



BATTERIE DI ACCUMULATORI
UPS

E
CARRELLI ELEVATORI



Norme di riferimento

- CEI EN 60896-1 (CEI 21-6/1) - Batterie di accumulatori stazionari al piombo - Prescrizioni generali e metodi di prova - Batterie del tipo aperto
- CEI EN 60896-2 (CEI 21-6/2) - Batterie di accumulatori staz.al piombo – Prescriz. gen. e metodi di prova - Batterie del tipo regolato a valvole
- CEI EN 50272-2 (CEI 21-39) (08/2002) - Prescrizioni di sicurezza per batterie di accumulatori e loro installazioni - Parte 2: Batterie stazionarie
- CEI EN 50272-3 (CEI 21-42) (06/2003) - Requisiti di sicurezza per batterie di accumulatori e loro installazioni - Parte 3: Batterie di trazione
- CEI 11-20 - Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria
- CEI EN 50091-1-1 (CEI 22-13) - Sistemi statici di continuità (UPS) - Parte 1-1: Prescrizioni generali e di sicurezza per UPS utilizzati in aree accessibili all'operatore
- CEI 31-30
- CEI 31-33





Tipi di accumulatori

Batterie al piombo acido

- Positivo: PbO_2 –Negativo: Pb –Elettrolito: H_2SO_4
- Reazioni di gassificazione con produzione di idrogeno all'elettrodo negativo e di ossigeno a quello positivo:
 - ✗ in fase di ricarica per tensioni > “tensione di gassificazione”
 - ✗ in fase di autoscarica, in quantità minori, causa l'instabilità sia del Pb che del PbO_2 in soluzione di acido solforico
- Rimedi
 - ✗ batterie di tipo chiuso regolate con valvola: i gas delle reazioni parassite vengono fatti reagire all'interno della cella senza fluire all'esterno
 - ✗ Sovradimensionamento dell'elettrodo negativo in modo da non fargli raggiungere lo stato di piena carica





Tipi di accumulatori

Batterie alcaline al nichel-cadmio

- Elettrodo Positivo: Ossido di nichel idrato
Elettrodo Negativo: Cadmio – Elettrolito: Potassio idrossido KOH
- Reazioni di gassificazione
 - ✗ Al termine della ricarica: sviluppo di ossigeno all'elettrodo positivo e successivamente di idrogeno all'elettrodo negativo.
- Rimedi:
 - ✗ costruzione ermetica
 - ✗ Elettrodo negativo con eccesso di idrossido di cadmio: non raggiunge la fase di piena carica e non emette idrogeno. l'ossigeno sviluppato all'elettrodo positivo migra verso quello negativo scaricandolo in misura modesta essendo sovradimensionato





Accumulatori – destinazione d'uso

Accumulatori per applicazioni di tipo stazionario

- Ricaricati in tampone per garantire lo stato di piena carica.
- applicazioni distinte in due categorie:
 - ✗ batterie che intervengono solo in caso di emergenza
(in caso di indisponibilità della rete ENEL)
 - ✗ batterie che intervengono più volte al giorno
(interruttori, valvole elettromeccaniche, ecc.)
- Ricarica nei periodi di mancato funzionamento
- Tipologia più utilizzata: piombo acido e nicel cadmio
(illuminazione di emergenza)





Accumulatori – destinazione d'uso

Accumulatori per trazione elettrica pesante (carrelli elevatori)

- Lavorano per cicli di carica/scarica.
- Tipologia più utilizzata: piombo acido

Accumulatori per avviamento motori

- ricaricati in tampone
- richiesto un notevole spunto di corrente di breve durata.
- Tipologia più utilizzata: piombo acido





NOTA BENE

- Installazioni elettriche Ex soggette alla competenza esclusiva delle ASL ai sensi del DM 12/06/03 “Attuazione direttiva 1999/92/CE: prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori esposti al rischio di atmosfere esplosive” che richiama le procedure del DPR 462/01
- Tuttavia:
 - non è detto che il sopralluogo di prevenzione incendi sia effettuato successivamente alla visita delle ASL/ARPA.
 - il rilascio del CPI sulla scorta della documentazione prevista dal DM 04/05/1998 – pertanto non è possibile vincolare il CPI all’omologazione dell’impianto da parte delle ASL/ARPA





Locali batterie (CEI 21-39)

Capitolo 10 “Sistemazione e Collocazione”

- Modalità di installazione consentite:
 - locali batterie separati dagli edifici;
 - aree separate, (cabine elettriche)
 - armadietti o involucri all'interno o all'esterno degli edifici;
 - scompartimenti di batterie negli apparecchi (armadietti combinati).
- Scelta effettuata tenendo conto dei seguenti aspetti:
 - protezione dagli effetti dell'incendio e dall'acqua;
 - protezione dai rischi generati dalle batterie quali valori pericolosi della tensione e formazione di miscele esplosive;
 - protezione contro l'accesso non autorizzato





Locali batterie (CEI 21-39)

Batterie di tipo stazionario (CEI 21-39)

- facoltà di prescrivere da parte dell'autorità competente (organi di cui all'art.14 Legge 46/90) l'installazione delle batterie all'interno di “una cabina elettrica o una cabina elettrica chiusa a chiave”.

Pertanto: possibile la prescrizione di un
compartimento antincendio uso esclusivo





Locali batterie (CEI 21-39)

Requisiti locali

- sgombri di materiale estraneo;
- superficie antistatica in caso di batterie a portata di mano dell'operatore (distanza tra operatore e morsetti non superiore a 1,25m)
- con accumulatori di tipo aperto, elementi costruttivi in materiale ferroso protetti da rivestimento antiacido; in alternativa, accumulatori dotati di bacinelle antiacido;
- porte di accesso chiuse a chiave dall'esterno e apribili dall'interno, nel senso del deflusso, mediante dispositivo di emergenza;





Locali batterie (CEI 21-39)

Requisiti locali

- segnaletica di sicurezza:
 - divieto di accesso - vietato fumare - vietato introdurre oggetti a fiamma libera e corpi incandescenti - divieto di utilizzo dell'acqua per l'estinzione degli incendi - pericolo per parti elettriche sotto tensione superiore a 25V;
- requisiti geometrici:
 - larghezza corridoi $\geq 0,6$ m - distanza minima di 1,5m tra morsetti con differenza di potenziale $> 120V$
 - presenza di barriere e/o ostacoli ovvero protezione IPXXB per tensioni nominali > 120 V





Locali batterie (CEI 21-39)

Installazioni in locali

- Ventilazione (naturale o forzata) per ridurre la concentrazione di idrogeno al di sotto del 20% LEL

$$Q = v \cdot q \cdot s \cdot n \cdot I_{\text{gas}} \cdot C_{\text{rt}} \cdot 10^{-3} \text{ (mc/h)}$$

- v , fattore di diluizione per l'idrogeno = $(100\% - 4\%)/4\% = 24$;
- q , quantità di idrogeno sviluppata per ogni Ah = $0,42 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{Ah}$;
- s , fattore di sicurezza generale posto pari a 5 (20% LEL);
- n , è il numero di elementi in serie (tensione nominale per la tensione del singolo elemento: 1,8V a 20°C per batterie al Pb - 1V per le batterie al NiCd a 20°C);



Locali batterie (CEI 21-39)

Installazioni in locali

- I_{gas} , è la corrente che produce gas espressa in mA/Ah come da tabella:

	Elementi aperti di batteria al piombo (Sb <3%) ¹	Elementi VRLA di batterie al Pb	Elementi aperti di batterie al nichel cadmio ²
I_{gas} (carica in tampone) mA/Ah	5	1	5
I_{gas} (carica rapida) mA/Ah	20	8	50
¹ Per un contenuto di antimonio superiore contattare il costruttore per valori adatti			
² Per gli elementi al nichel cadmio del tipo a ricombinazione, consultare il costruttore			

- C_{rt} = capacità C_{10} per gli elementi al piombo (Ah), $U_f = 1,80$ V/elemento a 20°C o capacità C_5 per elementi al nichel cadmio (Ah), $U_f = 1,00$ V/elemento a 20°C





Locali batterie (CEI 21-39)

Per v q s = 0,05 m³/Ah,

$$Q = 0,05 \cdot n \cdot I_{\text{gas}} \cdot C_{\text{rt}} \cdot 10^{-3} \left[\frac{\text{mc}}{\text{h}} \right]$$

Tale portata determina un grado di ventilazione MEDIO:
Volume ipotetico V_z non trascurabile.





Locali batterie (CEI 21-39)

- Ventilazione naturale
Sufficiente se superfici ingresso/uscita, misurate in cm^2 , rispettano la condizione:

$$S > 28 \cdot Q = 28 \cdot 0,05 \cdot n \cdot I_{\text{gas}} \cdot C_{\text{rt}} \cdot 10^{-3}$$

- Ubicazione su pareti opposte o, quantomeno, alla distanza minima di separazione di 2m



Locali batterie (CEI 21-39)

Distanza di sicurezza: formule CEI 31-35

$$V_z = \frac{f \left(\frac{dV}{dt} \right)_{\min}}{C} = \frac{f Q_{a \min}}{C} \quad (2.2.g \text{ CEI 31-35})$$

C, è il numero di ricambi d'aria/ora entro il volume V_z - f, è il fattore di ventilazione, fissato dalla norma pari a 1,25

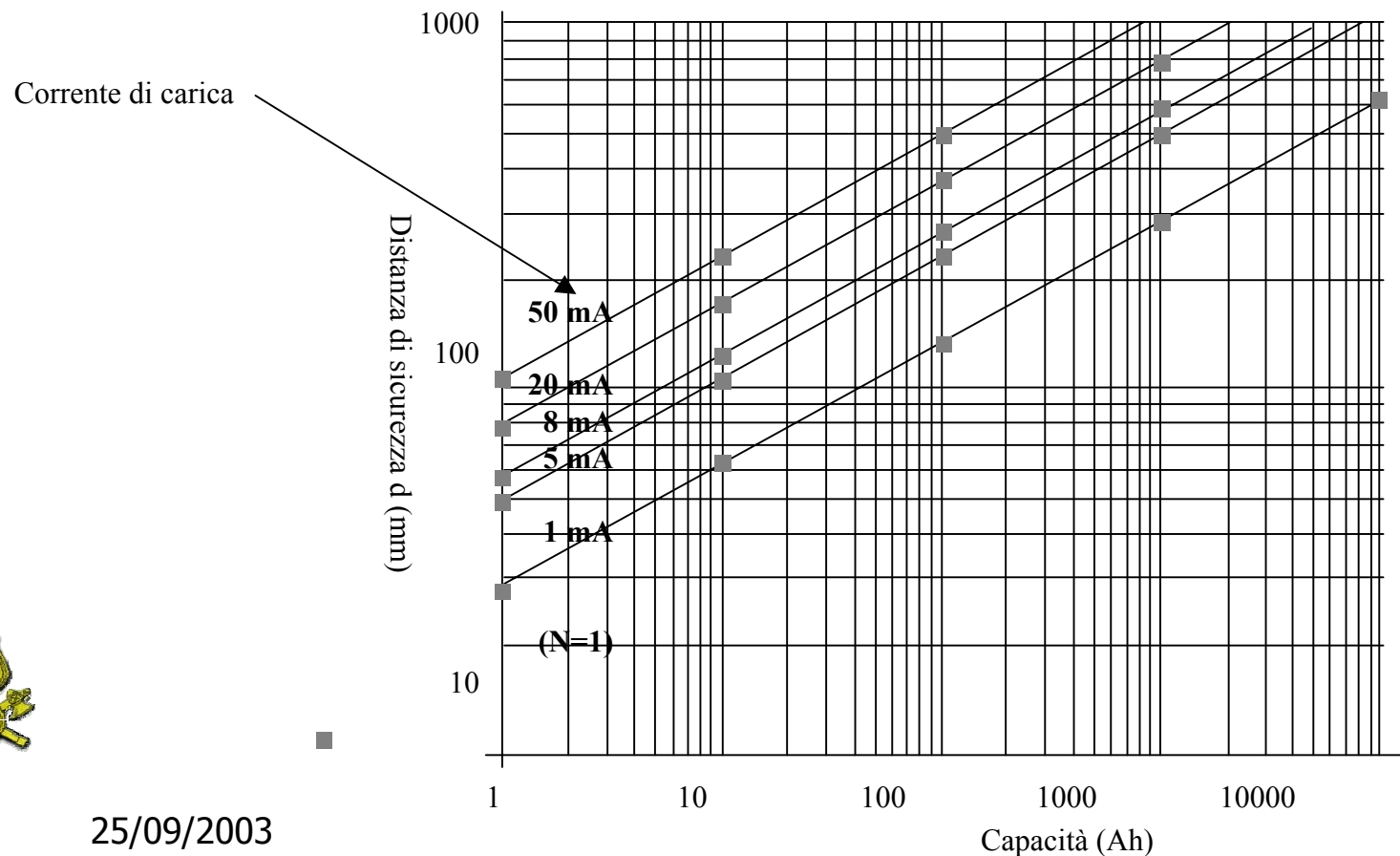
Ipotesi: dispersione emisferica

$$V_z = \frac{2}{3} \cdot \pi \cdot d^3 \quad d = 28,8 \cdot \sqrt[3]{n} \cdot \sqrt[3]{I_{\text{gas}}} \cdot \sqrt[3]{C_{\text{rt}}} \text{ mm}$$



Locali batterie (CEI 21-39)

Calcolo distanza dz locali batteria





Locali batterie (CEI 21-39)

Impianti elettrici dopo il 1/1/98:

- Si applica la norma CEI 31-30 e CEI 31-33
- Grado di ventilazione: medio per Qa come da CEI 21-39
- Disponibilità della ventilazione:
 - ✗ Buona: ventilazione naturale ovvero ventilazione forzata + sezionamento automatico f.e.m. locale
 - ✗ Adeguate: ventilazione forzata + sezionamento manuale
- Grado di emissione: primo
- Zone
 - ✗ disponibilità buona: Z1
 - ✗ disponibilità adeguata: Z1 (dz con ventilazione efficiente) + Z2 (dz con ventilazione residua)





Locali batterie

Impianti elettrici sino al 1/1/98: secondo CEI 64-2 e CEI 21-6/3

- Se la ventilazione è \geq 0,05 n l (formula CEI 21-6/3):
 - ✗ IP44 oltre 0,5 m dall'apertura degli accumulatori privi di coperchio (1.1.4 la norma CEI 21-6/3).
 - ✗ Impianto ordinario oltre 0,5 m dall'apertura degli accumulatori di tipo regolato con valvola
- Viceversa si applicava la CEI 64-2 a tutto il locale – costruzione tipica adottata: Ex-d





Gruppi Statici di Continuità (UPS)

Rischi

- Condensatori dei filtri: forti correnti di dispersione a terra ($5\%I_n$): surriscaldamento del conduttore di protezione (innesco)
- Batterie:
 - ✗ tensioni pericolose anche in mancanza della rete
 - ✗ Emissione di idrogeno durante la carica

Provvedimenti

- Collegamento a terra raddoppiato (2 cavi da 4 mm) o cavo da 10 mm
- Segnaletica: pericolo di parti elettriche sotto tensione e divieto di estinzione con acqua
- Installazione in ambiente compartimentato o estinzione con mezzi portatili



Zone di ricarica carrelli elevatori secondo CEI 21- 42

Rischi

- Emissione di idrogeno e ossigeno in fase di ricarica per elettrolisi dell'acqua: in condizioni normali (273K/1.013 kPa): 26,8 Ah producono, in fase finale di carica 1g di H₂ e 8g di O₂.
- Densità dell'idrogeno relativa all'aria: 0,07
- Ricarica in assenza di sorveglianza
- Batterie di accumulatori con tensione nominale >60V
- Emissione sino a un'ora dopo l'interruzione della corrente



Zone di ricarica carrelli elevatori secondo CEI 21- 42

Prescrizioni

- Segnaletica:
 - Divieto di fumo o di introdurre fiamme libere o corpi incandescenti
 - Divieto di accesso alle persone non autorizzate
 - Presenza di accumulatori (pericolo di esplosione)
 - Presenza di tensione elettrica pericolosa
 - Sezionare l'alimentazioni prima di accedere alle parti attive
 - Utilizzo di indumenti e calzature di tipo antistatico
- Sezionamento dei circuiti prima di chiudere/aprire i collegamenti
- Zona di carica delimitata da sbarramenti (paletti e catenelle) al di là delle zone classificate (segnaletica a pavimento per sbarramenti amovibili)



Zone di ricarica carrelli elevatori secondo CEI 21-42

Ventilazione

Ventilatori di estrazione:

- Centrifughi e antiscintilla
- installati all'esterno o in sommità al locale (condotto in depressione);
- Costruzione ordinaria per i motori esterni.
- Sistema di estrazione:
 - generale, bocchettoni o cappe
 - % aerazione naturale a filo soffitto per l'estrazione dei quantitativi di idrogeno sfuggiti al sistema di captazione
- Allarme in caso di avaria + sezionamento automatico f.e.m.



Zone di ricarica carrelli elevatori secondo CEI 21-42

Ventilazione

$$Q = v \cdot q \cdot s \cdot n \cdot I_{\text{gas}} \cdot \frac{C_n}{100} \quad \left[\frac{\text{mc}}{\text{h}} \right]$$

v , fattore di diluizione dell'idrogeno, pari a 24;

q , portata di idrogeno generato pari $0,42 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ per ogni Ah;

s , fattore di sicurezza, pari a 5;

n , numero di elementi in serie ($V_n / 1,8\text{V Pb}$ $V_n / 1\text{V Nh-Cd}$);

C_n , capacità nominale [Ah];

I_{gas} , corrente che produce gas durante la fase di carica [A/100Ah]:



Zone di ricarica carrelli elevatori secondo CEI 21-42



Caratteristiche del carica batteria	$I_{\text{gas}}/100 \text{ Ah}$ per elementi aperti di batterie al piombo	$I_{\text{gas}}/100 \text{ Ah}$ per elementi regolati con valvole di batterie al piombo	$I_{\text{gas}}/100 \text{ Ah}$ per batterie al NiCd ^(a)
Carica IU ^(b)	(Limite di tensione 2,4 V/c) 2 ^(c)	(Limite di tensione 2,4 V/c) 1 ^(c)	(Limite di tensione 1,55 V/c) 5 ^(c)
Carica IUI ^(d)	(3° fase di carica) 6 (min. 25% corrente nom. caricabatteria a 2,6 V/c)	(3° fase di carica) 1,5	(3° fase di carica) 5
Carica graduale	5 ÷ 7 ^(e)	(f)	(f)

a) Per elementi al NiCd a ricombinazione di gas, si consulti il costruttore.

b) Carica a corrente costante (tratto iniziale) + carica a tensione costante (tratto finale).

c) A causa della grande varietà che può esistere nella progettazione e nella installazione di batterie, si consulti il costruttore.

d) Caricabatterie a corrente costante + tensione costante + corrente costante.

e) Per caricabatterie gradualmente semplici senza cambiamenti della caratteristica.

f) Il caricabatteria graduale non è tipico per queste batterie. Per l'applicazione si consulti il costruttore della batteria.

Zone di ricarica carrelli elevatori secondo CEI 21-42

Sostituendo i valori:

$$Q = 0,05 \cdot n \cdot I_{\text{gas}} \cdot \frac{C_n}{100} \left[\frac{\text{mc}}{\text{h}} \right]$$

Ventilazione naturale sufficiente per:

- Installazioni all'aperto
- Locali chiusi con aperture ingresso/uscita ognuna con sezione

$$S > 28 \cdot Q = 28 \cdot 0,05 \cdot n \cdot I_{\text{gas}} \cdot C_n \cdot 10^{-3} \left[\text{cm}^2 \right]$$

e volume:

$$V > 2,5 \cdot Q = 2,5 \cdot 0,05 \cdot n \cdot I_{\text{gas}} \cdot C_n \cdot 10^{-3} \quad \left[\text{mc} \right]$$



Zone di ricarica carrelli elevatori secondo CEI 21-42

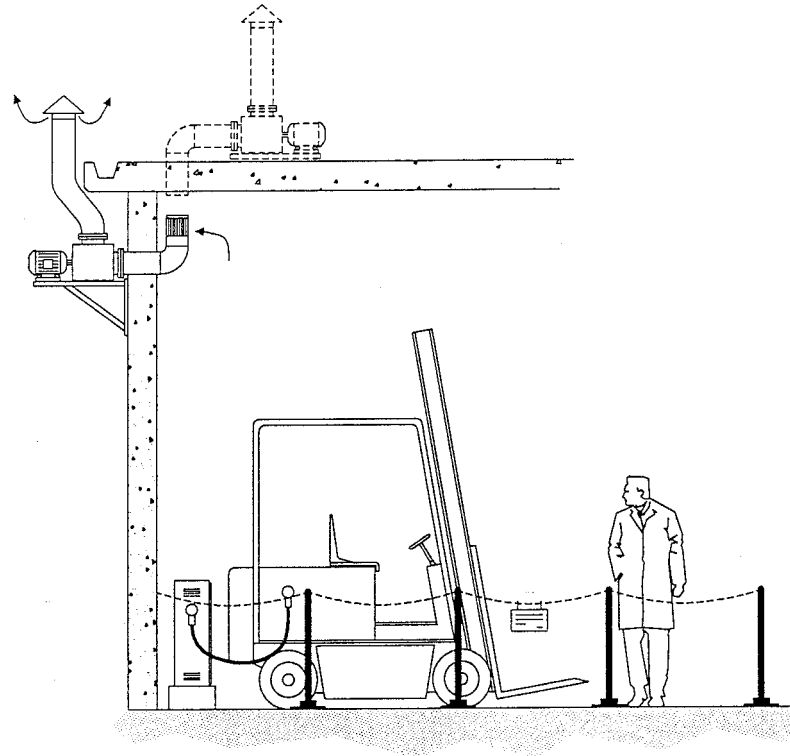
In caso contrario: SISTEMA DI VENTILAZIONE FORZATA

- Configurazioni possibili:
 - sistema di estrazione generale
 - sistema a cappe
 - sistema a bocchettoni
- Specifiche del sistema:
 - ventilatori di estrazione esterni o in sommità al locale (condotto in depressione), centrifughi e realizzati in materiale antiscintilla;
 - costruzione elettrica tenendo conto classificazione CEI 31-30;
 - sistema di allarme per avaria + dispositivo di sezionamento automatico/manuale alimentazione;



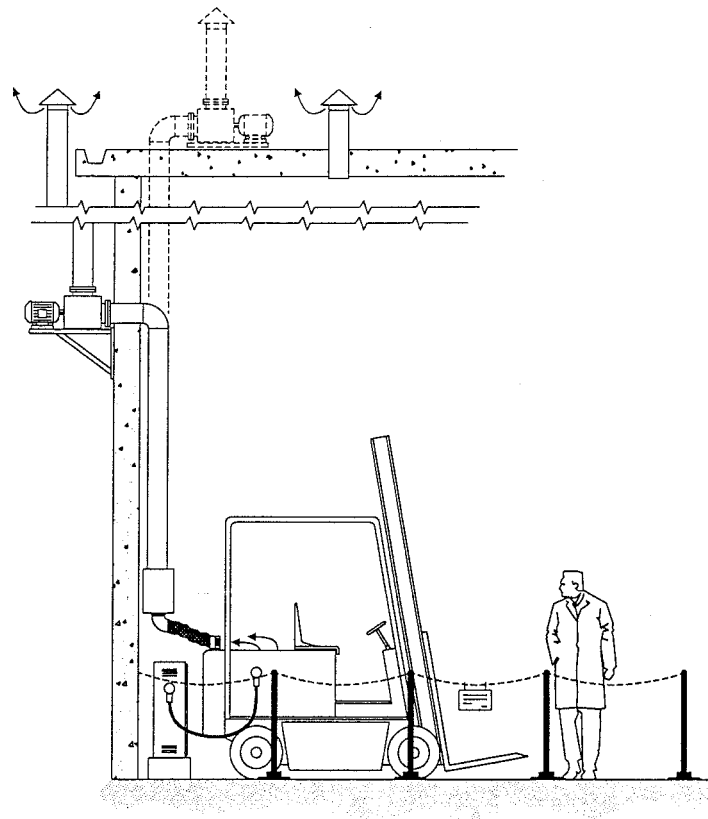
Zone di ricarica carrelli elevatori secondo CEI 21-42

Estrazione artificiale generale



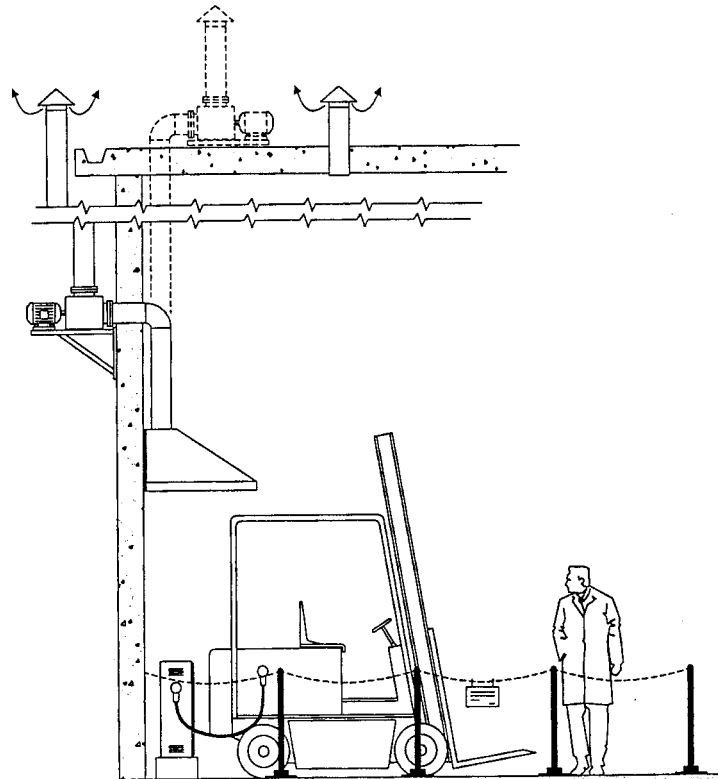
Zone di ricarica carrelli elevatori secondo CEI 21-42

Estrazione artificiale con bocchettoni



Zone di ricarica carrelli elevatori secondo CEI 21-42

Estrazione artificiale con cappa





Zone di ricarica carrelli elevatori secondo CEI 21-42

Qualunque sia il sistema di ventilazione, nel caso di **locali destinati ad altro** uso con zone sottotetto a ventilazione impedita, deve essere verificato il **pericolo di propagazione e concentrazione** dei gas emessi verso altre parti dello stabilimento, dove possono essere presenti fonti di innesco



Zone di ricarica carrelli elevatori secondo CEI 21-42

Classificazione delle aree

- punto 6.5 CEI 21-42: fascia di rispetto dalle batterie di 0,5m entro cui è fatto divieto di utilizzo di fiamme libere e di apparecchi pericolosi
- All'esterno di tale zona, la norma non fornisce alcuna indicazione.
- Misure aggiuntive o sostitutive norma CEI 31-30 e CEI 31-33 ???



Zone di ricarica carrelli elevatori secondo CEI 21-42

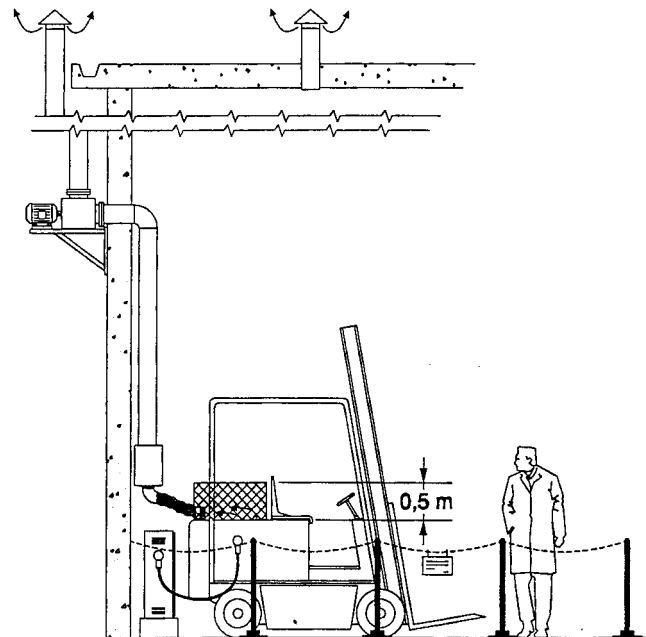
Classificazione delle aree

- accumulatori classificabili sorgenti di primo grado;
- grado di ventilazione: MEDIO per $Q = 0,05 \cdot n \cdot I_{\text{gas}} \cdot \frac{C_n}{100} \left[\frac{\text{mc}}{\text{h}} \right]$
- disponibilità ventilazione:
 - BUONA, se naturale o forzata + sezionamento automatico
 - ADEGUATA se forzata priva di sezionamento automatico
- classificazione zone:
 - zona Z1 nel volume compreso tra le superfici degli accumulatori e le bocche o cappe di aspirazione;
 - zona Z2, esterna alla zona Z1, solo nel caso in ventilazione con disponibilità ADEGUATA.



Zone di ricarica carrelli elevatori secondo CEI 21-42

Zone pericolose - disponibilità buona - grado medio



Zona 1 - IIC T1 (per idrogeno)



Zone di ricarica carrelli elevatori secondo CEI 21-42

Costruzione elettrica

- Costruzioni idonee per Zona 1 e Zona 2
- Classe di costruzione: IIC T1
- Possono costituire eccezione i collegamenti alla batteria
- Sistemi chiusi (effettuano il rabbocco dell'acqua e l'evacuazione dei gas di reazione):
rischio di emissione dai giunti di accoppiamento dei tubi: Individuare Zona, estensione e costruzione elettrica

