

19_20_EO_ENE_AU_RE_49_00	MAGGIO 2022	RELAZIONE TECNICA BESS	Ing. Massimiliano Pacifico	Arch. Paola Pastore	Ing. Leonardo Filotico
N. ELABORATO	DATA EMISSIONE	DESCRIZIONE	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO

OGGETTO:

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" con potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR)

COMMITTENTE:

RED ENERGY s.r.l.
Z.I. Lotto n. 31
74020 San Marzano di S.G (TA)

TITOLO:

N8M3C18_DocumentazioneSpecialistica_45

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria

direttore tecnico

Ph.D. Ing. LEONARDO FILOTICO



Sede Legale: Via dei Mille, 5 74024 Manduria

Sede Operativa: Z.I. Lotto 31 74020 San Marzano di S.G. (TA)

tel. 099 9574694 Fax 099 2222834 cell. 349.1735914

studio@projetto.eu

web site: www.projetto.eu

P.IVA: 02658050733



SOSTITUISCE:

SOSTITUITO DA:

CARTA: A4

NOME FILE

19_20_EO_ENE_AU_RE_49_00

SCALA:

/

ELAB.

49

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
2	TECNOLOGIE ELETTROCHIMICHE	4
3	COSTI	12
4	IMPATTO AMBIENTALE	14
5	SOLUZIONE ADOTTATA	14
6	SCHEMA DEL SISTEMA BESS	18
7	CRITERI GENERALI DI SICUREZZA ANTINCENDIO	20
7.1	DESTINAZIONE D'USO E CARATTERISTICHE GENERALI	21
7.2	CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO BESS	22
7.3	SOSTANZE PERICOLOSE E LORO MODALITA' DI STOCCAGGIO	24
7.4	IMPIANTI DI PROCESSO	28
7.5	LAVORAZIONI	29
7.6	MACCHINE, APPARECCHIATURE E ATTREZZATURE	30
7.7	CONDIZIONI DI ACCESSIBILITA' E VIABILITA'	32
7.8	LAYOUT	32
7.9	CARATTERISTICHE EDIFICI	33
7.10	AREE A RISCHIO SPECIFICO	34
7.11	AERAZIONE	34
7.12	PROTEZIONE RISCHIO ATMOSFERE ESPLOSIVE	35
7.13	AFFOLLAMENTO DEGLI AMBIENTI E PERCORSI DI ESODO	35
7.14	VIE DI ESODO	36
7.15	ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA	36
7.16	SEGNALETICA	36
7.17	OBIETTIVI DI SICUREZZA ANTINCENDIO	38
7.18	VALUTAZIONE E COMPENSAZIONE DEL RISCHIO INCENDIO	39
7.19	STRATEGIE ANTINCENDIO	39
8	TRASFORMATORI ISOLE BESS	51



Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" con potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR)

RED ENERGY S.R.L.

8.1	DISPOSIZIONI COMUNI.....	52
8.2	MACCHINE ELETTRICHE FISSE DI NUOVA INSTALLAZIONE	55
9	SCHEDA TECNICA RIEPILOGATIVA DEL SISTEMA BESS	61



SR EN ISO 9001:2015
Certificate No. Q204



SR EN ISO 14001:2015
Certificate No. E145



SR EN ISO 45001:2018
Certificate No. OH597

1 INTRODUZIONE

L'energia prodotta dall'impianto eolico in progetto sarà integrata da un sistema di accumulo elettrochimico, denominato BESS (Battery Energy Storage System).

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).

Una prima scelta relativa al tipo di accumulo da adottare in un particolare contesto sarà sicuramente condotta considerando i parametri prestazionali richiesti nello specifico campo applicativo, tra cui fondamentali risultano:

- Capacità [Ah]: quantità di carica elettrica che può essere estratta dal sistema durante la scarica. Nella maggior parte degli accumulatori elettrochimici, questo parametro non è univoco, ma dipende dal valore della corrente di scarica e dalla temperatura. La capacità nominale è la capacità corrispondente ad un particolare regime di scarica sufficientemente rappresentativo del regime di lavoro cui la batteria è destinata ad una temperatura di riferimento, tipicamente 25°C
- Energia [Wh]: energia che il sistema fornisce durante la scarica, partendo da una condizione di piena carica fino alla scarica completa, data dal prodotto della capacità per la tensione dell'accumulatore. Anche questo parametro dipende dal regime di lavoro. Per confrontare sistemi di tipo diverso, si utilizzano parametri specifici quali l'energia e la potenza specifica riferite al peso in kg del sistema ed espresse rispettivamente in Wh/kg e W/kg.
- Efficienza energetica, o rendimento di carica-scarica: rapporto tra l'energia scaricata e l'energia spesa per riportare il sistema di accumulo nello stato di carica iniziale.
- Durata di vita: tempo di esercizio dell'accumulatore, che ha termine quando le prestazioni del sistema degradano sotto i limiti operativi. Questo parametro può essere espresso in anni o in cicli di carica-scarica, con una profondità di scarica generalmente compresa tra l'80% e il 90%. La durata di vita di un accumulatore dipende fortemente dalle modalità di lavoro e si riduce drasticamente se sottoposto ad una gestione non corretta.
- Stato di carica: SOC: quantità di carica presente nell'accumulatore, rapportata ad un valore di



riferimento molto spesso coincidente con la capacità nominale espressa in percentuale.

- Profondità di scarica: DOD: quantità di carica in Ah erogata da un accumulatore completamente carico, rapportata alla sua capacità nominale. È normalmente espressa in percentuale (%).
- Costo specifico di realizzazione per unità di energia (Euro/kWh).
- Costo specifico di realizzazione per unità di potenza (Euro/kW).

2 TECNOLOGIE ELETTROCHIMICHE

Gli accumulatori elettrochimici sono una tecnologia estremamente diffusa, in grado di trasformare in modo diretto energia chimica in energia elettrica. Il funzionamento di questa categoria di accumulatori si basa sui processi di ossido-riduzione e di elettrolisi che determinano una conversione reversibile dell'energia chimica in energia elettrica. Generalmente, sono costituiti da una struttura composta da due semi-celle separate da un setto poroso, ciascuna delle quali contiene un elettrodo (anodo e catodo) metallico immerso in soluzione elettrolitica (contenente generalmente ioni dello stesso metallo). Attraverso le reazioni di ossido-riduzione l'anodo, ossidandosi, cede elettroni al catodo che a sua volta si riduce; il flusso di elettroni generato viene successivamente intercettato da un conduttore. La reazione di elettrolisi, viceversa, permette la conversione dell'energia elettrica generata in energia chimica. L'elemento base di un sistema di accumulo elettrochimico è la cella elettrochimica, in grado di generare una tensione in CC (Corrente Continua) variabile e che può essere combinata in serie e/o parallelo per ottenere un accumulatore di dimensioni maggiori, chiamato comunemente batteria. Il sistema di accumulo elettrochimico completo può comprendere, oltre alla batteria, un sistema elettronico di gestione e monitoraggio, ausiliari (pompe, sistemi di ventilazione e/o climatizzazione, ecc.) ed eventualmente un convertitore elettronico nel caso in cui il sistema di accumulo debba essere interfacciato verso la rete elettrica. Le caratteristiche peculiari dei sistemi di accumulo elettrochimico sono: la modularità (con possibilità di sistemi da pochi kW a decine di MW) e flessibilità; tempi di risposta alle variazioni di carico veloci; elevato rapporto energia/potenza. Ulteriori vantaggi risiedono nella rapidità di installazione e nella possibilità di spostare il sistema in un altro punto della rete o di riconfigurarli in caso di necessità. Le numerose tipologie di accumulatori si differenziano per la coppia di specie elettrochimiche tra cui avviene la reazione, per il tipo di elettrolita e per le caratteristiche costruttive, mentre le caratteristiche funzionali dei dispositivi per uso stazionario



dependono dalle specifiche tecniche di applicazione. Le principali tipologie di accumulatori elettrochimici sono:

- gli accumulatori con elettrolita acquoso, che comprendono l'accumulatore al piombo acido, nichel/cadmio e nichel/ metal idruro
- batterie a circolazione di elettrolita, che includono le batterie a flusso le batterie ad alta temperatura (sodio/zolfo, sodio/cloruro di nichel)
- le batterie agli ioni di litio.

Dal punto di vista "energetico" per operare una classificazione delle soluzioni tecnologiche per i sistemi di accumulo elettrochimici si può partire individuando alcune prestazioni chiave:

- Potenza Specifica (W/kg): che è la potenza generabile per ogni unità di peso del sistema di accumulo;
- Energia Specifica (Wh/kg); che indica l'energia erogabile per unità di peso;
- Efficienza energetica di carica/scarica (%): che indica il rapporto tra l'energia scaricata e l'energia necessaria per riportare il sistema in una condizione di carica completa;
- Durata: che misura il numero di cicli di carica e scarica durante la vita utile della batteria;
- Vita Utile (anni).

Un altro parametro rilevante per una batteria è costituito dal rendimento energetico, che è dato dal rapporto tra l'energia scaricata a potenza nominale, partendo da piena carica fino alla scarica completa, e l'energia fornita alla batteria per riportarla nello stato di carica iniziale. Nel caso di un sistema di accumulo completo, interfacciato in rete con un convertitore elettronico, è necessario comprendere nel calcolo il rendimento del convertitore e l'energia spesa per alimentare gli ausiliari (qualora non siano alimentati direttamente dalla batteria). Il rendimento amperometrico, o faradico, è dato dal rapporto tra la carica estratta dalla batteria partendo da piena carica (Stato di Carica-SOC pari a 100%) fino a piena scarica e la carica che è necessario fornire alla batteria per riportarla nello stato di carica iniziale. Alcune tecnologie hanno rendimenti amperometrici inferiori al 100% per la presenza di reazioni parassite (quali ad esempio l'elettrolisi dell'acqua che avviene nelle batterie a elettrolita acquoso in fase di ricarica). La Tabella 1, riporta il rendimento energetico, il rendimento amperometrico e la vita attesa per diverse tipologie di batterie.

Tecnologia	Rendimento energetico [%]	Rendimento amperorametrico [%]	Vita attesa (cicli) DOD 80%
Piombo	80	85	1000
Nichel/Cadmio	65	75	1000
Nichel/metal idruri	65	75	1500
Sodio/cloruro di nichel	85	100	4000
Sodio/zolfo	85	100	4500
Litio-ioni	90	100	5000
Flusso di elettrolita al vanadio (VRB)	75	85	10000

Tabella 1 - Rendimenti e tempi di vita previsti per diverse tecnologie di accumulo elettrochimico

Volendo fornire una disamina esaustiva delle tecnologie di accumulo elettrochimico, si riporta nel prosieguo una sintetica descrizione delle principali tipologie di sistemi di accumulo elettrochimico: batterie ad alta temperatura, accumulatori al piombo acido, accumulatori al litio, batterie a flusso VRB.

- Batterie ad alta temperatura: Le batterie ad alta temperatura comprendono le batterie sodio/zolfo e quelle sodio/cloruro di nichel. Una caratteristica di tali sistemi è la temperatura interna di funzionamento particolarmente elevata. Tali batterie operano a una temperatura di circa 300°C, necessaria a mantenere allo stato fuso gli elettrodi e ad aumentare la conducibilità dell'elettrolita. La vita media di questo tipo di dispositivi è superiore a quella delle batterie al piombo ma, a causa dell'elevata temperatura d'esercizio, occorre prevedere adeguati sistemi di sicurezza. Queste batterie si caratterizzano per una elevata energia specifica, alti rendimenti energetici, buona durabilità. Esse hanno tuttavia prestazioni generalmente inferiori rispetto a quelle al litio, pur presentando il vantaggio di essere totalmente indipendenti dalla temperatura ambiente. Inoltre, esse presentano il vantaggio di essere completamente riciclabili e avere una sicurezza intrinseca un po' più alta. Le caratteristiche dei dispositivi (batterie al sodio-cloruro di nickel) in termini di prestazioni sono riportate nella seguente tabella (Tabella 2).

Prestazioni Accumulatore al Sodio/Cloruro di Nickel	
Potenza specifica	170 W/kg
Energia specifica	160 Wh/kg
Efficienza energetica di carica/scarica	90%
Durata	2500-3500 cicli
Vita calendariale	10-12 anni

Tabella 2-Prestazioni degli accumulatori al Sodio/Cloruro di Nickel

- Gli accumulatori al piombo/acido sono costituiti da un elettrodo al piombo e da uno al biossido di piombo, immersi in una soluzione acquosa di acido solforico. Esistono molteplici tipologie di accumulatori al piombo acido, che possono essere raggruppate in due categorie principali:

- accumulatori aperti, o VLA - Vented Lead Acid,
- accumulatori ermetici, o VRLA - Valve Regulated Lead Acid.

Gli accumulatori VLA, tuttora i più diffusi, sono caratterizzati dalla presenza di aperture che permettono l'uscita nell'ambiente circostante dei gas, essenzialmente idrogeno e ossigeno, prodotti durante la ricarica e trovano largo impiego in applicazioni stazionarie e nella trazione. Negli accumulatori VRLA, l'idrogeno prodotto sulla piastra negativa viene convogliato verso la piastra positiva dove si ricombina con l'ossigeno ricostituendo acqua. Gli accumulatori ermetici sono ormai ampiamente diffusi grazie al fatto di richiedere minore manutenzione, minore ingombro e di emettere quantità di idrogeno limitate. Tali accumulatori presentano due svantaggi principali, che ne hanno limitato l'impiego: la forte disomogeneità costruttiva; i gas prodotti si ricombinano completamente soltanto fino a un certo valore della corrente di ricarica, oltre il quale parte di essi viene evacuata nell'ambiente esterno attraverso le valvole di sicurezza, provocando un graduale consumo dell'elettrolita ed un accelerato degradamento della batteria. In genere gli accumulatori di tipo VLA hanno valori di energia specifica compresi tra 15 e 25 Wh/kg (corrispondenti ad una densità di energia di 30-50 Wh/l) e picchi di potenza specifica di 20-40 W/kg (40-80 W/l). Nelle realizzazioni speciali per la trazione elettrica stradale si raggiungono potenze specifiche di 70-80 W/kg. Gli accumulatori ermetici di tipo VRLA, essendo più compatti, hanno delle migliori prestazioni in termini di contenuto energetico, hanno, infatti, valori di energia specifica compresa

tra 20 e 45 Wh/kg (40-90 Wh/l), con picchi di potenza di 60-150 W/kg (120-300 W/l). Il valore effettivo della forza elettromotrice in realtà dipende da diversi fattori esterni, come la densità dell'elettrolita, la temperatura, lo stato di carica, la corrente circolante, lo stato di invecchiamento. Un altro fenomeno importante di cui tenere conto è il cosiddetto fenomeno dell'autoscarica. Nelle batterie al piombo l'autoscarica è dovuta a varie reazioni parassite che consumano lentamente le cariche presenti e portano nel tempo alla scarica completa della batteria. In condizioni normali l'autoscarica determina una riduzione della carica della batteria pari a circa il 2-3% al mese. La capacità nominale di un accumulatore è la capacità corrispondente ad un particolare regime di scarica sufficientemente rappresentativo del regime di lavoro cui la batteria è destinata. Generalmente per applicazioni stazionarie si assume come capacità nominale la capacità al regime delle 10 h. Le capacità di una cella al piombo disponibile industrialmente possono variare da poche decine fino a migliaia di Ah. La vita attesa di un accumulatore al piombo può variare in base alla tipologia e alla gestione. Una batteria tipo SLI ha una vita attesa di 3-4 anni, mentre un accumulatore aperto stazionario, gestito in tampone e correttamente mantenuto può arrivare ad una vita di oltre 20 anni. Il numero di cicli di carica/scarica di una cella al piombo, con una profondità di scarica dell'80%, è tra 500 e 800. Le caratteristiche degli accumulatori al piombo/acido in termini di prestazioni sono sintetizzate nella tabella seguente (Tabella 3).

Prestazioni Accumulatore al Piombo/Acido	
Potenza specifica	150-300 W/kg
Energia specifica	50-80 Wh/kg
Efficienza energetica di carica/scarica	70-85%
Durata	1500-2500 cicli
Vita calendariale	5-7 anni

Tabella 3 - Prestazioni degli accumulatori al piombo/acido

- Gli accumulatori litio/ioni presentano numerose varianti e sono caratterizzati da un'elevata potenza specifica, motivo per il quale trovano largo impiego anche nella trazione elettrica. Lo svantaggio principale di queste soluzioni è costituito dal costo elevato determinato dalla necessità dei sistemi



RED ENERGY S.R.L.

di sicurezza che devono essere adottati per cautelarsi rispetto a potenziali situazioni di sovraccarico. La famiglia delle batterie al litio è piuttosto ampia ed è differenziata dal materiale catodico, che ne definisce le caratteristiche (Tabella 4):

Key active material	lithium nickel manganese cobalt oxide	lithium manganese oxide	lithium nickel cobalt aluminum	lithium iron phosphate	lithium titanate oxide
Technology short name	NMC	LMO	NCA	LFP	LTO
Cathode	$LiNi_xMn_yCo_{1-x-y}O_2$	$LiMn_2O_4$ (spinel)	$LiNiCoAlO_2$	$LiFePO_4$	variable
Anode	C (graphite)	C (graphite)	C (graphite)	C (graphite)	$Li_4Ti_5O_{12}$
Safety					
Power Density					
Energy Density					
Cell costs advantage					
Lifetime					
BESS performance					
Advantages	<ul style="list-style-type: none"> -good properties combination -can be tailored for high power or high energy -stable thermal profile -can operate at high voltages 	<ul style="list-style-type: none"> -low cost due to manganese abundance -very good thermal stability -very good power capability 	<ul style="list-style-type: none"> -very good energy and good power capability -good cycle life in newer systems -long storage calendar life 	<ul style="list-style-type: none"> -very good thermal stability -very good cycle life -very good power capability -low costs 	<ul style="list-style-type: none"> -very good thermal stability -long cycle lifetime -high rate discharge capability -no solid electrolyte interphase issues
Disadvantages	<ul style="list-style-type: none"> -patent issues in some countries 	<ul style="list-style-type: none"> -moderate cycle life insufficient for some applications -low energy performance 	<ul style="list-style-type: none"> -moderate charged state thermal stability which can reduce safety -capacity can fade at temperature 40-70°C 	<ul style="list-style-type: none"> -lower energy density due to lower cell voltage 	<ul style="list-style-type: none"> -high cost of titanium -reduced cell voltage -low energy density

Source: International Renewable Energy Agency, based on Nitta et al., 2015; Müller et al., 2017; Blomgren, 2017; and data from Navigant Research (Tokash and Dehamna, 2016).

Tabella 4 - Confronto delle configurazioni chimiche delle Batterie Ioni-Litio

Sebbene esistano diverse tipologie di batterie litio-ioni, esse sono caratterizzate da una struttura comune, che include un anodo costituito da grafite, un catodo solitamente di un ossido litiato di un metallo di transizione (ad esempio ossido di cobalto, fosfato di ferro, ecc.), che garantisce una struttura a strati o a tunnel nella quale gli ioni litio possono essere inseriti ed estratti facilmente. Un elettrolita liquido o polimerico che permette la conduzione degli ioni litio agisce da collegamento tra l'elettrodo positivo e quello negativo, che risultano tra loro separati da un opportuno strato

isolante elettronico costituito generalmente da una poliolefina. La ricerca nel settore delle celle al litio è molto intensa e lo è stata particolarmente negli ultimi anni, prefiggendosi obiettivi quali il miglioramento e lo sviluppo di nuovi materiali elettrodici ed elettrolitici, l'aumento delle prestazioni, della vita attesa e dell'affidabilità. Tra le finalità perseguite nelle attività di ricerca e sviluppo vi è anche quella relativa all'aumento delle capacità delle celle: al momento infatti la maggior parte della produzione delle batterie al litio è assorbita dal mercato dell'elettronica di consumo per cui le celle prodotte sono di taglia limitata (al massimo pochi Ah). Tuttavia, la prospettiva di impiego delle celle per la propulsione dei veicoli elettrici e nel sistema elettrico ha portato alcuni produttori a sviluppare celle di taglia medio-grande (dell'ordine della decina di Ah). Le batterie al litio sono sistemi ad elevata energia e pertanto devono essere trattate con la massima cura. Gli abusi elettrici, meccanici e termici possono determinare processi, come ad esempio la fuga termica, in grado di danneggiare la cella e, nel caso peggiore, di determinare anche la gassificazione e il rilascio di vapori infiammabili del solvente presente nell'elettrolita. Per tali motivi, le celle Li-Ion sono spesso dotate di BMS per la gestione delle grandezze di cella quali tensione, corrente, temperatura, il quale regola la carica ed interviene nel caso in cui i parametri di funzionamento superino i limiti prefissati. Inoltre, sempre per motivi di sicurezza le celle sono spesso dotate di contenitori metallici robusti. Le batterie litio-ioni hanno un'energia specifica che può arrivare fino a 180 Wh/kg, corrispondente a una densità di energia di 270 - 380 Wh/l (la più elevata tra tutti i sistemi di accumulo elettrochimici). Le celle litioioni-polimeri hanno valori di energia specifica e densità di energia molto simili (140 - 150 Wh/kg), mentre la potenza specifica può arrivare a 2800 W/kg. Il rendimento energetico è molto elevato per entrambe le tecnologie, con valori fino al 95% in funzione dalle condizioni operative. Il tempo di vita in cicli delle celle è di 500 cicli con una profondità di scarica del 100%, ed è legato con legge logaritmica alla profondità di scarica. L'aspetto più critico relativo alle celle litio-ioni riguarda il degrado generalmente subito da questi dispositivi nel tempo; tale degrado induce una progressiva riduzione della capacità della batteria rispetto ai dati di fabbrica, anche in assenza di cicli di carica/scarica. Il range di temperatura di lavoro per questo tipo di batterie è molto ampio, può andare da -30 °C (per alcune celle di tipo commerciale fino a -60 °C) fino a 60 °C (la temperatura consigliata è 30 °C). Per le batterie litio-ioni, le prestazioni possono essere riassunte come di seguito riportato:

Prestazioni Accumulatore al Litio	
Potenza specifica	1000-2000 W/kg
Energia specifica	100-200 Wh/kg
Efficienza energetica di carica/scarica	85-95%
Durata	4000-5000 cicli di carica/scarica
Vita calendariale	12-15 anni

Tabella 5 - Prestazioni degli accumulatori agli ioni di litio

- Le batterie Redox a circolazione di elettrolita sono in grado di accumulare energia elettrica in soluzioni elettrolitiche utilizzando reazioni accoppiate di ossidoriduzione in cui sia i reagenti sia i prodotti di reazione, in forma ionica, sono disciolti in soluzione (non necessariamente acquosa). Nella batteria Redox al vanadio (VRFB), la coppia Redox (coppia degli elementi chimici in cui avviene lo scambio di elettroni) è costituita da vanadio in differenti stati di ossidazione, V 3+ / V 2+ all'elettrodo positivo e V 5+ / V 4+ a quello negativo, disciolti in una soluzione di acido solforico. Il vanadio è un metallo usato nella tecnologia delle VRFB perché permette di sfruttare i suoi quattro differenti stati di ossidazione. Le soluzioni di vanadio sono però molto corrosive, per cui bisogna evitare il contatto degli elettroliti con le diverse parti metalliche dell'impianto. La progettazione degli strumenti di misura, le tubazioni, le pompe e i serbatoi deve essere realizzata tenendo conto di questo fattore: solitamente si usano materiali plastici come il cloruro di polivinile (PVC) per le tubazioni e i serbatoi e strumenti di misura specificatamente adatti e inerti al contatto diretto con la soluzione di vanadio. Le batterie a flusso sono composte da un nucleo detto stack, costituito da un certo numero di celle elementari formate da piastre intervallate dalla membrana di scambio ionico ed elettricamente collegate in serie. Gli elettroliti rimangono separati e fatti circolare, tramite pompe, nelle condutture dai serbatoi allo stack e ritorno. Le celle si possono collegare idraulicamente in due modi, parallelo o serie. Il collegamento più usato è il parallelo (parallel feeding). In questo caso si ha una portata volumetrica non perfettamente uguale in tutte le celle della batteria mentre si riducono di molto l'energia di pompaggio e le perdite di pressione. Lo stato di carica di ogni singola cella è uguale allo SoC dell'elettrolita contenuto nei serbatoi e

l'equalizzazione delle celle non è necessaria. La canalizzazione, comune alle celle, crea delle correnti di shunt che riducono l'efficienza della batteria.

La temperatura influenza il funzionamento della batteria: temperature esterne al range 0-40°C possono creare problemi al sistema di circolazione dell'elettrolita. Le basse temperature addensano il liquido e la circolazione nello stack diventa difficoltosa, aumentando sensibilmente perdite di carico e costi di efficienza energetica. Al contrario, le alte temperature tendono a far precipitare i sali di vanadio, soprattutto quando la batteria è carica, ostruendo quindi i circuiti idraulici. La durata di vita della batteria è teoricamente illimitata, poiché gli elettrodi/elettroliti non partecipano direttamente alle reazioni di cella se non come portatori di elettroni. Ciò nonostante, fenomeni di leakage interno e degradazioni dei componenti concorrono inevitabilmente a limitare il tempo di vita dei dispositivi. Lo stack e le altre parti del sistema, possono essere sostituite nel corso della vita della batteria, è quindi possibile raggiungere una vita attesa di 10.000 cicli e oltre, corrispondenti a circa 20 anni di utilizzo continuativo. Per le batterie a flusso la vita utile è di 15-20 anni, le prestazioni possono essere riassunte come di seguito riportato

Prestazioni Batterie a Flusso	
Potenza specifica	75-150 W/kg
Energia specifica	15-60 ³ Wh/kg
Efficienza energetica di carica/scarica	60- 85 ⁴
Durata	>15000 cicli di carica/scarica

Tabella 6 - Prestazioni per le batterie a flusso

3 COSTI

Il livello di maturità tecnologica degli accumulatori elettrochimici varia in funzione della specifica tipologia di batteria. In generale, gli accumulatori elettrochimici, data l'ampia gamma di dimensioni in cui sono disponibili e la loro notevole flessibilità, occupano uno spazio significativo all'interno del mercato globale dei sistemi di accumulo. Le batterie al piombo-acido, nonostante abbiano raggiunto una buona maturità sia tecnologica che commerciale, sono ancora oggetto di attività di ricerca finalizzate a migliorarne le prestazioni. Si cerca in particolare di aumentare il tempo di vita della

batteria studiando nuove tipologie di elettrodi, sulla stima dello stato di carica della batteria e sullo sviluppo di sistemi di gestione (Battery Management Interface – BMI) e diagnostica per semplificare e migliorare la gestione della batteria. Le batterie al piombo acido, il sistema di accumulo elettrochimico a TRL più elevato e con prezzo inferiore, risultano pesanti e ingombranti e, per tale ragione, stanno cedendo quote di mercato alle batterie agli ioni di litio. Queste ultime, seppure con un livello di maturità tecnologica leggermente inferiore, si stanno velocemente diffondendo nel settore delle applicazioni energetiche. Date le migliori prestazioni in termini di durata, efficienza e densità di energia, infatti, le batterie litio ioni rappresentano oggi il sistema di accumulo più diffuso. Il loro costo, che ad oggi non consente di classificarle come sistema competitivo dal punto di vista economico, si sta velocemente riducendo grazie alla diffusione su larga scala. Entrando nel dettaglio di quelle che sono le specifiche tecnologie di accumulatori ioni/litio, ovvero le batterie agli ioni di litio (1), celle litio-ioni-polimeri (2), celle litio metallo-polimeri (3), le prime, sono le più diffuse e tecnicamente mature.

Una stima dei costi per le principali tipologie di accumulo elettrochimico è di seguito riportata, nella quale sono riassunti, in particolare, i costi di installazione (espressi in euro/kWh) e i costi di Operation&Maintenance annuali (variabili e fissi). Per il calcolo dei costi di O&M variabili si è ipotizzato che il sistema compia un ciclo di scarica/carica giornaliero a DOD 80%.

Tecnologia	Costo di installazione [euro/kWh di capacità]	Costi O&M fissi [euro/kWh di capacità*anno]	Costi O&M variabili [euro/KWh scaricati* anno]
Piombo	300	15	0,087
Nichel/cadmio	800	15	0,304
Nichel/metal idruri	800	15	0,304
Sodio/cloruro di nichel	560	10	0,034
Sodio/zolfo	500	10	0,031
Litio-ioni	500	10	0,023
Flusso di elettrolita al vanadio (VRB)	800	15	0,013

Tabella 7 - Confronto tra i costi di diversi dispositivi di accumulo elettrochimici

4 IMPATTO AMBIENTALE

L'impatto ambientale delle batterie connesso al fine vita dei sistemi di accumulo, come facilmente intuibile, è variabile con la tecnologia. Lo smaltimento degli accumulatori elettrochimici è obbligatorio e di responsabilità del produttore (o del system integrator); il costo dello smaltimento incide sul prezzo di vendita del prodotto e cambia in funzione della specifica tecnologia, come sinteticamente descritto di seguito:

- Le batterie al piombo hanno un costo di smaltimento molto ridotto, a fine vita devono essere conferite gratuitamente al COBAT (consorzio che gestisce il riciclo e lo smaltimento delle batterie), e vengono riciclate quasi interamente (si riesce a recuperare oltre il 90% del materiale costituente la batteria, che può essere riutilizzato per costruirne altre).
- La tecnologia nichel/cadmio è quella con il peggior impatto ambientale, in quanto il cadmio è un materiale altamente inquinante, e per questo motivo è in parte stata sostituita dalle batterie nichel/metal idruri.
- Per le batterie litio ioni sono state sviluppate procedure di riciclaggio dei materiali strategici di cui sono costituite, come le terre rare, i metalli e lo stesso litio che non sono però ancora applicate diffusamente data la scarsa convenienza economica connessa al recupero. Risulta, anche per questo tipo di batterie, ovviamente, obbligatorio il conferimento al produttore o al COBAT per la gestione del processo. Le batterie a flusso di elettrolita al vanadio sono composte prevalentemente da materiali plastici (stack, tubature dell'impianto idraulico, serbatoi) completamente riciclabili. Lo smaltimento dell'elettrolita, che contiene una concentrazione di acido solforico leggermente inferiore rispetto all'accumulatore al piombo, deve seguire le modalità di trattamento dei rifiuti speciali. Tutti gli altri materiali che costituiscono il sistema si possono riciclare.

5 SOLUZIONE ADOTTATA

Gli storage elettrochimici sono caratterizzati da una dinamica di sviluppo in crescita come "servizi di rete" con il crescente volume di investimenti per "batterie" da impiegarsi per il controllo e la stabilizzazione delle infrastrutture di trasmissione e distribuzione. La tecnologia più promettente, per le applicazioni di accumulo distribuito di taglia piccola-media, è quella delle batterie agli ioni di litio



che, come già detto, presenta una vita attesa molto lunga (fino a 5000 cicli di carica/ scarica a DOD 80%), un rendimento energetico significativamente alto (generalmente superiore al 90%), elevata energia specifica. Queste batterie lavorano bene sia in potenza che in energia, risultando adatte quindi a coprire quasi tutte le applicazioni, sia quelle tradizionali, sia quelle a supporto del sistema elettrico, e sono le più utilizzate per la trazione elettrica. Le caratteristiche delle batterie litio-ioni in termini di prestazioni relative alla potenza specifica, energia specifica, efficienza e durata, rendono queste tecnologie di accumulo particolarmente interessanti per le applicazioni "in potenza" e per il settore dell'automotive. Attualmente è in corso una rilevante attività di ricerca nel settore degli accumulatori al litio, ad esempio, avendo una densità di potenza molto alta e una vita attesa lunga possono essere impiegate in applicazioni di Power Quality. Altri settori di utilizzo possono essere le telecomunicazioni, UPS, in accoppiamento con generatori a fonte rinnovabile e in generale nei casi in cui è necessario ridurre gli spazi, dal momento che hanno una densità di energia e di potenza molto elevate. Le batterie litio-ione sono installate in container per facilitarne il trasporto. Il sistema è stato progettato per essere utilizzato per la regolazione della frequenza e per compensare le fluttuazioni della potenza in presenza di generatori eolici.

Comparazione tecnologie

In relazione alla scelta della tecnologia delle batterie si rappresenta che la scelta della tecnologia al litio è legata ad una serie di vantaggi rispetto alle altre tecnologie.

In particolare, in termini di stabilizzazione della tensione durante la fase di scarica le batterie al piombo hanno una decrescita di tensione che viene influenzata dal valore della corrente di scarica, invece le batterie al litio sono in grado di mantenere una tensione quasi costante per tutto il ciclo di scarica.

In relazione ai picchi di energia richiesta, premesso che se ad una batteria è richiesta un'energia elevata, la batteria scenderà istantaneamente di tensione e risalirà quando il carico pesante viene spento, si evidenzia come:

- Nelle batterie al piombo il calo di tensione è notevole e in alcuni casi può causare spegnimenti e commutazioni indesiderate.



- Le batterie al litio, invece, hanno una maggiore stabilità ed efficienza poiché il calo di tensione è minore a parità di energia richiesta

L'utilizzo di batterie al litio consente inoltre di eliminare la formazione di sostanze pericolose durante la fase di ricarica, infatti, le batterie al piombo vengono ricaricate tramite una reazione chimica che avviene al loro interno e che produce emissioni potenzialmente pericolose, per questa ragione devono essere ricaricate in locali appositi, definiti "sale ricariche". Inoltre, nelle fasi di ricarica le batterie si surriscaldano facendo evaporare l'acqua presente al loro interno: è quindi necessario provvedere a riempire nuovamente l'acqua regolarmente.

Le batterie al litio, invece, sono prive di emissioni e quindi la ricarica può essere effettuata in qualunque luogo. Per di più, questa tipologia di batterie non necessita di alcun tipo di manutenzione o riempimento.

In termini di costi di installazione e gestione si mette in evidenza che

- le batterie al litio sono più leggere e meno ingombranti di quelle al piombo, ciò consente quindi di minimizzare i volumi degli shelter atti a contenere le batterie e più in generale la superficie occupata dalle strutture con conseguente riduzione di costi. Inoltre, il minor peso delle batterie riduce sia i costi di trasporto che di sostituzione delle batterie.
- per quanto attiene il costo delle batterie se si valuta solamente il prezzo d'acquisto delle due tipologie di batterie, la batteria al piombo sembra notevolmente più conveniente, costando circa quattro volte meno di una batteria al litio; tuttavia, il costo effettivo di ogni kWh nell'arco di vita di una batteria varia decisamente in quanto le batterie al litio hanno durata di vita circa 4/5 volte superiore a quelle al piombo. In conclusione, si può indicativamente indicare che il costo del kWh erogato da una batteria al litio è di circa il 25% inferiore rispetto a quello erogato da batterie al piombo.

Per quanto riguarda la valutazione di batterie al nichel-cadmio si è a priori escluso l'utilizzo di tale tecnologia a causa dell'elevata tossicità del cadmio, che comporterebbe una complessa gestione del fine vita delle batterie. In ogni caso, le batterie al litio presentano caratteristiche tecniche migliori



rispetto a quelle al NiCd che, nel caso teorico di una valutazione di fattibilità, avrebbero comunque ricondotto a scegliere la tecnologia al litio. In particolare:

- le batterie al Ni-Cd, a differenza delle batterie al litio hanno un effetto memoria ed hanno una capacità specifica inferiore della stessa dimensione. In particolare, nel caso di batterie NiCd, carichi discontinui come quello che caratterizza gli accumuli elettrochimici per regolazione delle reti di energia, possono provocare una perdita della capacità di carica sino al 30%. Questo effetto non si verifica con le batterie agli ioni di litio. La batteria agli ioni di litio può essere caricata in qualsiasi momento indipendentemente dal livello di carico, senza danneggiare le cellule;
- Le batterie agli ioni di litio hanno una maggiore densità di energia e quindi a parità di potenza e capacità di carica possono pesare, mediamente il 40% di meno di batterie al NiCd;
- premesso che i sistemi di accumulo elettrolitici in oggetto intervengono sulla rete con cicli non programmabili diventa rilevante anche minimizzare la perdita di capacità delle batterie dovuta ai periodi di inattività. Da questo punto di vista le batterie al litio offrono performance notevolmente superiori rispetto alle batterie al NiCd, in particolare si può considerare che le batterie al litio presentano correnti di auto scarica indicativamente pari al 25% rispetto a quelle alle batterie al NiCd con conseguente limitazione dei costi di esercizio.

Nella tabella seguente si riassumono le principali caratteristiche delle varie tipologie di batterie:

Specifica	Piombo - Acido	NiCd	Litio - fosfato
Energia Specifica [Wh/kg]	30-50	40-80	90-120
Resistenza interna	molto bassa	molto bassa	Molto bassa
N° di cicli (Profondità di scarica 80%)	200-300	1000	1000-2000
Tempo di ricarica	8-16h	1-2h	1-2h
Auto scarica mensile	5%	20%	< 5%
Requisiti di manutenzione	3-6 mesi	Eseguire la scarica completa ogni 90 giorni	Nessun intervento
Impatto ambientale	molto elevato	molto elevato	basso
Efficienza	~ 90%	~70% - carica lenta ~ 90% - carica veloce	~ 99%

Tabella 8 - Caratteristiche principali degli accumulatori

Si precisa infine che i dati tecnici forniti sono indicativi e che la configurazione finale del sistema di accumulo elettrolitico in termini di numero di sistemi di conversione e di numero di moduli batteria, sarà effettuata in funzione delle scelte progettuali che verranno condivise con il fornitore del sistema, così come il numero di container in cui sono alloggiato le batterie.

Dismissione

Il processo di decommissioning, riciclaggio e smaltimento dei materiali costituenti il sistema BESS verrà attuato 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.

Il fornitore del sistema BESS fornirà idonea documentazione nella quale verranno descritte le modalità gestionali e gli aspetti di sicurezza.

Dal 1° gennaio 2009, in virtù del D.Lgs. 188, datato 20 novembre 2008, è stato esteso in Italia l'obbligo di recupero delle pile e degli 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.

A fine vita il sistema di accumulo sarà disassemblato e, in conformità alle leggi vigenti, trasportato verso un centro autorizzato di raccolta e riciclaggio.

6 SCHEMA DEL SISTEMA BESS

Nel caso specifico saranno utilizzati accumulatori a ioni di litio (LMO) che permettono di ottenere elevate potenze specifiche in rapporto alla capacità nominale.

Le batterie sono alloggiato all'interno di container e sono raggruppate in stringhe da 192 elementi ciascuna. Le stringhe vengono messe in parallelo e associate a ciascun PCS attraverso un Power Center che consente l'interfaccia con il PCS.

Le batterie sono di tipo ermetico e sono in grado di resistere, ad involucro integro, a sollecitazioni termiche elevate ed alla fiamma diretta. Esse non costituiscono aggravio al carico di incendio.

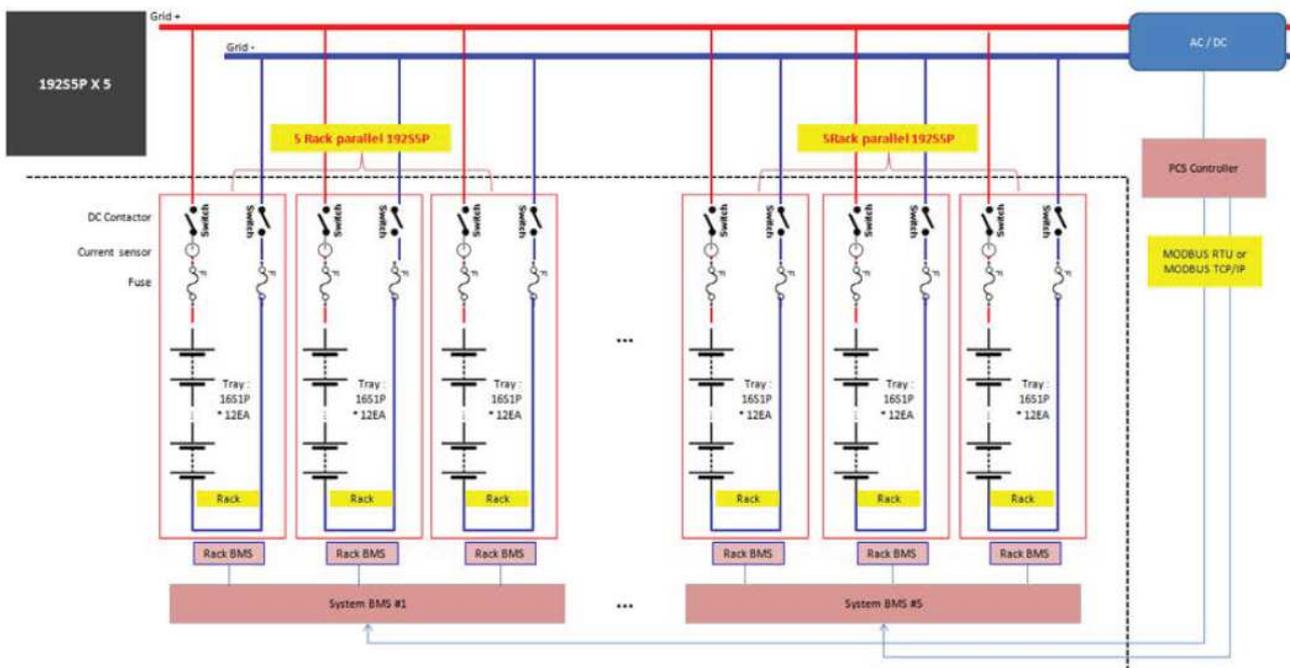
Nella figura seguente è riportato lo schema unifilare semplificato di una stringa e lo schema di un rack contenente le stesse batterie.

Figura 1 - Schema unifilare semplificato di una stringa di batterie

Schema di connessione alla rete

La Norma CEI 0-16, con la variante V1 2013-12, ha definito i possibili schemi di connessione di un impianto di accumulo inserito in impianti per la produzione di energia incentivati.

Con riferimento ad un impianto di produzione, in particolare, il sistema di accumulo può essere



connesso:

nella parte di impianto in corrente continua (Figura 26 della citata Norma)

nella parte di impianto in corrente alternata a valle del contatore di produzione dell'impianto di generazione (Figura 27 della citata Norma)

nella parte di impianto in corrente alternata a monte del contatore di produzione dell'impianto di generazione (Figura 28 della citata Norma)

Data la specificità del sistema di accumulo considerato, che prevede una interfaccia in corrente alternata, lo schema di inserzione è quello nella seguente figura:

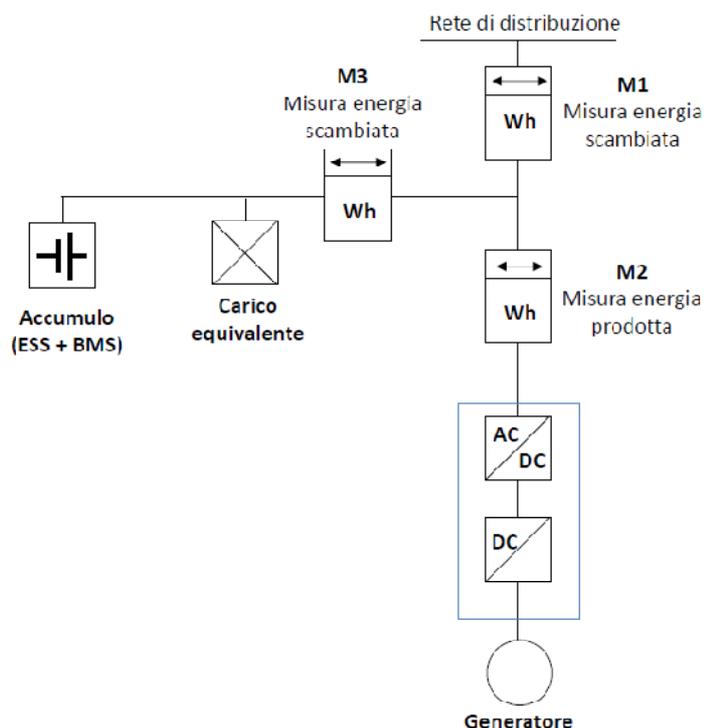


Figura 2 - Schema elettrico semplificato del sistema di misura, inserzione dell'accumulo (da Norma CEI 0-16, V1, fig. 28)

Si ritiene opportuno precisare che, nelle more di variazioni del contesto regolatorio del dispacciamento sulle reti MT e BT, la norma stabilisce che è necessario prevedere che l'impianto stesso sia in grado, se richiesto, di gestire il monitoraggio da remoto dei flussi energetici e/o il telecomando del sistema di accumulo a seguito di segnali inviati dal Distributore secondo le modalità di cui all'Allegato T (eventualmente per il tramite del controllore centrale di impianto).

7 CRITERI GENERALI DI SICUREZZA ANTINCENDIO

Il nuovo impianto BESS comporterà l'installazione di n. 10 trasformatori da 5 MW ciascuno (MT/BT) a servizio di altrettante isole container batterie.

Le suddette macchine elettriche, contenenti olio dielettrico in quantità superiore a 1 m³, sono classificate **attività 48.1.B** della tabella allegata al D.P.R. 1 agosto 2011 n.: "Macchine elettriche fisse con presenza di liquidi isolanti combustibili in quantitativi superiori a 1 mc" e per le quali verranno rispettati le misure di sicurezza dettate dal D.M. 15/7/2014 recante: "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, l'installazione e l'esercizio delle macchine elettriche fisse con presenza di liquidi isolanti combustibili in quantità superiore ad 1 m³. G.U. 5 agosto 2014, n. 180".

Si illustrano di seguito le misure di sicurezza antincendio del nuovo impianto di accumulo di energia a batterie BESS.

7.1 DESTINAZIONE D'USO E CARATTERISTICHE GENERALI

Con riferimento alla planimetria riportata nel documento "N8M3C18_ElaboratoGrafico_28" l'impianto sarà installato all'aperto.

Il sistema di batterie, convertitori, quadri elettrici e ausiliari, sarà distribuito su 10 "isole" ciascuna ospitante n. 8 container in acciaio all'interno dei quali sono ubicate le batterie.

L'accesso è costituito da passaggio carraio e viabilità interna ampiamente sufficiente a garantire l'ingresso di eventuali mezzi di soccorso ed in particolare sono garantiti i seguenti requisiti minimi:

- larghezza 3.50 m;
- altezza libera 4.00 m;
- raggio di volta 13.00 m;
- pendenza non superiore al 10%;
- resistenza al carico 20 tonnellate (8 sull'asse anteriore, 12 sul posteriore, passo 4 m).

Nel complesso quindi, l'insediamento dispone di una viabilità interna costituita da spazi scoperti aventi larghezza tale da consentire ad eventuali mezzi di soccorso di raggiungere le varie aree dell'impianto.



7.2 CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO BESS

Il sistema BESS (Battery Energy Storage System – Sistema di accumulo di energia) è un impianto di accumulo elettrochimico di energia costituito da sottosistemi, apparecchiature e dispositivi necessari all’immagazzinamento dell’energia ed alla conversione bidirezionale della stessa in energia elettrica in media tensione.

La tecnologia degli accumulatori (batterie) è composta da celle elettrochimiche.

Le singole celle sono tra loro elettricamente collegate in serie ed in parallelo per formare moduli di batterie. I moduli, a loro volta, vengono elettricamente collegati tra loro ed assemblati in appositi armadi/container in modo tale da conseguire i valori richiesti di potenza, tensione e corrente.

Ogni “assemblato batterie” è gestito, controllato e monitorato, in termini di parametri elettrici e termici, dal proprio sistema di controllo (BMS).

Un sistema BESS è generalmente costituito dai seguenti componenti e prevede una serie di attività:

- Sistema batteria: celle elettrochimiche, moduli batteria, rack e sistema di gestione e controllo delle assemblate batterie (BMS installato su relativo controller);
- Sistema di conversione della corrente PCS (AC-DC e viceversa) e relativo controllore;
- Sistema di gestione e controllo integrato EMS (Energy management System), che assicura il corretto funzionamento di ogni assemblato batteria azionato dal sistema di conversione della corrente PCS (EMS installato su sistema di supervisione controllo e acquisizione dati SCADA);
- Trasformatore di potenza MT/BT;
- Trasformatore di isolamento MT/MT;
- Quadri MT;
- Sistema di misura;
- Sistemi ausiliari (SCADA) che comprendono i sistemi di riscaldamento, ventilazione e aria condizionata (HVAC), Sistema di rilevamento e antincendio, Illuminazione;
- Containers di alloggiamento o quadri ad uso esterno, equipaggiati di sistema di condizionamento ambientale, sistema antincendio e rilevamento fumi;
- Cavi di controllo, comunicazione e alimentazione per le apparecchiature descritte precedentemente;



- Sistemi per il controllo e monitoraggio dei quadri MT e delle strutture generali del sito; - Sistema di sicurezza (sistema antintrusione, videosorveglianza);
- Impianti elettrici e componenti per la distribuzione di potenza dei dispositivi ausiliari;
- Opere civili: preparazione del sito, livellamento, sistema di drenaggio, fondazione, passaggio cavi, recinzione e strada di accesso.

Il sistema di accumulo sarà correlato da trasformatori, data la necessità di elevare la tensione in Media Tensione. Tali trasformatori saranno collegati tra di loro in configurazione entra/esci e avranno il compito di distribuire la potenza erogata/assorbita dalle batterie verso i quadri di media tensione.

Da un punto di vista funzionale i quadri avranno quindi il compito di:

- dispacciare la totale potenza erogata/assorbita dal sistema di stoccaggio mediante una cella apposita che sarà in assetto classico "montante di generazione";
- alimentare i servizi ausiliari di tutti i container che alloggiato le batterie e i PCS mediante una cella in assetto classico "distributore".

Tali sistemi saranno installati in degli alloggiamenti appositamente studiati come sistemi di contenimento e protezione degli impianti, posti in prossimità delle assemblate batterie.

L'installazione è completata con dei container ausiliari dove saranno installati organi di manovra e segnalazione in loco e quanto necessario al completo funzionamento del sistema.

Il nuovo impianto di accumulo di energia avrà una potenza di 50 MW e sarà costituito da batterie del tipo a litio localizzato in un'unica area di centrale e distribuito su 11 isole dotate ciascuna di n. 4 container.

Il trasformatore sarà collegato all'impianto di batterie attraverso cavi elettrici di potenza posti in cavidotto, e da sistemi di supervisione e controllo.

L'impianto batterie di accumulo occupa un'area di circa 800.5 m².

L'impianto sarà composto da n. 10 isole da circa 5 MW del tipo riportato nella figura accanto atte ad ospitare 8 container metallici (12.5 m x 2.5 m) all'interno dei quali saranno ubicate le batterie.

All'interno dell'"isola" sarà ubicato il trasformatore a servizio dell'isola BESS le cui misure di

sicurezza antincendio sono riportate al paragrafo specifico (parte 2).

7.3 SOSTANZE PERICOLOSE E LORO MODALITA' DI STOCCAGGIO

Le batterie installate saranno del tipo agli ioni di litio. Questa tipologia di batterie, contrariamente alle tipiche batterie al piombo, non presenta alcuna emissione durante il normale funzionamento e pertanto non si configurano le caratteristiche necessarie alla classificazione dei luoghi con atmosfere esplosive per la presenza di gas.

Ciò premesso si riportano di seguito, per completezza di esposizione alcuni cenni in merito alla pericolosità intrinseca delle batterie a ioni di Litio.

L'analisi della letteratura disponibile per gli stoccaggi attivi di energia BESS pone alcune problematiche derivanti dall'esperienza (limitata) sugli incidenti noti, e sulle capacità predittive mutuata dagli strumenti dell'analisi del rischio.

Le fonti di pericolo e di rischio di incendio più probabili in un'installazione BESS sono:

Pericoli di natura termica: Le batterie sono progettate per operare in uno specifico intervallo di temperatura (T) e tensione (V): le specifiche tecniche che saranno fornite dal produttore che verrà selezionato, individuano la cosiddetta "finestra operativa", un campo di V e T all'interno del quale sono garantite le prestazioni dichiarate e la sicurezza del dispositivo.

Questo "campo" definisce le condizioni di normale funzionamento, ed è determinato dalla specifica composizione chimica del sistema e dalle reazioni chimiche ed elettrochimiche principali cui esse danno luogo, regolate, negli aspetti di cinetica e termochimica di reazione, principalmente dalla temperatura libera di reazione. La temperatura influisce anche sul valore dell'energia di attivazione di reazioni parassite o indesiderate, rendendole più o meno possibili.

Tutte le tipologie di batterie presenti nel mercato sono vulnerabili a deviazioni nel tempo dalle condizioni di normale funzionamento dovute ad abusi di natura termica, meccanica ed elettrica. Questo può provocare la perdita delle prestazioni "di targa" e fenomeni che in alcuni casi possono portare fino alla rottura della batteria, con danni che possono avere conseguenze sulla sicurezza dell'uomo e dell'ambiente.

Le reazioni elettrochimiche che avvengono all'interno di una cella dipendono generalmente dalla temperatura, sia in termini di cinetica di reazione, che termochimici.

Inoltre, gli accumulatori contengono sostanze chimiche che possono decomporsi, evaporare, reagire tra loro in maniera non attesa.

Anche l'integrità meccanica e le funzionalità dei componenti elettrici sono influenzati dalla temperatura.

La decomposizione o la perdita di stabilità meccanica /elettrica/ elettronica possono innescare eventi che possono provocare una rapida generazione di calore.

Se la velocità di produzione del calore supera la velocità di dissipazione dello stesso, ne consegue un accumulo di calore all'interno della cella e l'innescò di una serie di reazioni chimiche auto catalitiche, generalmente chiamato "thermal runaway".

Il Thermal Runaway è una condizione per cui una cella, o un'area all'interno della cella, raggiunge temperature elevate a causa di guasto termico, guasto meccanico, cortocircuito interno o esterno.

La temperatura della cella aumenta in modo esponenziale e porta alla perdita di stabilità, la quale fa sì che tutta l'energia termica ed elettrochimica rimanente venga rilasciata nell'ambiente circostante.

Un ulteriore produzione di calore e aumento della pressione interna, possono portare anche a fenomeni di esplosione.

Pericolo elettrico: i BESS sono principalmente impianti elettrici, secondo le norme tecniche esistenti, tutte le tensioni superiori a 60V presentano il rischio di scosse elettriche o elettrocuzione.

Tutte le batterie che funzionano al di sopra di questo valore, sono realizzate con sistemi di protezioni adeguati a contrastare questi rischi e sono dotate di un adeguato isolamento elettrico.

Fermo restando che tali protezioni possano andare in guasto, l'abuso meccanico o la perdita di integrità della batteria possono portare alla distruzione di tali protezioni.

Inoltre, si potrebbe verificare il rischio di formazione di arco elettrico, in quanto la formazione di scintille può essere la causa di innescò delle sostanze chimiche infiammabili che possono accumularsi nell'intorno della batteria stessa.



Pericoli di natura fisica: i pericoli fisici comprendono una varietà di eventi che vanno da fenomeni relativamente innocui, quali la deformazione permanente di celle (tra cui lo “swelling”, nel caso delle tecnologie piombo-gel e litio-ione) o batterie, all’esplosione con proiezioni di frammenti nelle aree circostanti l’evento, con sufficiente energia cinetica per causare gravi lesioni personali.

La natura e il grado di distruzione dipendono dalla quantità di energia immagazzinata nel sistema e dalla tipologia di abuso che la batteria ha subito.

Tra i pericoli di natura fisica, sono presenti anche gli eventi accidentali, come incendi causati da attività di manutenzione, comportamento o azioni non adeguate del personale, ecc. o incendio proveniente dall'esterno.

Pericoli di natura chimica: a seguito di un evento accidentale, le batterie possono emettere sostanze chimiche corrosive o tossiche, con effetti sulla salute umana e sull’ambiente. gli inquinanti potenzialmente presenti sono:

- Rilascio di olio dielettrico dei trafo;
- Acqua del sistema antincendio

I suddetti liquidi sono rilasciati solo in caso di guasto dei trasformatori e in caso di incendio.

Da studi ed esperienze pratiche, si possono dedurre le seguenti informazioni principali:

- sono da escludersi incendi di classe D secondo la classificazione italiana/europea in quanto il litio è comunque in forma ionica e non metallica;
- il rischio incendio è connesso, oltre che ai noti fenomeni associati ad impianti ed apparecchiature elettriche, per la formazione di impedenze resistive localizzate a causa di difetto di contatto prodotto da allentamenti spontanei, da dispersioni causate da alterazioni della separazione dielettrica per presenza di acqua, da guasti di componente con perdite di isolamento, anche a fenomeni intrinsecamente connessi alla termochimica della cella Li-Ion, noti come “thermal runaway”;
- la caratterizzazione dell’incendio è quella di combustione di soluzioni liquide infiammabili, assimilabili a idrocarburi leggeri o sostanze assimilabili (alcoli, eteri, esteri a catena corta) con aggravio di rischio connesso alle condizioni di contenimento di questi (celle sigillate) e mitigazione

intrinseca connessa

- alla segregazione nelle singole celle, negli istanti iniziali;
- gli effetti di incendio su singolo modulo possono produrre perdite di contenimento generalizzato dalle celle, ovvero innescare a cascata fenomeni multipli di runaway delle celle;
- le condizioni di confinamento in difetto di aerazione possono portare ad accumuli di vapori infiammabili, con successivi fenomeni di fiamma premiscelata, eventualmente associata a sovrappressione in dipendenza delle condizioni di confinamento (Backdraft) con elevato rischio per operatori delle unità antincendio;
- le operazioni di spegnimento possono comportare la perdita di contenimento e la potenziale dispersione di sostanze solute pericolose per l'ambiente;

Si fa presente che una precisa caratterizzazione della composizione chimica delle batterie costituenti l'impianto BESS, sarà possibile effettuarla una volta selezionato il fornitore delle stesse.

Al fine di evitare possibili contaminazioni dovute a dispersioni accidentali che potrebbero verificarsi durante la costruzione e il funzionamento del parco, dovranno essere stabilite le seguenti misure preventive e protettive:

- durante le fasi di costruzione e funzionamento del parco eolico, in caso di spargimento di combustibili o lubrificanti, sarà asportata la porzione di terreno contaminata, la quale sarà trasportata in una discarica autorizzata; le porzioni di terreno contaminate saranno definite, trattate e monitorate con i criteri prescritti dal Decreto Ministeriale 25 ottobre 1999, n°471, "Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'art. 17 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n°22, e successive modificazioni ed integrazioni";
- durante il funzionamento si effettuerà un'adeguata gestione degli oli e altri residui dei macchinari. Questi residui sono stati classificati come rifiuti pericolosi e pertanto, una volta terminato il loro utilizzo, saranno consegnati al Consorzio Obbligatorio degli Oli Usati, affinché vengano trattati adeguatamente.

7.4 IMPIANTI DI PROCESSO

L'impianto sarà operato prevalentemente in remoto, da sistemi automatici di controllo.

Il sistema di controllo principale delle celle batteria è il BMS (Battery Management System), che è utilizzato per monitorare, proteggere e mantenere in sicurezza e in condizioni operative ottimali ciascuna cella batteria, ciascun modulo e ciascun rack.

Le principali funzioni sono:

- Monitoraggio e diagnostica delle assemblate batterie (rack, moduli, celle);
- Gestione dei segnali di allarme/anomalia;
- Gestione dei segnali di sicurezza delle batterie;
- Invio segnali di soglia per la gestione delle fasi di carica e scarica;
- Elaborazione dei parametri per la gestione delle fasi di carica e di scarica;
- Elaborazione dei parametri necessari ad identificare la vita utile residua delle batterie;
- Elaborazione dei parametri necessari alla stima dello Stato di Carica delle batterie;
- Gestione termica;
- Bilanciamento;
- Protezione e supervisione delle protezioni.
- Le principali funzionalità del sistema di monitoraggio del BMS sono:
 - Calcolare ed inviare al sistema EMS lo stato di carica (SOC);
 - Fornire a EMS i parametri di valutazione dei programmi di produzione e erogazione ammissibili;
 - Fornire a EMS i segnali di allarme/anomalia;
 - Confermare la fattibilità di una richiesta di potenza in assorbimento o in erogazione.
- Le principali funzioni di competenza del sistema di controllo di conversione della corrente PCS



sono:

- Gestione della carica/scarica delle assemblate batterie (racks);
- Gestione dei blocchi e interblocchi delle assemblate batterie;
- Protezione delle assemblate batterie;
- Protezione dei convertitori.

Le principali funzioni di competenza del sistema integrato SCI saranno:

- Consentire l'esercizio in locale dei singoli moduli batteria, mediante funzioni di protezione, comando e interblocco;
- Operare l'esercizio remoto dell'impianto;
- Comunicazione con il Sistema Centrale di Supervisione (SCCI), identificato nel "Distributed Control System" (DCS), e posizionato generalmente nella sala di controllo principale per la supervisione anche del nuovo BESS.

7.5 LAVORAZIONI

Come precedentemente accennato, l'impianto sarà gestito prevalentemente in remoto, in assenza di operatori locali, presso una sala controllo centrale che raccoglierà tutti i segnali e la diagnostica di impianto permettendo di operare in totale sicurezza.

Sono previste azioni locali solamente nei periodi di manutenzione ordinaria e straordinaria di impianto e secondo le procedure di sicurezza che verranno formulate in fase di avviamento dell'impianto.

I sistemi ausiliari (SCADA) che comprendono i sistemi di riscaldamento, ventilazione e aria delle BESS e il sistema di gestione dell'energia EMS comunicherà secondo protocolli di comunicazione standard (e.g. IEC.60870-5-104, DNP3, OPC UA) in una configurazione di comunicazione ridondata 1 fault tolerant.

Il sistema ha una modalità operativa "failover" attraverso l'uso di due server scada in hot standby mode: se un server scada ha un problema interviene l'altro in modo "bumpless" essendo già

interconnesso con la sala controllo remota.

Tutti i sistemi di controllo sono alimentati anche da sistemi UPS. Questo consente di garantire una elevata disponibilità del sistema di controllo.

Gli allarmi incendio e attivazione impianto spegnimento oltre che disponibili localmente ed essere riportati sul BMS nel container AUX, sono riportati nella Control Room di Centrale.

7.6 MACCHINE, APPARECCHIATURE E ATTREZZATURE

Sistema batteria (cella elettrochimica, modulo, rack e BMS)

Le celle elettrochimiche che saranno utilizzate negli impianti BESS sono testate e certificate almeno secondo UN 38.3, UL 1642 e IEC 62619.

Il sistema batteria composto da moduli batteria, rack e BMS è conforme, testato e certificato con UL 1973 e IEC 62619-2017.

In particolare, il “test di propagazione” (Paragrafo 7.3.3 della IEC 62619) viene eseguito con una disposizione modulo / rack tale da poter verificare la capacità del sistema di resistere a una fuga termica di una singola cella senza incendio del sistema.

Il fornitore dell'assemblata batteria (rack) esegue la valutazione dei pericoli e dei rischi come definita in IEC 62619 e in aggiunta al potenziale pericolo identificato nel documento considera la propagazione del fuoco all'interno dell'alloggiamento della batteria.

L'intervallo operativo delle celle, come richiesto nella IEC62619, viene definito e fornito dal fornitore della batteria e il BMS gestisce le batterie nell'ambito del relativo intervallo operativo.

Ai fornitori di batteria saranno richiesti test di funzionamento delle batterie, dove tenendo conto dell'intervallo operativo, saranno verificate prestazioni, capacità, efficienza.

Per rimanere nel range operativo, nei moduli di celle sono generalmente installati dei sensori di temperatura che indicano la zona con la temperatura più elevata all'interno del modulo.

Il rack viene progettato in modo tale che ogni singolo guasto non possa compromettere la sicurezza del sistema: in caso di guasto principale, il rack viene disconnesso automaticamente.



Sistema di accumulo di energia

Il sistema di accumulo dell'energia, compresa la disposizione del modulo batteria, sarà testato secondo UL9540 (dove applicabile) e la conformità del test sarà dimostrata tramite un Organismo di Certificazione.

Il sistema di accumulo energia (batterie, moduli, racks) sarà testato in accordo a UL9540A a livello rack, che è il massimo in termini di sicurezza. Inoltre, sarà certificato anche in accordo alla normativa NFPA 855.

Movimentazioni interne

Non sono previste movimentazioni interne di materiali.

Impianti tecnologici di servizio

Per gli impianti tecnologici e di servizio dell'attività, saranno previste adeguate misure antincendio di tipo preventivo, protettivo e gestionale, in accordo con gli obiettivi di sicurezza riportati al paragrafo S.10.5, del D.M. 18/10/2019 compatibilmente con le esigenze dell'attività.

Gli impianti tecnologici di servizio presenti nell'attività saranno i seguenti:

- Impianti elettrici e componenti per la distribuzione di potenza dei dispositivi ausiliari;
- Sistema Illuminazione interna;
- Sistema Illuminazione parco batterie;
- Illuminazione di emergenza;
- Sistemi ausiliari di riscaldamento;
- Sistemi ausiliari di aria condizionata
- Sistemi ausiliari di ventilazione forzata;
- Sistemi per il controllo e monitoraggio dei quadri MT e delle strutture generali del sito; - Sistema di sicurezza (sistema antintrusione, videosorveglianza);
- Impianti di rilevazione e allarme e spegnimento automatico incendi.

Tutti i sistemi safety sono alimentati anche con alimentazione di emergenza (e.g. UPS).



7.7 CONDIZIONI DI ACCESSIBILITA' E VIABILITA'

Le batterie di accumulo e i sistemi ausiliari di conversione dell'energia e controllo, saranno installati all'aperto in un'area interna della Centrale, protetta e videosorvegliata in modo tale da non essere esposte ad urti o manomissioni.

L'impianto è progettato in modo tale che l'eventuale incendio di una macchina elettrica non sia causa di propagazione ad altre macchine elettriche o ad altre costruzioni collocate in prossimità, nel rispetto delle distanze di sicurezza.

Le aree delle batterie sono dotate di accessi carrabili e pedonali.

La Centrale è presidiata H24/7, e l'accesso ai mezzi di soccorso sarà quindi sempre garantito.

Gli accessi saranno in possesso dei requisiti minimi prescritti per permettere l'ingresso dei mezzi di soccorso dei VVF. Le caratteristiche minime sono di seguito elencati:

- lunghezza 3,5 mt;
altezza libera 4 mt;
- raggio di volta 13,00 mt;
- pendenza non superiore al 10%;
- resistenza di carico almeno di 20 tonnellate (8 sull'asse anteriore, 12 sull'asse posteriore passo 4 m).

La viabilità interna del parco batterie è studiata in modo da assicurare la possibilità di avvicinamento dei mezzi di soccorso dei Vigili del Fuoco ad ogni assemblato batterie. Le dimensioni minime per l'accesso sono mantenute anche per le vie di percorrenza interne e nelle aree di manovra.

7.8 LAYOUT

È prevista una sala controllo centrale perennemente presidiata che raccoglierà tramite sistema remoto tutti i segnali e i dati quali:

- diagnostica di impianto;
- dati di processo;
- allarmi antincendio;

- allarmi antintrusione.

Inoltre, l'area di impianto sarà controllata da un sistema di videosorveglianza per il controllo degli accessi e per la visualizzazione dello stato di impianto (CCTV).

Le informazioni, i messaggi di warning e gli allarmi saranno forniti alla sala controllo remota, oltre che disponibili localmente.

Tutti i sistemi di controllo sono alimentati anche da sistemi UPS.

In caso di perdita di connessione con la sala controllo remota, i controllori locali implementeranno una logica di sicurezza in grado di gestire e nel caso fermare l'impianto in attesa che la connessione con la sala controllo principale sia ristabilita.

In caso di emergenza la sala di controllo allerverà le squadre di soccorso.

7.9 CARATTERISTICHE EDIFICI

L'impianto è realizzato mediante strutture in container.

Ogni container (12,5 x 2,5 m) sarà posizionato ad una distanza di almeno 4.5 metri tra il container adiacente ubicato sulla stessa isola e/o sull'isola adiacente e almeno 5 m rispetto alla recinzione di centrale.

Queste misure di protezione passiva permettono il confinamento di un incendio all'interno del container incidentato impedendone la diffusione ai containers vicini.

La struttura dei containers ausiliari sarà del tipo autoportante metallica, per stazionamento all'aperto, costruita in profilati e pannelli coibentati in grado di garantire una **resistenza al fuoco R/EI 60**.

Nei container sarà previsto dove necessario, un impianto di condizionamento e ventilazione, idoneo a mantenere le condizioni ambientali interne ottimali per il funzionamento dei vari apparati.

Il grado di protezione minimo dei container sarà di IP54.

Sarà previsto un sistema antieffrazione con le relative segnalazioni. La struttura sarà antisismica, nel rispetto delle norme tecniche per le costruzioni NTC 2018 (D.M. 17/01/2018).

7.10 AREE A RISCHIO SPECIFICO

L'attività dell'impianto batterie di accumulo, si configura nella sua totalità come area a rischio specifico, secondo la classificazione di attività a rischio specifico paragrafo V.1.1 lettera g) del D.M. 18.10.2019 in quanto area in cui vi è la presenza di reazione chimiche pericolose ai fini dell'incendio.

7.11 AERAZIONE

In ogni container batterie è prevista l'installazione di un impianto di estrazione dei fumi e vapori da attivarsi in caso d'incendio. Tale impianto avrà il compito di evitare, in caso d'incendio, la formazione di una miscela infiammabile tra i prodotti della combustione incombusti ed eventuale aria proveniente per qualche motivo dall'esterno.

I componenti d'impianto e relative apparecchiature, per quanto possibile saranno rispondenti ai criteri previsti dalla UNI 9494.

Saranno inoltre soddisfatte le seguenti prescrizioni tecniche aggiuntive:

- essendo prevista la presenza di sistemi automatici di controllo o estinzione dell'incendio sarà garantita la compatibilità di funzionamento con il SEFC (Sistema di evacuazione fumo e calore) utilizzato, apponendo serrande tagliafuoco con controllo dalla centrale di estinzione;
- essendo prevista la presenza di IRAI (Impianti di rivelazione incendio e segnalazione allarme incendio) sono previste funzioni di comunicazione e controllo dello stato dell'impianto SEFC utilizzato.

L'impianto sarà progettato, realizzato e mantenuto a regola d'arte secondo quanto prescritto dalle specifiche regolamentazioni, dalle norme di buona tecnica e dalle istruzioni fornite dal fabbricante.

I parametri e le caratteristiche impiegati per la progettazione degli impianti sono stati individuati dai soggetti responsabili della valutazione del rischio di incendio e della progettazione dell'attività.

I responsabili di tali attività hanno l'obbligo di mantenere le condizioni valutate per l'individuazione dei parametri e delle caratteristiche di progetto degli impianti.

7.12 PROTEZIONE RISCHIO ATMOSFERE ESPLOSIVE

Il rischio di atmosfere esplosive è insussistente per i container installati nel sistema. In particolar modo per quel che riguarda le batterie installate, esse, nel normale funzionamento, non hanno alcuna emissione.

La valutazione del rischio atex, in condizione di funzionamento ordinario, sarà effettuata prima dell'installazione delle batterie ed eventualmente saranno adottate le misure di prevenzione, protezione e gestionali richieste, comprese le dotazioni impiantistiche.

La probabilità che si creino atmosfere esplosive all'interno del container batterie, durante il normale funzionamento è relativamente basso, tuttavia il pericolo di esplosione è comunque possibile a causa di un cattivo funzionamento del sistema, cortocircuito o cause fortuite esterne come urti o incendi, che inneschino il thermal runaway, ovvero la fuga termica. Il "thermal runaway", si verifica quanto il sistema esce dall'intervallo di sicurezza della temperatura, in questo caso, l'energia accumulata nella batteria è immediatamente rilasciata e l'elettrolita s'infiamma oppure il gas elettrolitico esplose.

Oltre alle misure di prevenzione e gestionali, saranno inserite le seguenti misure di protezione, per limitare gli effetti di un'esplosione e la salvaguardia dei presenti, delle squadre di emergenza e degli operatori di Vigili del Fuoco:

- in ogni container batterie il sistema di rilevazione incendi sarà completo di rivelatori di atmosfere esplosive compatibile con i gas e vapori infiammabili emessi dalle celle elettrochimiche che segnaleranno lo stato del sistema all'esterno;
- in ogni container batterie sarà previsto un sistema per l'estrazione forzata dei gas infiammabili alimentato da UPS;
- in ogni container batterie sarà prevista l'installazione di un pannello antiscoppio per il dispositivo di contenimento degli effetti di sovrappressione delle esplosioni. Sarà posto in copertura, lontano dai dispositivi che richiedono l'avvicinamento delle squadre di emergenza.

7.13 AFFOLLAMENTO DEGLI AMBIENTI E PERCORSI DI ESODO

Non è prevista generalmente la presenza di personale all'interno del parco delle batterie.

Sono previste azioni locali solamente nei periodi di manutenzione ordinaria e straordinaria di impianto e secondo le procedure di sicurezza che verranno formulate in fase di avviamento dell'impianto.

Il personale sarà formato e istruito per le procedure e il tempo di presenza sarà limitato.

Il sistema di esodo è stato calcolato in base al capitolo S.4 del D.M. 18/10/2019.

Il sistema d'esodo previsto assicurerà che gli occupanti dell'attività possano raggiungere un luogo sicuro o permanere al sicuro, autonomamente, prima che l'incendio determini condizioni incapacitanti negli ambiti dell'attività ove si trovano.

7.14 VIE DI ESODO

L'altezza minima delle vie di esodo sarà sempre pari a 2 m.

Tutte le superfici di calpestio delle vie d'esodo saranno non sdruciolevoli.

Il fumo ed il calore dell'incendio smaltiti o evacuati dall'attività non interferiranno con il sistema delle vie d'esodo.

7.15 ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA

Sarà installato un impianto di illuminazione di sicurezza lungo tutto il sistema delle vie d'esodo fino a luogo sicuro in quanto l'illuminazione può risultare anche occasionalmente insufficiente a garantire l'esodo degli occupanti.

L'impianto di illuminazione di sicurezza sarà in grado di assicurare un illuminamento orizzontale al suolo sufficiente a consentire l'esodo degli occupanti, conformemente alle indicazioni della norma UNI EN 1838 e comunque ≥ 1 lx lungo la linea centrale della via d'esodo.

7.16 SEGNALETICA

Sarà installata segnaletica di sicurezza descrittiva dell'impianto, dei rischi e pericoli connessi in conformità alla NFPA 855 e alle linee guida Enea - VVF





Esempio di scheda descrittiva d'impianto (rif. "Rischi connessi con lo stoccaggio di sistemi di accumulo Litio-ione" e NFPA 855)



Avviso presenza sistema spegnimento incendio a gas. Presente sulla porta di accesso Battery Room



Pericolo Arc flash

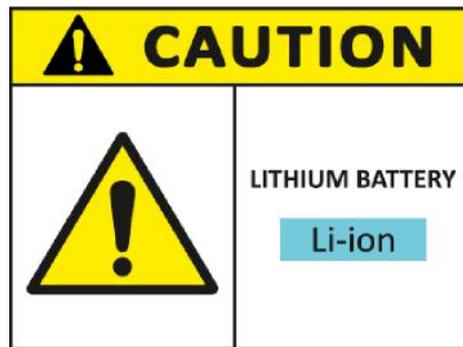


Figura 3 - Identificazione della tecnologia di accumulo utilizzata su tutti gli ingressi delle Battery Room.



Figura 4 - Pulsante di allarme antincendio. Su tutti i container in corrispondenza del pulsante di allarme.



Figura 5 - Porta tagliafuoco. Su tutte le porte dei container.

7.17 OBIETTIVI DI SICUREZZA ANTINCENDIO

Gli obiettivi primari della sicurezza antincendio assunti per il progetto in esame riguardano:

- la sicurezza della vita umana;
- l'incolumità delle persone;
- la protezione dei beni limitatamente all'effetto domino sugli impianti di Centrale trattandosi di impianto di distribuzione energia elettrica a servizio pubblica utilità;
- la tutela dell'ambiente onde evitare, in caso di eventi incidentali, possibili rilasci di prodotto pericoloso per l'ambiente.

Si riassumono di seguito i principi e i criteri di sicurezza antincendio che saranno perseguiti ed applicati al fine di raggiungere i sopracitati obiettivi generali e garantire quindi che l'attività in esame risulti fruibile in sicurezza, sia nelle sue singole parti che nell'insieme:

- minimizzare le cause d'incendio e/o esplosione;

- garantire la stabilità delle strutture per il tempo necessario all'esodo di eventuali presenze occasionali;
- limitare la produzione e la propagazione del fuoco e del fumo all'interno degli elementi e tra gli stessi;
- limitare la propagazione di un incendio ad attività contigue e/o prossime;
- garantire la possibilità che gli occupanti lascino l'attività autonomamente o che gli stessi siano soccorsi in altro modo;
- garantire la possibilità per le squadre di soccorso di operare in condizioni di sicurezza; - garantire la raccolta acque di spegnimento.

7.18 VALUTAZIONE E COMPENSAZIONE DEL RISCHIO INCENDIO

L'obiettivo della valutazione è quello di fornire ed evidenziare l'efficacia dei provvedimenti necessari per salvaguardare la sicurezza dei lavoratori e delle altre persone nel luogo di lavoro e nella fattispecie in ordine:

- alla prevenzione dei rischi d'incendio;
- all'informazione dei lavoratori e delle altre persone eventualmente presenti;
- alla formazione dei lavoratori;
- alle misure tecnico-organizzative necessarie per la mitigazione del rischio incendio.

7.19 STRATEGIE ANTINCENDIO

Si procede di seguito ad illustrare le misure antincendio di prevenzione, protezione e gestionali costituenti la "Strategia Antincendio" adottate per la mitigazione del rischio incendio che compete l'attività in esame.

Nella fattispecie, per ciascun compartimento e/o unità di attività per la quale è stato definito uno specifico profilo di rischio, si procede secondo il seguente iter:

- attribuzione del livello di prestazione alle singole misure di sicurezza antincendio in funzione degli obiettivi di sicurezza da raggiungere e della valutazione del rischio effettuata;
- individuazione delle soluzioni progettuali riguardanti ciascuna misura antincendio e dimostrazione dell'adeguatezza delle stesse (conformi, alternative o in deroga) nei riguardi del relativo livello di prestazione previsto.

Reazione al fuoco [S.1]

Battery Room - Container

I container in esame saranno realizzati con pannellature EI 60, aventi classe di reazione al fuoco A1 (ex classe 0), si attribuiscono pertanto i seguenti livelli di prestazione (S.1.2), (S.1.3).

vie di esodo	livello 1
altri locali	livello 1

Tabella 9 - Livelli di prestazione

Il livello di Prestazione I è soddisfatto come *soluzione conforme* dai materiali installati.

Resistenza al fuoco [S.2]

Attribuzione dei Livelli di Prestazione

Tutti i container, presentano analoghi requisiti costruttivi e distributivi e per tutti è possibile attribuire il medesimo livello di Prestazione I:

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	<p>Opere da costruzione, comprensive di eventuali manufatti di servizio adiacenti nonché dei relativi impianti tecnologici di servizio, dove sono verificate tutte le seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none">• compartimentate rispetto ad altre opere da costruzione eventualmente adiacenti e strutturalmente separate da esse e tali che danni ad altre opere da costruzione o all'esterno del confine dell'area su cui sorge l'attività medesima;• adibite ad attività afferenti ad un solo responsabile dell'attività e con profilo di rischio R_{beni} pari ad 1;

	<ul style="list-style-type: none">• non adibite ad attività che comportino presenza di occupanti, ad esclusione di quella occasionale e di breve durata di personale addetto.
--	---

Tabella 10 - Criteri di attribuzione

Al fine del conseguimento del Livello di Prestazione indicato, saranno attuate le seguenti soluzioni progettuali:

- interposizione di distanza di separazione su spazio a cielo libero non inferiore alla massima altezza della costruzione verso altre opere da costruzione e verso il confine dell'area su cui sorge l'attività medesima;
- limitazione della propagazione dell'incendio verso le altre opere da costruzione o all'esterno del confine dell'area su cui sorge l'attività medesima, adottando le soluzioni indicate al paragrafo S.3.4.1 per la definizione della distanza di separazione per limitare la propagazione dell'incendio.

In aggiunta a quanto sopra indicato ed a maggior tutela antincendio, in quanto non previsto dalle soluzioni progettuali conformi per il livello di prestazione I, si provvederà a dotare i container di pannellature aventi caratteristiche di resistenza al fuoco R/EI 60.

Esodo [S.4]

La tipologia di attività comporta la valutazione di un **livello di prestazione I**: *esodo verso luogo sicuro ovvero, gli occupanti raggiungono un luogo sicuro prima che l'incendio determini condizioni incapacitanti negli ambiti dell'attività attraversati durante l'esodo.*

Uscite

- sono considerati luogo sicuro la pubblica via, gli spazi a cielo libero sicuramente collegati alla pubblica via in ogni condizione d'incendio, che non sia investito dai prodotti della combustione, il cui massimo irraggiamento dovuto sugli occupanti sia limitato a 2.5 kW/m^2 , in cui non vi sia pericolo di crolli, che sia idoneo a contenere gli occupanti che lo impiegano durante l'esodo. Nella fattispecie i piazzali esterni e la viabilità di Centrale presentano i requisiti testé illustrati;
- le vie di esodo avranno altezza non inferiore a m.2 e superfici non sdruciolevoli;
- le porte da ogni container saranno apribili a spinta verso l'esterno conformi alla UNI EN 1125;

- le uscite saranno contrassegnate verso luogo sicuro con cartello UNI EN ISO 7010M001 "uscita di emergenza, lasciare libero il passaggio".



Segnaletica ed orientamento

Il sistema di esodo sarà identificato tramite "segnaletica di sicurezza", comprendente anche planimetrie semplificate, orientate.

Nell'ambito del recinto di centrale esiste già segnaletica UNI EN ISO 7010 o equivalente indicante il punto di raccolta/luogo sicuro a cui verrà indirizzato l'esodo dall'area.

Illuminazione di sicurezza

Il sistema di vie di esodo sarà dotato di illuminazione di sicurezza fino a luogo sicuro, con grado di illuminamento conforme alla UNI EN 1838.

Gestione della sicurezza antincendio (S.5)

Le risultanze della specifica valutazione del rischio e le relative misure preventive, protettive e gestionali adottate sono state considerate ai fini della gestione della sicurezza dell'attività (capitolo S.5). Il capitolo S.5 stabilisce anche quanto richiesto nel capitolo V.1.2, lettera:

- j) formazione, informazione ed addestramento degli addetti alla gestione delle lavorazioni e dei processi pericolosi;
- k) disponibilità di specifiche attrezzature di soccorso, dispositivi di protezione collettiva e individuale.

La Gestione della Sicurezza Antincendio (GSA) rappresenta la misura antincendio organizzativa atta a garantire, nel tempo, un adeguato livello di sicurezza dell'attività in caso di incendio.

La gestione della sicurezza antincendio è un processo che si sviluppa per tutta la durata della vita dell'attività, dalla concezione al termine. Solo la corretta progettazione iniziale dell'attività consente la successiva appropriata gestione della sicurezza antincendio.

A tal fine, il Progettista ha ricevuto dal committente le informazioni di input, ha definito le misure

antincendio che minimizzano il rischio d'incendio, concepito e documentato sin dal principio il modello di gestione della sicurezza antincendio come di seguito indicato nella presente relazione tecnica.

Il Responsabile dell'attività acquisisce dalla progettazione le indicazioni, le limitazioni e le modalità d'esercizio ammesse per l'appropriata gestione della sicurezza antincendio dell'attività, al fine di limitare la probabilità d'incendio, garantire il corretto funzionamento dei sistemi di sicurezza e la gestione dell'emergenza qualora si sviluppi un incendio.

Il livello di prestazione per la gestione della sicurezza antincendio per il capitolo S.5 è Livello di prestazione III.

Gestione della sicurezza antincendio per il mantenimento delle condizioni di esercizio e di risposta all'emergenza con struttura di supporto dedicata. Il livello è stato scelto in quanto:

- Profilo di rischio $R_{vita}= A4$;
- Profilo di rischio $R_{beni}= 3$;
- Attività NON APERTA al pubblico con affollamento complessivo di 1 persone.

Soluzioni conformi per il livello di prestazione III

Centro di gestione delle emergenze

Sulla base della complessità dell'attività, sarà identificato e predisposto il centro per la gestione delle emergenze.

Il centro di gestione delle emergenze è realizzato in apposito locale ad uso esclusivo, costituente compartimento antincendio, dotato di accesso dall'esterno segnalato.

Il centro di gestione delle emergenze deve essere fornito almeno di:

- informazioni necessarie alla gestione dell'emergenza (es. pianificazioni, planimetrie, schemi funzionali di impianti, numeri telefonici, ...);
- strumenti di comunicazione con le squadre di soccorso, il personale e gli occupanti;

- centrali di controllo degli impianti di protezione attiva o ripetizione dei segnali d'allarme.

Apposita segnaletica di sicurezza è installata all'interno dell'attività per identificare ed individuare il centro di gestione dell'emergenza.

Obblighi del Responsabile dell'attività

Il responsabile dell'attività ha i seguenti obblighi:

- organizzare la GSA;
- garantire il mantenimento in efficienza dei sistemi, dispositivi, attrezzature e delle altre misure antincendio adottate, effettuando verifiche di controllo ed interventi di manutenzione;
- predisporre un registro dei controlli, commisurato alla complessità dell'attività, per il mantenimento del livello di sicurezza previsto nella progettazione, nell'osservanza di limitazioni e condizioni d'esercizio ivi indicate;
- predisporre nota informativa e cartellonistica riportante divieti e precauzioni da osservare, numeri telefonici per l'attivazione dei servizi di emergenza, nonché riportante azioni da compiere per l'utilizzo delle attrezzature antincendio e per garantire l'esodo;
- verificare dell'osservanza di divieti, delle limitazioni e delle condizioni normali di esercizio;
- adottare le misure di prevenzione incendi;
- adottare procedure gestionali e di manutenzione dei sistemi e delle attrezzature di sicurezza, inserite in apposito piano di mantenimento del livello di sicurezza antincendio;
- modificare il piano di emergenza a seguito di segnalazioni da parte del Coordinatore degli addetti al servizio antincendio;
- istituire unità gestionale GSA;
- essendo l'attività di tipo lavorativo, predisporre attuare e verificare periodicamente il piano d'emergenza;
- essendo l'attività di tipo lavorativo, provvedere a formazione ed informazione del personale su procedure ed attrezzature;
- essendo l'attività di tipo lavorativo, nominare le figure della struttura organizzativa.



Obblighi del Coordinatore unità gestionale GSA

Il datore di lavoro nomina un Coordinatore della unità di Gestione, che:

- pianifica e organizza la GSA;
- predispone le procedure gestionali ed operative;
- aggiorna il piano di emergenza;
- segnala al responsabile dell'attività le non conformità e le inadempienze di sicurezza antincendio;
- sospende in caso di pericolo grave ed immediato le attività fino all'adeguamento delle condizioni di sicurezza;
- coordina il centro di gestione dell'emergenza.

Obblighi del Coordinatore degli addetti del servizio antincendio

Il datore di lavoro nomina fra gli addetti al servizio antincendio, un responsabile dell'attività, che:

- sovrintende i servizi relativi all'attuazione delle misure antincendio previste;
- coordina gli interventi di emergenza, la messa in sicurezza degli impianti;
- si interfaccia con i responsabili delle squadre dei soccorritori.

Gli addetti al servizio antincendio in condizioni ordinarie attuano le disposizioni della GSA, in particolare:

- attuano le misure antincendio preventive;
- garantiscono la fruibilità delle vie d'esodo;
- verificano la funzionalità delle misure antincendio protettive. In condizioni d'emergenza, attuano il piano d'emergenza, in particolare:
 - provvedono allo spegnimento di un principio di incendio;
 - guidano l'evacuazione degli occupanti secondo le procedure adottate;
 - eseguono le comunicazioni previste in emergenza;
 - offrono assistenza alle squadre di soccorso.

Gestione della sicurezza nell'attività in esercizio

La corretta gestione della sicurezza antincendio in esercizio da parte del titolare dell'attività rende



pienamente efficaci le altre misure antincendio adottate.

La gestione della sicurezza antincendio durante l'esercizio dell'attività prevede:

- a) la riduzione della probabilità di insorgenza di un incendio e la riduzione dei suoi effetti, adottando misure di prevenzione incendi, buona pratica nell'esercizio, manutenzione, ed inoltre:
 - informazioni per la salvaguardia degli occupanti;
 - formazione ed informazione del personale.
- b) il controllo e manutenzione di impianti e attrezzature antincendio;
- c) la preparazione alla gestione dell'emergenza, tramite l'elaborazione della pianificazione d'emergenza, esercitazioni antincendio e prove d'evacuazione periodiche.

Prevenzione degli incendi

Nell'attività la riduzione della probabilità di incendio è un impegno continuo e quotidiano, che è svolto in funzione delle risultanze dell'analisi del rischio incendio condotta durante la fase progettuale.

Alcune delle azioni elementari per la prevenzione degli incendi sono le seguenti:

- pulizia dei luoghi ed ordine sono buone pratiche che consentono la riduzione sostanziale della probabilità di innesco di incendi, della velocità di crescita dei focolari;
- verifica della disponibilità di vie d'esodo sgombre e sicuramente fruibili;
- verifica della corretta chiusura delle porte tagliafuoco nei varchi tra compartimenti;
- riduzione degli inneschi: siano identificate e controllate le potenziali sorgenti di innesco (es. uso di fiamme libere non autorizzato, fumo in aree ove sia vietato, apparecchiature elettriche malfunzionanti o impropriamente impiegate, ...);
- riduzione del carico di incendio;
- sostituzione di materiali combustibili con velocità di propagazione dell'incendio rapida, con altri con velocità d'incendio più lenta;
- controllo e manutenzione regolare dei sistemi, dispositivi, attrezzature e degli impianti
- rilevanti ai fini antincendi;
- contrasto degli incendi dolosi, migliorando il controllo degli accessi e la sorveglianza,



- senza che ciò possa limitare la disponibilità del sistema d'esodo;
- gestione dei lavori di manutenzione; il rischio d'incendio aumenta notevolmente quando si effettuano lavori di manutenzione ordinaria e straordinaria, in quanto possono essere condotte operazioni pericolose (es. lavori a caldo, ...), temporaneamente disattivati impianti di sicurezza, temporaneamente sospesa la continuità di compartimentazione, impiegate sostanze o miscele pericolose (es. solventi, colle, ...);
- Tali sorgenti di rischio aggiuntive, generalmente non considerate nella progettazione antincendio iniziale, saranno specificamente affrontate (es. se previsto nel DUVRI di cui al Dlgs 81/08, ...);
- formazione ed informazione del personale ai rischi specifici dell'attività.

Registro dei controlli

Il responsabile dell'attività predisporrà un registro dei controlli periodici dove saranno annotati:

- a) i controlli, le verifiche, gli interventi di manutenzione su sistemi, dispositivi, attrezzature e le altre misure antincendio adottate;
- b) le attività di informazione, formazione ed addestramento e le prove di evacuazione.

Il registro sarà mantenuto costantemente aggiornato e disponibile per i controlli da parte degli organi di controllo.

Piano per il mantenimento del livello di sicurezza antincendio

Il responsabile dell'attività cura la predisposizione di un piano finalizzato al mantenimento delle condizioni di sicurezza, al rispetto dei divieti, delle limitazioni e delle condizioni di esercizio.

Sulla base del profilo di rischio dell'attività e delle risultanze della progettazione, prevede:

- le attività di controllo per prevenire gli incendi secondo le disposizioni vigenti;
- la programmazione dell'attività di informazione, formazione e addestramento del personale addetto alla struttura, comprese le esercitazioni all'uso dei mezzi antincendio e di evacuazione in caso di emergenza tenendo conto dello specifico profilo di rischio dell'attività;
- la specifica informazione agli occupanti;



- i controlli per garantire la fruibilità delle vie di esodo ivi compresa la segnaletica di sicurezza;
- la programmazione della manutenzione dei sistemi e impianti antincendio secondo le disposizioni vigenti;
- la pianificazione della turnazione degli addetti antincendio (ferie, permessi...) in maniera tale da garantire l'attuazione del piano di emergenza in ogni momento.

Controllo e manutenzione di impianti ed attrezzature antincendio

L'esercizio e la manutenzione degli impianti e delle attrezzature antincendio saranno effettuati secondo la regola dell'arte, essere condotti in accordo alla regolamentazione vigente, a quanto indicato nelle norme tecniche pertinenti e nel manuale di uso e manutenzione dell'impianto e dell'attrezzatura.

Il manuale di uso e manutenzione dell'impianto è fornito al responsabile dell'attività secondo normativa vigente.

Le operazioni da effettuare sugli impianti e la loro cadenza temporale saranno quelle indicate dalle norme tecniche pertinenti, nonché dal manuale d'uso e manutenzione dell'impianto.

La manutenzione sugli impianti e sui componenti che li costituiscono è svolta da personale esperto in materia, sulla base della regola dell'arte, che garantisce la corretta esecuzione delle operazioni svolte.

Gli estintori saranno controllati e mantenuti in conformità alla norma UNI 9994-1.

La rete a idranti sarà controllata e mantenuta in conformità alle norme UNI 10779, UNI EN 671-3, UNI EN 12845.

L'impianto di rivelazione e segnalazione allarme incendio sarà controllato e mantenuto in conformità alla norma UNI EN 11224.

Le porte e le finestre apribili resistenti al fuoco saranno controllate in conformità alla norma UNI 11473.

Preparazione all'emergenza

La preparazione all'emergenza è attività fondamentale della gestione della sicurezza antincendio.

Le misure antincendio per la preparazione all'emergenza, in funzione del livello di prestazione richiesto saranno le seguenti:

Il piano di emergenza contiene le procedure per la gestione dell'emergenza. In particolare:

- procedure di allarme: modalità di allarme, informazione agli occupanti, modalità di diffusione dell'ordine di evacuazione;
- procedure di primo intervento antincendio, che devono prevedere le azioni della squadra antincendio per lo spegnimento di un principio di incendio, per l'assistenza degli occupanti nella evacuazione, per la messa in sicurezza delle apparecchiature o impianti;
- procedure per l'esodo degli occupanti e le azioni di facilitazione dell'esodo;
- procedure di messa in sicurezza di apparecchiature ed impianti: in funzione della tipologia di impianto e della natura dell'attività, occorre definire apposite sequenze e operazioni per la messa in sicurezza delle apparecchiature o impianti;
- procedure di rientro al termine dell'emergenza: in funzione della complessità della struttura devono essere definite le modalità con le quali garantirne il rientro in condizioni di sicurezza.

La pianificazione d'emergenza include planimetrie e documenti nei quali siano riportate tutte le informazioni necessarie alla gestione dell'emergenza.

In prossimità degli accessi di ciascun piano dell'attività, saranno esposte:

- planimetrie esplicative del sistema d'esodo e dell'ubicazione delle attrezzature antincendio;
- precise istruzioni relative al comportamento degli occupanti in caso di emergenza.

Il piano di emergenza sarà aggiornato ogni volta che l'attività sarà modificata in modo significativo ai fini della sicurezza antincendio.

Gestione della sicurezza in emergenza

La gestione della sicurezza antincendio durante l'emergenza nell'attività prevede l'attivazione ed attuazione del piano di emergenza, ove è descritto il contenuto delle azioni per l'emergenza.

Alla rivelazione manuale o automatica dell'incendio seguirà immediatamente l'immediata attivazione delle procedure contenute nella pianificazione d'emergenza oppure, nelle attività più complesse, la verifica dell'effettiva presenza di un incendio e la successiva attivazione delle procedure d'emergenza.

Controllo dell'incendio

La strategia relativa al Controllo dell'Incendio ha come scopo l'individuazione dei presidi antincendio da installare nell'attività per la protezione nei confronti di un principio di incendio, per la protezione finalizzata all'inibizione o al controllo dell'incendio ed anche, grazie a specifici impianti, alla protezione finalizzata alla sua completa estinzione.

Secondo il capitolo V.1.2, lettera b), il controllo dell'incendio dovrà avere, livello di prestazione III (capitolo S.6).

Si precisa che trattandosi di container batterie assimilabili a tutti gli effetti a macchine elettriche, gli impianti di protezione attiva antincendio di seguito descritti soddisfano altresì quanto richiesto al capitolo V.1.2, lettera c).

Per l'attività in oggetto si è scelto un **Livello di Prestazione IV: Inibizione, controllo o estinzione dell'incendio con sistemi automatici estesi a porzioni di attività**

<i>Descrizione</i>	<i>Rvita</i>	<i>Rambiente</i>	<i>Presenza impianti ed apparecchiature elettriche sotto tensione</i>	<i>Presenza di solventi polari</i>	<i>Livello di prestazione</i>	<i>Classe d'incendio</i>
<i>Container batterie</i>	<i>A4</i>	<i>Significativo</i>	<i>SI</i>	<i>NO</i>	<i>IV</i>	<i>A Incendi di materiali solidi, usualmente di natura organica che portano alla formazione di braci; D Incendi di metalli.</i>

Tabella 11 - Descrizione del rischio

La probabilità che si creino atmosfere esplosive all'interno del container batterie, durante il normale funzionamento è relativamente basso, tuttavia il pericolo di esplosione è comunque possibile a causa di un cattivo funzionamento del sistema, cortocircuito o cause fortuite esterne come urti o incendi, che innescano il thermal runaway, ovvero la fuga termica. Il "thermal runaway", si verifica quando il sistema esce dall'intervallo di sicurezza della temperatura, in questo caso, l'energia accumulata nella batteria è immediatamente rilasciata e l'elettrolita s'infiama oppure il gas elettrolitico esplose.

Oltre alle misure di prevenzione e gestionali, saranno inserite le seguenti misure di protezione, per limitare gli effetti di un'esplosione e la salvaguardia dei presenti, delle squadre di emergenza e degli operatori di Vigili del Fuoco:

- in ogni container batterie il sistema di rilevazione incendi sarà completo di rivelatori di atmosfere esplosive compatibile con i gas e vapori infiammabili emessi dalle celle elettrochimiche che segnaleranno lo stato del sistema all'esterno;
- in ogni container batterie sarà previsto un sistema per l'estrazione forzata dei gas infiammabili alimentato da UPS;
- in ogni container batterie sarà prevista l'installazione di un pannello antiscoppio per il dispositivo di contenimento degli effetti di sovrappressione delle esplosioni. Sarà posto in copertura, lontano dai dispositivi che richiedono l'avvicinamento delle squadre di emergenza.

8 TRASFORMATORI ISOLE BESS

A servizio dell'impianto di accumulo di energia a batterie, denominato sistema BESS (Battery Energy Storage System), in prossimità di ogni gruppo di 8 container di batterie di accumulo verrà installato un trasformatore avente potenza di 5 MW collegato agli inverter panel per l'immissione in rete dell'energia elettrica accumulata.

In particolare, è prevista l'installazione di n. 10 trasformatori, uno per ognuna delle isole elettriche composte ciascuna da 8 container di batterie.

Trattasi di macchine elettriche fisse di nuova installazione e, conformemente a quanto stabilito dall'art. 4 del DM 15/07/2014, risulteranno in possesso dei requisiti previsti per le macchine elettriche di nuova realizzazione di cui al Titolo I e Titolo II della regola tecnica allegata al Decreto.

Tenuto conto delle caratteristiche tipo della macchina elettrica, si illustra di seguito il puntuale rispetto delle disposizioni previste dalla suddetta regola tecnica.

8.1 DISPOSIZIONI COMUNI

Le installazioni ed i relativi dispositivi di protezione saranno realizzati a regola d'arte, come verificabile dalle dichiarazioni di conformità che verranno prodotte preliminarmente all'avvio dell'impianto.

Si precisa inoltre che Enel, adotta un Sistema di Gestione Integrato (SGI) certificato conforme alle norme ISO 9001, ISO 14001, ISO 50001 e ISO 45001.

La macchina elettrica risulterà installata in modo tale da non essere esposte ad urti o manomissioni.

Le macchine elettriche oggetto del presente progetto sono installate all'aperto e l'impianto è progettato in modo tale che l'eventuale incendio di una macchina elettrica non sia causa di propagazione ad altre macchine elettriche o ad altre costruzioni collocate nelle immediate vicinanze.

A tal fine, come meglio evidenziato nel paragrafo specifico, le macchine elettriche risultano essere ubicate nel rispetto delle distanze di sicurezza riportate al Titolo II, Capo I punto 2 della regola tecnica allegata al Decreto 15/07/2014.

Capacità complessiva di liquido isolante combustibile

Le macchine elettriche presenti all'interno del sito in esame costituiscono installazioni fisse distinte in quanto tutte le macchine elettriche presenti sono allocate tra loro ad una distanza non inferiore a 3 m, e pertanto le quantità di liquido isolante sono quelle relative alle singole macchine.

Caratteristiche costruttive della macchina elettrica

Le caratteristiche tecniche ed intrinseche delle macchine elettriche sono quelle previste dalla normativa vigente al momento della costruzione della macchina elettrica stessa.



Protezioni elettriche

Gli impianti elettrici a cui saranno connesse le macchine elettriche sono realizzati secondo la regola dell'arte e dotati di adeguati dispositivi di protezione contro il sovraccarico ed il cortocircuito che consentano un'apertura automatica del circuito di alimentazione.

Esercizio e manutenzione

L'esercizio e la manutenzione delle macchine elettriche vengono effettuati secondo quanto indicato dalla normativa tecnica applicabile, nei manuali di uso e manutenzione forniti dai costruttori delle macchine stesse e dei relativi dispositivi di protezione, ovvero secondo quanto previsto nel piano di controllo e manutenzione dell'impianto e nelle procedure aziendali.

Le operazioni di controllo periodico e gli interventi di manutenzione delle macchine elettriche saranno svolti da personale specializzato. Le operazioni di controllo periodico e gli interventi di manutenzione delle macchine elettriche di cui al Decreto 15/07/2014, verranno registrati con l'impiego di specifico software di manutenzione, documentabili ed eventualmente messi a disposizione, su richiesta, al competente comando provinciale dei Vigili del Fuoco.

Messa in sicurezza

In caso di incendio, al fine di consentire ai soccorritori di intervenire in sicurezza, Enel rende reperibile h24, personale tecnico operativo che, con intervento in loco ovvero mediante intervento in remoto, possa tempestivamente provvedere al sezionamento della porzione di rete a cui è connessa la macchina elettrica fissa.

Il sezionamento di emergenza sarà effettuato in accordo alla normativa tecnica applicabile e garantirà la continuità di esercizio dell'alimentazione delle utenze di emergenza e degli impianti di protezione attiva.

In caso di emergenza è quindi previsto il sezionamento e la messa in sicurezza della porzione di impianto interessata dall'incendio o di eventuali porzioni interferenti.

Segnaletica di sicurezza

Le aree in cui sono ubicate le macchine elettriche oggetto della presente relazione ed i relativi locali accessori, sono segnalati con apposita cartellonistica conforme alla normativa vigente integrata con segnaletica conforme al titolo V del D. Lgs. 81/08 e s.m.i.

Le batterie di condensatori o altri sistemi di accumulo di energia elettrica sono segnalati con apposita targa di avvertimento. Altresì verranno segnalati gli accessi all'area della macchina elettrica e le aree all'interno delle quali esiste il pericolo di elettrocuzione per i soccorritori.

Apposita segnaletica indicherà le aree ove è vietato l'accesso anche ai mezzi ed alle squadre di soccorso. I percorsi di esodo e le uscite dai locali chiusi saranno adeguatamente segnalati.

Si riporta nel seguito un elenco della segnaletica tipo da installare.

Descrizione	Posizionamento	Segnale
Estintore	In prossimità dell'estintore.	
Pulsante di sgancio elettrico dell'interruttore AT	In corrispondenza del pulsante di sgancio elettrico dell'interruttore AT	
Pulsanti di allarme incendio manuale	In corrispondenza del pulsante di allarme incendio per la segnalazione ottico acustica in loco, e un segnale di allarme incendio al centro di telecontrollo;	
Uscita di emergenza	In prossimità di scale e/o delle vie di fuga.	
Divieto di ingresso a persone non autorizzate	In prossimità degli accessi	
Divieto di spegnere incendi con acqua / Pericolo di folgorazione per impianti elettrici in tensione	In prossimità degli accessi e dei macchinari in tensione, quadri di camndo, area di batterie in tensione	
Obbligo uso DPI da parte del personale	In prossimità degli accessi	

Figura 6 - Segnaletica di sicurezza

Saranno inoltre apposti i seguenti cartelli:

- cartello con descrizione delle procedure di sicurezza sia all'esterno che all'interno dell'area del trasformatore;

- segnaletica di divieto di accesso all'area di mezzi e squadre di soccorso prima dell'esecuzione della procedura di messa in sicurezza;
- informazioni di primo soccorso generali ed in caso di danni da elettrocuzione;
- istruzioni generali di prevenzione incendi;
- planimetria semplificata dell'area con l'indicazione della posizione delle principali apparecchiature elettriche (trasformatore, interruttori, quadri di sezionamento e comando, etc.).

Accessibilità e percorsi per la manovra dei mezzi di soccorso

Gli impianti in esame presentano potenza non superiore a 100 MVA e non è pertanto richiesta la presenza di risorse idriche disponibili.

Ciò premesso, viene assicurata la possibilità di avvicinamento dei mezzi di soccorso dei Vigili del Fuoco all'area antistante le macchine elettriche in posizione sicura con riferimento anche al rischio elettrico e comunque con la presenza di personale Enel gestore dell'emergenza.

La capacità di carico, l'altezza e la larghezza dei percorsi carrabili risultano essere adeguati alla movimentazione dei mezzi di soccorso e antincendi.

Saranno chiaramente segnalati i percorsi e le aree operative riservate ai mezzi di soccorso anche sotto o in prossimità di parti elettriche attive, in modo che possano essere rispettate le condizioni di sicurezza previste in presenza di rischi elettrici.

8.2 MACCHINE ELETTRICHE FISSE DI NUOVA INSTALLAZIONE

La macchina elettrica trova collocazione **all'aperto** in un'area **non urbanizzata** esclusivamente dedicata a tali tipi di attività.

Trattasi di trasformatore BT/MT avente potenza **5 MW** contenente **olio isolante** in quantità **superiore a 1 mc**, classificabile ai fini antincendio alle macchine elettriche di TIPO "A0" (p.to 1 Tit. II Decreto 15/07/2014).

La potenza nominale della macchina elettrica sarà quella dichiarata dal fabbricante e riportata



sulla targa di identificazione affissa alla macchina stessa.

Caratteristiche olio isolante

Il riempimento delle macchine è effettuato con olio minerale isolante.

Si riportano di seguito le principali caratteristiche chimico-fisiche dell'olio isolante utilizzato nei quantitativi di cui al punto precedente.

<i>CARATTERISTICA CHIMICOFISICHE</i>	<i>U.M.</i>	<i>Valore min</i>
<i>Punto di infiammabilità</i>	<i>°C</i>	<i>> 135</i>
<i>Densità</i>	<i>Kg/dm³</i>	<i>0,89</i>
<i>PCB</i>	<i>Assente (<5 ppm)</i>	

Tabella 12 - Caratteristiche olio isolante

Sistema di contenimento

Per ogni installazione, in caso di fuoriuscita del liquido isolante, è previsto un adeguato sistema di contenimento dimensionato per contenere almeno la quantità del liquido presente nella macchina elettrica protetta.

Il sistema di contenimento sarà costituito da una vasca di raccolta olio integrata e fornita con l'installazione del trasformatore.

La capacità di raccolta della vasca di raccolta sarà almeno pari al volume di olio contenuto nella macchina elettrica.

Recinzione

Le aree su cui sorgeranno le installazioni sono rese inaccessibili agli estranei mediante recinzione esterna di centrale di altezza non inferiore a 1,80 m.

Distanze di sicurezza

Le macchine elettriche sono installate all'aperto e sono posizionate in modo tale che l'eventuale incendio di una di esse non costituisca pericolo di incendio per le altre installazioni e/o fabbricati posti nelle vicinanze.

A tale scopo si precisa che le installazioni rispettano le distanze di sicurezza interne indicate nella

tabella 1, 2 e 3 del Titolo II Capo I Punto 2.1, 2.2 e 2.3 della Regola Tecnica allegata al Decreto Ministeriale 15 Luglio 2014, ed in particolare:

<i>Volume di liquido della singola macchina [mc]</i>	<i>Distanza sicurezza interna minima [m]</i>	<i>Distanza sicurezza esterna minima [m]</i>	<i>Distanza di protezione [m]</i>
<i>da 1 fino a 2 mc</i>	<i>> 3 m</i>	<i>> 7,5 m</i>	<i>-- (inferiore a 2 mc)</i>

Tabella 13 - Distanze di sicurezza

Mezzi ed impianti di protezione attiva

Si illustrano di seguito i mezzi ed impianti per l'estinzione presenti e/o previsti per le macchine elettriche in ottemperanza a quanto richiesto dal Decreto 15/07/2014 per le installazioni oggetto della presente relazione.

Il trasformatore sarà protetto da sistemi di protezione attiva contro incendi, progettati e realizzati in conformità alle disposizioni di cui al decreto del Ministero dell'Interno del 20 dicembre 2012.

Le apparecchiature e gli impianti di protezione attiva saranno progettati, installati, collaudati e gestiti a regola d'arte, conformemente alle vigenti norme di buona tecnica.

Mezzi di estinzione portatile

In esito alla valutazione del rischio di incendio, in accordo a quanto stabilito dalla normativa vigente, saranno previsti, in posizione segnalata e facilmente raggiungibile, estintori portatili e/o carrellati di tipo omologato dal Ministero dell'interno utilizzabili esclusivamente da personale formato e addestrato.

Sarà quindi posizionato n.1 estintore di tipo portatile kg. 12 a CO2 del tipo 34A 233B per la protezione di ognuno dei trasformatori ed ubicati in prossimità dei trasformatori stessi

accompagnati da cartelli segnalatori che ne facilitano l'individuazione, anche a distanza.

Organizzazione e gestione della sicurezza antincendio

Premesso che la centrale termoelettrica è un impianto tecnologico presidiato, il personale si reca presso il nuovo trasformatore solo per svolgere principalmente lavori di manutenzione, manovre e controlli.

La permanenza di personale nell'impianto risulta estremamente bassa e con un numero limitato di operatori. Tale ambiente non costituisce pertanto un luogo di lavoro permanente ai sensi del D. Lgs. 81/08 e s.m.i..

L'attività, ricompresa tra quelle soggette ai controlli di prevenzione incendi di cui all'allegato I al DPR 151/11 e conformemente a quanto previsto dal DM 10/03/1998 è classificata attività a rischio di incendio medio.

Per tali impianti, il datore di lavoro ha adottato le misure finalizzate a:

- ridurre la probabilità di insorgenza di un incendio;
- garantire l'efficienza dei sistemi di protezione antincendio;
- fornire ai lavoratori una adeguata informazione e formazione sui rischi di incendio.

Piano di emergenza interno

In accordo a quanto previsto dal Decreto 15/07/2014, Enel predisporrà di un Piano di Emergenza Interno che tiene conto del rischio d'incendio che compete l'attività e le caratteristiche peculiari che caratterizzano il progetto.

Nel piano saranno riportate le modalità e le procedure di intervento che dovranno essere adottate dal personale di Centrale e dal personale presente al fine di:

- controllare e circoscrivere gli incidenti in modo da minimizzare gli effetti e limitarne i danni per l'uomo, per l'ambiente e per le cose;
- mettere in atto le misure necessarie per proteggere l'uomo e l'ambiente dalle conseguenze di incidenti significativi;
- informare adeguatamente i lavoratori e le Autorità locali competenti;



- provvedere al ripristino e all'eventuale disinquinamento dell'ambiente dopo un incidente significativo.

Impianti di rivelazione e di segnalazione allarme incendio

Trattandosi di installazione di Tipo D0, non permanentemente presidiate, sono previsti sistemi fissi di rilevazione ed allarme incendio, realizzati a regola d'arte, secondo le seguenti norme:

- Decreto Interministeriale 22 gennaio 2008, n.37;
- Decreto del Ministro dell'Interno 20 dicembre 2012;
- Norme UNI 9795;
- Norme UNI EN 54, per la parte relativa ai componenti dell'impianto.

L'impianto di rivelazione incendi avrà le seguenti caratteristiche:

- segnalerà l'allarme incendio, anche in remoto, al gestore o conduttore dell'installazione;
- favorirà un tempestivo esodo delle persone, nonché la messa in sicurezza delle installazioni;
- consentirà l'attivazione del piano di emergenza e le procedure di intervento;
- consentirà l'attivazione dei sistemi di protezione contro l'incendio ed eventuali altre misure di sicurezza.
- Il progetto dell'impianto sarà redatto da un tecnico abilitato.
- Al termine dei lavori, previa effettuazione delle verifiche necessarie, l'impresa installatrice dovrà fornire al responsabile dell'attività:
 - la documentazione "as built";
 - la dichiarazione di conformità al progetto ed alla regola d'arte di cui al D.M. 37/08, alla quale allegherà la relazione sulla tipologia dei materiali utilizzati;
 - il manuale d'uso e manutenzione dell'impianto.

Tale documentazione sarà custodita dal responsabile dell'attività e messa a disposizione delle autorità competenti in caso di controlli.



Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" con potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR)

RED ENERGY S.R.L.

L'esercizio e la manutenzione dell'impianto saranno effettuati secondo la regola dell'arte e condotte in conformità alla normativa vigente e a quanto indicato nel manuale d'uso e manutenzione.

Le operazioni di manutenzione e loro scadenza temporale saranno quelle indicate nelle norme tecniche di riferimento e nel manuale d'uso e manutenzione stesso. Tali verranno comunque effettuate da personale esperto in materia, sempre sulla base della regola d'arte in modo da garantire la corretta esecuzione delle operazioni.

60

PROJETTO engineering s.r.l.
società d'ingegneria

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
Partita Iva : 02658050733
Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
Tel 099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914

Relazione tecnica sul sistema BESS



SR EN ISO 9001:2015
Certificate No. 0204



SR EN ISO 14001:2015
Certificate No. E145



SR EN ISO 45001:2018
Certificate No. OH597

9 SCHEDE TECNICHE RIEPILOGATIVE DEL SISTEMA BESS

COMPONENTI PRINCIPALI DI UN BESS

SISTEMA DI CONVERSIONE



Il sistema di conversione è costituito da nr. 12 inverter da 2500kVA collocati a coppie in ciascun blocco principale.

Il sistema di conversione può lavorare su quattro quadranti con capability circolare entro predefiniti valori di tensione. E' in grado di fornire diversi tipi di supporto alla rete tra i quali:

- >LVRT;
- >HVRT;
- >Controllo di potenza attiva e reattiva;
- >Regolazione Q(V)
- >Regolazione P(f)

Il sistema risponde ai requisiti di Fault Ride Through (FRT) e di Rate of Change of Frequency (ROCOF) previsti dal codice di rete.

Le batterie sono collocate in containers 40'HC entro appositi racks. La chimica delle batterie è Ioni di Litio LFP.

I gruppi di batterie sono raggruppati in appositi racks e ciascun rack è dotato degli appositi organi di sezionamento e dell'elettronica per il controllo ed il monitoraggio delle batterie. Per motivi di sicurezza le batterie saranno trasportate separatamente e inserite nei racks in sito.

Il sistema è dimensionato per un C-rate pari a 0,25 e si stima che durante il normale utilizzo effettuerà nr. 2 cicli al con una profondità di scarica pari al 95%. Si stima che all'ottavo anno tale capacità, a causa della degradazione delle batterie, sarà ridotta e lo State of Health (SoH) all'ottavo anno sarà quindi pari a circa il 71%. Oltre tale livello è difficile stimare come degraderà ulteriormente la capacità e sarà probabilmente necessario aggiungere capacità o sostituire per intero le batterie

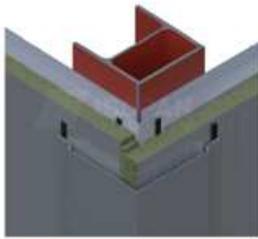


PROTEZIONE ANTINCENDIO DI UN BESS

PROTEZIONE PASSIVA

Tutti i container (batterie ed ausiliari) sono progettati per avere pareti in grado di resistere al fuoco dall'interno verso l'esterno per 60 minuti (vecchia denominazione REI 60), garantendo una distanza tra i containers non inferiore ai 3 m.

La protezione verrà ottenuta utilizzando pannelli di lana di roccia opportunamente installati e fissati alle pareti.



Gamma ISOFIRE WALL

TIPOLOGIE DI PANNELLI

ISOFIRE AWC



Pannello sandwich laminato da parete con anima acciata in lana minerale che garantisce la non combustibilità del prodotto oltre che un adeguato isolamento termico. Ideale per applicazioni in ambienti industriali e magazzini soprattutto in caso di impiego di fucili per le costruzioni, materassi di stivaggio in cantieri e in officine di lavorazione. Utilizzato per pareti di deposito di materiali industriali (oli).

ISOFIRE AWC Fluo



Pannello sandwich laminato da parete con anima acciata in lana minerale che garantisce un adeguato isolamento termico. Soluzione con supporto interno in acciaio in grado di assorbire la produzione di fiamme durante il panico.

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

Caratteristica	ISOFIRE AWC	ISOFIRE AWC Fluo
Longhezza	Fino al massimo disponibile	
Peso (Kg/m ²)	2000-1100	
Parametri tecniche (REI)	60, 90, 120, 150, 180, 190, 240	60, 90, 120, 150, 180
Supporto esterno	Pannello sandwich ricoperto a dighe	
Supporto interno	Pannello sandwich ricoperto a dighe	Pannello sandwich ricoperto a dighe

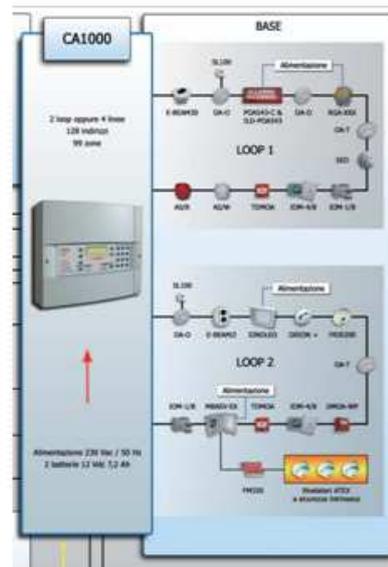
PROTEZIONE ANTINCENDIO DI UN BESS

IMPIANTO DI RILEVAZIONE

Ogni container inclusi quelli dedicati ai servizi ausiliari saranno provvisti di impianto di rilevazione incendi composto da:

- Minimo due rivelatori di fumo per ciascun ambiente e sottopavimento
- Minimo un pulsante di allarme incendio

Saranno installati allarmi ottico acustici in numero adeguato alle esigenze di udire il segnale di allarme da qualunque punto dell'installazione.



Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Sava Maruggio" con potenza complessiva di 182 MW da realizzare nei Comuni di Sava (TA), Manduria (TA), Maruggio (TA), Torricella (TA) ed Erchie (BR)

RED ENERGY S.R.L.

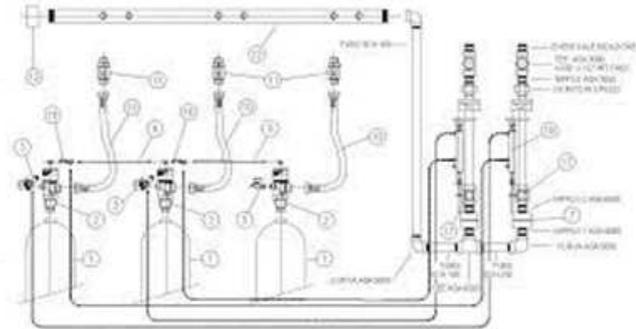
PROTEZIONE ANTINCENDIO DI UN BESS

IMPIANTO DI SPEGNIMENTO



I containers batterie saranno dotati di impianto di spegnimento a gas. Il gas utilizzato sarà un gas inerte le cui bombole complete di rete di tubazioni di adduzione gas e ugelli verranno installate all'interno dei containers stessi. Il sistema sarà dotato di pressostato impianto intervenuto per la comunicazione in remoto dell'attivazione del sistema. In alcuni casi (dimensioni dei containers ridotte) è possibile l'utilizzo di tecnologie differenti (e.g. aerosol)

63



PROTEZIONE ANTINCENDIO DI UN BESS

IMPIANTO DI SPEGNIMENTO



Tutto il sistema BESS verrà coperto da una rete idranti a colonna dedicata, che verranno installati in accordo alla norma UNI 10779 2014.

La rete antincendio idranti del sistema BESS verrà collegata alla rete esistente del polo logistico.

Estintori portatili a CO₂ di dimensioni adeguate verranno installati all'esterno di ciascun container. Essi saranno contenuti all'interno di cassette in ABS o materiale similare per preservarli dalla intemperie e dalla luce solare diretta.



PROJETTO engineering s.r.l.
società d'ingegneria

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
Partita Iva : 02658050733
Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
Tel 099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914

Relazione tecnica sul sistema BESS



SR EN ISO 9001:2015
Certificate No. 0204



SR EN ISO 14001:2015
Certificate No. E145



SR EN ISO 45001:2018
Certificate No. 0M597

PROTEZIONE ANTINCENDIO DI UN BESS

IMPIANTO DI RIVELAZIONE GAS



All'interno di ciascun container batterie (ESS) sarà installato un impianto di rivelazione gas costituito da rivelatori di gas CO e rivelatori di gas H2 che sono i gas che si sviluppano in caso di «Thermal Runaway». L'impianto sarà dotato di sirene d'allarme appositamente dedicate e di una centralina di rivelazione che sarà installata in uno dei container ausiliari. Il numero di tali rivelatori dipende dalle dimensioni dei containers. Verrà predisposta la ripetizione di tutti gli allarmi nella control room remota di ENEL produzione.



PROTEZIONE ANTINCENDIO DI UN BESS

IMPIANTO DI ESTRAZIONE FUMI



All'esterno di ciascun container batterie (ESS) verrà installato, in corrispondenza della serranda di sovrapressione, un ventilatore di estrazione fumi che potrà essere utilizzato in due casi:

- In caso di rivelazione di presenza di CO o H2 per prevenire la formazione di sacche di gas tossici od esplosivi
- Dopo l'estinzione dell'eventuale incendio con il sistema a gas inerte per eliminare i prodotti della combustione e permettere al personale l'accesso al container in sicurezza.

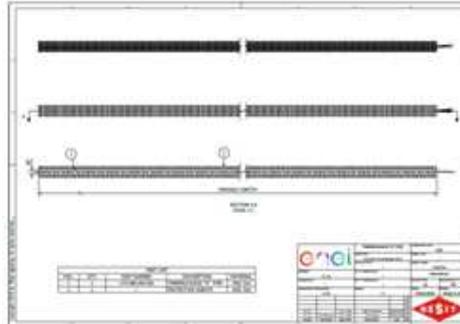


PROTEZIONE ANTINCENDIO DI UN BESS

SISTEMI DI CONTROLLO DELLA TEMPERATURA



All'interno di ciascun container batterie (ESS) sarà installato un sistema di monitoraggio temperatura tramite termocoppie. Tale sistema permetterà di controllare il gradiente della temperatura dopo l'intervento dell'impianto di spegnimento a gas inerte per verificare se l'incendio è stato realmente domato. In caso affermativo (gradiente negativo) si potrà utilizzare il ventilatore di estrazione fumi per permettere l'entrata del personale all'interno del container in sicurezza. In caso negativo (gradiente positivo) si dovrà utilizzare il sistema ad acqua che prevede l'allagamento completo del container per garantire il completo/continuo raffreddamento del sistema di batterie. Il quadro di comando del sistema di controllo della temperatura verrà installato in un container ausiliario.



PROTEZIONE ANTINCENDIO DI UN BESS

IMPIANTO ADACQUA



All'interno di ciascun container batterie (ESS) sarà installato un numero variabile di ugelli (a seconda della lunghezza del container) omologati UL/FM e dotati di tappo collegati con uno o più tubazioni ad un attacco motopompa VVF collocato ad una distanza minima di 15 m dal container interessato. Questo sistema permette di allagare il container collegando con una manichetta le tubazioni di adduzione ad una motopompa o ad un idrante.



SISTEMA BESS

SICUREZZA INTRINSECA



➤ Tutte le batterie sono certificate secondo le IEC 62933.

➤ Tutte le batterie installate all'interno dei sistemi BESS sono state sottoposte ai test in accordo allo Standard UL9540A. In questi test si cerca di forzare la propagazione tra celle/moduli/racks al fine di avere un assessment report in merito al tipo di protezione necessaria. Questi test oltre ad analizzare il fenomeno di propagazione dell'incendio, vengono anche utilizzati per determinare eventuali fenomeni di produzione di gas. Questi dati sono poi utilizzati al fine di determinare eventuali rischi di esplosione per poter individuare i migliori sistemi di mitigazione.

➤ Tutti i sistemi BESS sono dotati di un robusto Battery Management System (BMS) che operando un controllo continuo a livello di singola cella dei parametri fondamentali (tensione, temperatura, ...) garantisce il primo efficace sistema di sicurezza al fine di evitare fenomeni di «thermal runaway»

