

*BATTERIE – VEICOLI ELETTRICI*

***LE ZONE DI CARICA  
DEI CARRELLI ELEVATORI***

## LE ZONE DI CARICA DEI CARRELLI ELEVATORI

I PROVVEDIMENTI DA ADOTTARE PER GARANTIRE LA SICUREZZA

LI

### 1. Introduzione

I trattori ed i carrelli elevatori sono diventati strumenti di lavoro ordinario per la movimentazione delle merci; essi sono prevalentemente azionati elettricamente tramite batterie di accumulatori installate a bordo.

Periodicamente, in genere al termine della giornata o della settimana, le batterie devono essere ricaricate per essere pronte all'uso alla ripresa del lavoro. Negli stabilimenti che attuano un servizio continuo, nei luoghi di carica sono continuamente presenti trattori o carrelli che si fermano per la ricarica delle batterie.

In gergo, questa pratica è chiamata "biberonaggio" nel senso che ogni tanto il carrello si ferma per prendere... il biberon.

La ricarica avviene sovente senza nessuna sorveglianza o con una sorveglianza generica e non specialistica (es. durante la notte ed il fine settimana: la sicurezza è quindi affidata ai dispositivi automatici di controllo della corrente di carica e di apertura del circuito a fine carica.

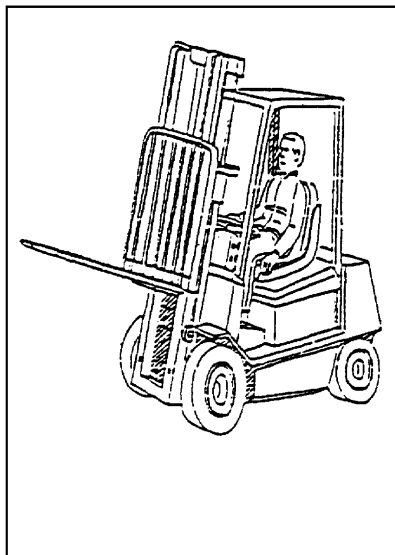
I caricatori sono dislocati in luoghi confinati (locali appositi) ed anche in luoghi non confinati (zone di carica) che presentano pericoli di diversa natura.

Esistono pericoli derivanti dall'elettrolito (soluzione acquosa di acido solforico al 30 – 35%), per evitare i quali occorre utilizzare occhiali, guanti e grembiule durante il abboccamento degli accumulatori. Esistono pericoli di surriscaldamento e cortocircuito. In proposito occorre fare attenzione:

- al dimensionamento dei cavi di collegamento ed all'usura

dell'isolante soggetto a movimento nell'uso e al contatto con la soluzione acquosa di acido solforico;

- al serraggio dei terminali dei cavi, per evitare che si allentino durante la carica;
- ai terminali degli accumulatori che possono essere accidentalmente cortocircuitati con attrezzi metallici ed anche con oggetti metallici personali (es. braccialetti e cinturini).



Per sicurezza nei confronti degli effetti termici è opportuno eseguire ogni operazione in prossimità dei terminali degli accumulatori fuori tensione, comprese quelle relative al circuito di carica.

Le batterie di accumulatori dei trattori e carrelli hanno tensione nominale variabile da 24 V a 120 V, senza riferimenti a terra (isolante); pertanto nelle zone di carica può esistere anche il pericolo di contatto diretto: In considerazione delle necessità operative, la protezione è in genere attuata mediante ostacoli e segnaletica di sicurezza.

Infine delle zone di carica esistono pericoli di esplosione derivanti dall'emissione di idrogeno e ossigeno dagli accumulatori.

L'idrogeno è un gas infiammabile, l'ossigeno è un comburente che va ad arricchire la quantità di ossigeno dell'aria, possono pertanto formarsi atmosfere esplosive.

Nei luoghi di carica non confinati il danno conseguente ad una eventuale esplosione può essere elevato, sia per la violenza dell'esplosione, sia per la possibilità di incendio di eventuali materiali combustibili presenti nelle zone circostanti (zone di carica). Occorre pertanto prendere adeguati provvedimenti per ridurre a valori trascurabili la probabilità di formazione di atmosfere esplosive.

### 2. Emissione di idrogeno

Gli accumulatori sono generalmente al piombo, di tipo "aperto, cioè con coperchio che permette il libero sfogo dei gas prodotti.

Si ha sviluppo di idrogeno e ossigeno durante la carica e anche, in misura minore, durante la scarica, particolarmente quando gli accumulatori sono soggetti a movimenti e scuotimenti come nel caso di installazione su carrelli.

Lo sviluppo maggiore si ha durante la fase finale della carica a fondo ed in quella di proseguimento della carica oltre la fase di massificazione (sovraccarica).

La portata  $q$  di idrogeno ( $m^3/h$ ) prodotta da una batteria di accumulatori durante la carica a fondo e nella fase di sovraccarica può essere calcolata come segue:

$$q = 0,42 * 10^{-3} * I * n$$

[1]

dove:

$I$  = corrente della parte finale della ricarica, in ampere;

$n$  = numero di elementi in serie (si ricava dalla tensione nominale della camera diviso per la tensione del singolo elemento, in genere 2 V).

Quando in una stessa zona le batterie in carica sono più di una si deve considerare la portata totale di idrogeno.

L'idrogeno ha il limite inferiore di esplosibilità dell'aria del 4% ed il limite superiore del 75%, tutte le concentrazioni intermedie, la miscela idrogeno - aria è tale che un fenomeno chimico anche piccolissima energia (es. temperatura eccessiva, arco elettrico, scintille, fiamma libera ecc.) può provocarne l'esplosione. Come noto, l'idrogeno è molto più leggero dell'aria (densità relativa 0.007 a pressione e temperatura ordinarie); tende quindi a salire ed accumularsi in tutte le sacche eventualmente presenti nella parte alta del locale, dell'armadio o della cassa (come il caso dei trattori e carrelli durante la loro attività).

### 3. Caratteristiche delle zone di carica

Le raccomandazioni per la carica riportate nella norma CEI 21 – 5 “Batterie al piombo per trazione – Parte 1: prescrizioni generali e metodi di prova” e nella guida CEI 21 – 20 “Guida per l'esercizio e la sicurezza di batterie e di accumulatori al piombo per veicoli elettrici” sono le seguenti.

“E' preferibile che la carica sia eseguita in una zona esclusivamente a ciò destinata.

Si raccomanda che comunque la zona destinata alla carica sia ben ventilata, che in essa non sia permesso fumare né usare fiamme libere e che si espone la relativa

segnaletica di sicurezza (DPR 547/55 art. 303 e D. Lgs: 493/96)

Si raccomanda di evitare l'uso di qualunque possibile sorgente di scintille nelle vicinanze dei coperchi degli elementi.

E' essenziale assicurarsi che il caricatore sia compatibile con la tensione e la capacità della batteria. Si raccomanda di evitare i cortocircuiti.

Prima di chiudere o aprire i collegamenti dei terminali della batterie, assicurarsi che tutti i circuiti, compreso quello di carica, siano aperti

Il coperchio della batteria può essere aperto o tolto durante la carica, ma è preferibile che i tappi sfogatoi siano lasciati al loro posto.

Si raccomanda che siano facilmente accessibili i mezzi per il pronto soccorso ed antincendio.

Si raccomanda di usare indumenti antistatici.”

### 3.1 Individuazione delle zone di carica

Per limitare i pericoli, occorre individuare la zona esclusivamente destinata alla carica e circoscriverla con ostacoli (es. catenelle) che impediscano l'accesso ai non addetti ai lavori, almeno nei periodi di tempo nei quali si svolgono attività legate alla carica (DPR547/55, D.Lgs. 493/96 e norma UNI 7543).

Gli ostacoli devono essere ubicati in modo da comprendere le zone con pericolo di esplosione (punto 4).

Generalmente le barriere sono amovibili intenzionalmente, pertanto occorre una segnaletica orizzontale che indichi la posizione dove devono essere ricollocate.

Sulle barriere, particolarmente negli accessi, deve essere apposta la segnaletica di sicurezza bene in vista ed illuminata.

La segnaletica dovrebbe comprendere almeno i seguenti cartelli /TNE 1/97):

### 3.2 Cartelli di divieto

- Divieto di fumare e di introdurre fiamme libere o corpi incandescenti;
- Divieto di accesso alle persone non autorizzate

### 3.3 Cartelli di avvertimento

- Presenza di accumulatori (pericolo di esplosione);
- Tensione elettrica pericolosa;
- Sezionare tutte le alimentazioni prima di accedere alle parti attive.

### 3.4 Ventilazione delle zone di carica

La norma CEI 21-5 e la guida CEI 21/20 raccomandano che la zona destinata alla carica si ben ventilata, così da mantenere la concentrazione di idrogeno nell'atmosfera al di sotto del limite inferiore di esplosibilità, ma non forniscono indicazioni precise relative a:

- grado della ventilazione (capacità di diluizione dell'idrogeno);
- disponibilità della ventilazione (tempo di presenza del grado di ventilazione assunto rispetto al tempo totale di pericolo).

Secondo la norma CEI EN 60079-10 (CEI 31-30) la concentrazione deve essere mantenuta al di sotto del 25% del limite inferiore di esplosibilità, cioè inferiore all'1% di idrogeno nell'aria.

All'aperto è generalmente sufficiente che non siano presenti barriere che impediscano la libera circolazione dell'aria in tutte le direzioni (soprattutto verso l'alto)

per avere una ventilazione tale da limitare i pericoli di esplosione nelle immediate vicinanze degli accumulatori. Nei luoghi al chiuso la ventilazione della zona durante la carica degli accumulatori può essere:

- *naturale* senza accorgimenti particolare;
- *naturale assistita* da un sistema di estrazione artificiale dell'aria.

In genere, nei luoghi al chiuso la ventilazione naturale senza accorgimenti particolari per facilitare il ricambio di aria non è sufficiente a garantire costantemente i ricambi di aria necessari, con il pericolo che si accumuli idrogeno nelle eventuali sacche e sottotetti dell'edificio.

La *ventilazione naturale assistita* da un sistema di estrazione artificiale invece consente di prevedere con sufficiente precisione sia la quantità, sia la disponibilità di aria necessaria e di predisporre gli apprestamenti di difesa necessari contro le esplosioni.

Il sistema di estrazione artificiale può essere *generale*, cioè realizzato in modo da interessare tutta l'atmosfera del locale, con le bocche di aspirazione lontane dagli accumulatori. Questo si può attuare quando il soffitto è relativamente basso e ha una conformazione tale da escludere la possibilità di accumulo di idrogeno in sacche del sottotetto.

Con i soffitti piani il sistema di estrazione generale va bene se la bocca di aspirazione del ventilatore di estrazione è realizzata in alto a parete a filo soffitto o nel soffitto stesso, al di sopra della zona di ricarica, fig. 1.

Con i soffitti a volta, o a capriata, il sistema di estrazione generale va bene se la bocca di aspirazione del ventilatore di estrazione è situata al colmo (vertice) del soffitto, fig. 1 (posizione tratteggiata).

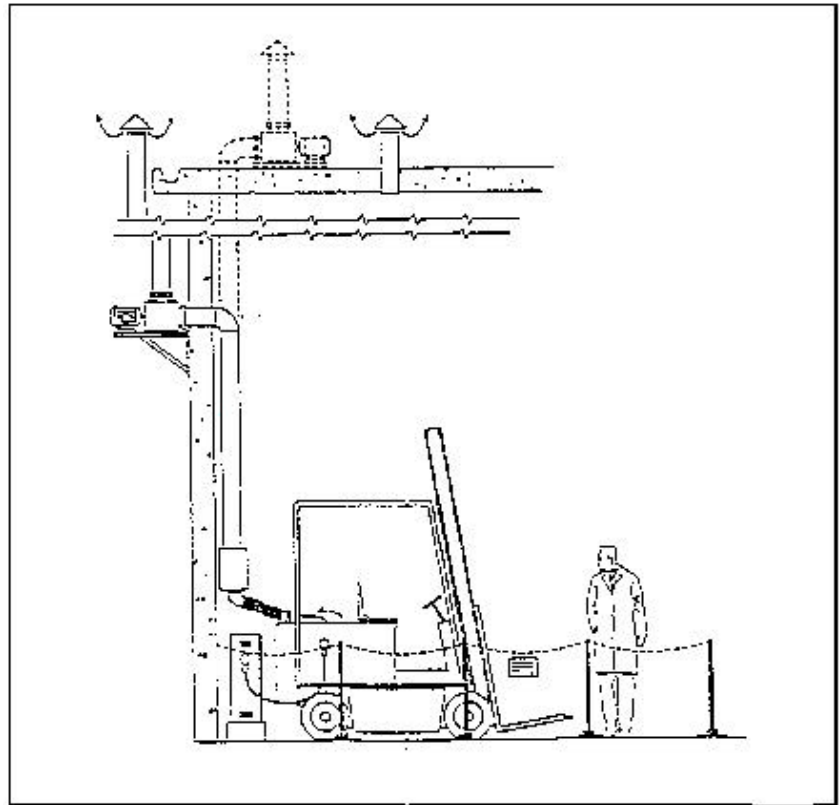


Fig 1 - Esempio di luogo al chiuso con sistema di ventilazione naturale assistita da un sistema di estrazione artificiale generale con aspirazione in alto a parete o soffitto.

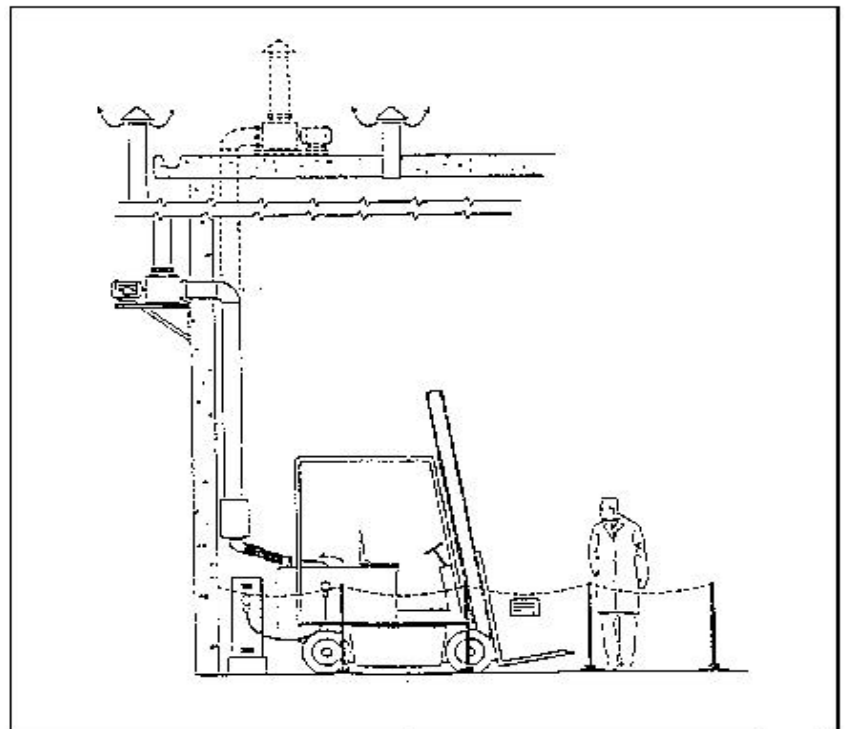


Fig 2 - Esempio di ventilazione naturale assistita da un sistema di estrazione artificiale localizzato con bocche di aspirazione poste nelle immediate vicinanze degli accumulatori

Si deve attuare un sistema di estrazione artificiale localizzato

quando non si vuole che l'idrogeno interessi tutta, o gran

parte dell'atmosfera dell'edificio o del locale. Questo sistema si può realizzare con le bocche di aspirazione poste nelle immediate vicinanze degli accumulatori, così da aspirare l'idrogeno prima che si diffonda nell'aria, ad esempio con manichette flessibili fissate al

dagli accumulatori tramite le condotte di aspirazione e scarico del ventilatore.

Prudenzialmente, sia con la ventilazione localizzata, fig. 2, sia con la cappa, fig. 3, è opportuno che nella parte alta del soffitto, sopra la zona di ricarica, sia attuata almeno un'apertura fissa

sia l'allarme in luogo presidiato, ove esistente, sia il blocco (anche ritardato) dell'alimentazione elettrica del caricatore o dei caricatori quando si presentano anomalie nel sistema di estrazione (es. assenza del flusso d'aria o abbassamento dello stesso al di sotto del valore minimo necessario).

Si ricorda che una segnalazione di pericolo proveniente dal sistema di estrazione dell'aria ha senso solo se è seguita al più presto da un intervento volto ad eliminare la causa; ne consegue che il ritardo per il blocco dell'alimentazione elettrica (sia automatico, sia manuale) ha motivo di esistere

solo quando l'impianto è costantemente presidiato nei periodi di carica degli accumulatori.

Quando è attuato il blocco senza ritardo dell'alimentazione elettrica e non sono presenti nella zona di carica altri circuiti elettrici si è nella condizione di *disponibilità buona* della ventilazione secondo la norma CEI 31-30 (\*).

Quando è attuato il blocco con ritardo dell'alimentazione elettrica, si è nella condizione di *disponibilità adeguata* della ventilazione secondo la norma CEI 31-30-

Per quanto si riferisce al grado della ventilazione (capacità di diluizione dell'idrogeno), la portata  $Q$  di aria necessaria ( $m^3/h$ ) può essere calcolata con la formula, CEI 21-20, art. 1.2:

$$Q = 0.05 \cdot I \cdot n \quad [2]$$

Dove :

$L$  = corrente della parte finale della ricarica, in ampere;  
 $n$  = numero di elementi in serie.

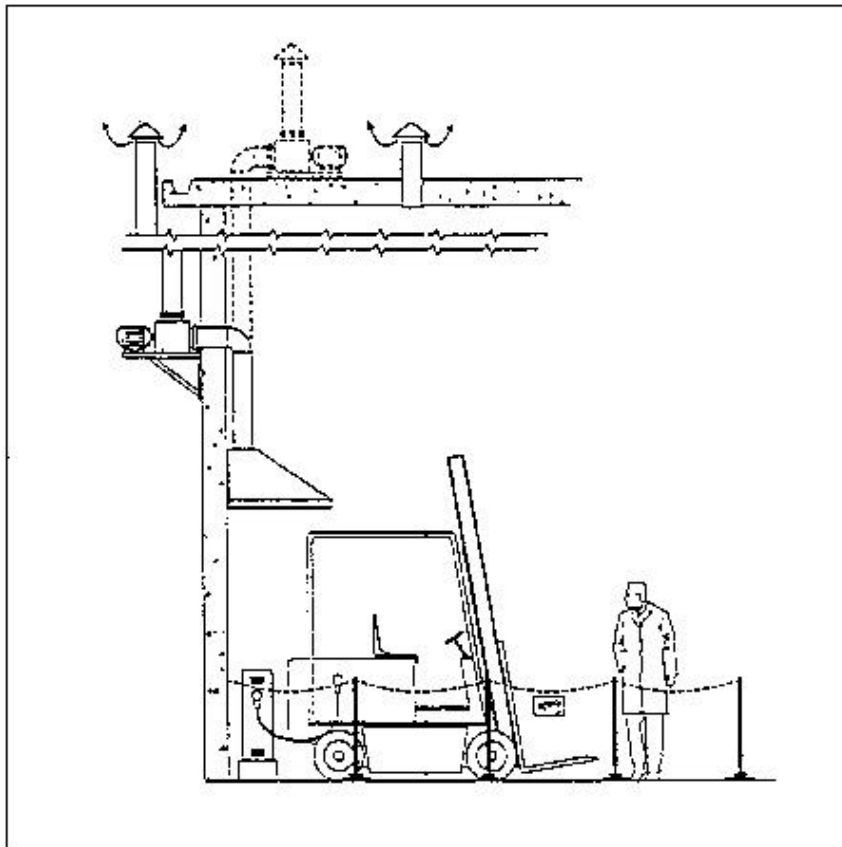


Fig.3 – Esempio di ventilazione naturale assistita da un sistema di estrazione artificiale con cappe di aspirazione in prossimità degli accumulatori.

carrello, fig. 2, o con sistemi chiusi di cui al punto 6.

Un'altra possibilità per evitare che l'idrogeno interessi tutta l'atmosfera del locale, è quella di prevedere nelle zone di carica coppe di aspirazione poste in prossimità degli accumulatori, ma non nelle immediate vicinanze, fig. 3. La cappa di aspirazione deve essere realizzata in modo da interessare i vapori emessi dagli accumulatori di tutti i carrelli; l'aria di diluizione sarà aspirata dal luogo dove avviene la carica ed espulsa assieme ai gas prodotti

(anche di poche decine di centimetri quadrati), dalla quale facilitare l'espulsione

dell'eventuale idrogeno sfuggito al sistema di estrazione.

Per quanto si riferisce alla *disponibilità* (tempo di presenza) della *ventilazione naturale assistita* da un sistema di estrazione artificiale dell'aria, qualunque si al atecnica di realizzazione, occorre prevedere



(\*) Si è nelle stesse condizioni quando siano previsti almeno due sistemi di estrazione dell'aria indipendenti tra loro da cause di guasto comune, ma questo è generalmente di difficile attuazione, o quantomeno non conveniente, nei casi in oggetto.

Quando in una stessa zona le batterie in carica sono più di una si deve considerare la portata totale di aria necessaria.

Secondo la guida CEI 21-20, con la portata nell'atmosfera è pari al 20% del limite inferiore di esplosibilità e può essere utilizzata in sostituzione della formula (B.1) della norma CEI 31-30, Appendice B.

Con la *ventilazione naturale senza accorgimenti particolari* la concentrazione pari al 20% del limite inferiore di esplosibilità deve essere intesa come valore medio lontano dagli accumulatori.

In vicinanza degli stessi la concentrazione è certamente più elevata, per questo motivo non è possibile escludere la presenza di un zona con pericolo di esplosione intorno agli accumulatori; inoltre, quando non sia possibile garantire la portata  $Q$  o aria (cioè i ricambi di aria necessari), la zona con pericolo di esplosione si può estendere ad altre parti del locale (es. sacche e sottotetti).

Facendo riferimento alla tabella B.1 della norma CEI 31-30 (TNE 12/96, pag. 9), la *ventilazione naturale assistita da un sistema di estrazione artificiale dell'aria* avente la portata  $Q$  ricavata dalla formula [2] ha grado medio.

La concentrazione pari al 20% del limite inferiore di esplosibilità deve essere intesa come valore all'esterno del flusso di aria che lambisce gli accumulatori, fino alle bocche o cappe di aspirazione, pertanto.

- quando la disponibilità della portata  $Q$  è buona, si può escludere la presenza di zone

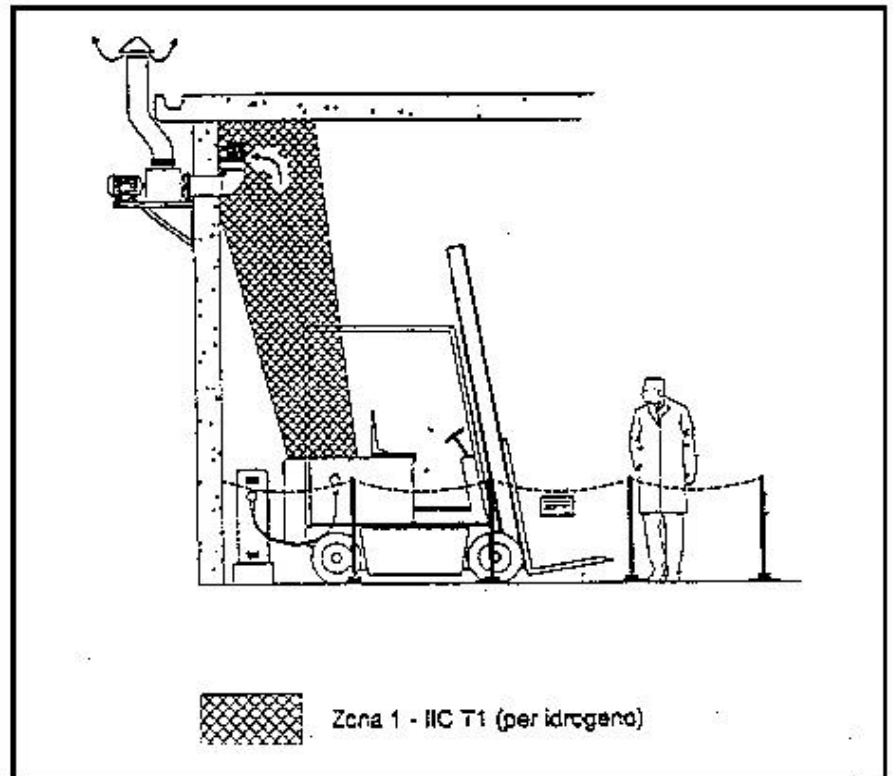


Fig 4 - Esempio di definizione delle zone con pericolo di esplosione in un locale avente ventilazione naturale assistita da un sistema di estrazione artificiale dell'aria, generale, di disponibilità BUONA, con aspirazione in alto a parete.

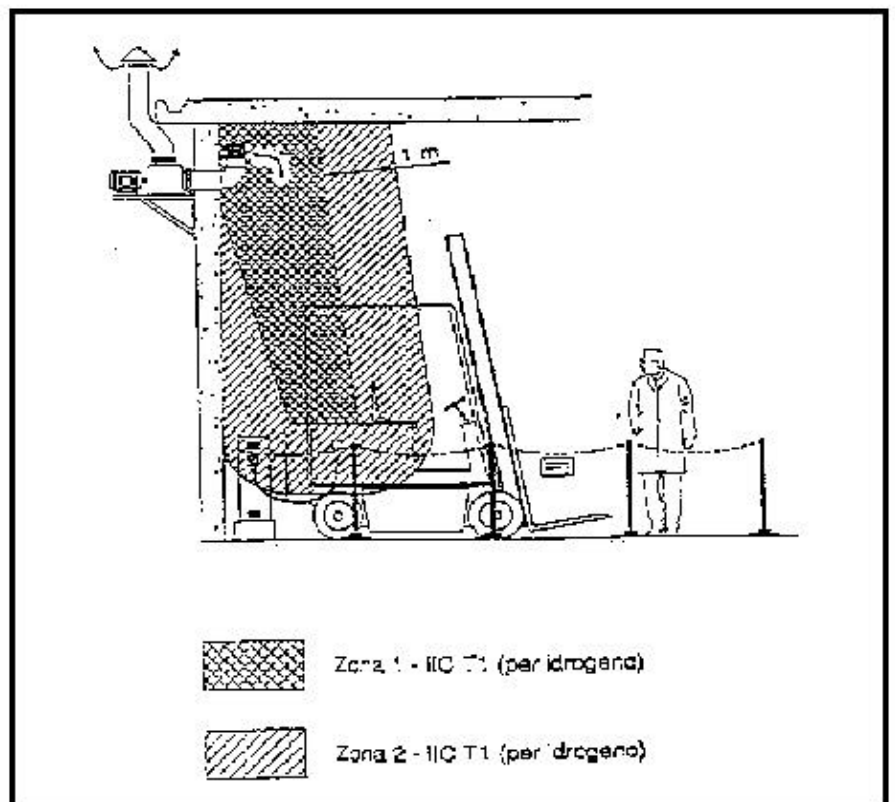


Fig 5 - Esempio di definizione delle zone con pericolo di esplosione in un locale avente ventilazione naturale assistita da un sistema di estrazione artificiale dell'aria, generale, di disponibilità ADEGUATA, con aspirazione in alto a parete.

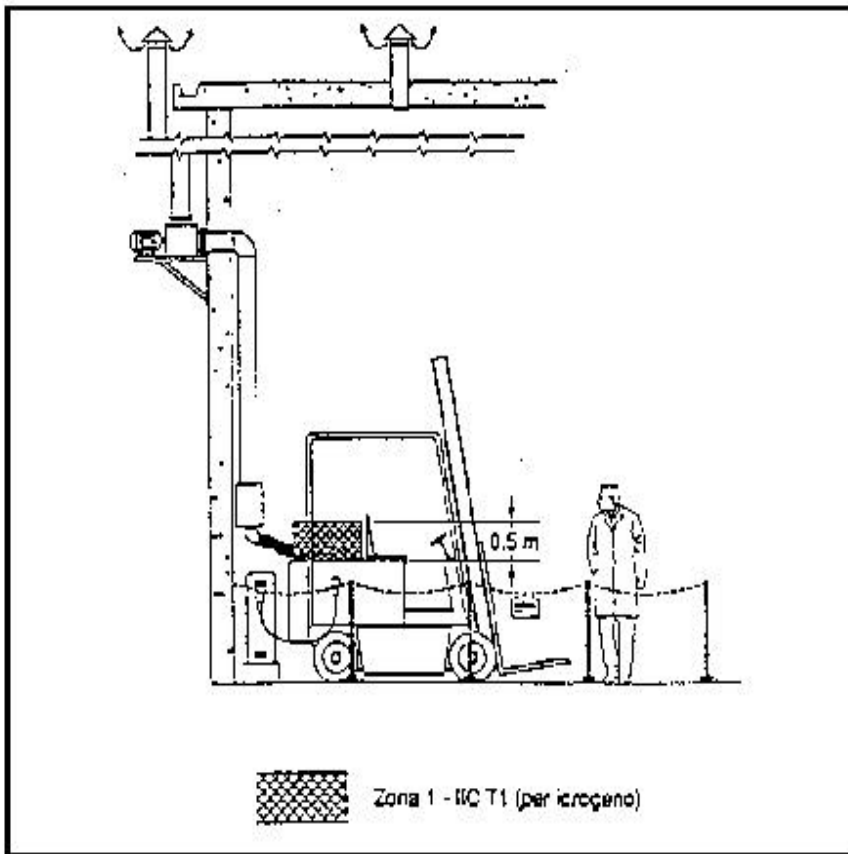


Fig. 6 - Esempio di definizione delle zone di pericolo di esplosione in un locale avente ventilazione naturale assistita da un sistema di estrazione artificiale dell'aria, localizzato, di disponibilità BUONA, con bocche di aspirazione poste nelle immediate vicinanze degli accumulatori.

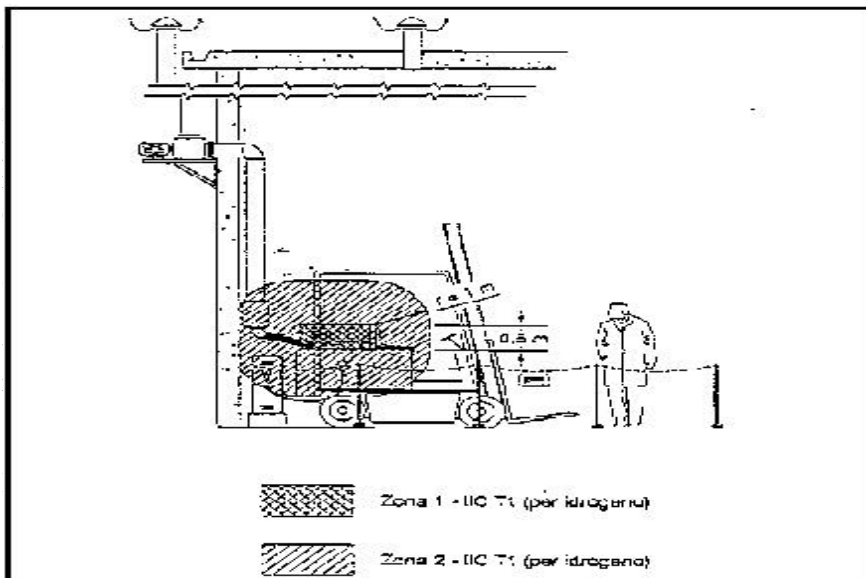


Fig. 7 - Esempio di definizione delle zone con pericolo di esplosione in un locale avente ventilazione naturale assistita da un sistema di estrazione dell'aria localizzato, di disponibilità ADEGUATA, con bocche di aspirazione poste nelle immediate vicinanze degli accumulatori.

ficie degli accumulatori e le bocche o cappe di aspirazione;

- quando la disponibilità della portata  $Q$  è adeguata, non si può escludere la presenza di zone pericolose al di fuori del volume compreso tra la superficie degli accumulatori e le bocche o cappe di aspirazione.

Per escludere la presenza di zone pericolose anche nelle immediate vicinanze degli accumulatori, cioè avere zone pericolose di estensione trascurabile, la portata di aria dovrebbe essere molto maggiore di  $Q$  e la sua disponibilità dovrebbe essere buona.

I ventilatori di estrazione, quando previsti, devono essere di tipo centrifugo, in modo che il relativo

motore non sia investito dal flusso di aria estratta e devono essere del tipo antiscintilla con ventole antistatiche.

Per i motori accoppiati a ventilatori centrifughi, come sopra descritto, non sono generalmente richiesti requisiti particolari nei confronti del pericolo di esplosione.

I condotti devono essere costruiti in materiale resistente alla corrosione e con sufficiente tenuta; quelli all'interno del locale dovrebbero essere possibilmente in depressione, cioè il ventilatore di aspirazione dovrebbe essere posto quanto più possibile vicino ad una parete o al soffitto, meglio se all'esterno in considerazione della rumorosità dei ventilatori centrifughi.

#### 4. Luoghi con pericolo di esplosione

La classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione nelle zone di ricarica deve essere eseguita in

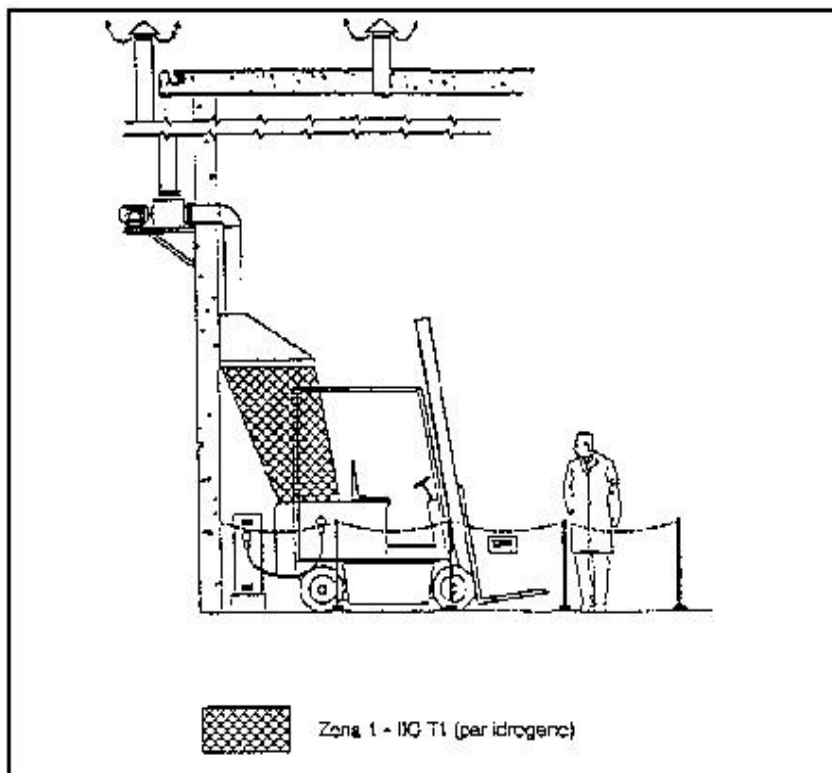


Fig. 8 – Esempio di definizione delle zone con pericolo di esplosione in un locale avente ventilazione naturale assistita da un sistema di estrazione artificiale dell'aria di disponibilità BUONA, con cappe di aspirazione in prossimità degli accumulatori.

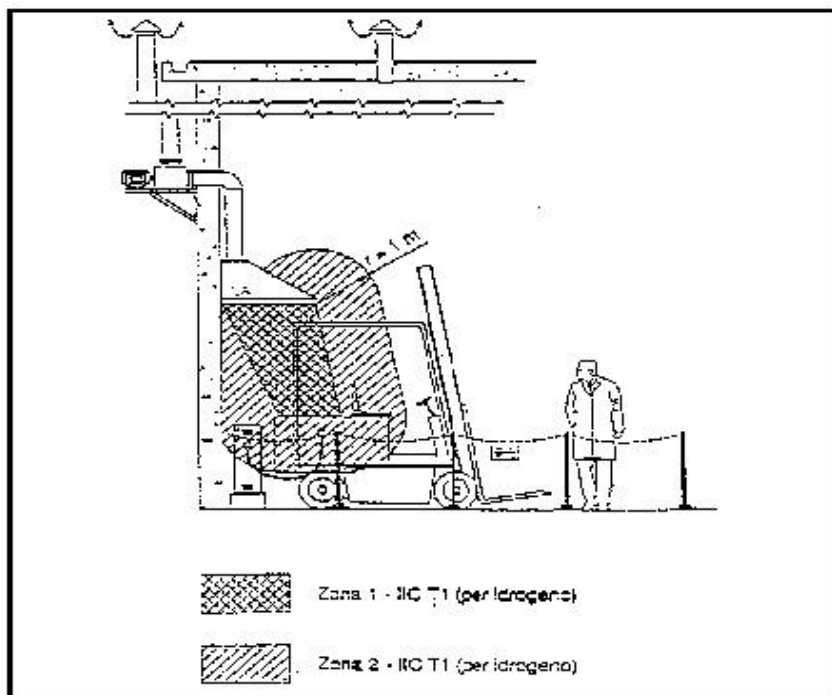


Fig. 9 – Esempio di definizione delle zone con pericolo di esplosione in un locale avente ventilazione naturale assistita da un sistema di estrazione artificiale dell'aria di disponibilità ADEGUATA, con cappe di aspirazione in prossimità degli accumulatori.

conformità alla norma CEI EN 60079-10 (CEI 31-30).

a) Nei luoghi all'aperto con ventilazione naturale, sia il grado, sia la disponibilità della ventilazione variano nel tempo; pertanto, applicando la norma CEI 21-20, si avranno **zone 1** per una estensione di 0,5 m intorno agli sfogatoi degli accumulatori.

b) Nei luoghi al chiuso con ventilazione naturale senza accorgimenti particolari, le zone con pericolo di esplosione si possono estendere a varie parti dell'edificio o del locale, quindi si sconsiglia questa soluzione.

c) Nei luoghi al chiuso provvisti di ventilazione naturale assistita da un sistema generale di estrazione artificiale dell'aria, con soffitto relativamente basso e tale da escludere la possibilità di accumulo di idrogeno in sacche del sottotetto, si possono presentare due casi:

- con disponibilità della portata Q buona, si avrà, fig. 4;

**zona 1** nel volume delimitato dai coperchi degli accumulatori e dalle bocche o bocca di aspirazione;

- con disponibilità della portata Q adeguata si avrà, fig.5:

**zona 1** nel volume delimitato dai coperchi degli accumulatori e dalle bocche o bocca di aspirazione;

**zona 2** nel volume circostante alla zona 1 suddetta fino ad 1 m di distanza da essa (CEI 21-5, art. 17.2)

d) Nei luoghi al chiuso con ventilazione naturale assistita da un sistema localizzato di estrazione artificiale dell'aria (es. manichette), si possono presentare due casi:

-





- con disponibilità della portata Q buona, si avrà, fig. 6:

**zona 1** nel volume delimitato dai coperchi degli accumulatori e dalle bocche di aspirazione per una estensione di 0,5 m in verticale sopra i coperchi;

- con disponibilità della portata Q adeguata, si avrà, fig. 7:

**zona 1** nel volume delimitato dai coperchi degli accumulatori e dalle bocche di aspirazione per una estensione di 0,5 m in verticale sopra i coperchi;

**zona 2** nel volume circostante alla zona 1 suddetta fino ad 1 m di distanza da essa (CEI 21-5, art. 17.2)

e) artificiale dell'aria, con soffitto relativamente basso e tale da escludere la possibilità di accumulo di idrogeno in sacche del sottotetto, si possono presentare due casi:

- con disponibilità della portata Q buona si avrà, fig. 4:

**zona 1** nel volume delimitato dai coperchi degli accumulatori e dalle bocche o bocca di aspirazione;

- con disponibilità della portata Q adeguata, si avrà, fig. 5:

**zona 1** nel volume delimitato dai coperchi degli accumulatori e dalle bocche o bocca di aspirazione;

**zona 2** nel volume circostante alla zona 1 suddetta fino ad 1 metro da essa (CEI 21-5, art. 17.2).

f) Nei luoghi al chiuso con ventilazione naturale assistita da un sistema localizzato di estrazione artificiale dell'aria (es. manichette) si possono presentare due casi:

- con disponibilità della portata Q buona si avrà, fig. 6:

**zona 1** nel volume delimitato dai coperchi degli accumulatori e dalle bocche di aspirazione, per

una estensione di 0.5 m in verticale sopra i coperchi;

- con disponibilità della portata Q adeguata si avrà, fig. 7:

**zona 1** nel volume delimitato dai coperchi degli accumulatori e dalle bocche di aspirazione, per una estensione di 0.5 m in verticale sopra i coperchi;

**zona 2** nel volume circostante alla zona 1 suddetta fino ad 1 m di distanza da essa (CEI 21-5, art. 17.2).

g) Nei luoghi al chiuso con ventilazione naturale assistita da un sistema di estrazione artificiale dell'aria con cappe di aspirazione, si possono presentare due casi:

- con disponibilità della portata Q buona, si avrà, fig. 8:

**zona 1** nel volume delimitato dai coperchi degli accumulatori e dalla cappa o cappe di aspirazione;

- con disponibilità della portata Q adeguata si avrà, fig. 9:

**zona 1** nel volume delimitato dai coperchi degli accumulatori e dalla cappa o cappe di aspirazione;

**zona 2** il volume circostante alla zona 1 suddetta fino a 1 m di distanza da essa (CEI 21-5, art. 17.2)

## 5. Impianto elettrico nelle zone con pericolo di esplosione

All'interno delle zone con pericolo di esplosione si raccomanda di realizzare solo gli impianti elettrici strettamente necessari alla carica degli accumulatori, particolarmente nelle zone 1.

Gli impianti elettrici devono essere in esecuzione di sicurezza in conformità alla norma CEI 64-2, ad esempio: impianto AD – PE o AD – FE1 in zona 1 e AD – FE2 in zona 2; le costruzioni elettriche in esecuzione di sicurezza devono essere al gruppo IIC T1 (es. ABK

d IIC T1), possono fare eccezione i collegamenti ai terminali della batteria quando siano adottate tutte le precauzioni degli articoli 17.2 e 19.1 della norma CEI 21-5 e riportate al punto 3.

## 6. Sistemi speciali di raccolta ed evacuazione dei gas

Sono in commercio sistemi chiusi che effettuano sia il rabbocco dell'acqua, sia la raccolta ed evacuazione di gas prodotti durante la carica degli accumulatori.

Questi sistemi possono fornire una maggiore sicurezza in relazione al pericolo di esplosione; tuttavia, quando non sia possibile escludere la presenza di centri di pericolo (sorgenti di emissione), quali ad esempio i giunti di accoppiamento dei tubi che possono aprirsi accidentalmente, dovrà essere considerata la presenza di zone con pericolo di esplosione, che possono avere qualifiche ad estensione diversa da quella indicata al punto 4.