominata "Codigoro" (di seguito SE Terna o SE RTN Terna), ancora in agro di Fiscaglia;

### 3. CONSIDERAZIONI GENERALI

Un Sistema di accumulo è un insieme di dispositivi, apparecchiature e logiche di gestione e controllo, funzionale ad assorbire e rilasciare energia elettrica, previsto per funzionare in maniera continuativa in parallelo con la rete con obbligo di

connessione di terzi o in grado di comportare un'alterazione dei profili di scambio con la rete elettrica (immissione e/o prelievo).

I sistemi di accumulo possono essere installati su:

- impianti solari fotovoltaici incentivati
- impianti solari termodinamici incentivati o che chiedono il riconoscimento degli incentivi;
- impianti alimentati da fonte rinnovabile diversi dai fotovoltaici incentivati o che chiedono il riconoscimento degli incentivi, anche in sostituzione al regime incentivante dei Certificati Verdi;
- impianti di produzione combinata di energia elettrica e calore costituiti da unità per le quali viene richiesto il riconoscimento del funzionamento come Cogenerazione ad Alto Rendimento e/o il riconoscimento dei Certificati Bianchi;
- impianti alimentati da fonte rinnovabile che accedono, nell'ambito del Ritiro Dedicato, ai prezzi minimi garantiti nel caso in cui l'energia elettrica è ritirata dal GSE o è commercializzata sul libero mercato;
- impianti di produzione che accedono allo Scambio sul Posto;
- impianti alimentati da fonte rinnovabile per i quali è richiesta l'emissione di Garanzie d'Origine.

#### **4. QUADRO NORMATIVO**

L'Autorità per l'Energia con propri provvedimenti ha definito opportune disposizioni finalizzate a consentire l'integrazione del sistema di accumulo nel sistema elettrico nazionale:

- Delibera AEEGSI 574/2014/R/EEL
- Delibera AEEGSI 642/2014/R/EEL

- Delibera AEEGSI 360/2015/R/EEL
- Delibera AEEGSI 786/2016/R/EEL

Le regole attuali definiscono:

- le disposizioni per la connessione alla rete dei sistemi di accumulo;
- le condizioni per l'erogazione del servizio di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica prelevata dai sistemi di accumulo;
- le condizioni per l'erogazione del servizio di dispacciamento in presenza di sistemi di accumulo;
- le disposizioni inerenti all'erogazione del servizio di misura in presenza di sistemi di accumulo;
- le condizioni per la corretta erogazione degli incentivi o dei regimi commerciali speciali (ritiro dedicato e scambio sul posto), in caso di integrazione di sistemi di accumulo negli impianti di produzione che ne beneficiano;
- i servizi di rete che dovranno essere prestati dai sistemi di accumulo.
- I sistemi di accumulo, per essere costruiti ed eserciti, devono soddisfare i requisiti tecnici definiti dalle norme tecniche.

Il Comitato Elettrotecnico Italiano ha definito in ambito nazionale le prescrizioni tecniche per la connessione alle reti elettriche nazionali dei clienti attivi e passivi attraverso la Norma CEI 0-16 e la Norma CEI 0-21.

Le norme CEI 0-16 e CEI 0-21, che definiscono in ambito nazionale le prescrizioni per la connessione degli utenti attivi e passivi alle reti delle imprese distributrici di energia elettrica in alta, media (CEI 0-16) e bassa (CEI 0-21) tensione, sono state recentemente aggiornate, per trattare anche gli aspetti relativi ai Sistemi di Accumulo (SdA) elettrico.

## 5. ASPETTI DI SICUREZZA E AMBIENTALI

Di seguito si evidenziano le caratteristiche chimiche, elettriche e tecnologiche per le diverse tipologie di batterie.

### ***Accumulatori al piombo acido***

La cella elementare di un accumulatore al piombo è costituita da un elettrodo negativo di piombo metallico e da un elettrodo positivo di biossido di piombo, mentre l'elettrolita è una soluzione acquosa di acido solforico con elevata conducibilità ionica.

Una cella elementare è costituita da un certo numero di elettrodi positivi connessi tra loro, alternati ad elettrodi negativi anch'essi connessi tra loro.

Interposto tra elettrodo positivo ed elettrodo negativo vi è un separatore.

Nelle applicazioni pratiche vengono installate in un unico contenitore diverse celle elementari, collegate elettricamente in serie, che realizzano monoblocchi con tensione nominale pari a 12 o 24Vdc.

Il progetto della cella elementare e la geometria della cella influenzano le prestazioni dell'accumulatore.

Gli elettrodi possono essere:

- a "piastre piane": la materia attiva è una piastra spugnosa spalmata su una griglia metallica realizzata generalmente in piombo addizionato di calcio o antimonio per ottenere maggiore resistenza meccanica (più raramente in piombo puro).
- a "tubo": il componente elementare è un tubo contenente la materia attiva, attraversato da un sottile strato di piombo per l'adduzione della corrente.

### ***Batteria agli Ioni di Litio LiFePO4***

Si possono prevedere l'utilizzo di batterie agli ioni di litio, utilizzando la tecnologia Litio - Ferro - Fosfato (Lithium - Iron - Phosphate, di seguito LFP), della tipologia LiFePO4.

Le celle di questo tipo rappresentano – come descritto meglio in seguito – un’evoluzione rispetto alle precedenti tipologie di Li-Ion (accumulatori agli ioni di litio), rispetto alle quali garantiscono maggiore efficienza e sicurezza.

La struttura cristallina olivina tipica della chimica degli LFP garantisce una maggiore stabilità termica rispetto alle celle Li-Ion e, mentre queste richiedono dei sistemi di gestione delle singole celle, le celle LFP possono essere commercializzate come “intrinsecamente sicure”. Ulteriori vantaggi sono una capacità di potenza relativamente elevata, nonché una lunga durata accoppiata ad una scarsa necessità di manutenzione.

Queste caratteristiche, combinate con un basso tasso di “auto scarica”, rendono gli accumulatori LiFePO<sub>4</sub> una tecnologia particolarmente interessante per le applicazioni “stationary”, tipiche degli impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili.

Altri vantaggi, sotto il profilo tecnico possono essere identificati in:

- più alta “corrente di scarico massima” con conseguente maggiore capacità di spunto (CA);
- Maggiore densità di energia che, a parità di prestazioni, comporta un minor volume e un minor peso del prodotto finito;
- Maggiore sicurezza dovuta al bassissimo rischio d’incendio dei materiali componenti;
- Numero più elevato dei cicli di vita;
- Prodotto assolutamente ecocompatibile per l’assenza nei componenti di acidi e metalli pericolosi.

Rispetto alle precedenti batterie tradizionali al piombo-acido o al litio-cobalto, inoltre, le batterie LiFePO<sub>4</sub>/LFP rappresentano una innovazione sostenibile, grazie all’assenza di materiali tossici, e pienamente in linea con gli obiettivi della commissione Europea di sviluppare un’economia circolare, data la possibilità di riutilizzo di alcuni materiali, tra cui l’elettrolita.

Tra gli svantaggi principali individuabili vi sono una generale minore efficienza rispetto al litio, una inferiore tensione della cella e densità energetica, causata dalla minore conduttività elettrica dei materiali.

Per meglio comprendere i vantaggi di tale tecnologia è necessario fornire un quadro dello stato dell'arte attuale.

Le batterie elettrochimiche si suddividono in 2 famiglie:

1. Classiche (piombo acido, li-polymer, metal air, NaCl, Na-Cd, Li-Ion, Li-S, Na-S, Na-MH);
2. A flusso (Vanadio Red-Ox, Zn-Fe, Zn-Br)

Le batterie agli ioni di litio inizialmente utilizzate per piccole applicazioni, soprattutto nell'elettronica di consumo, puntano alla sostituzione delle batterie al piombo acido. Un ulteriore sviluppo si è avuto con i forti investimenti in ricerca e sviluppo negli ultimi anni soprattutto per applicazioni nel settore automotive e delle energie rinnovabili.

Rispetto all'anno di introduzione sul mercato, le  $\text{LiFePO}_4$  sono state radicalmente quindi migliorate, soprattutto in termini di costo di produzione ed allungamento del ciclo di vita.

Ulteriori sviluppi in tal senso sono attesi.

L'International Renewable Agency ha stimato per gli accumulatori  $\text{LiFePO}_4$  una riduzione nei costi di produzione del 60% con un contestuale incremento dei cicli di vita a 5.000.

A dimostrazione della solidità di tali previsioni vi è il comunicato stampa della Humless che il 15 gennaio 2020 ha dichiarato di aver sviluppato una batteria  $\text{LiFePO}_4$  in grado di raggiungere i 4.000 cicli di vita (<https://humless.com/5kwh-press/>).

Un ulteriore vantaggio nei confronti delle altre tipologie di celle Li-ion, è un Life Cycle Assessment (LCA) con prospettive decisamente migliori. Oltre alla possibilità di riutilizzo delle batterie datate ma funzionanti in applicazioni che non richiedano il massimo dell'efficienza, sono diverse le testimonianze scientifiche sulla possibilità di riuso e riciclo di tutte le componenti delle LFP, compresa la materia attiva a base di

LiFePO<sub>4</sub>. A fronte del costo esiguo delle materie prime per la produzione di quest'ultima, ad oggi sono pochi gli sforzi imprenditoriali in tal senso. Ne sono un esempio le tecnologie messe a punto dalla statunitense Li-cycle che si propone di effettuare un riciclo in due fasi: la prima, delegata a stabilimenti diffusi sul territorio per la separazione delle componenti e loro inertizzazione; la seconda, accentrata in pochi siti mondiali (per motivi di economia di scala), in cui condurre il riciclo propriamente detto di tutte le componenti.

### ***Batteria Sodio/ Cloruro di Nichel***

La batteria sodio/cloruro di nichel appartiene alla famiglia di batterie ad alta temperatura, in cui i due elettrodi si trovano allo stato fuso ed isolati fisicamente ed elettricamente tra loro da un separatore ceramico, che permette il passaggio ionico e svolge le funzioni di elettrolita.

Il separatore ceramico, costituito da  $\beta''$ -allumina, permette il passaggio ionico solo per temperature interne alla batteria prossime ai 260°C, per questo la cella opera ad alta temperatura con elettrodi fusi.

All'interno della cella il catodo è costituito da un cloruro di un metallo di transizione (nichel o ferro) allo stato

liquido, l'anodo è costituito da sodio allo stato fuso, mentre il separatore ceramico è costituito da  $\beta''$ -allumina drogata con ossidi che le conferiscono una struttura caratteristica in cui si muovono gli ioni sodio.

### ***Batteria Sodio/Zolfo***

Come le batterie sodio /cloruro di nichel, la batteria sodio/zolfo appartiene alla famiglia delle batterie ad alta temperatura, in cui i due elettrodi si trovano allo stato fuso, isolati fisicamente ed elettricamente tra loro da un separatore ceramico, che permette il passaggio ionico e svolge le funzioni di elettrolita.

In una cella sodio/zolfo, il catodo è costituito da zolfo liquido, l'anodo è costituito da sodio allo stato liquido, mentre il separatore ceramico è costituito da  $\beta''$ -allumina, un composto costituito da  $\beta''$ -allumina drogata con ossidi che le conferiscono una struttura caratteristica in cui si muovono gli ioni sodio.

Durante la scarica, in corrispondenza della superficie di contatto sodio-elettrolita il sodio viene ossidato liberando gli elettroni.

### ***Batteria Nichel / Cadmio***

Una batteria nichel/cadmio è composta da coppie di elettrodi isolati elettricamente mediante un separatore e immerse in un elettrolita di tipo alcalino, costituito da idrossido di potassio in soluzione acquosa. Spesso questo elettrolita è addizionato con piccole quantità di idrossido di litio e idrossido di sodio per aumentarne la vita utile e l'intervallo di temperatura.

Durante la scarica, all'anodo il cadmio metallico viene ossidato dalla reazione con gli ioni OH<sup>-</sup> dell'elettrolita originando idrossido di cadmio e liberando elettroni.

Al catodo invece l'ossido idrato di nichel viene ridotto in idrossido di nichel dalla reazione con la molecola di acqua. Durante la carica le due reazioni avvengono nel verso opposto.

Sia durante la scarica che durante la ricarica, la concentrazione dell'elettrolita resta praticamente costante (non viene consumato).

Le batterie nichel/cadmio presentano normalmente un contenitore rivestito in polipropilene e dotato di una valvola di sfogo per i gas eventualmente prodotti durante l'operazione di ricarica. Gli elettrodi positivi e negativi sono isolati da un separatore (generalmente costituito da nylon) che deve permettere la libera circolazione dell'elettrolita.

### ***Batteria Redox a circolazione di elettrolita di vanadio (VRB)***

Le batterie Redox a circolazione di elettrolita sono in grado di accumulare energia elettrica in soluzioni elettrolitiche contenenti differenti coppie Redox, utilizzando reazioni accoppiate di ossido-riduzione in cui sia i reagenti sia i prodotti di reazione, in forma ionica, sono completamente disciolti in soluzione acquosa.

Nel caso specifico della batteria Redox al Vanadio (VRB) la coppia Redox è costituita da Vanadio in differenti stati di ossidazione, V<sup>3+</sup>/V<sup>2+</sup> all'elettrodo positivo e V<sup>5+</sup>/V<sup>4+</sup> al negativo, disciolti in una soluzione di acido solforico.



La cella elementare è costituita dalla membrana di scambio ionico, dagli elettrodi e dalle piastre bipolari. La membrana permette il passaggio degli ioni  $H^+$  e separa l'elettrolita positivo dal negativo.

La molecola di acido solforico  $H_2SO_4$  si scinde negli ioni  $H^+$  ed  $SO_4^-$ . Lo ione  $H^+$  sostituisce quello della pellicola di scambio ionico e viene quindi immesso nell'altro elettrolita (positivo). La forza elettromotrice di una cella elementare è 1,25V.

La batteria di flusso elettrolita è molto diversa da un punto di vista costruttivo rispetto ad un accumulatore tradizionale.

Le soluzioni dell'elettrolita positivo e negativo sono immagazzinati in serbatoi, messe in circolazione da pompe attraverso un circuito idraulico e si interfacciano nella cella elementare attraverso la membrana. Il cuore della batteria è costituito dallo stack, costituito da un determinato numero di celle elementari collegate elettricamente in serie.

La batteria è integrata in un sistema che comprende anche un convertitore elettronico DC/AC, un sistema di controllo e un sistema di raffreddamento.

In commercio non si trovano batterie singole, ma integrate in un sistema completo, per cui risulta molto difficile analizzare le prestazioni della tecnologia prescindendo da quelle del sistema in cui è integrata.

#### ***Considerazioni di impatto ambientale relative all'installazione di Sistemi 6.4 di Accumulo (SdA) connessi in rete***

I requisiti generali di impatto ambientale riguardano, su scala globale, argomenti relativi alla progettazione, produzione dei componenti, installazione, funzionamento, manutenzione ed aspetti relativi al riciclo dei materiali, con particolare attenzione al rispetto dell'ambiente e del territorio ed allo sviluppo di prodotti non inquinanti.

I requisiti ambientali di un SdA sono influenzati dalle condizioni di installazione (residenziale, industriale, Utility, SdA associato a generazione elettrica da fonte rinnovabili), dal tipo di tecnologia elettrochimica utilizzata e dalle tipologie di rischio tecnico introdotte nell'installazione.

I SdA sono influenzati dalle condizioni ambientali in cui vengono installati; a loro volta possono avere degli effetti rispetto all'ambiente circostante in caso di un evento non controllato.

In tal senso, i SdA andrebbero considerati durante le condizioni di funzionamento usuali e non usuali.

Il principio generale definisce che in condizioni di funzionamento "usuali" i SdA non dovrebbero essere influenzati dalle condizioni ambientali che caratterizzano l'installazione.

Lo Standard IEEE più significativo è il recente 1679- 2010, che definisce quali obblighi informativi debba avere il costruttore quando si appresta a fornire una data tecnologia di accumulo.

## **6. APPLICAZIONI AL CAMPO IN OGGETTO E CONCLUSIONI**

Nello specifico, si può utilizzare un Inverter della HUAWEI, della serie SUN2000-215KTL-H0.

Sviluppato per compensare le fluttuazioni della produzione di energia fotovoltaica, offre numerosi servizi per la gestione di rete, come ad esempio la regolazione automatica di frequenza.

Questo inverter con batteria è ottimizzato per il funzionamento continuo a carico nominale e con una temperatura compresa fra -25 °C e +50 °C. Grazie all'ampio range di tensione CC, è compatibile con quasi tutti i tipi di batteria.

Il sistema è totalmente compatibile con gli Inverter previsti nel progetto, sia in termini tecnologici che in termini dimensionali.

Si riportano di seguito gli schemi dei cabinet per il contenimento del sistema di accumulo, formato da un cabinet per il contenimento degli accumulatori e uno per i trasformatori, inverters e quadri.

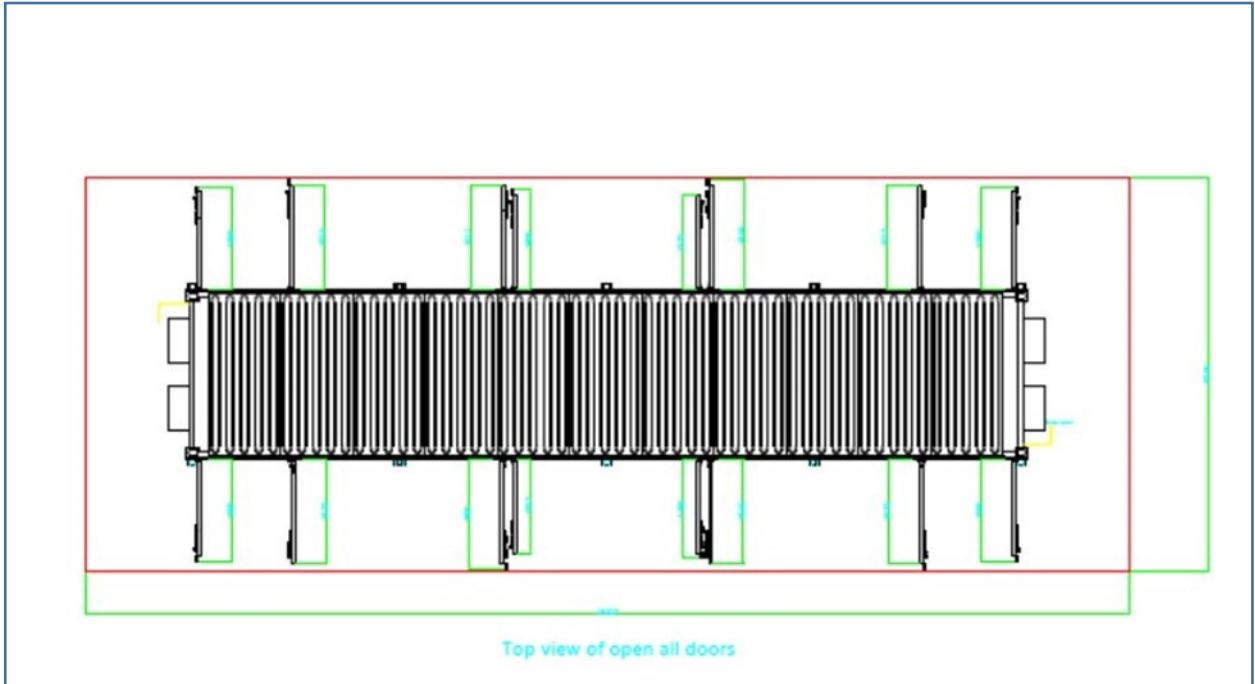


FIGURA 5: CONTAINER BATTERIE VISTA DALL'ALTO

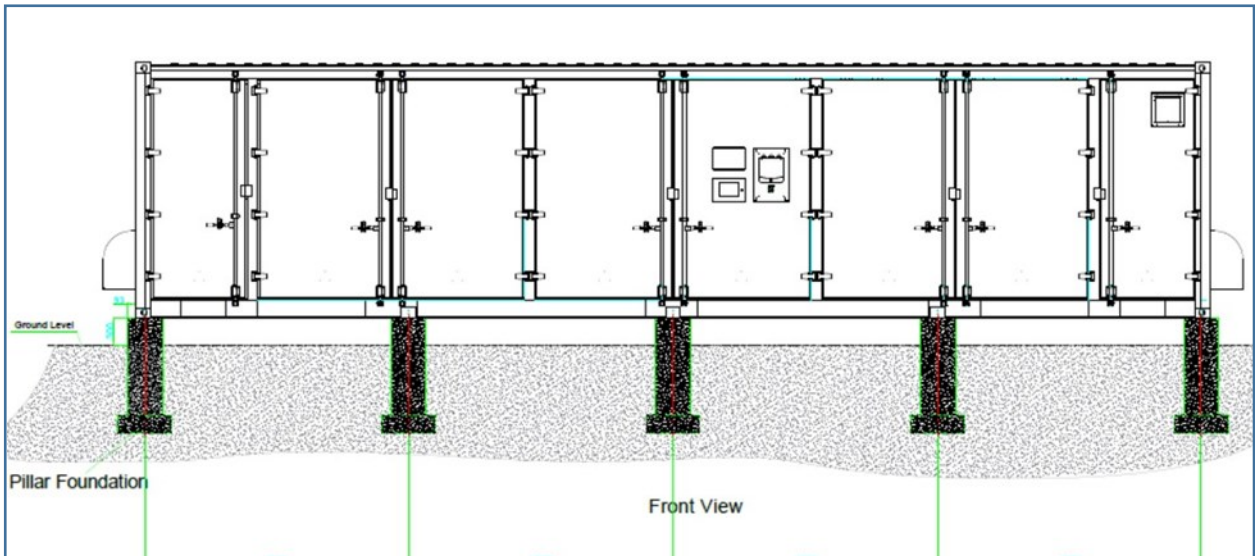


FIGURA 6: CONTAINER PER BATTERIE PROSPETTO PRINCIPALE

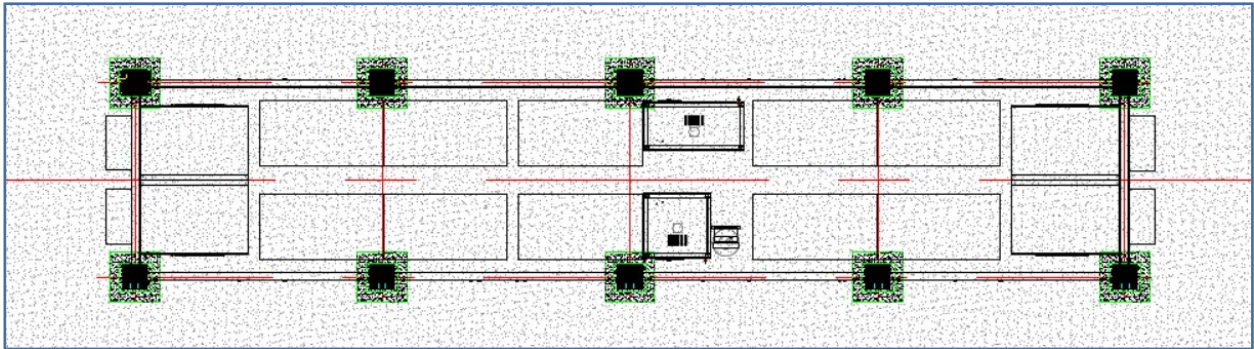


FIGURA 7: CONTAINER PER BATTERIE PROSPETTO PIANTA FONDAZIONI

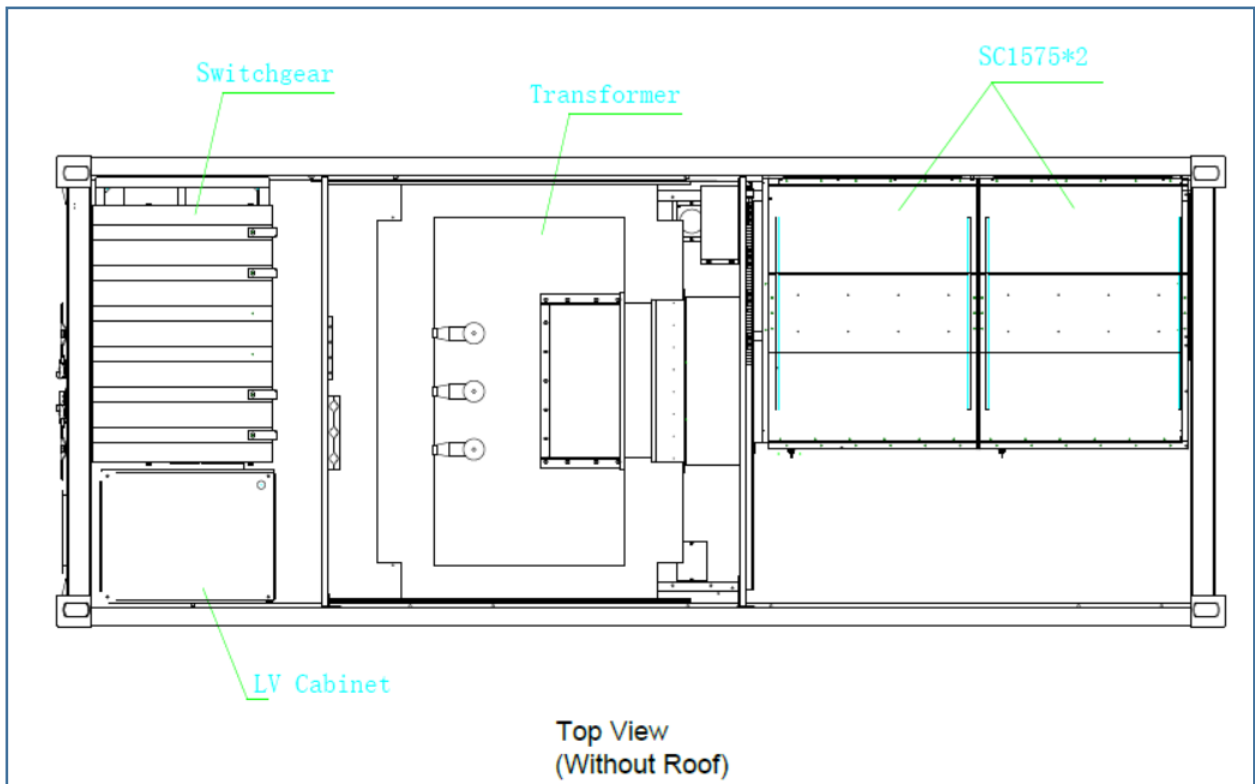


FIGURA 8: CONTAINER PER TRASFORMATORE/INVERTER/QUADRI- PIANTA

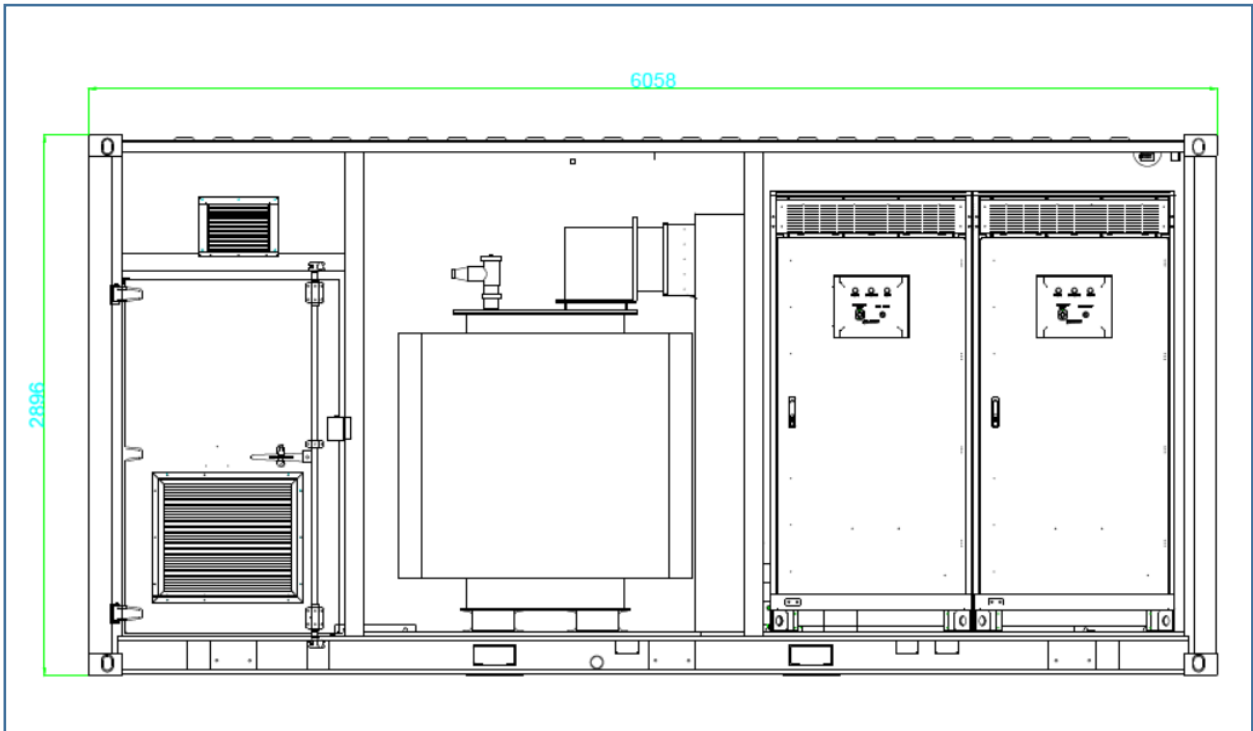


FIGURA 9: CONTAINER PER TRASFORMATORE/INVERTER/QUADRI- VISTA FRONTALE