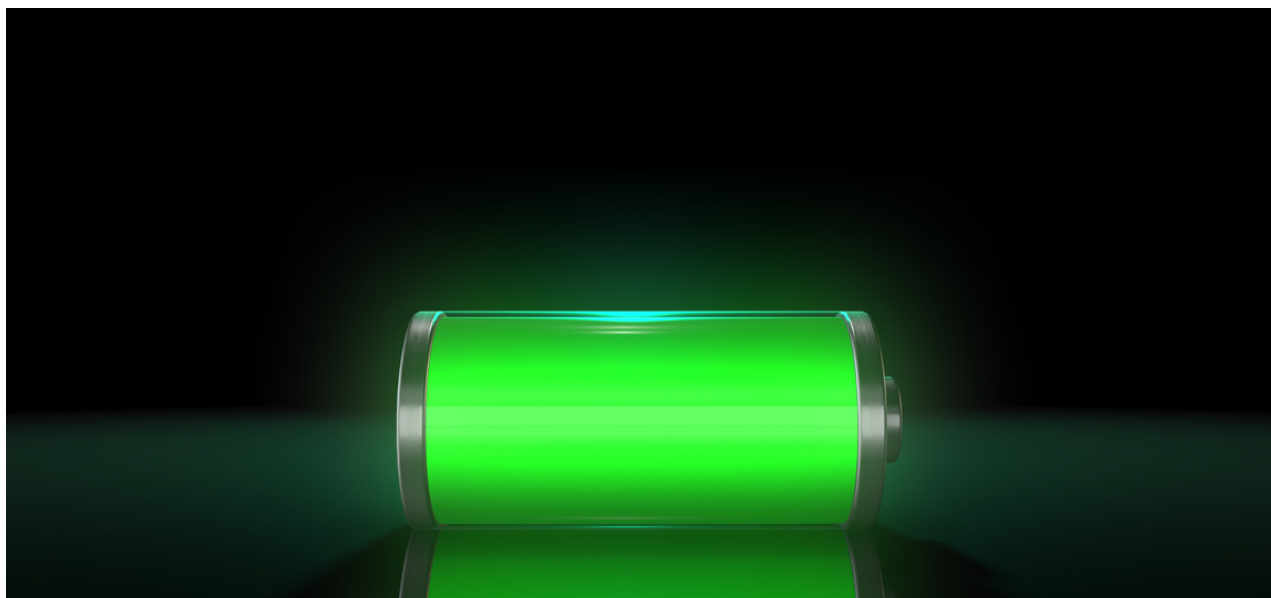


BATTERIE AL LITIO: LA NUOVA CLASSE DI FUOCO L

REV.0 DEL 14.03.2026

La diffusione delle batterie al Litio ha richiesto un passo avanti della normativa tecnica.



L'evoluzione tecnologica legata alla transizione energetica ha introdotto rischi precedentemente non contemplati dalle normative di sicurezza antincendio classiche. La pubblicazione della ISO 3941:2026 rappresenta una risposta normativa che va a colmare un vuoto tecnico introducendo la Classe di fuoco L. Questa relazione redatta nell'ambito del GdL ASSOCERT analizza le implicazioni tecniche di questo aggiornamento, discutendo i motivi per cui le batterie agli ioni di litio richiedono oggi un approccio dedicato.



INDICE

DEI CONTENUTI

1. La nuova classificazione dei fuochi	01
2. Perché una classe di fuoco dedicata?	02
3. Criteri di prova e qualificazione degli estintori	03
4. Implicazioni per professionisti e produttori	04
5. La fisica del thermal runaway	05
6. Spegnimento	07
7. Condizioni di stoccaggio in sicurezza	10
8. Segnali di pericolo da monitorare	11
9. Conclusioni	12



1. La nuova classificazione dei fuochi (ISO 3941:2026)

Oltre alle classi già note (A, B, C, D, F), la norma integra una categoria specifica per il rischio elettrochimico:

- Classe A: solidi con formazione di brace;
- Classe B: liquidi infiammabili;
- Classe C: gas infiammabili;
- Classe D: metalli combustibili;
- Classe F: oli e grassi da cucina.
- Classe L: batterie agli ioni di litio.

L'introduzione della Classe L stabilisce formalmente che i rischi derivanti dalle batterie non sono assimilabili a semplici incendi di solidi (Classe A) o di metalli massivi (Classe D)



2. Perché una classe di fuoco dedicata?

Il motivo tecnico principale dietro la creazione della Classe L risiede nella natura stessa del combustibile. A differenza dei combustibili tradizionali, le batterie agli ioni di litio presentano alcune peculiarità:

- Thermal Runaway (Fuga Termica): un processo esotermico auto-alimentato che rilascia energia in modo autonomo;
- Autosufficienza dell'ossigeno: il sistema elettrochimico può liberare ossigeno internamente, rendendo inefficace il semplice soffocamento della fiamma;
- Produzione di gas infiammabili: le celle degradate rilasciano vapori che possono causare esplosioni o fiammate improvvise;
- Rischio di riaccensione: anche dopo l'estinzione delle fiamme visibili, le alte temperature residue possono innescare nuovamente il fenomeno a distanza di tempo.

La distinzione fondamentale sta nel fatto che l'incendio della batteria (Classe L) è un evento interno alla cella, diverso dall'incendio dei materiali circostanti (Classe A o B) che può essere solo alimentato dalla batteria stessa.



3. Criteri di prova e qualificazione degli estintori

Per ottenere la marcatura Classe L, un estintore non deve solo spegnere la fiamma, ma deve superare protocolli di prova rigorosi definiti dalla ISO 3941:2026.

I test simulano scenari reali, dai singoli moduli ai pacchi batteria completi, con parametri definiti per stato di carica e capacità nominale;

3.1. Il fattore raffreddamento

Per la Classe L, la capacità di raffreddamento diventa il parametro principale. L'agente estinguente deve essere in grado di:

- Penetrare all'interno del pacco batteria;
- Abbassare drasticamente la temperatura delle celle;
- Prevenire la propagazione termica tra celle adiacenti (mitigazione del runaway).

3.2. Monitoraggio della riaccensione

A differenza dei test standard, è previsto un periodo di osservazione post-estinzione esteso. Se il fenomeno termico si riattiva durante questa fase, il test è considerato nullo. Non basta sopprimere la fiamma; occorre dimostrare la stabilizzazione termica definitiva del sistema.



4. Implicazioni per professionisti e produttori

L'aggiornamento normativo impone una revisione delle strategie di sicurezza in diversi ambiti:

- Per i produttori: è necessaria una nuova campagna di certificazione. Un estintore certificato per Classe A e B non è considerato idoneo per la Classe L senza aver superato i nuovi test specifici;
- Per i progettisti e consulenti: la valutazione del rischio deve ora includere specificamente il carico d'incendio da batterie (veicoli elettrici, sistemi BESS, magazzini di logistica);
- Manutenzione e scelta dei presidi: nei capitolati tecnici sarà obbligatorio verificare la presenza della marcatura Classe L per tutti gli ambienti con alta densità energetica.

La ISO 3941:2026 segna il passaggio da un approccio antincendio generalista a uno specializzato per l'era dell'elettrificazione. L'introduzione della Classe L non è solo un dettaglio che rimane sulla carta, ma un fattore tecnico essenziale da conoscere per affrontare incendi che, per loro natura, sono chimicamente e termicamente diversi da quelli delle altre classi .



5. La fisica del thermal runaway

Per approfondire la fisica del thermal runaway e le motivazioni tecniche che hanno portato alla nascita della Classe L nella ISO 3941:2026, è necessario analizzare il fenomeno non solo come un incendio, ma come una serie di reazioni chimiche a catena auto-alimentate.

Il thermal runaway è un processo in cui l'aumento della temperatura accelera le reazioni chimiche interne, le quali a loro volta generano ulteriore calore, portando il sistema verso una distruzione irreversibile.

5.1. Le fasi tecniche

Il collasso termico di una cella agli ioni di litio non avviene istantaneamente, ma segue una scala termica precisa legata alla stabilità dei suoi componenti:

A. Innesco e surriscaldamento anomalo

Il processo inizia a causa di un abuso (meccanico, elettrico come il sovraccarico, o termico). In questa fase, il calore generato comincia a superare la capacità della batteria di dissiparlo verso l'ambiente.

B. Decomposizione dello strato SEI (90°C – 120°C)

Lo strato **SEI** (*Solid Electrolyte Interphase*) è una pellicola protettiva sottile sull'anodo che impedisce reazioni dirette con l'elettrolita.

- **Fisica del fenomeno:** Intorno ai 90-120°C, questo strato si degrada e si riforma continuamente, rilasciando calore e gas (etilene, CO). L'anodo di grafite rimane "nudo" ed esposto all'elettrolita, innescando reazioni esotermiche primarie.

C. Fusione del separatore e corto circuito interno (130°C – 180°C)

Il separatore è una membrana polimerica che tiene fisicamente distanti anodo e catodo pur permettendo il passaggio di ioni.

Raggiunta la temperatura di fusione (tipicamente tra 130°C e 160°C), il separatore collassa. Questo crea un **punto di contatto fisico** tra gli elettrodi, trasformando l'energia chimica residua in energia elettrica di corto circuito localizzato, che fa schizzare la temperatura a oltre 400-600°C in pochi millisecondi.

D. Decomposizione del Catodo e rilascio di Ossigeno (>180°C)

Questa è la fase del "punto di non ritorno". Il materiale del catodo (spesso ossidi metallici come NMC o LCO) diventa instabile e si decompone rilasciando ossigeno gassoso direttamente all'interno della cella. La conseguenza è che l'ossigeno reagisce violentemente con il solvente organico dell'elettrolita, che è altamente infiammabile. Poiché il comburente (ossigeno) è prodotto internamente, l'incendio non può essere soffocato semplicemente escludendo l'aria esterna.

E. Venting e combustione violenta (>300°C)

L'accumulo di gas e vapori aumenta la pressione interna fino alla rottura della valvola di sicurezza o dell'involucro (venting).

Vengono espulsi idrogeno, vapori di solvente e particolato incandescente che si incendiano a contatto con l'aria esterna (combustione secondaria), raggiungendo temperature localizzate superiori ai 1000°C.

Ecco perché la Classe L richiede test specifici.

Sulla base di questa fisica, la ISO 3941:2026 ha introdotto protocolli che differiscono drasticamente dalle classi A o B:

- Inefficacia del soffocamento: poiché l'ossigeno è autoprodotta dal catodo, i test di Classe L verificano che l'agente estinguente abbia un'altissima capacità di raffreddamento per sottrarre calore più velocemente di quanto la cella ne produca;
- Prevenzione della propagazione: un incendio di Classe L in un pacco batteria tende a propagarsi per conduzione termica alle celle vicine. I nuovi test ISO valutano se l'estintore è in grado di interrompere questa catena termica;
- Gestione della riaccensione: anche se le fiamme esterne sono spente, il calore residuo può far ripartire il runaway minuti o ore dopo. Per questo la norma impone un periodo di osservazione post-estinzione esteso.

La reazione del litio residuo con l'acqua (se usata come estinguente) può generare idrogeno secondo la reazione:



Questo calore aggiuntivo deve essere gestito dalla capacità termica dell'agente scelto per la Classe L.

6. Spegnimento

La Classe L nella normativa ISO 3941:2026 ha spostato l'obiettivo dallo spegnimento della fiamma superficiale al controllo del nucleo termico della batteria. Poiché i test di Classe L richiedono la prevenzione della riaccensione e il raffreddamento profondo, gli agenti estinguenti tradizionali (come la polvere ABC o la CO₂) risultano spesso inefficaci o addirittura controproducenti. Ecco il dettaglio degli agenti che stanno superando i nuovi protocolli di prova e la loro fisica d'azione:

A. Agenti Incapsulanti (es. F-500)

L'agente incapsulante è considerato uno dei più efficaci per la Classe L grazie alla sua capacità di agire a livello molecolare.

- Meccanismo fisico - micellizzazione: l'agente riduce la tensione superficiale dell'acqua, permettendole di penetrare nei micro-interstizi del pacco batteria. Forma delle "micelle" (sfere molecolari) che avvolgono le molecole di elettrolita infiammabile, rendendole non infiammabili e non esplosive;
- Azione termica: ha una capacità di assorbimento del calore da 6 a 10 volte superiore all'acqua pura. Raffredda le celle così rapidamente da interrompere il thermal runaway prima che si propaghi alle celle adiacenti;
- Inibizione chimica: blocca la produzione di gas esplosivi come idrogeno e vapori di fluoro, riducendo drasticamente il rischio di deflagrazione.

B. Dispersione acquosa di vermiculite (AVD)

L'AVD (Aqueous Vermiculite Dispersion) è una tecnologia specifica progettata esclusivamente per il rischio litio.

- Meccanismo fisico - barriera minerale: composto da piastrine di vermiculite sospese in acqua. Quando spruzzato, l'acqua raffredda la cella, mentre le piastrine di vermiculite si depositano formando un film minerale isolante;
- Isolamento termico: questo film agisce come uno scudo termico che isola la cella in runaway, impedendo al calore di trasferirsi alle celle sane;
- Soffocamento permanente: una volta asciutto, crea una crosta incombustibile che blocca l'accesso dell'ossigeno esterno (necessario per la combustione dei gas emessi) e impedisce la fuoriuscita di materiale incandescente.

C. Schiume speciali ad alto raffreddamento (es. Lith-M)

Si tratta di evoluzioni delle schiume Classe A/B, formulate per essere fluorine-free (senza PFAS/PFOA) e ottimizzate per il calore estremo.

- Meccanismo fisico - schiuma bagnante: queste schiume contengono additivi che aumentano il tempo di contatto del liquido con le superfici calde. Invece di scivolare via, la schiuma "aderisce" ai moduli batteria, garantendo un raffreddamento prolungato nel tempo;
- Azione sulla riaccensione: la stabilità della schiuma garantisce che la superficie rimanga bagnata durante tutto il periodo di osservazione post-estinzione richiesto dalla ISO 3941:2026, gestendo il re-ignition risk.

Tipo agente	Azione principale	Vantaggio in Classe L
Incapsulanti (F-500)	Raffreddamento e micellizzazione	Massima penetrazione e stop ai gas esplosivi.
AVD (vermiculite)	Isolamento e barriera fisica	Impedisce fisicamente la propagazione cella-cella.
Schiume specifiche	Raffreddamento Prolungato	Facilità d'uso e compatibilità ambientale (0% Fluoro).

Fenomeno fisico	Soluzione tecnica (ISO 3941:2026)
Produzione interna di O ₂	Agenti con alto potere penetrante e refrigerante.
Feedback positivo termico	Monitoraggio della stabilizzazione termica post-test.
Propagazione cella-cella	Test su moduli e pacchi batteria completi (non solo celle singole).

Un estintore idoneo alla Classe L deve dimostrare di poter gestire la capacità termica specifica della batteria, riducendo la temperatura sotto la soglia critica di decomposizione del catodo (tipicamente <150°C-180°C) per evitare che il runaway riparta una volta terminata la scarica. La gestione sicura delle batterie agli ioni di litio richiede un approccio proattivo che integri soluzioni logistiche e sistemi di monitoraggio avanzati. In conformità con le nuove linee guida della ISO 3941:2026, lo stoccaggio non è più considerato una semplice questione di spazio, ma una sfida di gestione del rischio elettrochimico.



7. Condizioni di stoccaggio in sicurezza

Per prevenire l'insacco di incendi di Classe L, la progettazione degli ambienti di stoccaggio deve prevedere misure specifiche di mitigazione:

- **Compartimentazione e separazione:** è essenziale integrare strategie di compartimentazione per isolare le batterie da altri materiali combustibili. Questo serve a distinguere tra un incendio di materiali circostanti (Classe A o B) e l'incendio della batteria stessa (Classe L);
- **Monitoraggio termico costante:** gli ambienti con sistemi di accumulo stazionari (BESS) o batterie industriali richiedono un monitoraggio termico continuo per rilevare anomalie prima che degenerino in runaway;
- **Presidi antincendio dedicati:** la presenza di estintori certificati per la Classe L è un requisito essenziale, poiché i dispositivi per Classe A e B non sono automaticamente idonei;
- **Valutazione specifica del rischio:** i progettisti devono effettuare una revisione dei capitolati tecnici basata sulla specificità del rischio elettrochimico delle batterie presenti.



8. Segnali di pericolo da monitorare

Il passaggio verso un incendio di Classe L è spesso preceduto da indicatori fisici e chimici legati all'instabilità delle celle:

- **Rilascio autonomo di energia** (Thermal Runaway): il segnale più critico è l'aumento incontrollato della temperatura, segno che la cella ha iniziato a produrre calore internamente più velocemente di quanto riesca a dissiparlo;
- **Emissione di gas e vapori:** la produzione interna di gas infiammabili può causare rigonfiamenti dell'involucro o il rilascio di fumi visibili;
- **Liberazione di Ossigeno:** un segnale invisibile ma pericoloso è la liberazione di ossigeno dal sistema elettrochimico, che rende l'evento termico autosufficiente e difficile da soffocare;
- **Temperature estreme e scintille:** il raggiungimento di temperature molto elevate può preludere a rapide riaccensioni e alla difficoltà di raffreddamento profondo delle celle;
- **Instabilità termica post-evento:** anche se un focolaio sembra domato, il rischio di riattivazione del fenomeno rimane alto fino alla completa stabilizzazione termica.

Segnale	Implicazione fisica	Riferimento ISO 3941:2026
Calore in eccesso	Inizio del runaway termico	Richiede monitoraggio termico
Odore acre / Fumo	Produzione interna di gas	Definizione Classe L
Fiamme persistenti	Liberazione interna di ossigeno	Fallimento estinguenti tradizionali

9. Conclusioni

l'introduzione della Classe L tramite la norma ISO 3941:2026 rappresenta un grande passo avanti per la sicurezza nell'era della transizione energetica che riconosce l'incendio delle batterie come un evento chimico-fisico unico, caratterizzato da autosufficienza dell'ossigeno e rischio di riaccensione.

Per professionisti, progettisti e produttori, l'adozione di presidi certificati e di strategie di monitoraggio termico diventa una necessità tecnica per garantire la protezione di ambienti ad alta densità energetica e prevenire catastrofi termiche altrimenti incontrollabili.





ASSOCERT

Associazione Italiana per il sostegno e controllo della conformità
dei prodotti delle professioni e delle certificazioni

Chi siamo

ASSOCERT è un ente di diritto privato, apolitico, non commerciale e senza fine di lucro che rappresenta una delle maggiori associazioni italiane tra Organismi abilitati, notificati e laboratori di prova con accreditamenti nei seguenti ambiti:

- Ispezioni di sicurezza di impianti di messa a terra ai sensi del D.P.R. 462/2001
- Ispezioni di sicurezza di impianti elettrici in ambienti ATEX
- Ispezioni di sicurezza di impianti ascensore ai sensi del D.P.R. 162/1999
- Ispezioni di sicurezza di attrezzature di lavoro ai sensi del D.M. 11 aprile 2011
- Certificazione prodotti e sistemi

La nostra idea

Sin dalla sua costituzione abbiamo avuto un'idea chiara, quella di favorire i processi di valutazione di conformità a beneficio della qualità e della sicurezza di prodotti e servizi. Per fare questo è fondamentale agevolare e sostenere il lavoro di chi rappresenta il cuore di questi processi: gli organismi di valutazione della conformità

Mission

Promuovere la salute e la sicurezza delle persone attraverso la cultura del rispetto delle norme tecniche che riguardano la conformità di impianti civili ed industriali, attrezzature di lavoro e prodotti destinati al commercio in UE.

Vision

Aspiriamo a prodotti e servizi sempre più accessibili e sicuri e vogliamo semplicemente dare il nostro contributo.



assocert.eu



info@assocert.it



+39 0761 774 920



Via Andrea Scriattoli, 11
01100 Viterbo VT

Questo documento è rilasciato gratuitamente ed esclusivamente per scopi informativi.

Per qualsiasi segnalazione la Segreteria è a vostra disposizione ai recapiti in alto.

Rev.0 del 14.03.2026

Coordinatore GdL1 "Impianti e sistemi elettrici"
Alessio Celeste



Gruppi di Lavoro ASSOCERT



Sicurezza
macchine
e apparecchi di
sollevamento

48 esperti tecnici



Sicurezza
attrezzature e
impianti in
pressione

30 esperti tecnici



Sicurezza
ascensori e
montacarichi

50 esperti tecnici



Sicurezza
giocattoli e prodotti
per l'infanzia

6 esperti tecnici



Sicurezza
impianti elettrici

137 esperti tecnici



Sicurezza
ambienti di lavoro

40 esperti tecnici