



Regione Emilia Romagna  
Comune di Alfonsine (RA)  
**IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
E OPERE CONNESSE**  
Potenza Impianto 37,492 MWp

**PROPONENTE****LIGHTSOURCE RENEWABLE ENERGY ITALY SPV 8 S.R.L.**VIA G. LEOPARDI, 7 - 20123 MILANO (MI) - P.IVA: 12593780963 – PEC: [lightsourcespv\\_8@legalmail.it](mailto:lightsourcespv_8@legalmail.it)**PROGETTAZIONE****Ing. Antonello Rutilio** Via R. Zandonai, 4 – 44124 – FERRARA IT - P.IVA: 00522150382 – PEC: [incico@pec.it](mailto:incico@pec.it)  
Tel.: +39 0532 202613 – email: [a.rutilio@incico.com](mailto:a.rutilio@incico.com)**Ing. Lorenzo Stocchino** Via R. Zandonai, 4 – 44124 – FERRARA IT - P.IVA: 00522150382 – PEC: [incico@pec.it](mailto:incico@pec.it)  
Tel.: +39 0532 202613 – email: [l.stocchino@incico.com](mailto:l.stocchino@incico.com)**COORDINAMENTO PROGETTUALE****SOLAR IT S.R.L.** VIA I. ALPI 4 – 46100 - MANTOVA IT - P.IVA: 02627240209 – PEC: [solarit@lamiappec.it](mailto:solarit@lamiappec.it)  
Tel.: +390425 072 257– email: [info@solaritglobal.com](mailto:info@solaritglobal.com)**TITOLO ELABORATO****Relazione tecnica sistema di accumulo**

LIVELLO DI PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILE NAME	DATA
DEFINITIVO	PI-R01	LS15781-PI-R01_1	21/12/2022

**REVISIONI**

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
0	21/12/2022	PERMITTING	MCA	MLA	ARI
1	15/11/2023	INTEGRAZIONE VOLONTARIA	MCA	LST	ARU
2	18/12/2023	INTEGRAZIONE VOLONTARIA	MCA	LST	ARU



RELAZIONE TECNICA

---

SISTEMA DI ACCUMULO

## INDICE

### Contenuto del documento

1. PREMESSA .....	4
2. GENERALITA' .....	4
3. QUADRO NORMATIVO .....	4
4. ASPETTI DI SICUREZZA E AMBIENTALI.....	5
5. APPLICAZIONI AL CAMPO IN OGGETTO E CONCLUSIONI.....	9

**La presente relazione è stata aggiornata per la trasformazione da Impianto agrivoltaico in Impianto fotovoltaico a terra tradizionale.**

## 1. PREMESSA

La società proponente nell'ambito del proprio piano di sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili prevede di realizzare un impianto di produzione da fonte rinnovabile - fotovoltaica - nel Comune di Alfonsine (RA) (nel seguito "Impianto FV"). Gli impianti saranno realizzati su due aree denominate S. Anna e Campeggia.

## 2. GENERALITA'

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 e in 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

## 3. 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

- Il quadro regolatorio attuale definisce:
- 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.

#### 4. 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 Litio/Ioni**

In una batteria litio/ioni il catodo è solitamente costituito da un ossido litiato di un metallo di transizione (LiTMO<sub>2</sub> con TM = Co, Ni, Mn) che garantisce una struttura a strati o a tunnel dove gli ioni di litio possono essere inseriti o estratti facilmente.

L'anodo è generalmente costituito da grafite allo stato litiato in cui ogni atomo è legato ad altri tre in un piano composto da anelli esagonali fusi assieme e che grazie alla delocalizzazione della nuvola elettronica conduce elettricità.

L'elettrolita è composto tipicamente da sali di litio come l'esafluorofosfato di litio (LiPF<sub>6</sub>) disciolti in una miscela di solventi organici (carbonato di dimetile o di etilene) e la membrana separatrice è costituita normalmente da polietilene o polipropilene.

I collettori di corrente sono generalmente costituiti da metalli che non devono reagire con l'elettrolita e sono solitamente il rame per l'anodo e l'alluminio per il catodo.

Quando la cella è completamente scarica tutto il litio presente è contenuto nel catodo.

Durante il processo di carica lo ione di litio viene estratto dall'ossido metallico costituente il catodo e trasferito all'anodo, mentre gli elettroni migrano dal catodo all'anodo attraverso il circuito esterno ed il metallo del catodo viene quindi ossidato.

All'anodo, il processo di carica determina l'intrappolamento dello ione di litio, che si riduce a litio nella matrice di grafite che si ossida acquisendo gli elettro- ni provenienti dal circuito esterno.

Durante la scarica il litio intercalato nella matrice di grafite si ossida rilasciando all'esterno gli elettroni, mentre gli ioni di litio migrano dall'elettrolita al catodo, che viene ridotto.

Durante il primo ciclo di carica, oltre al trasferimento degli ioni di litio nella grafite, si forma anche uno strato passivante tra elettrolita ed elettrodo negativo, denominato SEI (Solid-Electrolyte Interface).

Questo strato è importante per le prestazioni delle batterie poiché ne influenza il numero di cicli, la capacità e la sicurezza.

Le celle con elettrolita liquido possono essere realizzate con struttura cilindrica, prismatica, a bottone, mentre le celle polimeriche sono piatte.

Le batterie litio/ioni sono una famiglia di accumulatori elettrochimici che si differenziano tra loro oltre che per la tecnologia dell'elettrolita (liquido o polimerico) anche per quella dei materiali catodici ed anodici. Il materiale catodico più utilizzato ed il primo ad essere usato è l'ossido litiato di cobalto (LiCoO<sub>2</sub>) il quale presenta una buona capacità di immagazzinare ioni di litio, ma critico quando si verifica la sovraccarica della cella, che può determinare il collasso della struttura del materiale con conseguente rilascio di grande quantità di calore. Inoltre la lieve tossicità e l'elevato costo del cobalto ha determinato recenti sforzi per cercare alternative migliori.

### **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<sup>+</sup> e separa l'elettrolita positivo dal negativo.

La molecola di acido solforico H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> si scinde negli ioni H<sup>+</sup> ed SO<sub>4</sub><sup>-</sup>. Lo ione H<sup>+</sup> 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 immagazzinate 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.

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

Il presente progetto contempla l'utilizzo di 3 inverter centrali bidirezionali (PCS) i quali avranno la gestione dell'energia su 4 container di batterie aventi una potenza pari a 2.600KWh/cad. con una capacità di gruppo pari a 10,4MWh e complessiva di 31,2MWh (7,8MW).

Il sistema BESS sarà installato c/o la sottostazione utente, al fine di diminuire le perdite di sistema, utilizzando un'area dedicata.



piccoli prefabbricati, in accordo agli standard del fornitore individuato. Se lo standard del fornitore selezionato lo richiederà i PCS potranno eventualmente essere posizionati all'interno dei container ESS. Il cuore dell'ESS è l'accumulatore elettrochimico ricaricabile. Nel caso specifico saranno utilizzati accumulatori a ioni di litio (Li-ION) con elettrolita non liquido (ad esempio del tipo LMO, LFP, NMC, ...) che permettono di ottenere elevate potenze specifiche in rapporto alla capacità nominale.

I pacchi batterie sono di tipo ermetico e sono in grado di resistere, a involucro integro, a sollecitazioni termiche elevate e alla fiamma diretta. Esse non costituiscono aggravio al carico di incendio previsto per l'impianto esistente. Le batterie operano in corrente e tensione continue.

Al fine di gestire i rischi legati all'utilizzo di ESS, il BESS sarà realizzato garantendo il rispetto delle normative in vigore e delle buone pratiche di installazione e gestione, in particolare:

- Verranno escluse forniture di batterie che contengano sostanze classificate come potenzialmente soggette alle disposizioni di cui al D.Lgs. 105/2015.
- Le batterie saranno posizionate all'interno dei container metallici a tenuta, equipaggiati di sistema di condizionamento ridondato, sistema antincendio e sistema di rilevamento fumi/temperatura.
- In fase di selezione verranno preferite soluzioni che adottano misure atte a prevenire il fenomeno del "thermal runaway".
- A fine vita dell'impianto, il processo di decommissioning, riciclaggio e smaltimento dei materiali costituenti il sistema ESS verrà effettuato in conformità alle leggi nazionali, europee ed internazionali vigenti (tra le quali European Directive on batteries and accumulators 2006/66/EC), assicurandone il rispetto anche nel caso di modifiche e/o integrazioni di quest'ultime dal momento in cui l'impianto verrà messo in esercizio.

Dal 1° gennaio 2009, in virtù del D.Lgs. 188 del 20/11/2008, è stato esteso in Italia l'obbligo di recupero alle pile e agli accumulatori non basati sull'uso di piombo bensì sull'impiego di altri metalli o composti. Tale decreto recepisce e rende effettiva la direttiva europea 2006/66/CE.

- Per quanto riguarda le batterie, l'ente di riferimento è il COBAT (consorzio obbligatorio per lo smaltimento delle batterie esauste) che opera ai sensi della legge 475 del 1988, oltre ai decreti D.Lgs. 188/08 di recepimento della Direttiva Comunitaria 2006/66/CE, e le successive correzioni e integrazioni introdotte dal D.Lgs. 21 del 11/02/2011.

I PCS realizzeranno la trasformazione da alimentazione DC, lato batterie, ad AC lato rete in modo bidirezionale.

In funzione del fornitore che verrà selezionato, i PCS saranno installati negli stessi container ESS oppure nell'area individuata all'interno di container dedicati oppure in cabinati standard del produttore dei PCS.

Il BESS è costituito da container in cui saranno alloggiati gli ESS. I container hanno una struttura metallica del tipo autoportante, costruita in profilati e pannelli coibentati, e sono idonei all'installazione all'aperto.

I container nei quali saranno alloggiate gli ESS rispetteranno i seguenti requisiti:

- Il grado di protezione minimo dei container sarà di IP54.
- Contenimento di qualunque perdita di elettrolita dalle batterie in caso di incidente.
- Isolamento termico in poliuretano o lana minerale a basso coefficiente di scambio termico.
- Particolare cura sarà posta nella sigillatura della base del container batterie. Per il locale rack batterie saranno realizzati setti sottopavimento adeguati alla formazione di un vascone di contenimento, che impedisca la dispersione di elettrolita nel caso incidentale.
- Ogni ambiente in cui saranno installati batterie e/o quadri elettrici sarà climatizzato con un sistema di condizionamento dedicato.
- Segregazione delle vie cavi (potenza e controllo).
- Qualora sia necessario accedere nel container per attività di ispezione o manutenzione, verranno garantiti adeguati spazi di accessibilità dall'esterno e di manutenzione.
- Porte di accesso adeguate all'inserimento/estrazione di tutte le apparecchiature (standard ISO + modifica fornitore) e alle esigenze di manutenzione.
- I container sono caratterizzati da elevata robustezza, tutte le porte saranno in acciaio rinforzato e dotate di serrature e blocchi idonei a prevenire l'accesso da parte di non autorizzati.

Nell'area destinata all'installazione dell'impianto sarà realizzata una platea in calcestruzzo su cui saranno posizionati, con le proprie strutture di appoggio, i componenti del BESS. I dimensionamenti saranno eseguiti in ottemperanza all'attuale normativa, Decreto del Ministero delle Infrastrutture del 17 gennaio 2018 e Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.. La quota di appoggio dei container sui loro sostegni se necessario potrà essere sopraelevata rispetto al piano di calpestio della platea, al fine di evitare il contatto con quest'ultima in caso di pioggia e di consentire il passaggio dei cavi.

La tipologia di struttura consente il suo trasporto, nonché la sua posa in opera in un unico blocco sui supporti, con tutte le apparecchiature già installate a bordo e senza che sia necessario procedere allo smontaggio delle varie parti costituenti il container. I moduli batteria, se necessario, saranno smontati e trasportati a parte.