

GUIDA TECNICA DI PREVENZIONE INCENDI PER L'INDIVIDUAZIONE DELLE METODOLOGIE PER L'ANALISI DEL RISCHIO E DELLE MISURE DI SICUREZZA ANTINCENDIO DA ADOTTARE PER LA PROGETTAZIONE, LA REALIZZAZIONE E L'ESERCIZIO DI SISTEMI DI ACCUMULO DI ENERGIA ELETTRICA ("BATTERY ENERGY STORAGE SYSTEM")

Articolo 1. Scopo e campo d'applicazione

La presente guida tecnica di prevenzione incendi si applica alla progettazione, alla realizzazione e all'esercizio di dispositivi elettrochimici destinati all'accumulo di energia elettrica conosciuti come Battery Energy Storage System (BESS).

Per BESS si intende l'insieme di accumulatori elettrochimici all'interno di un armadio (battery rack) o di un container (battery container) con lo scopo di immagazzinare energia elettrica ed utilizzarla quando richiesto.

I BESS possono essere suddivisi in tre categorie:

- a) per uso residenziale;
- b) per soluzioni non destinate alla produzione di massa ma destinate al servizio di complessi residenziali o centri commerciali. Tali sistemi sono costituiti da moduli che possono essere integrati in scaffalature per lo stoccaggio in un armadio rack;
- c) per soluzioni destinate alla produzione di massa, ovvero sistemi containerizzati collegati a parchi eolici o solari, oppure soluzioni installate in grandi edifici industriali. Tali tipi di dispositivi vengono utilizzati per fornire energia alle aree non servite dalla rete di distribuzione di energia elettrica o possono essere impiegati per l'accumulo di energia elettrica al fine di mitigare gli squilibri presenti nella rete elettrica. In particolare, un BESS è in grado di garantire la stabilità di una rete elettrica o di un sistema di alimentazione mediante la regolazione della tensione e della frequenza. Grazie al suo breve tempo di risposta, il sistema di accumulo a batteria si configura come una soluzione efficiente per il bilanciamento della rete. In situazioni in cui viene generata un'eccessiva quantità di energia elettrica rispetto alla domanda, i BESS intervengono accumulando l'energia in eccedenza, prevenendo così possibili congestioni della rete. D'altra parte, quando la produzione di energia è inferiore alla domanda, i BESS compensano immediatamente la carenza, contribuendo così a mantenere l'equilibrio nel sistema di alimentazione elettrica.

Nel campo di applicazione della presente linea guida rientrano tutti i dispositivi destinati all'uso di produzione di massa (caso c)). Resta inteso che la stessa linea guida può essere adottata anche come utile riferimento per le altre categorie di impianti.

Articolo 2. Obiettivi

Premessa

I BESS non rientrano fra le attività soggette ai controlli di prevenzione incendi ai sensi del D.P.R. n. 151 del 1° agosto 2011 "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'articolo 49 comma 4-quater, decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122".

In via generale l'installazione di un BESS, in funzione delle caratteristiche elettriche/costruttive e/o delle relative modalità di posa in opera, comporta una modifica sostanziale del preesistente livello di sicurezza antincendio e, in taluni casi, può comportare un aggravio del livello di rischio di incendio.

Ai fini della prevenzione degli incendi ed allo scopo di garantire le esigenze di sicurezza per la salvaguardia delle persone e la tutela dei beni e dell'ambiente contro i rischi di incendio, gli

impianti di cui all'articolo 1 devono essere realizzati e gestiti secondo la presente linea guida, in modo da garantire i seguenti obiettivi:

- a) minimizzare le cause di rilascio accidentale di gas, nonché di incendio e di esplosione;
- b) sicurezza della vita umana;
- c) incolumità delle persone;
- d) tutela dei beni;
- e) limitare, in caso di evento incidentale, danni ad edifici o a locali contigui all'impianto;
- f) garantire la possibilità per le squadre di soccorso di operare in condizioni di sicurezza;
- g) prevenire il danno ambientale e limitare la compromissione dell'ambiente in caso d'incendio.

Articolo 3. Disposizioni tecniche e loro applicazione

Ai fini del raggiungimento degli obiettivi di cui al precedente articolo 2, si rimanda alle disposizioni dell'allegato 1 della presente guida tecnica.

Tali disposizioni si applicano:

- agli impianti di nuova realizzazione installati presso attività soggette comprese nell'elenco dell'Allegato I al D.P.R. 151/2011;
- nel caso di modifiche rilevanti ai fini della sicurezza antincendio che comportano variazione delle preesistenti condizioni di sicurezza di impianti esistenti installati presso attività soggette comprese nell'elenco dell'Allegato I al D.P.R. 151/2011.

In tutti gli altri casi, la presente guida tecnica è utilizzabile quale riferimento nella progettazione degli impianti.

Sono esclusi dall'obbligo di adeguamento alle disposizioni gli impianti che, alla data di emanazione della presente guida:

a) siano in possesso di atti abilitativi riguardanti anche la sussistenza dei requisiti di sicurezza antincendio, rilasciati dalle competenti autorità, così come previsto dall'art. 38 del decreto-legge 21 giugno 2013, n. 69, convertito, con modificazioni, dalla legge 9 agosto 2013, n. 98;

b) l'attività soggetta ai sensi del decreto del Presidente della Repubblica 1° agosto 2011, n. 151 in cui è installato il BESS sia in possesso del certificato di prevenzione incendi in corso di validità o sia stata presentata la segnalazione certificata di inizio attività di cui all'art. 4 del decreto del Presidente della Repubblica 1° agosto 2011, n. 151;

c) siano stati pianificati, o siano in corso, lavori di installazione sulla base di un progetto approvato dal competente Comando provinciale dei vigili del fuoco ai sensi degli articoli 3 e 7 del decreto del Presidente della Repubblica 1° agosto 2011, n. 151.

Articolo 4. Requisiti costruttivi

1. Le attrezzature e/o gli insiemi costituenti l'impianto sono specificamente costruiti ed allestiti per l'installazione prevista, secondo quanto indicato dalle vigenti disposizioni comunitarie e nazionali.

2. Gli insiemi e le attrezzature costituenti l'impianto dovranno essere idoneamente installate secondo le indicazioni riportate dal manuale d'installazione, uso e manutenzione fornito dal costruttore o dalle norme di buona tecnica.

3. L'installatore è tenuto a verificare che l'impianto sia idoneo per il tipo di uso e per la tipologia di installazione prevista, al fine di perseguire gli obiettivi di cui al precedente punto 2, e che l'utente sia stato informato degli specifici obblighi e divieti finalizzati a garantire l'esercizio dell'impianto in sicurezza.

Articolo 5. Impiego prodotti per uso antincendio

1. I prodotti per uso antincendio, impiegati nel campo di applicazione della presente linea guida devono essere:

- a) identificati univocamente sotto la responsabilità del fabbricante secondo le procedure applicabili;
- b) qualificati in relazione alle prestazioni richieste e all'uso previsto;
- c) accettati dal responsabile dell'attività, ovvero dal responsabile dell'esecuzione dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di identificazione e qualificazione.

2. L'impiego dei prodotti per uso antincendio è consentito se gli stessi sono utilizzati conformemente all'uso previsto, sono rispondenti alle prestazioni richieste dalla presente guida e se:

- a) sono conformi alle disposizioni comunitarie applicabili;
- b) sono conformi, qualora non ricadenti nel campo di applicazione di disposizioni comunitarie, alle apposite disposizioni nazionali applicabili, già sottoposte con esito positivo alla procedura di informazione di cui alla direttiva (UE) 2015/1535;
- c) qualora non contemplati nelle lettere a) e b), sono legalmente commercializzati in un altro Stato membro dell'Unione europea o in Turchia, o provenienti da uno Stato EFTA firmatario dell'accordo SEE e in esso legalmente commercializzati, per l'impiego nelle stesse condizioni che permettono di garantire un livello di protezione, ai fini della sicurezza dall'incendio, equivalente a quello previsto nella guida tecnica allegata.

3. L'equivalenza del livello di protezione, garantito dai prodotti per uso antincendio di cui al comma 2, è valutata, ove necessario, dal Ministero dell'interno applicando le procedure previste dal Regolamento (CE) n. 764/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio e, a decorrere dal 19 aprile 2020, quelle previste dal regolamento (UE) 2019/515 del 19 marzo 2019, relativo al reciproco riconoscimento delle merci legalmente commercializzate in un altro Stato membro.

Titolo I – Disposizioni generali

1. Termini, definizioni e tolleranze dimensionali.

1.1 Per i termini, le definizioni e le tolleranze dimensionali si rimanda a quanto stabilito con decreto del Ministro dell'Interno in data 30 novembre 1983 (Gazzetta Ufficiale n. 339 del 12 dicembre 1983).

1.2. Per quanto più specificatamente attinente il campo di applicazione in oggetto, si riportano le specifiche definizioni che seguono:

1.2.1 Sito

Area in cui sorge l'attività.

1.2.2 Area di pertinenza dell'impianto

Area di pertinenza sulla quale insistono gli elementi costitutivi dell'impianto BESS.

1.2.3 Locali destinati a servizi accessori

Locali all'interno delle pertinenze dell'impianto adibiti ad attività complementari quali ad esempio: uffici, servizi igienici, magazzini, officine senza utilizzo di fiamme libere, etc.

1.2.4 Titolare dell'attività

Qualsiasi persona fisica o giuridica che detiene o gestisce uno stabilimento o un impianto, oppure a cui è stato delegato il potere economico o decisionale determinante per l'esercizio tecnico dello stabilimento o dell'impianto stesso.

1.2.5 Personale addetto

Personale adeguatamente informato, formato ed addestrato nonché autorizzato ad intervenire anche nella gestione dell'impianto, localmente o a distanza, mediante sala controllo in remoto.

1.2.6 Cella Elettrochimica

Dispositivo elementare in grado di trasformare l'energia elettrica in energia chimica e viceversa, consentendo lo stoccaggio della stessa.

1.2.7 Modulo

Insieme di celle installate in un unico telaio di alloggiamento, connesse elettricamente in una determinata configurazione di serie e paralleli e contenente almeno un sottosistema connesso al BMS dedicato all'acquisizione della tensione di ogni singola cella e delle temperature rilevate dei sensori previsti. Il BMS di modulo contiene normalmente anche dispositivi hardware per mantenere bilanciate, in termini di stato di carica, le celle elettrochimiche installate.

1.2.8 Battery Rack (o Cabinet)

Insieme di moduli collegati elettricamente e gestiti dal BMS.

1.2.9 Battery Container

Involucro contenente i Battery Rack e tutti i dispositivi di gestione, monitoraggio e protezione necessari al loro funzionamento e, eventualmente, parte del Power Conversion System del sistema, idoneo per l'installazione all'aperto. Esso può essere accessibile internamente agli operatori (*walk in unit*) oppure dotato di porte e portelloni per ispezionare i componenti rimanendo all'esterno non accessibile (*non occupable space*). Può avere la forma di container standard, ad esempio 20 piedi o 40 piedi oppure forme differenti (esempio "cubi").

1.2.10 Thermal Runaway

Il Thermal Runaway è una reazione chimica esotermica non controllata che genera un aumento di temperatura nel singolo elemento (cella) ed autoalimenta una reazione a catena con il rilascio rapido di una quantità significativa di energia. Pertanto, si manifesta una decomposizione dei composti chimici e l'eventuale rottura della cella, con potenziale emissione di vapori infiammabili ed un innesco di fiamma.

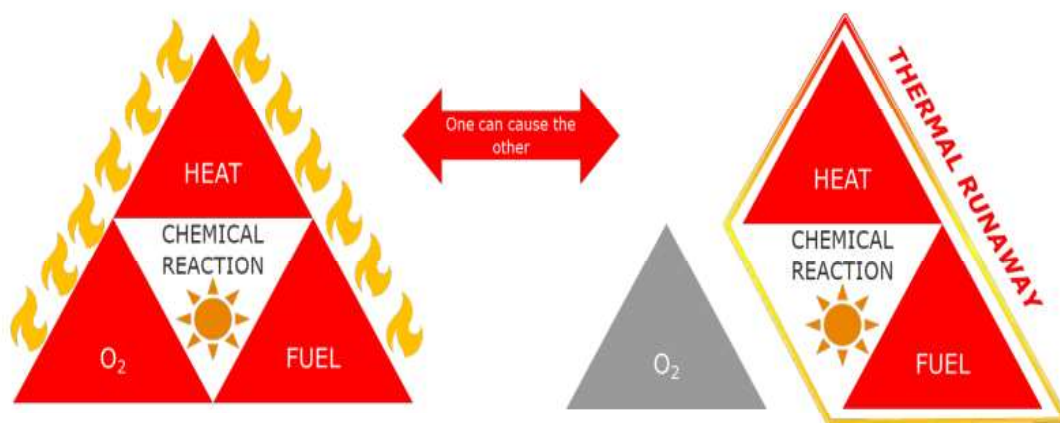


Figura 1 Triangolo del fuoco e la sua relazione con il Thermal Runaway

1.2.11 BMS

Il BMS (Battery Management System) ha le funzioni di monitorare, proteggere e mantenere la sicurezza e il funzionamento ottimale dei moduli batterie. Il BMS monitora i parametri di tensione, corrente e temperatura ottimizzando l'uso del sistema evitando condizioni di funzionamento che possano innescare il Thermal Runaway.

1.2.12 Power Conversion System

È un apparato che trasforma la corrente continua generata dai Battery Racks in corrente alternata con un livello di tensione adeguato per connettersi alla sottostazione elettrica e quindi alla rete. È composto da inverter DC/AC, un trasformatore elettrico e da un quadro di media tensione. È un apparato separato dal Battery Container, sebbene alcuni produttori alloggiino parte di questi componenti nello stesso container che ospita le batterie.

1.2.13 Isola BESS

Area su cui insistono un Power Conversion System ed i Battery Containers ad esso elettricamente connessi (inclusa la distribuzione ausiliaria e strumentazione e controllo)

che rappresentano il minimo sistema di accumulo completo a livello elettromeccanico. L'isola di potenza viene solitamente replicata in maniera modulare sull'impianto.

1.2.14 Sistema di sicurezza ed antincendio

Insieme dei dispositivi ed impianti per la rilevazione, segnalazione automatica di incendio e/o presenza di gas infiammabili, impianti di inibizione, controllo o estinzione dell'incendio di tipo automatico o manuale ed impianto di ventilazione forzata dell'ambiente interno.

1.2.15 Piattaforma

Opera civile sulla quale viene installato il container contenente i BESS.

1.2.16 Trasformatore

Dispositivo per adeguare i valori di tensione del sistema alla rete elettrica delle isole BESS di potenza.

1.2.17 Inverter

Dispositivo in grado di trasformare corrente continua in corrente alternata e gestire i flussi energetici.

1.12.18 HVAC – Heating, Ventilation and Air Conditioning

Sistema di climatizzazione a bordo del Battery Container.

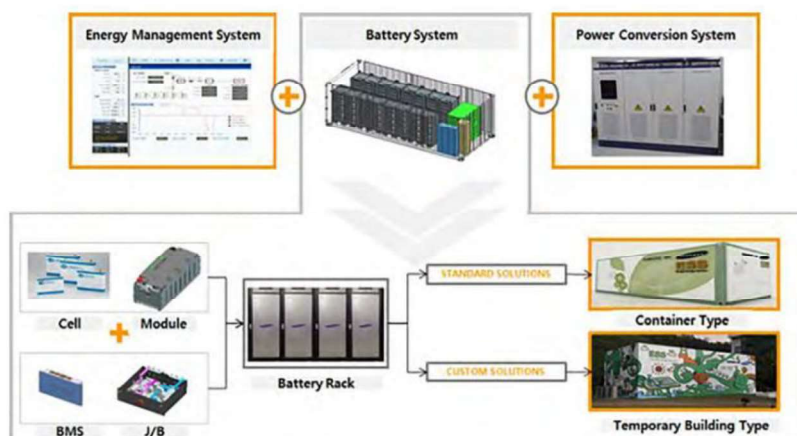
1.12.19 Off Gasses

Prodotti gassosi rilasciati a seguito del venting di una cella tra cui è possibile annoverare anche l'idrogeno.

1.12.20 Sistema antiesplorione

Impianto in grado di rivelare ed inibire la formazione di un'atmosfera esplosiva oppure insieme di apprestamenti per circoscrivere le aree colpite dagli effetti di una esplosione.

Figure 1.7: Schematic of A Battery Energy Storage System



BMS = battery management system, J/B = Junction box.

Source: Korea Battery Industry Association 2017 "Energy storage system technology and business model".

Figura 2 – Componenti di un BESS

2. Elementi costitutivi degli impianti

I vari elementi che costituiscono l'impianto devono essere dotati delle caratteristiche, dei dispositivi di sicurezza e delle apparecchiature di cui al successivo titolo II.
 Gli impianti BESS possono essere costituiti dai seguenti elementi.

2.1 Celle elettrochimiche assemblate in moduli e armadi (Assemblato Batterie)

Il sistema BESS è un impianto di accumulo elettrochimico di energia, ovvero un impianto 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 agli ioni di litio o polimeri di litio) 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 (battery rack) in modo tale da conseguire i valori richiesti di potenza, tensione e corrente. L'insieme di tutti i battery rack compone l'assemblato di batterie.

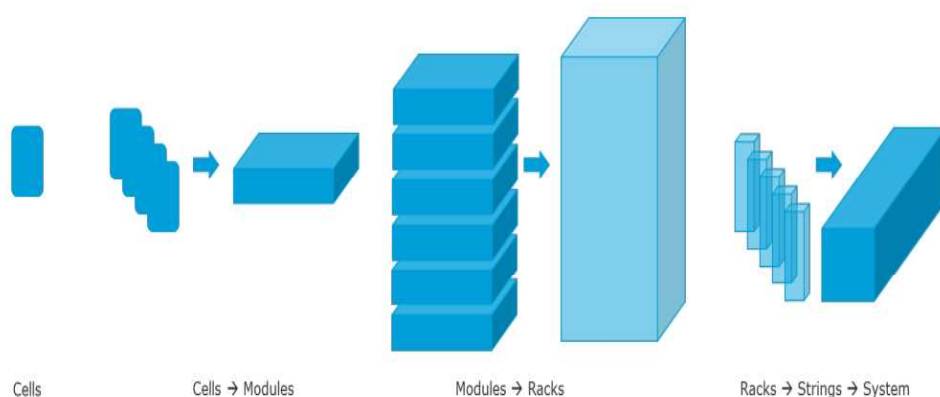


Figura 3- Architettura generalizzata del sistema

2.2 BMS - Battery Management System

Sistema di monitoraggio continuo dei parametri fondamentali delle batterie (tensione, corrente e temperatura). Avendo un'organizzazione gerarchica in genere, sono installati diversi BMS al fine di gestire esclusivamente moduli e rack piuttosto che l'intero assemblato di batterie. Il BMS dei moduli valuta anche il bilanciamento di tensione tra le celle e la loro protezione da sovratensione/sottotensione, da sovracorrente, dalla corrente di cortocircuito e dalla sovratemperatura, garantendo la comunicazione esterna con i rack. Il BMS dei rack riporta le funzioni del BMS moduli su più larga scala. Il BMS del sistema, chiamato anche EMS (Energy Management System) comunica con l'utenza finale ed è responsabile del controllo, della gestione e della distribuzione del flusso di potenza del sistema. Pertanto, è definito come il sistema locale di gestione. Infine, esiste il B – TMS ovvero il Battery Thermal Management System. Questo sistema ha il compito di controllare la temperatura delle celle secondo le loro specifiche in termini di valori assoluti e velocità di variazione all'interno dell'assemblato di batterie.

2.3 PCS: Power Conversion System

Sistema bidirezionale di conversione DC/AC composto, generalmente, da trasformatori MT/BT, ponti bidirezionali di conversione statica DC/AC, filtri sinusoidali di rete, filtri RFI, sistemi di controllo, monitoraggio e diagnostica, sistemi di protezione e manovra, sistemi ausiliari (condizionamento, ventilazione, etc.) e sistemi di interfaccia assemblati batterie.

2.4 Sistema centrale di supervisione

Coordina l'esercizio di due o più BESS.

2.5 Impianto antincendio

L'impianto antincendio ha lo scopo di rivelare ed estinguere un incendio. I locali batterie e i battery container devono essere dotati di rivelatori automatici di incendio in accordo alla norma UNI 9795/EN 54-1 che consistono in un apparato sensoristico con lo scopo di rilevare gas, fumo e/o calore. Nel caso in cui i valori di sicurezza vengano superati e, di conseguenza, si ritiene necessario l'intervento dell'impianto antincendio, la centralina antincendio comunica con il BMS. Il sistema, inoltre, sarà dotato di impianto per la prevenzione e la gestione delle miscele esplosive.

2.6 Sistemi di protezione di una singola cella

Sulle celle sono installati dispositivi di protezione che mirano ad evitare che le batterie lavorino al di fuori del range di tolleranza.

Si possono distinguere quattro tipologie di dispositivi di protezione:

- **CID (Current Interrupt Device):** è un dispositivo di protezione irreversibile; interviene in caso di sovrappressione, interrompendo la circolazione di corrente interna alla cella;
- **Valvola di sfiato:** in caso di eccessiva pressione interna viene rilasciato gas per impedire la rottura o l'esplosione della cella stessa; la valvola di sfiato entra in azione nel caso in cui il CID sia assente o nel caso in cui la pressione continui a salire nonostante l'intervento del CID.
- **PTC (Positive Temperature Coefficient):** è un dispositivo di protezione reversibile; interviene in caso di sovracorrente aumentando la resistenza, all'aumentare della temperatura, e riportando la corrente nella batteria ad un livello di sicurezza.
- **PCB (Protection Circuit Board):** è un dispositivo elettronico di protezione attiva delle celle che interviene in caso di sovraccarica, sovrascarica, sovracorrente e cortocircuito.

Tali funzioni possono essere svolte a livello di modulo o in maniera aggregata dal BMS (ad eccezione della valvola di sfiato).

2.7 Sistemi di protezione elettrica

I sistemi di protezione elettrica mirano principalmente alla prevenzione dell'incidente, andando ad interrompere l'alimentazione dei componenti esposti ad abusi o soggetti a danni. Possiamo distinguere due tipi:

- **fusibili:** tra gruppi di celle vengono installati dei fusibili con il compito di intervenire in caso di sovracorrente, per disalimentare il banco di celle e prevenire una sovralimentazione che potrebbe danneggiarli;
- **interruttore DC:** a differenza del fusibile, è un tipo di barriera attiva e reversibile che ha scopo di disalimentare un intero/gruppo di rack.

2.8 Servizi ausiliari

I servizi ausiliari sono i sistemi di protezione elettrica, cavi di potenza e di segnale,

trasformatori di potenza, il sistema di climatizzazione HVAC ed i quadri elettrici di potenza.

2.9 Battery Container

Nel battery container sono alloggiati l'assemblato di batterie, il quadro di interfacciamento, nonché i vari sistemi di controllo. In caso di alloggiamento all'interno di un container, la struttura dello stesso è del tipo autoportante metallica, pertanto deve essere almeno IP55. Il container è dotato di impianto di climatizzazione e controllo di temperatura interno. Onde evitare la propagazione di un eventuale incendio tra container adiacenti, la struttura metallica deve essere incombustibile. Inoltre, per evitare la propagazione di eventi incidentali di thermal runaway tra un container e gli adiacenti devono essere adottate misure progettuali adeguate, quali ad esempio test di non propagazione, muri tagliafuoco, distanze di sicurezza e, deve essere dotata di adeguate caratteristiche di resistenza al fuoco.

2.10 Gestione delle acque

In funzione delle scelte progettuali, che spaziano dalla tecnologia delle batterie utilizzate alla soluzione costruttiva di impianto BESS (e.g. greenfield, brownfield), e alle caratteristiche del layout (container, cubo, edificio), gli impianti BESS saranno dotati di adeguate misure che assicurino una corretta gestione delle diverse tipologie di acque, in ottemperanza a tutte le normative ambientali vigenti. Tali misure possono comprendere, ad esempio, l'utilizzo di vasche, sistemi di raccolta, disoleatori ecc.

Inoltre, deve essere prevista una piattaforma di installazione per contrastare possibili eventi NATECH.

2.11 Coordinamento dei sistemi di protezione

I componenti di impianto ed i sistemi di protezione elencati precedentemente devono operare in modo coordinato tra di loro, allo scopo di prevenire o estinguere l'incendio.

Il primo livello di protezione è costituito dal BMS, che si occupa di far operare le celle nei range operativi previsti dal costruttore, rileva eventuali anomalie di funzionamento delle stesse (sovratensioni, sottotensioni, sovratemperature) ed agisce di conseguenza, per esempio limitando la corrente erogata o azionando il sistema di raffreddamento.

Il coordinamento tra il BMS ed i sistemi esterni alle batterie (antincendio, convertitori) può avvenire in modo diverso a seconda delle scelte del progettista. Oltre al coordinamento tra i vari sistemi devono comunque esistere dispositivi ridondanti e indipendenti, che intervengano in caso di mancato intervento di quelli coordinati (ad esempio, fusibili e PTC, che intervengono in caso il BMS non rilevi nulla o non funzioni esso stesso).

In generale i livelli di protezione dovranno essere verificati in termini di indipendenza e disponibilità.

I BMS devono essere progettati secondo i principi della sicurezza funzionale di cui agli standard di settore applicabili secondo la regola dell'arte.

2.12 Rilevatori di Off-Gasses: hanno il compito di rilevare in modo rapido ed efficace i prodotti gassosi che vengono rilasciati a seguito del venting della cella. L'attivazione del circuito di protezione avviene in seguito alla rilevazione dei droplet di elettrolita emessi durante il venting, permettendo di limitare le conseguenze del thermal runaway.

3 Materiali.

I componenti delle batterie (celle e moduli) che compongono i rack all'interno del battery container devono essere tracciati in termini di produttore e provenienza e devono essere corredati della relativa scheda di sicurezza fornita dal produttore al fine di anticipare un guasto in caso di una campagna di richiami da parte dell'azienda produttrice.

È preferibile comporre i rack all'interno del BESS di celle e/o moduli provenienti dallo stesso produttore (EGP) e utilizzando lo stesso modello.

Esistono sistemi di accumulo costruiti con celle o moduli già utilizzati in un altro impiego (generalmente legato al campo automobilistico), in questo caso si parla di sistemi "Second Life".

Per tali sistemi deve essere garantita l'omogeneità delle caratteristiche delle celle/moduli che li compongono o, in alternativa, il progettista deve provvedere a gestire la differenza di prestazione dei vari componenti.

I materiali impiegati per la realizzazione degli elementi dell'impianto devono essere conformi alla versione in vigore alle disposizioni e alle direttive delle norme nazionali ed internazionali vigenti, CEI, EN, IEC, IEEE, CENELEC, UL, UNI, ISO, ecc. applicabili con le relative integrazioni o variazioni.

Di seguito è riportato un elenco non esaustivo di standard e documenti applicabili:

CEI 0-16

Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica

CEI 0-16, V1

Variante V1 della norma CEI 0-16, Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica

CEI 0-16, V2

Variante V2 della norma CEI 0-16, Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica

CEI 211-6

Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz – 10 Hz, con riferimento all'esposizione umana.

CEI 99-5

Guida per l'esecuzione degli impianti di terra delle utenze attive e passive connesse ai sistemi di distribuzione con tensione superiore a 1 kV in c.a.

CEI EN 50522

Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.

CEI EN 60076-10

Determinazione dei livelli sonori dei trasformatori di potenza

CEI EN 61000-6-2

Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 6-2: Norme generiche - Immunità per gli ambienti industriali.

CEI EN 61000-6-4

Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 6-4: Norme generiche - Emissione per gli ambienti industriali.

CEI EN 61936-1

Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in c.a. – Parte 1: Prescrizioni comuni.

CEI EN 62305-1

Protezioni contro i fulmini – Parte 1: Principi generali.

CEI EN 62305-2

Protezioni contro i fulmini – Parte 2: Valutazione del rischio.

CEI EN 62305-3

Protezioni contro i fulmini – Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone

CEI EN 62305-4

Protezioni contro i fulmini – Parte 4: Impianti Elettrici ed elettronici nelle strutture.

IEC 60502-2

Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV) - Part 2: Cables for rated voltages from 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV)

IEC 62933-1

Electrical energy storage (EES) systems - Part 1 Vocabulary

IEC 62933-2-1

Electrical energy storage (EES) systems - Part 2-1 Unit parameters and testing methods - General specification

IEC 62933-3-1

Electrical energy storage (EES) systems - Part 3-1 Planning and performance assessment of electrical energy storage systems - General specification

IEC 62933-4-1

Electrical energy storage (EES) systems - Part 4-1 Guidance on environmental issues - General specification

IEC 62933-5-1

Electrical energy storage (EES) systems - Part 5-1 Safety considerations for grid-integrated EES systems - General specification

IEC 62933-5-2

Electrical energy storage (EES) systems - Part 5-2 Safety requirements for grid-integrated EES systems - Electrochemical-based systems

NFPA 15

Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection

NFPA 855

Standard for the Installation of Stationary Energy Storage Systems

UL 9540

Standard for Energy Storage Systems and Equipment

UL 9540A

Standard for Test Method for Evaluating Thermal Runaway Fire Propagation in Battery Energy Storage Systems

UNI 9795

Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio - Progettazione, installazione ed esercizio

UNI-CEN-TS 14816

Installazioni fisse antincendio - Sistemi spray ad acqua - Progettazione, installazione e manutenzione

Titolo II – Modalità costruttive

1. Accesso all'area

1.1 Per consentire l'intervento dei mezzi di soccorso dei Vigili del fuoco devono essere previsti almeno due accessi al sito, in posizioni ragionevolmente contrapposte, con i seguenti requisiti minimi:

- larghezza: 3.50 m;
- altezza libera: 4 m;
- raggio di volta: 13 m;
- pendenza: non superiore al 10%;
- resistenza al carico: almeno 20 tonnellate (8 sull'asse anteriore e 12 sull'asse posteriore: passo 4 m).

1.2 Le aree su cui sono posizionati i BESS devono essere recintate, con un'altezza non inferiore a 1,8 m, o comunque realizzate in maniera da rendere inaccessibili tali elementi e prevenire manomissioni.

Nel caso di installazioni all'interno di siti già dotati di recinzione propria, la predetta recinzione non è necessaria. Qualora prevista, tale recinzione od ogni altra misura adottata per rendere inaccessibili tali elementi è posta ad una distanza dagli elementi dell'impianto che ne consenta l'esercizio e la manutenzione in sicurezza.

L'impianto deve essere progettato e realizzato in conformità alla regola dell'arte.

2. Unità tecniche

2.1 Costruzioni elettriche.

2.1.1 Le costruzioni elettriche devono essere realizzate secondo quanto indicato dalla legge n. 186 del 1° marzo 1968 tenendo conto della classificazione del rischio elettrico dei luoghi da condursi secondo le norme tecniche di riferimento, garantendo il conseguimento dei seguenti obiettivi di sicurezza antincendio:

- a) limitare la probabilità di costituire causa di incendio o di esplosione;
- b) limitare la propagazione di un incendio attraverso i suoi componenti;
- c) consentire agli occupanti di lasciare gli ambienti in condizione di sicurezza;
- d) consentire alle squadre di soccorso di operare in condizioni di sicurezza.

2.1.2. Ai fini del conseguimento degli obiettivi di cui al punto 2.1.1:

- a) le installazioni previste nel Titolo I, art. 2, sono protette contro il rischio di fulminazione e contro il rischio di formazione di cariche elettrostatiche secondo le norme tecniche di riferimento;
- b) gli impianti elettrici, sono progettati, realizzati, eserciti e mantenuti in efficienza secondo la regola d'arte, in conformità alla regolamentazione vigente, con requisiti di sicurezza antincendio specifici. Gli impianti elettrici devono rispettare i seguenti obiettivi di sicurezza antincendio di cui ai paragrafi S.10.5 "Obiettivi di sicurezza antincendio" ed S.10.6.1 "Prescrizioni aggiuntive di sicurezza antincendio per gli impianti per la produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione e di utilizzazione dell'energia elettrica" di cui al D.M. 3 agosto 2015 e ss.mm.ii.

In particolare, i suddetti impianti rispondono alle seguenti misure di sicurezza:

1. sono dotati di almeno un dispositivo di sezionamento di emergenza ubicato in posizione protetta tale da togliere tensione a tutto l'impianto o, in alternativa, sono gestiti secondo

procedure riportate nel piano di emergenza in modo tale da non costituire pericolo durante le operazioni di spegnimento;

2. sono suddivisi in più circuiti terminali in modo da garantire l'indipendenza elettrica dei circuiti di alimentazione dei servizi di sicurezza e dei circuiti di alimentazione dei servizi erogati al pubblico;

3. sono dotati di circuiti, protetti dal fuoco, per l'alimentazione dei servizi di sicurezza destinati a funzionare in caso di incendio secondo le specifiche previste dalle norme tecniche di riferimento applicabili e, comunque, non inferiore a quanto di riportato nella tabella seguente:

Tipo di impianto	Autonomia (min)	Tempi di commutazione tra alimentazione ordinaria e di emergenza (sec)
Sistemi di controllo	60	15
Illuminazione di emergenza (in caso di container di tipo "walk-in")	60	0.5

2.2 Impianto di terra e di protezione delle strutture dalle scariche atmosferiche.

L'impianto è provvisto di impianto di terra e delle misure necessarie alla protezione dagli effetti diretti e indiretti delle scariche atmosferiche a seguito del calcolo della probabilità di fulminazione secondo quanto indicato dalle disposizioni vigenti e dalle norme tecniche applicabili.

2.3 Prevenzione di formazione di miscele potenzialmente esplosive

La valutazione del rischio deve includere il rischio di formazione di atmosfere esplosive. A tale scopo può essere adottato, quale utile riferimento, il capitolo V.2 del decreto ministeriale 3 agosto 2015 e smi adottando, in aggiunta alle misure contenute nel presente decreto, le misure finalizzate al conseguimento del livello minimo di protezione di cui al punto V.2.2.6. L'implementazione di eventuali soluzioni tecniche compensative dei rischi individuati, dovrà essere preventivamente documentata nell'ambito dell'analisi di rischio attraverso idonea determinazione della prestazione attesa e della disponibilità del sistema tecnico implementato. I sistemi BESS non possono essere installati in zone classificate ATEX potenzialmente esplosive.

2.4 Ulteriori dispositivi di sicurezza elettrica

Il sistema BESS deve essere dotato dei seguenti tipi di dispositivi:

- fusibili;
- interruttore DC;
- rilevatori off-gasses

2.5 Misure contro la propagazione del thermal runaway

Al fine di rallentare la propagazione di calore dovuta dall'incendio e/o l'incendio stesso, occorre valutare l'adozione di adeguate misure preventive anche mediante installazione di barriere fisiche tra le celle, al fine di rallentare la propagazione di calore dovuta dall'incendio e/o l'incendio stesso.

Le suddette misure dovranno essere valutate al fine di evitare l'evoluzione del "thermal runaway" in "cascading thermal runaway".

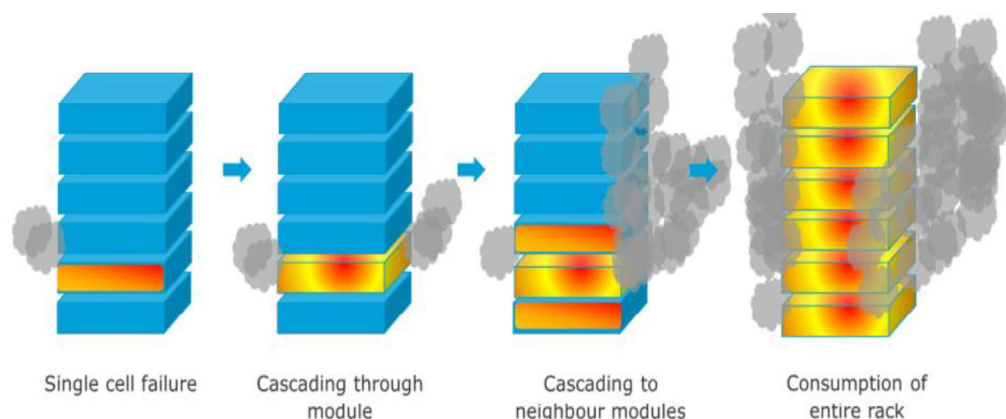


Figura 4 Assenza barriere termiche: Cascading Thermal Runaway

2.6 Misure per la gestione dei gas esplosivi

Devono essere adottate adeguate misure per la prevenzione e per la corretta gestione di miscele esplosive derivanti dal venting delle celle a seguito del thermal runaway. Qualora non sia possibile adottare adeguate distanze di sicurezza, devono essere installate delle misure di protezione con lo scopo di proteggere i container (o le porzioni di attività sensibili) dagli effetti derivanti dall'incendio o dall'esplosione di un alloggiamento BESS.

2.7 Impianto HVAC

L'impianto di climatizzazione deve avere lo scopo di garantire un ambiente con parametri termigrometrici costanti tali da evitare la formazione di condensa all'interno dei sistemi batteria (moduli, rack).

Titolo III – Misure di protezione attiva

1. Impianti di rilevazione e allarme incendio.

È richiesta l'installazione di un impianto di rivelazione e allarme incendi (IRAI) a protezione dell'intera attività, conforme alle vigenti normative e con le seguenti funzioni principali:

- A, rivelazione automatica dell'incendio;
- B, funzione di controllo e segnalazione;
- C, funzione di allarme incendio;
- L, funzione di alimentazione di sicurezza;
- D, funzione di segnalazione manuale.

Le funzioni B, C, L, D sono estese a tutta l'attività, mentre la funzione A può essere prevista anche solo nelle aree o locali dove è possibile, sulla base della valutazione dei rischi, lo sviluppo di un incendio.

Le segnalazioni dei sistemi sono riportate ad apposita centrale collocata in locale tecnico all'interno dell'impianto, con possibilità di ripetizione anche all'esterno, e riportate al sistema di emergenza di cui al successivo punto; all'esterno è installato un dispositivo di segnalazione luminoso e sonoro, collegato all'attivazione dei sistemi di controllo.

2. Utilizzo dell'acqua per la gestione degli eventi incidentali

I BESS devono essere protetti con una rete idranti progettata, installata, collaudata e gestita secondo la regola dell'arte e in conformità alle direttive di cui al decreto del Ministero dell'interno del 20 dicembre 2012. Per la progettazione della rete si può fare riferimento alla norma UNI 10779, assumendo per l'attività un livello di pericolosità non inferiore a 2.

Il ricorso a soluzioni alternative alla misura prescritta deve essere valutato nell'ambito dell'analisi del rischio di incendio e di esplosione, dimostrando il raggiungimento della prestazione richiesta e la disponibilità della misura tecnica implementata.

In aggiunta alla rete idranti, nella gestione degli eventi incidentali, qualora tutte le barriere preventive e di mitigazione non siano state sufficienti a garantire un raffreddamento a lungo termine del container/alloggiamento interessato dal guasto, devono essere implementate misure che permettano la gestione dell'incidente.

3. Impianto di controllo e/o spegnimento incendi

All'interno dei container batterie o nei locali batterie devono essere installati impianti fissi antincendio con le seguenti caratteristiche:

- utilizzo dell'agente estinguente più idoneo in funzione del tipo di batteria e delle caratteristiche del container batteria o del locale;
- attivazione automatica su segnale di rivelazione incendio (funzione G dell'IRAI).

Il raggiungimento della prestazione attesa e la disponibilità della specifica misura tecnica implementata dovranno essere valutati e documentati nell'ambito dell'analisi del rischio di incendio e di esplosione.

4. Estintori

Per consentire la pronta estinzione di un principio di incendio, sono installati estintori idonei all'uso in numero tale da garantire una distanza massima di raggiungimento pari a 20 m.

In esito alle risultanze della valutazione del rischio di incendio, sono installati estintori per altri rischi specifici, idoneamente posizionati a distanza non superiore a 15 m dalle sorgenti di rischio.

Gli estintori devono essere sempre disponibili per l'uso immediato, pertanto sono collocati:

- in posizione facilmente visibile e raggiungibile, lungo i percorsi d'esodo in prossimità delle uscite dei locali, di piano o finali;
- in prossimità di eventuali ambiti a rischio specifico.

Nei luoghi di lavoro al chiuso, nei confronti dei principi di incendio di classe A o classe B, è opportuno l'utilizzo di estintori a base d'acqua (estintori idrici).

Per l'impiego di estintori su impianti o apparecchiature elettriche in tensione, devono essere installati estintori idonei all'uso previsto ed in numero opportunamente giustificato.

Titolo IV – Valutazione del rischio e distanze di sicurezza

1. Requisiti ed obiettivi della valutazione del rischio

La progettazione, realizzazione ed esercizio di dispositivi elettrochimici destinati all'accumulo di energia elettrica (BESS) dovrà essere preceduta da una valutazione del rischio.

La valutazione del rischio di incendio deve ricomprendere almeno i seguenti elementi:

- a) individuazione dei pericoli d'incendio;
- b) descrizione del contesto e dell'ambiente nei quali i pericoli sono inseriti;
- c) determinazione di quantità e tipologia degli occupanti esposti al rischio incendio;
- d) individuazione dei beni esposti al rischio incendio;
- e) valutazione qualitativa o quantitativa delle conseguenze dell'incendio su occupanti, beni ed ambiente;
- f) individuazione delle misure preventive che possano rimuovere o ridurre i pericoli che determinano rischi significativi.

Attesa la possibilità che i predetti sistemi BESS determinino - in caso di emergenza - scenari incidentali con la presenza di sostanze infiammabili allo stato di gas/vapori, la valutazione del rischio di incendio deve includere anche la valutazione del rischio per la presenza di atmosfere esplosive.

Inoltre, deve essere predisposta un'analisi di sicurezza per la valutazione degli incidenti tecnologici, come incendi, esplosioni e rilasci tossici che possono verificarsi a seguito di eventi calamitosi di matrice naturale connessi ad eventi naturali.

La presenza di celle o moduli utilizzati in "second life", ovvero degradati rispetto alle loro prestazioni nominali, implica la ridefinizione delle prestazioni che possono essere eseguite in sicurezza e quindi considerate "nominali" per la nuova applicazione.

2. Distanze di sicurezza

Le distanze di sicurezza (interna, esterna e di protezione) devono essere calcolate tenendo conto della potenza installata all'interno dei BESS, della tipologia degli edifici presenti nelle vicinanze dell'impianto, di eventuali attività critiche o elementi sensibili posti in prossimità dell'impianto e di altre attività a rischio specifico.

Nella progettazione dei BESS, devono essere previste distanze di sicurezza e di protezione tali da:

1. evitare la propagazione di incendi ed esplosioni tra BESS adiacenti e/o danneggiamento degli impianti ausiliari;
2. evitare irraggiamento a dispositivi a corredo dei BESS come trasformatori, inverter, ecc.
3. evitare esposizioni ad agenti chimici tossici e/o cancerogeni per gli occupanti.

Le suddette distanze devono, in ogni caso, consentire l'operatività ai mezzi dei soccorritori pubblici tra i vari BESS. Tali distanze devono essere computate a partire dagli elementi pericolosi.

L'area in pianta racchiusa dal perimetro del singolo elemento pericoloso non può essere maggiore di 32 m², corrispondente all'area in pianta di una container standard da 40 piedi. Sono ritenuti elementi pericolosi le isole BESS.

Nella progettazione, sono rispettate le seguenti distanze di sicurezza:

ELEMENTO	Distanze di sicurezza (m)		
	Esterna	Protezione	Interna
BESS	20	6	4
ISOLE BESS	20	6	6

Tabella 1- Distanze di sicurezza

L'isola di BESS, replicata in maniera modulare, dovrà rispettare la minima distanza reciproca indicata in tabella 1.

Le suddette distanze di sicurezza dovranno essere aumentate qualora più dettagliate valutazioni di sicurezza svolte dai produttori/progettisti dei BEES impongano distanze maggiori.

Sono considerati elementi pericolosi anche i trasformatori e gli inverter così come definiti al paragrafo 1.2 del titolo I. La determinazione delle distanze di sicurezza per i trasformatori può essere svolta con riferimento al D.M. 15 luglio 2014.

Qualora non sia possibile il rispetto delle distanze di sicurezza e di protezione come sopra indicato, dovrà essere prevista la realizzazione di barriere di protezione, al fine di evitare che eventi incidentali quali incendi e/o esplosione di un singolo BESS possano innescare effetti domino interni su altri BESS.

3. Metodologie alternative per la determinazione delle distanze di sicurezza

Distanze di sicurezza diverse rispetto a quelle del presente titolo possono essere eventualmente individuate, applicando le metodologie dell'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio previste dal decreto del Ministro dell'interno 9 maggio 2007 "Processo di valutazione e progettazione nell'ambito dell'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio".

Il calcolo delle distanze di sicurezza dovrà essere svolto secondo le metodologie della valutazione del rischio riportate in appendice 2 e tenuto conto delle misure di prevenzione e protezione, quali a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- sistema per la gestione locale e il controllo del modulo batteria e dei suoi componenti (BMS) per il monitoraggio degli elementi costituenti il sistema al fine di garantire il corretto funzionamento nei range nominali dei valori di tensione, corrente e temperatura e conseguente sistema di disconnessione degli elementi con anomalie rilevanti nei parametri di funzionamento;
- componenti del sistema batteria selezionati e testati per prevenire e limitare il thermal runaway, in particolare l'innesco e la propagazione di fiamma con riferimento a standard di prova riconosciuti a livello internazionale quali i test secondo UL 1973, IEC 62619, UL9540A;
- impianti di rivelazione e allarme gas esplosivi;
- impianti di rivelazione e allarme incendio;
- sistema automatico di disalimentazione BESS asservito ad un impianto di rivelazione fire and gas detection;
- sistema manuale di disalimentazione BESS;
- sistema di gestione delle miscele potenzialmente esplosive del tipo attivo o passivo;
- sistema automatico di controllo e/o spegnimento dell'incendio.

Titolo V – Norme di esercizio

1. Generalità.

Nell'esercizio dei BESS devono essere osservate, oltre alle disposizioni riportate nei decreti interministeriali del 1° settembre 2021, 2 settembre 2021 e 3 settembre 2021, le prescrizioni specificate nei punti seguenti.

Il responsabile dell'attività assicura la manutenzione dell'impianto a regola d'arte.

1.1. Esercizio dell'impianto

L'esercizio è ammesso solo sotto la sorveglianza, anche da remoto, del responsabile dell'attività ovvero di una o più persone formalmente designate dallo stesso. Il responsabile dell'attività e il personale designato ricevono una specifica formazione in merito alla conduzione dell'impianto, ai pericoli ed agli inconvenienti che possono derivare dal BESS e alle misure di sicurezza da adottare in caso di incidente. Tale formazione è estesa anche al personale addetto alla manutenzione.

Nelle aree di impianto, sono vietati gli stoccaggi di materiali infiammabili o combustibili, fatti salvi i materiali infiammabili o combustibili necessari al funzionamento dell'impianto medesimo.

1.2. Prescrizioni generali di emergenza.

Il personale addetto all'impianto deve:

- a) essere edotto sulle norme contenute nel presente allegato, sul regolamento interno di sicurezza e sul piano di emergenza predisposto;
- b) attivare immediatamente in caso di incendio o di pericolo il piano di emergenza appositamente definito, attuando le procedure previste per l'effettuazione delle opportune azioni, agendo anche da remoto sui dispositivi e sulle attrezzature di emergenza in dotazione all'impianto;
- c) avvisare i servizi di soccorso.

2. Documenti tecnici.

Presso l'impianto devono essere disponibili i seguenti documenti:

- a) un manuale operativo contenente le istruzioni per l'esercizio dell'impianto;
- b) la pianificazione di emergenza contenente le procedure per la messa in sicurezza dell'impianto;
- c) una planimetria riportante l'ubicazione degli impianti e delle attrezzature antincendio, nonché l'indicazione delle aree protette dai singoli impianti antincendio;
- d) gli schemi degli impianti elettrici, di segnalazione e allarme;
- e) il registro di manutenzione dell'impianto con indicazione delle periodicità manutentive previste e che dia evidenza dell'attività svolta.

3. Segnaletica di sicurezza.

Devono essere osservate, tra le altre, le disposizioni sulla segnaletica di sicurezza di cui al decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81. Inoltre, in posizione ben visibile, deve essere esposta idonea cartellonistica che riproduce uno schema di flusso dell'impianto con indicazioni delle apparecchiature e varie unità costituenti in modo da renderle facilmente individuabili.

Deve essere esposta una planimetria dell'impianto ed affisse istruzioni per gli addetti inerenti:

- a) il comportamento da tenere in caso di emergenza;
- b) alla posizione dei dispositivi di sicurezza;
- c) alle manovre da eseguire per mettere in sicurezza l'impianto (ad esempio: azionamento dei pulsanti di emergenza, funzionamento dei presidi antincendio).

Appendice 1: Elementi costitutivi dei BESS

Il BESS può essere costituito dai seguenti elementi:

- **Sottosistema batteria:** è composto da batterie agli ioni di litio con un'aspettativa di vita pari alla durata prevista dell'impianto in condizioni operative normali adatte per l'installazione all'aperto. La batteria sarà composta da celle elettrochimiche, tra loro elettricamente collegate in serie ed in parallelo per formare moduli di batterie. I moduli saranno a loro volta collegati elettricamente tra loro in serie e/o parallelo ed assemblati in appositi armadi/rack in modo tale da conseguire i valori richiesti di potenza, tensione e corrente. Ogni rack avrà il proprio sistema di gestione della batteria "Battery Management System" (BMS), per gestire lo stato di carica "State of Charge" (SoC), lo stato di salute "State of Health" (SoH), la tensione, la corrente e la temperatura di ogni livello dei moduli batteria nel rack, nonché il controllo e la protezione. Le batterie e il loro BMS sono, in genere, integrati in container standard ISO (da 20 o 40 piedi) o in cabinet personalizzati da posizionare all'aperto equipaggiati con un sistema di controllo della temperatura interna, sistema antincendio e rilevamento gas infiammabili e sistema anti-esplosione.

- **Sottosistema di conversione della potenza:** è costituito da uno o più convertitori di potenza bi-direzionali, integrati in cabinet personalizzati per posa esterna o container ISO standard di 20/40 piedi equipaggiati di sistema di condizionamento ambientale, sistema antincendio e rilevamento fumi. Il PCS sarà corredato da controllori dei convertitori, trasformatori BT/MT, filtri sinusoidali e RFI, interruttori e protezioni AC, interruttori e protezioni DC, ecc.

- **Sottosistema di controllo:** è composto da diversi sistemi, ad esempio: il sistema di controllo integrato (SCI) di impianto, che assicurerà il corretto funzionamento di ogni assemblato di batterie azionato da PCS e il sistema centrale di controllo integrato (SCCI) che riporterà allarmi e segnali di "warning" dell'impianto BESS nella sala di controllo. Nello specifico, tali sistemi sono raggruppati come di seguito:

- **Power Control System:** Il sistema di controllo dell'impianto BESS è composto tipicamente da PC industriali collegati al sistema tramite architettura ridondante; il quale gestisce l'intero sistema di accumulo, la gestione dell'energia e l'ottimizzazione della rete e tutte le comunicazioni con gli operatori di livello superiore.
- **Battery Management System:** Il BMS è un sistema per la gestione locale e il controllo del modulo batteria e dei suoi componenti; il BMS controlla i dispositivi e i sistemi di protezione e sicurezza, i dispositivi di controllo, monitoraggio e diagnostica e i servizi ausiliari.
- **Protezione e ausiliari:** apparecchiature destinate a svolgere particolari funzioni aggiuntive allo stoccaggio o all'estrazione dell'energia elettrica, ad esempio: sistemi di protezione e di controllo, servizi ausiliari (condizionamento, ventilazione, interfacce, UPS, ecc.), circuito di distribuzione dell'energia, ecc.
- **Balance of Plant:** tutti i componenti dell'impianto saranno progettati e installati tenendo conto delle condizioni ambientali del sito di installazione e delle caratteristiche di potenza e tensione. A titolo esemplificativo, ma non esaustivo, saranno presenti le seguenti apparecchiature: quadri elettrici in BT e MT, trasformatori ausiliari, trasformatore di isolamento, trasformatore elevatore MT/AT, ecc.

Appendice 2 - Metodologie per la valutazione del rischio

La realizzazione di BESS per i quali, ai sensi del paragrafo “Distanze di sicurezza” la determinazione delle distanze di sicurezza viene effettuata con metodologie alternative, deve essere preceduta da una valutazione del rischio finalizzata ad identificare i pericoli, gli scenari incidentali di riferimento e le misure di controllo, in modo da prevenire e ridurre qualsiasi impatto negativo che potrebbe causare lesioni all’utenza, compresi i soccorritori, personale, danni o perdita di beni, danni all’ambiente e alla produzione.

La valutazione del rischio (risk assessment), ai sensi della ISO 31000, è quella fase del processo di gestione del rischio che comprende:

- identificazione dei pericoli;
- analisi del rischio;
- stima del rischio (valutazione in senso stretto, risk evaluation).

Nella fase di identificazione dei pericoli dovranno essere compresi almeno i seguenti potenziali fattori di pericolo:

- prossimità degli elementi pericolosi costituenti il BESS alle aree in cui ci si può attendere la presenza di lavoratori e/o individui della popolazione;
- prossimità degli elementi pericolosi costituenti il BESS ad edifici e infrastrutture circostanti;
- prossimità degli elementi pericolosi costituenti il BESS ad attività di cui all’allegato I del DPR 151/2011;
- prossimità degli elementi pericolosi costituenti il BESS rispetto a recettori ambientali sensibili quali corsi d’acqua, falde, etc.

Appendice 3 - Esempio applicativo

Scopo della presente appendice è fornire un esempio applicativo di valutazione del rischio di incendio ed esplosione, condotto mediante metodologie consolidate e tipiche dell'analisi di rischio industriale a partire da esperienze già disponibili nella letteratura tecnica di riferimento in materia.

La valutazione del rischio di incendio ed esplosione, sotto la responsabilità del progettista ed eventualmente sviluppata nell'ambito degli iter autorizzativi in presenza di attività soggette ai controlli di prevenzione incendi o all'interno di stabilimenti a rischio di incidente rilevante, dovrà essere effettuata mediante l'impiego, anche in combinazione tra loro, di comprovate metodologie.

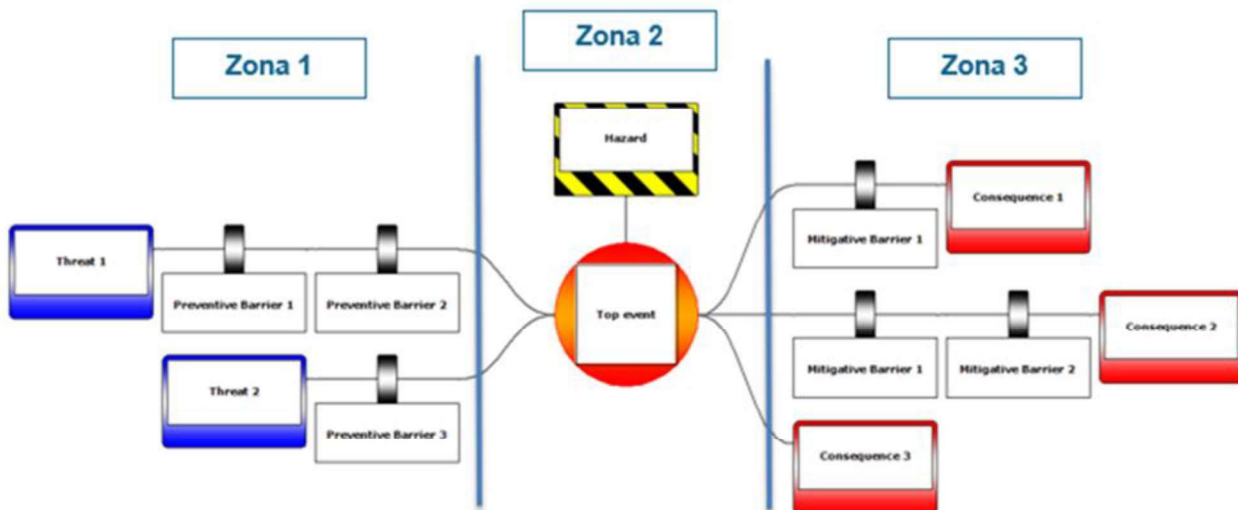
Ai fini del presente esempio (derivato da una serie di esperienze reali già condotte da un primario operatore internazionale di sistemi energetici) si riporta lo sviluppo di una analisi condotta, a partire da una preliminare identificazione dei pericoli (condotta con HAZID e FMEA), per l'individuazione degli scenari di incendio ed esplosione di riferimento, mediante l'impiego del metodo Bow-Tie, successivamente combinato con una analisi LOPA (Layers Of Protection Analysis), fondato sulla identificazione delle barriere di tipo tecnico ed organizzativo-gestionali sia di tipo preventivo sia di tipo mitigativo. Tale metodo è stato già ampiamente impiegato sia a livello nazionale sia a livello sovranazionale per la individuazione e la stima dei top-event associati alle installazioni BESS il cui accadimento può portare a danni per le persone esposte, l'ambiente e per i beni (inclusa la continuità di business).

Peraltro la metodologia Bow-Tie può essere impiegata per sintetizzare e descrivere le risultanze di analisi, combinate o separate, maggiormente approfondite, oltre che per evidenziare graficamente le relazioni intercorrenti tra cause, conseguenze e barriere, mediante una notazione fortemente intuitiva e condivisibile con i vari portatori di interesse, sin dalle fasi iniziali della progettazione, fino alla gestione della sicurezza antincendio in esercizio. Per questo ultimo punto di vista è fondamentale evidenziare che così come la valutazione del rischio di incendio ed esplosione deve essere periodicamente riesaminata nel tempo per garantire la sua attualità rispetto alle condizioni degli asset (si pensi ad esempio a rischi connessi con cause emergenti, piuttosto che rischi derivanti proprio dall'invecchiamento degli asset), l'analisi Bow-Tie offre la possibilità di aggiornare le evidenze poste alla base della garanzia delle prestazioni (in termini di fattore di riduzione del rischio) di ciascuna misura (barriera) individuata come critica ai fini della sicurezza.

Il metodo Bow-Tie (estesamente impiegato a livello internazionale in molteplici domini applicativi, anche per la dimostrazione e comunicazione del livello di sicurezza raggiunto nei cosiddetti sistemi socio-tecnici di tipo complesso) viene generalmente sviluppato mediante l'elaborazione, con una notazione facilmente comprensibile, di uno o più diagrammi logici che riescono a porre in relazione gli elementi di pericolo con le misure attese:

- l'evento (o gli eventi) da prevenirsi (il top event);
- le cause che possono determinare l'insorgere della problematica;
- le conseguenze dell'evento nel caso in cui questo si manifesti;
- le misure (tecniche o organizzative) di prevenzione;
- le misure (tecniche o organizzative) di protezione.

Un esempio di generico diagramma Bow-Tie (quasi coincidente con la combinazione di diagrammi derivanti dalla metodologia degli alberi dei guasti e degli alberi degli eventi) è illustrato nella figura seguente:



La Zona 1 (Prevenzione) è rappresentata sul lato sinistro del diagramma; identifica tutte le cause (rettangoli di colore blu) associabili all'evento indesiderato e, per ognuna di esse, evidenzia tutti gli specifici sistemi di protezione (sia impiantistici che di controllo operativo) che contribuiscono a prevenire l'evento indesiderato. La Zona 1 può essere considerata equivalente ad un albero dei guasti semplificato;

La Zona 2 (Top Event) è rappresentata al centro del diagramma e identifica in modo univoco il pericolo considerato (rettangolo a strisce gialle e nere) l'evento incidentale primario detto Top Event (cerchio di colore rosso); tale evento può a sua volta evolvere, in base alla dinamica dell'incidente in scenari incidentali alternativi tra loro.

La Zona 3 (Protezione) identifica tutti gli scenari incidentali potenzialmente generati e la combinazione di tutti gli elementi che ne consentono lo sviluppo, includendo tutti i sistemi di protezione che possano mitigarne gli effetti. La Zona 3 può a tutti gli effetti essere considerata equivalente ad un albero degli eventi semplificato.

Utilizzando tale approccio è possibile determinare le azioni di miglioramento più urgenti per garantire il minimo di sicurezza, in accordo alle soglie di accettabilità del rischio specificate, quantificando le frequenze e le conseguenze associate agli scenari ed il contributo dei sistemi protettivi e mitigativi (barriere).

Nell'analisi di rischio di incendio e di esplosione si dovrà tener conto dei possibili eventi iniziatori con le relative cause. Si riporta, a titolo esemplificativo ma non esaustivo, un elenco dei possibili eventi iniziatori e le cause che potrebbero generarli:

- Errore umano durante le operazioni di manutenzione
 - Assenza di permessi di lavoro;
 - Assenza di procedure di gestione in esercizio;
 - ecc.;
- Incendio esterno;
 - Stoccaggio di sostanze pericolose prossime al BESS;
 - Incendio di trasformatore isolato in olio;
 - Incendio di inverter o apparecchiatura ausiliaria;

- Guasto elettrico della batteria per sovracorrente/sovratensione;
- Guasto elettrico non legato alle batterie;
- Sovratemperatura all'interno del container BESS.

Particolare attenzione tra tutti i possibili scenari incidentali risultanti dall'analisi dovrà essere posta all'incendio, deflagrazione o esplosione associati ad una possibile rilascio di gas infiammabili infiammabili/tossici.

Identificati i potenziali scenari incidentali dovrà essere svolta una valutazione del rischio di tipo quantitativo effettuata mediante comprovate metodologie (ad es. QRA, LOPA, ecc.), prevedendo almeno le seguenti fasi:

- selezione degli scenari incidentali e valutazione delle conseguenze;
- identificazione degli eventi iniziatori e delle loro frequenze;
- identificazione degli IPL (Independent Protection Layer) e della loro probabilità di fallimento;
- stima del rischio, combinando la frequenza degli eventi iniziatori, la probabilità di fallimento degli IPL e la severità delle conseguenze;
- valutazione del rischio ed eventuale sviluppo di un piano di azioni per mitigare ulteriormente il rischio.

Analisi dei livelli di protezione

Per una corretta definizione dell'efficacia di riduzione del rischio è importante che nell'ambito dell'analisi siano considerate le protezioni associabili a layer di protezione indipendenti (così come previsto dall'analisi conosciuta come LOPA – Layers of Protection Analysis elaborata dall'AIChE). Nell'esempio fornito si è pertanto proceduto ad implementare ulteriormente l'approccio Bow-Tie con una analisi LOPA focalizzata ai livelli di protezione indipendenti già individuati, per una applicazione tipica BESS, per la prevenzione e mitigazione del rischio di incendio ed esplosione.

Scopo dell'analisi LOPA è di analizzare l'efficacia delle barriere (livelli di protezione) presenti/proposte, confrontando il livello di rischio del sistema ipotizzato privo di barriere con il livello di rischio del sistema equipaggiato con le barriere, sempre avendo come riferimento un criterio di tollerabilità del rischio.

L'analisi dei livelli di protezione indipendenti (LOPA – Layer of Protection Analysis) è un metodo tipicamente utilizzato quale strumento di valutazione del rischio, talvolta anche utilizzato per l'investigazione di incidenti. Esso ha trovato particolare successo nell'industria di processo; in questo contesto è possibile identificare i livelli di protezione che riducono i rischi di eventi indesiderati.

Le barriere possono essere classificate in barriere attive o passive, preventive e mitigative. Deve tuttavia essere chiaro che mentre tutti i livelli di protezione indipendenti (IPL) sono barriere, non tutte le barriere sono IPL. In generale, una barriera è un qualunque sistema, strumento o azione che può arrestare la catena di eventi conseguente ad un evento iniziatore. Per essere anche un IPL, una barriera deve essere: efficace (avere la capacità di intervenire in tempo), indipendente (non condividere cause comuni di guasto con altre barriere), e valutabile (per dimostrare che essa soddisfi i requisiti di mitigazione del rischio).

Con riferimento allo standard tecnico EN/IEC 61511-3 in materia di sicurezza funzionale, di seguito sono riassunte i principali requisiti degli IPL:

- ogni IPL deve essere indipendente da qualunque altro IPL;
- ogni IPL deve essere differente da qualunque altro IPL;
- ogni IPL deve essere fisicamente separato da qualunque altro IPL;
- ogni IPL non deve condividere cause comuni di guasto con qualunque altro IPL;
- ogni IPL deve essere altamente disponibile;
- ogni IPL deve essere validato e auditabile.

La riduzione del rischio avviene associando ad ogni misura di protezione un valore in base all'affidabilità del sistema.

I ratei di guasto, frequenze di accadimento ecc. potranno essere desunti da referenziate fonti di letteratura tecnica internazionale.

Nella valutazione delle conseguenze è possibile impiegare tecniche di analisi e modellazione proprie dell'ingegneria prestazionale e dell'analisi di rischio industriale, ricorrendo ad esempio a software di calcolo validati.

Accettabilità del rischio di incendio e di esplosione

Come è noto in Italia non esistono criteri di accettabilità del rischio definiti da norma: è tuttavia vero che la regola tecnica verticale V2 del D.M. 3 agosto 2015 esplicita chiaramente la necessità di effettuare una valutazione del rischio di incendio e di esplosione, a cura del progettista, nei termini ALARP (*As Low As Reasonable Applicable*, con riferimento al paragrafo V.2.1 del DM 03/08/2015 e s.m.i.).

Nel seguito si propone una trattazione semplificata per la determinazione delle aree di danno, basata sul superamento di un valore di soglia, al di sotto del quale si ritiene convenzionalmente che il danno risulti trascurabile ai fini della valutazione delle conseguenze associate, al di sopra del quale viceversa si ritiene che il danno possa accadere con un certo grado di ragionevolezza e quindi esso debba eventualmente essere mitigato mediante l'adozione di ulteriori misure di prevenzione e/o di protezione o debba essere assoggettato ad una precisa disciplina di gestione del rischio residuo nei termini della dimostrazione del raggiungimento di un livello ALARP, ivi compresa l'eventuale implementazione di un sistema di gestione della sicurezza antincendio (SGSA).

Ai fini della definizione delle soglie di accettabilità per la tipologia di rischi valutati nell'ambito delle installazioni oggetto della presente linea guida, è possibile ricorrere alle indicazioni della Society of Fire Protection Engineering (SFPE) "Guide to Fire Risk Assessment", 2° edizione, in cui è definita, per gli eventi di incendio, la seguente matrice di rischio (pubblicazione alla quale si rimanda per qualsiasi approfondimento dei termini impiegati nella matrice proposta).

Table 7-5: Quantitative Risk Matrix

		Consequence				
		Negligible	Marginal	Major	Critical	Catastrophic
Frequency		1.0E-06	1.0E-04	1.0E-02	5.0E-01	1.0E+00
Frequent	1.0E+00	1.0E-06	1.0E-04	1.0E-02	5.0E-01	1.0E+00
Probable	1.0E-01	1.0E-07	1.0E-05	1.0E-03	5.0E-02	1.0E-01
Occasional	1.0E-02	1.0E-08	1.0E-06	1.0E-04	5.0E-03	1.0E-02
Remote	1.0E-04	1.0E-10	1.0E-08	1.0E-06	5.0E-05	1.0E-04
Improbable	1.0E-06	1.0E-12	1.0E-10	1.0E-08	5.0E-07	1.0E-06
Incredible	1.0E-08	1.0E-14	1.0E-12	1.0E-10	5.0E-09	1.0E-08

Matrice di rischio – estratto da “SFPE - Guide to Fire Risk Assessment”

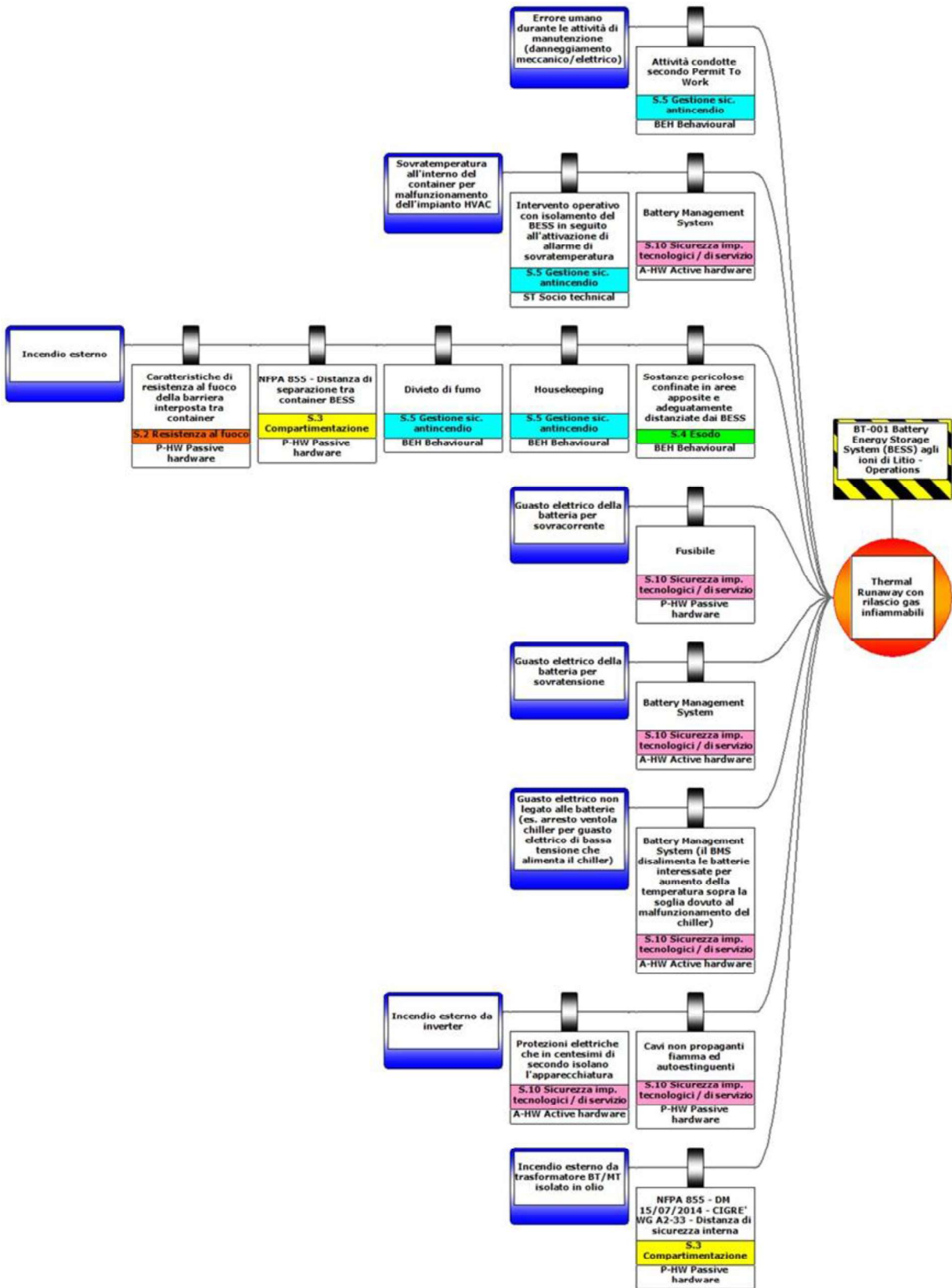
Tale matrice di rischio, in relazione agli scenari incidentali ipotizzati, identifica la soglia di accettabilità a 1.0E-06 occ/anno. La soglia di tollerabilità risulta invece pari a 1.0E-04 occ/anno.

Le valutazioni delle conseguenze attese (ivi comprese le distanze di impatto a fronte di un evento di incendio e di esplosione) dirette ed indirette (eventi secondari e/o domino), ivi comprese le conseguenze a carattere ambientale connesse con le dinamiche di incendio e di esplosione, dovranno essere sviluppate (almeno) per gli scenari caratterizzati da una frequenza di accadimento ritenuta non accettabile secondo i criteri di cui sopra. La valutazione quantitativa delle conseguenze di incendio e di esplosione potranno essere condotte, eventualmente con il supporto di codici di calcolo validati per il caso specifico e per gli scenari propri associabili ai BESS, mediante le tecniche tipiche di valutazione già in essere per il rischio industriale e quelle proprie dell'ingegneria della sicurezza antincendio (Capitolo M del D.M. 3/8/2015 e s.s.m.m.i.i. e D.M. 9 maggio 2007).

Con riferimento ai risultati dell'analisi di rischio quantitativa, dovranno essere valutati gli impatti relativamente alle zone ed alle installazioni circostanti ubicate all'esterno del perimetro di impianto, applicando ad esempio le metodologie dell'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio previste dal decreto del Ministro dell'interno 9 maggio 2007.

Nelle figure che seguono sono riportati i dettagli di un diagramma bow-tie esemplificativo, suddiviso in due parti per semplicità di lettura, per l'analisi di scenari incidentali presso installazione BESS con individuazione delle principali caratteristiche di prestazione delle barriere selezionate.

Dettaglio della sezione di diagramma Bow-Tie inerente le Cause



Dettaglio della sezione di diagramma Bow-Tie inerente le Conseguenze

