

PER. IND. ALBERTO SGRILLI
STUDIO TECNICO

Via Bure Vecchia Nord n.115 - 51100 Pistoia - Italy
Tel. [REDACTED] e-mail: alberto@studiotecnico71.it

COMMITTENTE:

IMCO S.p.A.
Via Danimarca n.80 – Modena

OGGETTO:

**RELAZIONE VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI ESPLOSIONE
AI SENSI DELLA NORMA CEI EN 62485-3 PER
LOCALI RICARICA CARRELLI ELEVATORI PRESSO MAGAZZINO MERCI
-NUOVO EDIFICIO “GV4”-**

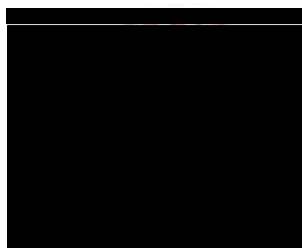
UBICAZIONE:

Viale M. Finzi n. 79 - Modena

CONDUTTORE IMPIANTO :

CONAD NORD OVEST S.C.

Il Tecnico
(Per. Ind. Alberto Sgrilli)



*Documento informatico firmato
digitalmente ai sensi del D.Lgs. 82/05*

Il Committente

Il Conduttore Impianto

Note

A termini di Legge ci riserviamo la proprietà di questo elaborato con divieto di riprodurlo o renderlo noto a terzi senza nostra autorizzazione

Rev	Data	Descrizione	File	Eseguito
00	Gennaio 2026	Emissione	A24-016-E-VRSM	AS

Sommario

PREMESSA.....	3
DESCRIZIONE DEL RISCHIO	5
NORMATIVA DI RIFERIMENTO PER LA VALUTAZIONE	7
CRITERI DI CALCOLO.....	8
CALCOLO DELLA PORTATA DI VENTILAZIONE.....	8
SCELTA DEL TIPO DI VENTILAZIONE.....	10
ZONE PERICOLOSE COMUNQUE PRESENTI.....	12
AVVERTENZE - NORME DI ESERCIZIO E DI PRUDENZA	13
CONCLUSIONI.....	14
Appendice.....	15

PREMESSA

Il presente documento costituisce la valutazione del rischio di esplosione di due locali da destinarsi a ricarica di carrelli elevatori elettrici posti all'interno di un immobile di nuova edificazione da adibirsi a magazzino merci posto in Modena, Viale M. Finzi.

L'immobile sarà inserito nel complesso logistico esistente ed in uso alla Società Conad nord OVEST S.C.

I locali ricarica saranno posti sul lato est al piano terreno del nuovo edificio denominato "GV4".

Per una migliore definizione della consistenza planivolumetrica dell'attività si veda l'allegato elaborato grafico, il quale deve comunque essere inteso utile ai soli fini impiantistici e non impegnativo per le caratteristiche architettoniche e di lay out ambientale, per le quali si rimanda ai Tecnici responsabili delle opere edili.

Questo documento riguarda esclusivamente la valutazione del rischio di esplosione dei locali ricarica carrelli, escludendo qualsivoglia altro tipo di rischio (elettrico, elettromagnetico, ecc), che il datore di lavoro dovrà provvedere ad eseguire ai sensi del D.Lgs. n. 81/2008 e s.m.i.

La presente relazione prescinde inoltre in merito alla rispondenza dei locali alle normative di prevenzione incendi, sicurezza sui luoghi di lavoro, requisiti igienici, urbanistici, e qualsivoglia disposizione legislativa e normativa in merito.

Il Titolare dell'attività ha indicato che all'interno del locale in questione saranno posti in ricarica solamente i vari mezzi utilizzati nelle operazioni di carico e scarico del magazzino logistico (carrelli, commissionatori, ecc).

Non è prevista la ricarica di autoveicoli.

In base a quanto indicato dalla Committenza, i mezzi saranno dotati esclusivamente di batterie al piombo acido, del tipo VRLA (Valve Regulated Lead Acid) con elettrolita liquido.

Di tali indicazioni e dei dati tecnici dei carrelli e batterie forniti il Titolare dell'attività, con l'accettazione della presente, ne conferma la rispondenza al vero.

Tali batterie sono dette anche "a ricombinazione", in quanto la maggior parte dell'ossigeno che si sviluppa al polo positivo si ricombina con l'idrogeno prodottosi al polo negativo in modo da riformare acqua (in generale con efficienza superiore al 95%) evitando così la disidratazione dell'elettrolito.

Essendo ridotta l'emissione di gas, e quindi la dispersione di elettrolito, in generale, le batterie VRLA non necessitano di aggiunta di acqua o di elettrolito.

Se, dopo la completa carica della batteria, si continua a fornire energia non si ha ulteriore incremento di carica, ma l'energia fornita ha il solo effetto di produrre la dissociazione dell'acqua contenuta nell'elettrolito.

Nella pratica, l'emissione del gas avviene solo in piccola parte e nella fase finale della ricarica.

Infatti, come discusso precedentemente, all'inizio della ricarica della batteria gli ioni idrogeno ed ossigeno che si formano non producono gas molecolare ma partecipano alla reazione chimica.

Non si tratta pertanto di solo idrogeno, ma di una miscela costituita, in volume, di 2/3 di Idrogeno ed 1/3 di Ossigeno.

Le valvole di cui sono dotate costituiscono una misura di protezione nel caso in cui la sovrappressione interna dovuta allo sviluppo di gas diventi troppo alta.

Le valvole pertanto impediscono l'ingresso di aria esterna e la fuoriuscita dell'elettrolito, ma permettono l'emissione di gas.

Dalla letteratura tecnica (*"Classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione : locali di ricarica batterie"* – Autore Riccardo Tommasini) la quantità di gas prodotto è dell'ordine di alcuni ml/Ah per mese.

Di tali indicazioni e dei dati tecnici dei carrelli e batterie forniti il Titolare dell'attività, con l'accettazione della presente, ne conferma la rispondenza al vero.

L'evoluzione tecnologica del settore batterie per trazione sta ad oggi però indirizzandosi verso l'uso di batterie ad ioni di litio, nelle quali come elettrolita non viene più utilizzato l'acido solforico (come invece nelle batterie al piombo).

Nel caso quindi, in fase di progetto esecutivo, la Committenza dovesse scegliere di utilizzare carrelli utilizzando batterie al litio, tale scelta sarebbe a vantaggio della sicurezza, in quanto in esse lo sviluppo di idrogeno in ricarica non è possibile.

Verrebbero meno quindi anche le necessità di aerazione derivanti dal presente documento (fatte salve comunque quelle derivanti da altre esigenze quali salubrità degli ambienti di lavoro, prevenzione incendi, ecc.)

DESCRIZIONE DEL RISCHIO

I carrelli elevatori utilizzano energia elettrica prodotta da batterie presenti a bordo macchina.

Le batterie previste per i carrelli elevatori usati nell'attività sono quelle al piombo acido tradizionale, in cui l'elettrolita è costituito da una soluzione di acqua e acido solforico e gli elettrodi sono in piombo e in biossido di piombo.

I pericoli relativi alle batterie, possono essere ricondotti a:

- corto circuito degli elettroliti
- surriscaldamento
- presenza di acido
- esplosione per la presenza di gas infiammabili.

Un malfunzionamento della batteria dovuto ad esempio da un cortocircuito tra gli elettroliti può generare un surriscaldamento eccessivo che può dar luogo ad un principio d'incendio o ad un aumento della pressione interna e conseguente pericolo di esplosione.

Inoltre non sono trascurabili per l'uomo gli effetti tossici e caustici dell'acido solforico contenuto nelle batterie.

Il rischio di esplosione risulta maggiormente presente nella fase di ricarica delle batterie.

Durante questa fase avviene un processo chimico di elettrolisi dell'acqua con sviluppo di gas quali l'idrogeno e l'ossigeno e con sviluppo di calore.

Lo sviluppo di gas e calore risulta maggiore nella fase terminale del processo di ricarica della batteria e minore nella fase di scarica.

I gas prodotti possono fuoriuscire dalla custodia delle batterie (attraverso i tappi di contenimento o dalle valvole di sicurezza) e diffondersi nell'ambiente.

L'emissione in aria di idrogeno forma una miscela potenzialmente esplosiva in caso d'innesco, quando la sua concentrazione in volume d'aria è compresa tra il 4% e il 75%.

La quantità di idrogeno emessa può variare in funzione di:

- tipologia di cella (piombo, nichel-cadmio);
- profilo di ricarica;
- fase di ricarica;
- tecnologia costruttiva della batteria (regolata a valvole o a vaso aperto).

La massima emissione di idrogeno si verifica quando la batteria è completamente carica in quanto l'energia fornita dal caricabatterie determina esclusivamente l'elettrolisi dell'acqua.

Tale situazione nella pratica non dovrebbe mai accadere nel funzionamento ordinario in quanto i caricabatterie sono per loro costruzione di tipo controllato, in modo da interrompere o ridurre il flusso di corrente al termine della fase di carica.

Ovviamente possono verificarsi casi anomali di guasto o di caricabatterie non idonei.

L'idrogeno fuoriuscito dalla batteria, avendo una densità notevolmente inferiore a quella dell'aria, tende a stratificarsi nelle parti alte dei locali chiusi.

E' quindi importante nei locali chiusi dove avviene la fase di ricarica delle batterie prevedere un efficace sistema di ventilazione che consenta di evitare la formazione di una atmosfera esplosiva.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO PER LA VALUTAZIONE

Per quanto riguarda le atmosfere esplosive che si possono formare durante la fase di ricarica delle batterie, la valutazione del rischio deve essere effettuata in conformità alla norma CEI EN 62485-3 (CEI 21-64) “*Safety requirements for secondary batteries and battery installations - Part 3: Traction batteries*” - Ed. 05/2016.

Tale Norma, basandosi su alcuni elementi specifici del caricabatterie (quali numero di elementi della batteria, corrente in uscita dal caricabatterie, ecc.), consente di calcolare la superficie minima delle aperture del locale in cui si effettua la ricarica, in modo da avere una sufficiente ventilazione naturale o artificiale, tale da rendere il locale non pericoloso ai fini dell’esplosione.

Una volta effettuato il calcolo, quindi, si deve verificare che nei locali di ricarica le aperture abbiano una superficie complessiva superiore alla minima calcolata, al netto di eventuali ostruzioni (ad es. griglie).

In caso non si riesca a realizzare la ventilazione naturale, è necessario ottenere la ventilazione in maniera forzata, ad esempio attraverso sistemi di estrazione adeguatamente dimensionati.

CRITERI DI CALCOLO

Lo scopo della ventilazione è quello di evitare la formazione di atmosfere esplosive mantenendo la concentrazione in volume d'aria dell'idrogeno inferiore al 4%.

A tal fine per il dimensionamento delle aperture di ventilazione si fa riferimento alla norma CEI-EN 62485-3 che permette di stabilire:

- la minima portata d'aria di ventilazione naturale necessaria nelle operazioni di ricarica
- la superficie delle aperture di ventilazione che garantisce la portata d'aria.

I dati utilizzati per il dimensionamento della ventilazione per il locale interessato ed esposti in seguito sono stati ricavati dalla norma CEI-EN 62485-3, a cui si fa riferimento anche per le formule di calcolo.

In base a quanto affermato dal Titolare dell'attività, in ognuno dei due locali potranno trovarsi in fase di carica contemporanea un massimo di n. 20 carrelli elevatori, del tipo seguente:

N°	FOTO	TIPO	MODELLO	BATTERIA	CARICA BATTERIA
15		COMMISSIONATORE	JUNGHEINRICH ECE 225 XL	24V/620Ah	JUNGHEINRICH D400 24V 120A
5		RETRATTILE	JUNGHEINRICH ETV 214 DZ	48V/775 Ah	JUNGHEINRICH D400 48V 145A

CALCOLO DELLA PORTATA DI VENTILAZIONE

Per una singola batteria la norma (punto 6.2.2) indica la seguente formula per il calcolo della portata d'aria necessaria per la ventilazione del locale:

$$Q = v \cdot q \cdot s \cdot n \cdot I_{GAS} \cdot C / 100$$

Dove:

Q = Portata aria di ventilazione necessaria m³/h

v = Fattore di diluizione necessaria di idrogeno (pari a 24)

q = Idrogeno generato (pari a 0,42*10⁻³ m³/Ah)

s = Fattore di sicurezza (pari a 5)

n = Numero elementi della batteria

I_{GAS} = Corrente che produce gas durante la fase di carica A/100Ah (per caricabatterie non regolati o nel caso la corrente di carica non sia nota, si assume $I_{GAS} = 0,4 * I_n$ (I_n = corrente nominale del caricabatteria)

C = Capacità nominale della batteria Ah

Nel caso di ricarica di più batterie nello stesso locale, la ventilazione sarà calcolata come somma delle singole portate d'aria di ventilazione.

In base a quanto espresso nella norma tale formula si può quindi risolvere nella seguente:

$$Q = 0,055 * n * I_{GAS}$$

Il valore di I_{gas} non è noto, per cui si assume quello suggerito dalla norma stessa, pari a $0,4 * I_n$ dove con I_n si intende la corrente nominale del caricabatterie.

In base a quanto indicato dal personale responsabile, sono previsti dei tipi di caricabatterie con le seguenti caratteristiche:

num. Carrelli (per ogni locale ricarica)	Tensione nom.	I_n	$I_{GAS} (0,4 * I_n)$
15	24 V (n. elementi: 12)	120 A	48 A
5	48 V (n. elementi: 24)	145 A	58 A

Si considera il caso di ricarica contemporanea di tutti i 20 carrelli per ognuno dei due locali, a favore della sicurezza, anche se tale evento risulta improbabile (possibile solo in caso di mancanza di tensione di rete per un tempo prolungato nel periodo di chiusura settimanale dell'attività).

Pertanto, per ogni locale:

$$Q_A = (0,055 * 15 * 12 * 48) = 475,20 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_B = (0,055 * 5 * 24 * 58) = 382,80 \text{ m}^3/\text{h}$$

Per un totale di $Q_{TOT} = 858 \text{ m}^3/\text{h}$

La Norma stabilisce che preferibilmente la portata di ventilazione calcolata sia assicurata mediante ventilazione naturale, o altrimenti dalla ventilazione forzata (artificiale).

SCELTA DEL TIPO DI VENTILAZIONE

E' teoricamente preferibile la ventilazione naturale, in quanto sempre disponibile e efficace.

Occorre verificare se il locale è idoneo o meno, per costruzione, a realizzare tale tipo di ventilazione.

Per far questo occorre confrontare il volume dello stesso con la portata di estrazione come segue.

Verifica dei volumi ambientali

Ai sensi del punto 6.3 della CEI EN 62485-3, ai fini dell'efficacia della ventilazione naturale, occorre avere un volume libero nel locale di ricarica pari almeno a $2,5 \cdot Q$ [m³], ovvero sia :

$$\text{Volume minimo richiesto} = 2,5 \cdot Q = 2,5 \cdot 858 = 2.145 \text{ m}^3$$

Il locale in esame è nella sostanza un parallelepipedo, il cui volume è pari a:

$$V = B \times H \times L$$

Locale ricarica A (nord)

Locale ricarica B (sud)

B= base 16,5m

B= base 16,5m

H= altezza 5,75m

H= altezza 5,75m

L= lunghezza 16,0m

L= lunghezza 17,5m

Quindi, i volumi dei locali (lordo) è pari a:

$$V_A = 16,5 \times 16,0 \times 5,75 = 1.518 \text{ m}^3$$

$$V_B = 16,5 \times 17,5 \times 5,75 = 1.660 \text{ m}^3$$

Pertanto la condizione NON è rispettata e NON si può procedere alla realizzazione della ventilazione naturale.

Occorrerà quindi adottare un sistema di ventilazione forzata per entrambi i locali.

Ventilazione forzata

Nel caso di ventilazione forzata la portata del sistema artificiale dovrà essere superiore al valore della portata di ventilazione Q calcolata ($Q_{TOT} = 858 \text{ m}^3/\text{h}$) e tale da ridurre la zona potenzialmente esplosiva a pochi centimetri intorno alle aperture di sfiato, anche nelle condizioni di carica più gravose.

Si consiglia comunque di prevedere una portata d'aria maggiorata, in modo tale che eventuali futuri cambiamenti dei caricabatterie o aumento del numero di carrelli non possano inficiare la validità del sistema di bonifica.

La portata di estrazione deve essere calcolata in modo da diluire al di sotto del LEL, in ogni caso, con un opportuno coefficiente di sicurezza, la concentrazione di Idrogeno in ambiente, nella cappa aspirante (se previsto questo tipo di impianto) e nei condotti del sistema di aspirazione.

In tal modo è possibile adottare un sistema di aspirazione di realizzazione ordinaria, senza dover ricorrere a costruzioni a sicurezza (ATEX).

Se nei condotti aspiranti non è possibile escludere la presenza di atmosfera pericolosa, si dovrà usare un estrattore in esecuzione ATEX idonea.

Le pale dovranno essere comunque in materiale plastico, antistatiche.

Tale sistema aspirante dovrà in ogni caso prevedere una o più aperture di ingresso di aria “pulita” nella zona bassa del locale, mentre l'estrazione avverrà preferibilmente con bocche di aspirazione (“bracci”) poste nelle vicinanze delle batterie, al fine di aspirare le emissioni di idrogeno prima della sua diluizione nell'aria ambiente (ad esempio con uso di manichette flessibili fissate al carrello).

Altre soluzioni possono prevedere cappe localizzate o bocche aspiranti nella parte alta del locale al fine di evitare accumuli di idrogeno (ovviamente cambiano le volumetrie di ricambio aria in gioco).

Tale impianto di aspirazione dovrà essere progettato da Tecnico iscritto ad Albo, competente in materia.

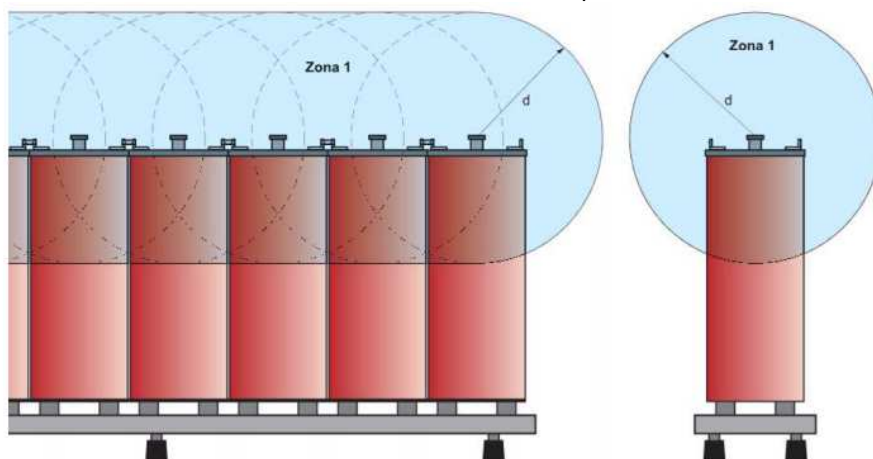
Poiché detto impianto di ventilazione è essenziale per la sicurezza del locale, si provvederà a controllarne l'efficienza mediante un pressostato differenziale da montare sul ramo principale del condotto di estrazione: in caso di mancato passaggio di aria, tale dispositivo provvederà a disalimentare le linee di alimentazione della blindosbarre dedicate alle prese di ricarica (interblocco) agendo sugli sganciatori a lancio di corrente dei rispettivi interruttori di linea.

ZONE PERICOLOSE COMUNQUE PRESENTI

Nonostante la ventilazione, la Norma ammette che si possa formare comunque un piccolo volume di atmosfera esplosiva nelle immediate vicinanze della batteria, dove l'idrogeno potrebbe essere ancora non ben diluito in aria.

Tale zona si forma pertanto nel funzionamento ordinario ed assume la classificazione di “zona 1” ai sensi delle Norme CEI 31-30.

Ai sensi della CEI EN 62485-3 l'estensione di detta zona 1 è pari a $d=50$ cm dallo sfiato della batteria, come visibile in figura:



Pertanto si dovranno mantenere le fonti d'innesco ad una distanza maggiore di 50 cm da tali punti.

AVVERTENZE - NORME DI ESERCIZIO E DI PRUDENZA

La scelta di caricabatterie e batterie con caratteristiche diverse da quelle riportate, nonché la presenza di un diverso numero e/o tipo di carrelli rispetto a quelli previsti comporta la necessità di nuovo calcolo della ventilazione.

Ai fini della riduzione del rischio esplosione dovranno essere adottate le seguenti misure di tutela per mantenere nel tempo le condizioni di efficienza della ventilazione e per evitare la presenza di possibili sorgenti d'innescò:

Prescrizioni generali

- è preferibile che la carica venga eseguita in zona esclusivamente a ciò destinata.
- si dovranno apporre cartelli indicanti divieto di fumare, di usare fiamme libere, presenza accumulatori (pericolo esplosione), tensione elettrica pericolosa, obbligo di sezionamento delle alimentazioni prima di accedere alle parti attive, ecc.
- rendere accessibili i mezzi di estinzione e di pronto soccorso
- circoscrivere la zona adibita alla carica mediante ad esempio catenelle o simili al fine di impedire l'accesso ai non addetti alle operazioni (con segnaletica orizzontale per indicare la posizione di collocamento di tali barriere)
- informare adeguatamente il personale addetto alle operazioni di ricarica (idoneamente istruito e formato) sulle corrette modalità di esecuzione delle operazioni di ricarica.

Prevenzione delle sorgenti di innesco

- i carrelli elevatori dovranno rispondere ai requisiti previsti dalla Direttiva Macchine 2006/42 CE
- gli impianti elettrici nel locale ricarica batterie dovranno rispondere alle norme CEI
- prevedere controlli periodici sullo stato manutentivo dell'impianto elettrico nel locale
- prevedere controlli periodici sullo stato manutentivo delle attrezzature di ricarica e dei carrelli elevatori, in particolare dei cavi elettrici di collegamento per la ricarica
- prevedere la verifica periodica del serraggio di connessioni elettriche con particolare attenzione a quelle sui poli delle batterie
- mantenere le fonti d'innescò ad una distanza convenzionale superiore a 0,5 m dai punti di emissione delle batterie
- si raccomanda di evitare l'uso di qualunque possibile sorgente di scintille nel locale
- assicurarsi che il caricabatterie sia compatibile con la tensione e capacità della relativa batteria in ricarica
- prima di effettuare i collegamenti per la ricarica, assicurarsi che tutti i circuiti siano sezionati (aperti), compreso quello di carica
- utilizzare indumenti antistatici

Prevenzione della formazione di atmosfere esplosive

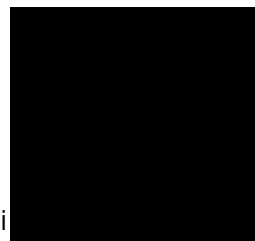
- le aperture di ventilazione devono rimanere libere da ostruzioni che possono diminuirne l'efficacia. Si consiglia prevedere una pulizia delle griglie con periodicità minima annuale.
- nel caso di aspirazione meccanizzata, provvedere alla manutenzione periodica del sistema di aspirazione
- sottoporre le batterie e i dispositivi di ricarica a regolare manutenzione secondo quanto previsto nel manuale del costruttore.

CONCLUSIONI

Stante quanto sopra espresso e calcolato in base ai dati forniti dalla Committenza, a seguito della realizzazione dell'impianto di ventilazione richiesto e con le prescrizioni di esercizio impartite nel presente documento, il locale ricarica è classificabile **non pericoloso** ai fini dell'esplosione.

Pistoia, Gennaio 2026.

Il Tecnico



(Per. Ind. Alberto Sgrilli)

*Documento informatico firmato
digitalmente ai sensi del D.Lgs. 82/05*

Il Committente

Per visto ed accettazione

Il Conduttore impianto

Per visto ed accettazione

Appendice

Tavole grafiche

