

Prevenzione e protezione contro le esplosioni

- Principi generali
- Prescrizioni minime
- Zone

Suva
Istituto nazionale svizzero di assicurazione contro gli infortuni
Sicurezza sul lavoro
Casella postale, 6002 Lucerna
Telefono 041 419 51 11

Per ordinazioni:
Internet www.suva.ch/waswo
Fax 041 419 59 17
Telefono 041 419 58 51

**Prevenzione e protezione contro le esplosioni –
Principi generali, prescrizioni minime, zone**

Settore chimica

Riproduzione autorizzata con citazione della fonte
1^a edizione – 1979
3^a edizione completamente rielaborata – gennaio 2004 – 1500 copie

Codice 2153.i

Il presente opuscolo costituisce uno strumento volto a proteggere la vita e la salute dei lavoratori dai pericoli di un'esplosione. Tutte le aziende che manipolano o immagazzinano sostanze infiammabili possono essere esposte al pericolo di un'esplosione. Le sostanze pericolose possono presentarsi sotto forma di gas (ad es. gas liquefatto, gas naturale), liquidi (ad es. solventi, carburanti) e polveri di sostanze solide infiammabili (ad es. legno, alimenti, metalli, plastiche).

In caso di esplosione le persone possono essere investite da fenomeni incontrollati, quali radiazioni termiche, fiamme, onde d'urto, detriti volanti e prodotti di reazione pericolosi.

Lo scopo di questo opuscolo è consentire al datore di lavoro di:

- individuare i pericoli e valutare i rischi in azienda
- suddividere i settori di lavoro in zone
- adottare misure di prevenzione specifiche
- elaborare un documento sulla protezione contro le esplosioni
- fissare misure e modalità di coordinamento.

Sono esclusi dal campo di applicazione del presente documento:

- le aree per le cure mediche dei pazienti
- l'uso di apparecchi a gas
- la manipolazione di esplosivi
- l'impiego di mezzi di trasporto per i quali si applicano le pertinenti disposizioni degli accordi internazionali (ad es. ADR, RID). Non sono esclusi i veicoli destinati ad essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva.

Prevenzione e protezione contro le esplosioni

Principi generali¹

Prescrizioni minime²

Zone

1	Principi generali di prevenzione e protezione contro le esplosioni	6
1.1	Valutazione del rischio	6
1.2	Misure di protezione contro le esplosioni secondo ATEX 95 e ATEX 137	10
1.3	Parametri di tecnica della sicurezza	12
1.4	Dispositivi di misura e regolazione	13
1.5	Misure per i casi di emergenza	14
1.6	Misure edili	14
1.7	Possibili effetti di un'esplosione	15
2	Misure volte ad evitare o limitare la formazione di un'atmosfera esplosiva pericolosa	17
2.1	Sostituzione	18
2.2	Limitazione delle concentrazioni.	19
2.3	Inertizzazione	19
2.4	Sistemi confinati	20
2.5	Misure di ventilazione	21
2.6	Monitoraggio delle concentrazioni	23
2.7	Evitare i depositi di polveri	24
3	Misure volte ad impedire l'innesco di un'atmosfera esplosiva pericolosa	25
3.1	Aree in cui possono formarsi atmosfere esplosive	25
3.2	Zone.	25
3.3	Evitare le fonti d'innesco	30
4	Misure di tipo costruttivo	41
4.1	Progettazione resistente all'esplosione.	42
4.2	Sfogo dell'esplosione	42
4.3	Soppressione dell'esplosione	43
4.4	Isolamento dell'esplosione.	43

5	Misure di protezione contro le esplosioni secondo la direttiva 1999/92/CE	45
5.1	Prescrizioni minime	45
5.2	Controllo delle misure di sicurezza contro le esplosioni.	46
6	Misure organizzative	47
6.1	Documento sulla protezione contro le esplosioni	47
6.2	Informazione e istruzione dei lavoratori.	48
6.3	Istruzioni scritte e autorizzazione al lavoro	48
6.4	Dovere di coordinamento	49
6.5	Manutenzione	49
6.6	Dispositivi di protezione individuale	51
6.7	Segnalazione delle zone	51
7	Riferimenti bibliografici	52
7.1	Ordinanze	52
7.2	Norme internazionali	52
7.3	Norme svizzere	54
7.4	Documentazione specializzata.	54
	Esempi	56
	Spiegazione degli esempi.	56
	Indice analitico degli esempi.	114

¹ L'opuscolo spiega in dettaglio le disposizioni dell'art. 29 «Fonti d'accensione» e dell'art. 36 «Pericoli d'esplosione e d'incendio» dell'ordinanza del Consiglio federale svizzero del 19.12.1983 sulla prevenzione degli infortuni e delle malattie professionali (RS 832.30), codice Suva: 1520.i

² L'opuscolo descrive le prescrizioni minime conformemente alla direttiva europea 1999/92/CE per il «miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori che possono essere esposti al rischio di atmosfere esplosive» (detta ATEX 137). In questo opuscolo le disposizioni della direttiva sono inserite in una griglia grigia.

1 Principi generali di prevenzione e protezione contro le esplosioni

Un'esplosione³ si verifica quando sono presenti allo stesso momento e nello stesso luogo un'**atmosfera esplosiva pericolosa**⁴ e una **fonte di innesco efficace**⁵. Se una di queste condizioni non è presente, non si verifica alcuna esplosione. Le condizioni che determinano il verificarsi o meno di un'esplosione sono descritte ampiamente nelle pubblicazioni AISS⁶ «Esplosioni di gas» (n. 2032) e «Esplosioni di polveri» (n. 2044).

Esiste un pericolo di esplosione quando si eseguono, ad esempio, le seguenti attività: estrazione, produzione, stoccaggio, trasporto, lavorazione, travaso e trasferimento di sostanze infiammabili⁷ suscettibili di formare un'atmosfera esplosiva.

1.1 Valutazione del rischio

Per garantire il livello di sicurezza richiesto per ogni singolo caso deve essere sempre effettuata una valutazione dei rischi comprendente i seguenti punti:

- individuazione dei **pericoli di esplosione**. In questo caso è opportuno conoscere i parametri di tecnica della sicurezza, i quali indicano se una determinata sostanza è infiammabile e in che misura;
- **stima dei rischi**:
 - determinare il grado di probabilità che si formi un'**atmosfera esplosiva** e in quale misura;
 - individuare la presenza di **fonti di innesco** suscettibili di innescare un'atmosfera esplosiva;
 - individuare i possibili **effetti** di un'esplosione;
- **valutazione dei rischi**;
- **riduzione dei rischi** mediante una serie di misure.

Al momento di pianificare le misure di protezione bisogna considerare le normali condizioni di funzionamento di un impianto, le fasi di avviamento e spegnimento, nonché eventuali anomalie tecniche e l'errore umano.

Art. 4 ATEX 137

(1) Nell'assolvere i propri obblighi il datore di lavoro valuta i rischi specifici derivanti da atmosfere esplosive, tenendo conto almeno dei seguenti elementi:

- probabilità e durata della presenza di atmosfere esplosive;
- probabilità della presenza, dell'attivazione e dell'efficacia di fonti di ignizione, comprese scariche elettrostatiche;
- caratteristiche dell'impianto, sostanze utilizzate, processo e loro possibili interazioni;
- entità degli effetti prevedibili.

I rischi di esplosione sono valutati complessivamente.

(2) Nella valutazione dei rischi di esplosione vanno presi in considerazione i luoghi che sono o possono essere in collegamento tramite aperture con quelli in cui possono formarsi atmosfere esplosive.

Per poter valutare i rischi di esplosione relativamente ad un processo o ad un impianto tecnico è opportuno applicare un metodo sistematico di verifica. Con l'aggettivo «sistematico» vogliamo dire che si analizzano separatamente gli aspetti oggettivi e logici del sistema. Ciò significa che si considerano le fonti di pericolo esistenti che potrebbero formare una miscela esplosiva pericolosa e l'eventuale presenza di una fonte di innesco efficace.

Nella pratica, nella maggior parte dei casi basta individuare e valutare in modo sistematico il rischio di esplosione ponendo una serie di domande specifiche (cfr. figura 1).

Al momento di effettuare la valutazione dei rischi si deve presumere che sia sempre possibile l'innesco di un'atmosfera esplosiva pericolosa. La valutazione deve avvenire indipendentemente dal fatto che sia presente o meno una fonte di innesco.

³ Un'esplosione è una reazione chimica molto rapida di una sostanza combustibile con violenta liberazione di energia.

⁴ Per **atmosfera esplosiva** si intende una miscela di aria, in condizioni atmosferiche, con sostanze infiammabili allo stato di gas, vapori, nebbie o polveri in cui, dopo ignizione, la combustione si propaga all'insieme della miscela incombusta.

Successivamente con **atmosfera esplosiva pericolosa** si intenderà un'atmosfera che causa dei danni in caso di esplosione. Per esperienza un volume continuo e non confinato inferiore a 10 litri solitamente non è da considerarsi pericoloso.

⁵ Una **fonte di innesco** si definisce **efficace** solo se è in grado di trasmettere all'atmosfera potenzialmente esplosiva un'energia tale da provocare una propagazione spontanea della combustione.

⁶ Gli opuscoli dell'Associazione internazionale di sicurezza sociale (IVSS/AISS) possono essere ordinati alla Suva, Servizio centrale clienti, Casella postale, 6002 Lucerna.

⁷ Con **sostanza infiammabile** si intende una sostanza presente sotto forma di gas, vapore, liquido, solido o una miscela dei suddetti che può reagire con l'aria in modo esotermico quando è innescata.

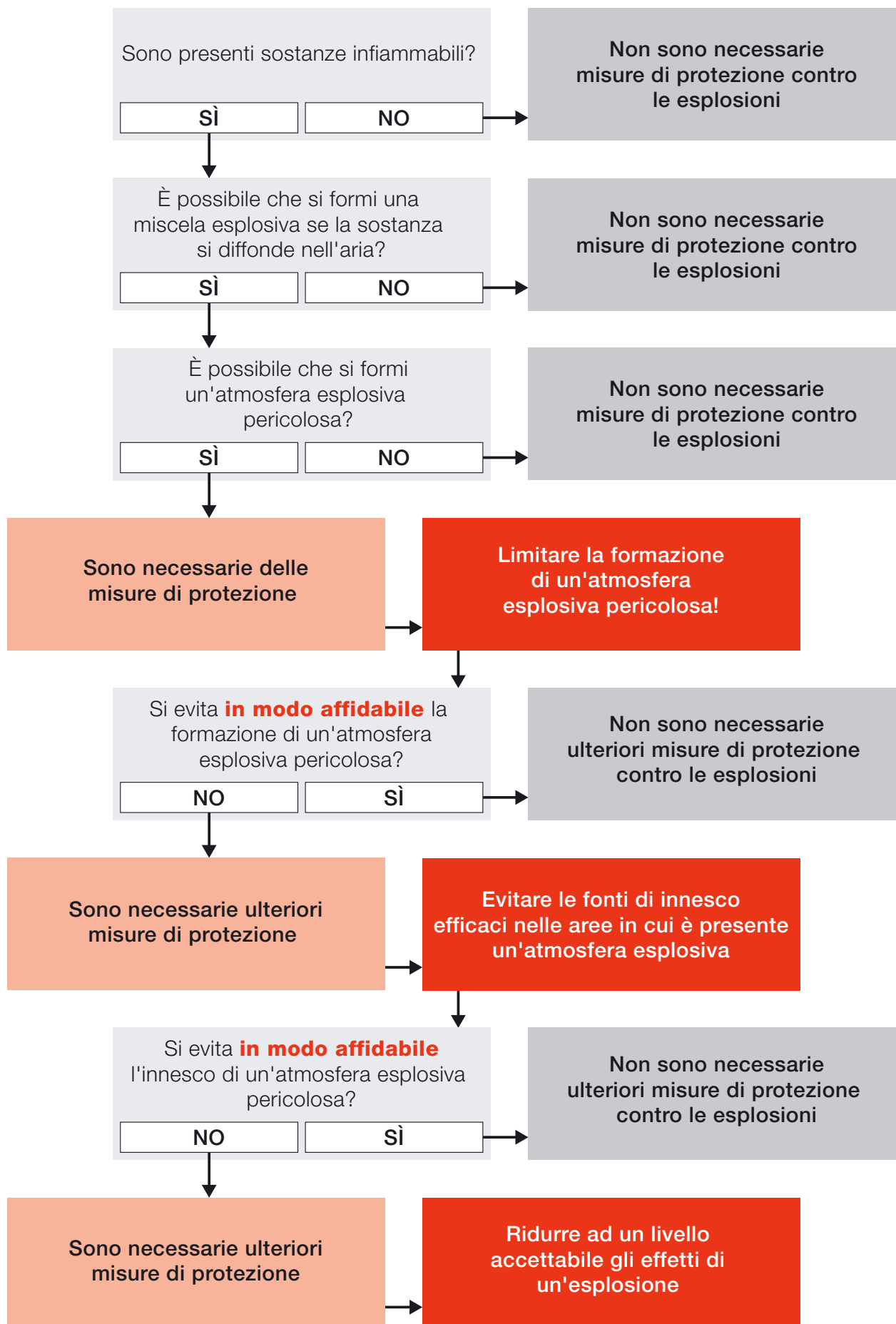


Figura 1: schema di valutazione per impedire risp. limitare un'esplosione

Misure di prevenzione contro le esplosioni (impedire un'esplosione)

Le misure volte a prevenire le esplosioni, ossia ad impedire la formazione e ad evitare l'innescò di un'atmosfera esplosiva pericolosa, non possono essere scelte arbitrariamente. Le misure destinate ad impedire la formazione di un'atmosfera esplosiva sono prioritarie a tutte le altre misure di protezione contro le esplosioni; idealmente è possibile evitare completamente la formazione di un'atmosfera esplosiva oppure ridurla al punto tale da renderla non pericolosa. Le misure volte ad evitare le fonti di innesco efficaci sono considerate solitamente misure accessorie e dovrebbero essere sempre applicate.

Evitare le fonti di innesco, di per sé, **non è una misura sufficientemente affidabile** nella pratica per evitare un'esplosione. Per questo motivo occorre adottare anche altre misure di protezione.

Le misure volte ad evitare le fonti di innesco efficaci possono non essere adottate solo nei casi in cui le misure volte ad impedire o a limitare la formazione di un'atmosfera esplosiva pericolosa siano:

- **efficaci** e
- **sottoposte a monitoraggio** (ad es. mediante controllori di flusso nelle condotte di ventilazione accoppiati a dispositivi che bloccano l'apporto di carburante).

Misure costruttive di protezione

Accanto alle misure di prevenzione volte ad impedire la formazione di un'atmosfera esplosiva e ad eliminare le fonti di innesco efficaci, è possibile raggiungere il grado di protezione voluto anche modificando la costruzione o l'equipaggiamento degli impianti.

Art. 3 ATEX 137

Ai fini della prevenzione e della protezione contro le esplosioni il datore di lavoro adotta le misure tecniche e/o organizzative adeguate al tipo di azienda in ordine di priorità e in linea con i seguenti principi fondamentali:

- prevenire la formazione di atmosfere esplosive, oppure, se la natura dell'attività lo consente,
- evitare l'ignizione di atmosfere esplosive, e
- attenuare i danni di un'esplosione in modo da garantire la salute e la sicurezza dei lavoratori.

Tali misure sono all'occorrenza combinate o integrate con altre contro la propagazione delle

Vengono definite misure costruttive le misure volte a limitare gli effetti di un'esplosione fino a renderli irrilevanti.

Combinare misure preventive e misure costruttive non soltanto può essere utile, ma nella pratica si rivela addirittura indispensabile.

Le misure tecniche devono essere sempre accompagnate da misure organizzative e, se necessario, da misure costruttive.

1.2 Misure di protezione contro le esplosioni secondo ATEX 95 e ATEX 137

Per decidere quali siano le misure più adeguate occorre valutare il singolo caso e quindi elaborare un **piano di protezione contro le esplosioni**.

I risultati devono essere inseriti nel **documento sulla protezione contro le esplosioni** (cfr. punto 6.1).

Le **misure di protezione contro le esplosioni** devono essere sempre applicate (figura 2):

- sulle attrezzature di lavoro⁸ e
- sul posto di lavoro.

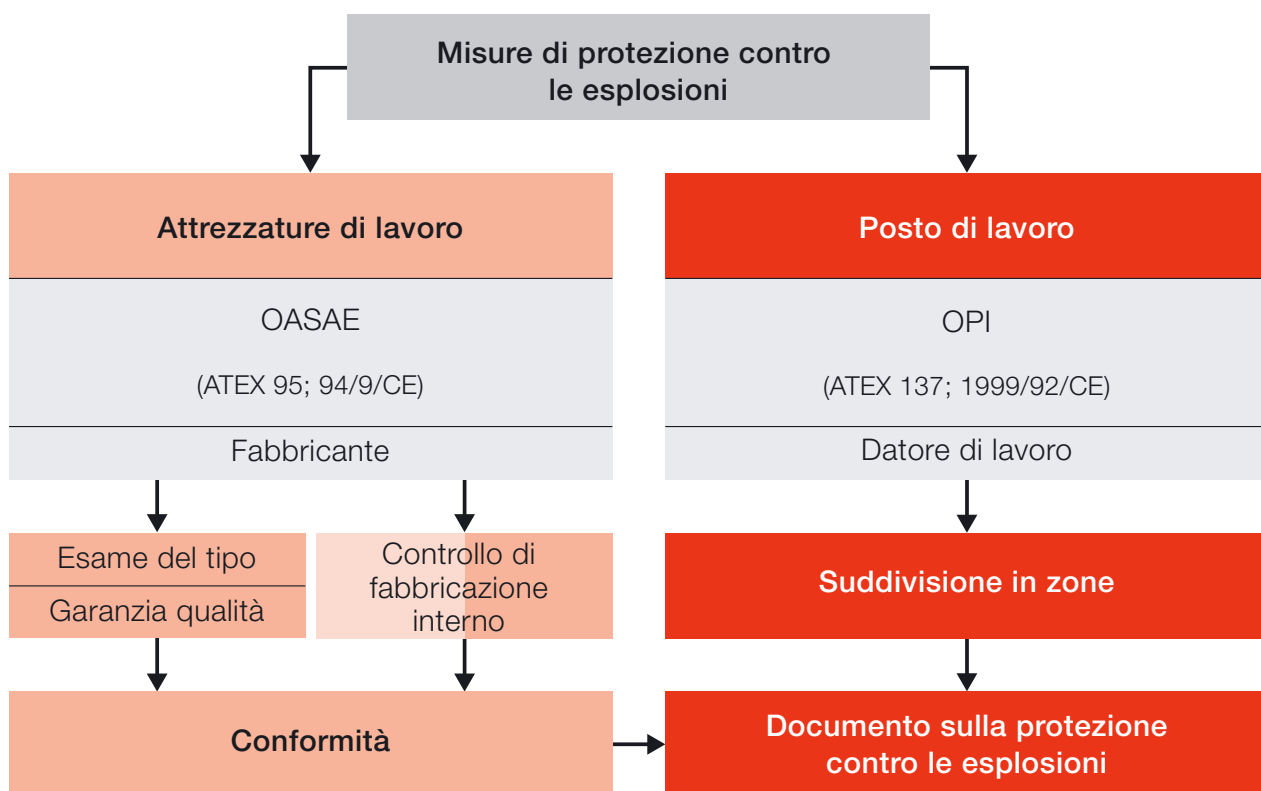


Figura 2: principi di protezione contro le esplosioni applicati alle attrezzature e al posto di lavoro

- Le attrezzature di lavoro da utilizzare nelle aree a rischio di esplosione⁹ devono soddisfare i requisiti imposti dall'Ordinanza sugli apparecchi e i sistemi di protezione utilizzati in ambienti esplosivi (OASAE¹⁰). (Per le attrezzature di lavoro che non rientrano nel campo di applicazione della suddetta Ordinanza possono essere applicate le disposizioni della Direttiva macchine 98/37/CE).

L'OASAE recepisce in Svizzera la direttiva 94/9/CE «Apparecchi¹¹ e sistemi di protezione¹² destinati ad essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva» (denominata ATEX 95). Tale direttiva stabilisce i requisiti con i quali un prodotto deve essere costruito allo scopo di aumentarne la sicurezza ed evitare gli ostacoli al commercio. Non sono consentite deroghe nella legislazione nazionale. Il fabbricante è responsabile dell'adempimento dei requisiti imposti dall'OASAE. Con la **dichiarazione di conformità** il costruttore conferma che il suo prodotto risponde ai requisiti contenuti nell'Ordinanza.

Accanto alla dichiarazione di conformità, il fabbricante è tenuto a fornire le **istruzioni per l'uso**, contenenti tutte le informazioni necessarie per eseguire la messa in funzione e la manutenzione del prodotto:

- istruzioni relative al funzionamento normale, all'avviamento e allo spegnimento;
- istruzioni per la manutenzione regolare, nonché per l'apertura sicura delle apparecchiature e delle installazioni;
- istruzioni per la pulizia, nonché per la rimozione di polvere e modalità di lavoro sicure;
- istruzioni per la ricerca guasti e per le misure da adottare in questi casi;

⁸ Con **attrezzature di lavoro** si intende qualsiasi macchina, impianto, apparecchio o utensile usato durante il lavoro. In questa categoria rientrano anche le installazioni e gli apparecchi tecnici (IAT) che non vengono direttamente impiegati per lavorare, ma che appartengono all'ambiente di lavoro (ad es. impianti di ventilazione, riscaldamento, illuminazione), così come i dispositivi di protezione individuale (DPI).

⁹ L'**area a rischio di esplosione** è un ambiente in cui l'atmosfera, a causa delle condizioni del luogo e dell'esercizio, può diventare esplosiva.

¹⁰ OASAE: Ordinanza del 2 marzo 1998 sugli apparecchi e i sistemi di protezione utilizzati in ambienti esplosivi (RS 734.6). Disponibile presso: UFCL, Distribuzione pubblicazioni, 3003 Berna.

¹¹ Per **apparecchi** si intendono le macchine, i materiali, i dispositivi fissi o mobili, gli organi di comando, la strumentazione e i sistemi di rilevazione e di prevenzione che, da soli o combinati, sono destinati alla produzione, al trasporto, al deposito, alla misurazione, alla regolazione e alla conversione di energia, ed alla trasformazione di materiale e che, per via delle potenziali sorgenti di innesco che sono loro proprie, rischiano di provocare un'esplosione.

¹² Sono considerati **sistemi di protezione** i dispositivi la cui funzione è bloccare sul nascere le esplosioni e/o circoscrivere la zona da esse colpita, che sono immessi separatamente sul mercato come sistemi con funzioni autonome.

- indicazioni sui rischi che richiedono l'adozione di misure, ad es. informazioni sulla possibile formazione di un'atmosfera esplosiva, onde evitare che il personale di servizio o altre persone possano provocare un innesco;
- indicazioni per la verifica di apparecchi e installazioni dopo l'applicazione delle misure di protezione.

■ Secondo l'Ordinanza sulla prevenzione degli infortuni e delle malattie professionali (OPI) il **datore di lavoro** è responsabile dell'attuazione delle misure di protezione contro le esplosioni sul **luogo di lavoro** (ad es. suddivisione in zone, cfr. punto 3.2, documento sulla protezione contro le esplosioni, cfr. punto 6.1). La Direttiva europea 1999/92/CE (ATEX 137) stabilisce i requisiti minimi da rispettare per migliorare la tutela della salute e la sicurezza dei lavoratori. Ogni Paese può emanare ulteriori prescrizioni in tal senso.

1.3 Parametri di tecnica della sicurezza

Per poter applicare le misure di protezione di cui sopra bisogna conoscere i parametri di tecnica della sicurezza delle sostanze infiammabili utilizzate.

Le sostanze infiammabili devono essere classificate come sostanze suscettibili di formare un'atmosfera esplosiva, a meno che non si riesca a dimostrare che a contatto con l'aria non sono in grado di alimentare autonomamente un'esplosione.

I parametri più importanti sono riportati nella scheda di sicurezza, nella pubblicazione Suva «Sicherheitstechnische Kenngrößen von Flüssigkeiten und Gasen» (codice 1469.d/f) o nel rapporto BIA¹³ «Brenn- und Explosionskenngrößen von Stäuben». Per ulteriori informazioni su questo argomento e sulla determinazione dei parametri rimandiamo alle seguenti pubblicazioni:

- «Sicherheitstests für Chemikalien»¹⁴ (quaderno ESCIS 1)
- «Bestimmen der Brenn- und Explosionskenngrößen»¹⁵ (opuscolo AISS n. 2018)

In caso di miscele di liquidi infiammabili non è possibile valutare il pericolo di esplosione tenendo conto soltanto dei parametri relativi ai singoli componenti. In questo caso bisogna considerare in primo luogo i componenti con basso punto di ebollizione (abbassamento del punto di infiammabilità).

Per elaborare le singole misure di protezione occorre ogni volta conoscere i parametri rilevanti.

1.4 Dispositivi di misura e regolazione

Le misure di tipo preventivo e costruttivo descritte più avanti possono essere attuate oppure monitorate mediante una serie di dispositivi di misura e regolazione. Ciò significa che è possibile applicare le misure di regolazione dei processi per i tre principi fondamentali di prevenzione contro le esplosioni:

- evitare le atmosfere esplosive
- impedire le fonti di innesco efficaci
- contenere gli effetti di un'esplosione.

L'**affidabilità** richiesta al sistema di controllo e regolazione è data dai risultati della stima dei rischi: essa dipende in particolar modo dalla probabilità che si formi un'atmosfera esplosiva pericolosa, dall'eventuale presenza di una fonte di innesco efficace e dalla gravità del danno.

I dispositivi di misura e regolazione possono attivare un dispositivo di allarme e/o provocare il **disinserimento automatico** di un impianto o di una macchina oppure avviare altre funzioni di emergenza. Il tipo di dispositivo e il suo funzionamento, ad es. meccanismi «fail safe»¹⁶ oppure tecniche di ridondanza¹⁷, nonché le misure derivanti dipendono dalla valutazione del rischio.

¹³ Il rapporto BIA «Brenn- und Explosionskenngrossen von Stäuben» può essere richiesto alla «Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften» (HVBG), Alte Heerstrasse 111, D-53757 Sankt Augustin.

¹⁴ Le pubblicazioni della Commissione di esperti per la sicurezza nell'industria chimica svizzera (ESCIS) possono essere richieste alla Suva, Settore chimica, Casella postale, 6002 Lucerna.

¹⁵ Gli opuscoli dell'Associazione internazionale di sicurezza sociale (IVSS/AISS) possono essere ordinati alla Suva, Servizio centrale clienti, Casella postale, 6002 Lucerna.

¹⁶ I meccanismi **fail safe** (sicurezza positiva) fanno sì che in caso di guasto di parti dell'impianto, l'impianto sia messo automaticamente in posizione di sicurezza.

¹⁷ Quando si applica in un sistema il criterio della **ridondanza** significa che sono disponibili componenti indipendenti aggiuntivi che consentono di mantenere un sistema in esecuzione anche se uno o più componenti non funzionano correttamente.

1.5 Misure per i casi di emergenza

Qualora un processo non si svolgesse come previsto, può rendersi necessaria l'applicazione di misure di protezione quali:

- il disinserimento di emergenza dell'intero impianto o di alcune sue parti;
- l'arresto del flusso di sostanze tra le diverse parti dell'impianto;
- la sommersione di parti dell'impianto con acqua oppure azoto.

In determinati punti bisogna installare dei **dispositivi di estinzione e raffreddamento** in numero sufficiente, ad es. estintori portatili, cassette e colonne portaestintori, idranti interni oppure impianti di spegnimento fissi. Questi luoghi devono essere opportunamente segnalati. I dispositivi di estinzione e raffreddamento devono poter essere azionati facilmente anche in caso di incendio. Se le condizioni lo consentono, in base alla norma di protezione antincendio¹⁸ dell'AICAA devono essere installati degli impianti antincendio, sprinkler oppure di rilevazione gas.

Per quanto concerne le misure tecniche di protezione antincendio necessarie per la costruzione di macchine la norma CEN di riferimento è «Sicherheit von Maschinen – Brandschutz»¹⁹ (EN 13478).

1.6 Misure edili

Con l'adozione di misure edili è possibile, da un lato, circoscrivere i pericoli di un'esplosione, dall'altro limitarne gli effetti sull'edificio.

Esempi di misure costruttive per incrementare la sicurezza:

- creare una compartimentazione antincendio²⁰ nei locali a rischio di esplosione;
- adottare misure di ritenuta affinché un'eventuale fuoriuscita di liquidi non possa invadere i locali adiacenti o le canalizzazioni;
- sigillare i passaggi per cavi, tubi, contenitori, ecc. in modo da impedire la propagazione di gas, liquidi, vapori o polveri infiammabili fuori dall'area a rischio di esplosione;
- dotare di sifoni le bocchette delle canalizzazioni (ad es. per il drenaggio del pavimento);
- separare le componenti dell'impianto a rischio, ad es. punti di rifornimento per liquidi infiammabili, locali pompe, stazioni di compressione da quelle meno a rischio, ad es. depositi;

- separare le componenti dell'impianto che emettono polveri, quali stazioni di insaccaggio, punti di carico/scarico sui nastri trasportatori, dalle parti chiuse dell'impianto, ad es. mediante pareti divisorie;
- sostituire le pareti ruvide con superfici lisce ed evitare le superfici orizzontali, ricettacolo di polveri;
- stabilire le distanze di sicurezza dagli edifici limitrofi;
- garantire l'evacuazione dei locali tramite le vie di fuga.

1.7 Possibili effetti di un'esplosione

Le fiamme che si sprigionano in un'atmosfera esplosiva possono raggiungere un volume dieci volte più grande di quello dell'atmosfera esplosiva prima della sua accensione. Se l'esplosione si propaga in una determinata direzione si possono formare delle fiamme lunghe.

Un'esplosione può arrecare danni all'ambiente circostante, ad es. rilasciando o innescando a sua volta altre sostanze infiammabili o pericolose.

In caso di esplosione è opportuno tenere conto di tutti i suoi possibili effetti:

- fiamme
- calore per irraggiamento
- onde d'urto
- proiezione di frammenti
- rilascio di sostanze pericolose.

¹⁸ Potete richiedere la norma di protezione antincendio all'Associazione degli istituti cantonali di assicurazione antincendio (AICAA), Bundesgasse 20, Casella postale 4081, 3001 Berna.

¹⁹ Potete richiedere le norme CEN presso il Centro svizzero d'informazione sulle regole tecniche (switec), Bürglistrasse 29, 8400 Winterthur.

²⁰ Con **compartmentazione antincendio** si intendono le aree dell'edificio separate da pareti e soffitti sufficientemente resistenti al fuoco (cfr. le Direttive di protezione antincendio dell'AICAA: «Baustoffe und Bauteile», «Flucht- und Rettungswege», «Schutzabstände – Brandabschnitte»; per le ordinazioni rivolgersi all'Associazione degli istituti cantonali di assicurazione antincendio (AICAA), Bundesgasse 20, Casella postale 4081, 3001 Berna).

Gli effetti dipendono dai seguenti fattori:

- proprietà chimiche, tossicologiche e fisiche delle sostanze rilasciate e dei prodotti di combustione
- quantità e confinamento dell'atmosfera esplosiva pericolosa
- geometria dell'ambiente circostante
- resistenza degli impianti e degli edifici
- dispositivi di protezione individuale utilizzati dal personale esposto
- proprietà fisiche degli oggetti esposti.

È possibile effettuare una stima dei probabili danni a persone o cose solo caso per caso.

Per quanto concerne gli impianti con grandi quantità di sostanze infiammabili e/o a rischio elevato, rimandiamo alle disposizioni contenute nell'«Ordinanza sulla protezione contro gli incidenti rilevanti» (OPIR²¹).

²¹ OPIR: Ordinanza sulla protezione contro gli incidenti rilevanti del 27 febbraio 1991 (RS 814.012), disponibile presso: UFCL, Distribuzione pubblicazioni, 3003 Berna.

2 Misure volte ad evitare o limitare la formazione di un'atmosfera esplosiva pericolosa

La formazione di un'atmosfera esplosiva pericolosa dipende dai seguenti fattori:

- presenza di una **sostanza infiammabile**;
- **grado di dispersione**²² della sostanza infiammabile (in caso di nebbie e polveri si può formare un'atmosfera esplosiva, a patto che la dimensione delle goccioline o delle particelle sia inferiore a 0,5 mm; per natura le sostanze presenti sotto forma di gas o vapori raggiungono già un grado di dispersione sufficiente);
- concentrazione della sostanza infiammabile nell'aria entro i **limiti superiore e inferiore di esplosione**²³;
- presenza di una **quantità sufficiente di atmosfera esplosiva** tale da provocare danni a persone o cose in caso di esplosione.

Se si prevede la formazione di un'atmosfera esplosiva pericolosa è possibile adottare una serie di misure il cui scopo è impedire o per lo meno limitare l'atmosfera esplosiva:

- **sostituzione** di liquidi facilmente infiammabili²⁴ o di gas e polveri infiammabili con altri incapaci di formare un'atmosfera esplosiva;
- **limitazione delle concentrazioni** all'interno delle installazioni, in modo che la concentrazione delle sostanze infiammabili sia mantenuta al di fuori dell'intervallo di esplosività;
- **inertizzazione** delle installazioni, in modo che il tenore di ossigeno sia inferiore al valore critico;
- **riduzione della pressione** per minimizzare il pericolo di esplosione e quindi evitare l'esplosione, oppure per ridurre la pressione massima di esplosione (cfr. punto 4);
- **utilizzo di sistemi confinati** per impedire che l'atmosfera esplosiva pericolosa possa manifestarsi all'esterno delle installazioni;

²² Il **grado di dispersione** è il parametro che misura la diffusione di una sostanza infiammabile nell'aria.

²³ L'**intervallo di esplosività** indica i limiti di concentrazione di una sostanza infiammabile nell'aria entro i quali può verificarsi un'esplosione.

²⁴ I **liquidi facilmente infiammabili** hanno un punto di infiammabilità inferiore a 30 °C.

- **misure di ventilazione** volte ad evitare o a limitare la formazione di un'atmosfera esplosiva;
- **monitoraggio delle concentrazioni** attorno alle installazioni mediante impianti di rilevazione gas che, in caso di necessità, attivano automaticamente ulteriori misure di protezione;
- **evitare l'accumulo di polveri** per impedire la formazione di un'atmosfera esplosiva provocata da una nube di polveri che si solleva e si disperde nell'aria.

2.1 Sostituzione

Spesso è possibile sostituire una sostanza infiammabile con un'altra **incapace di formare un'atmosfera esplosiva**. Le sostanze sostitutive più adeguate sono:

- soluzioni acquose;
- idrocarburi alogenati ininfiammabili;
- solventi o miscele con punto di infiammabilità²⁵ superiore a 30 °C oppure con un punto di infiammabilità chiaramente superiore alla temperatura di lavorazione (differenza tra il punto di infiammabilità e la temperatura di lavorazione pari a 15 °C per le miscele e a 5 °C per i liquidi puri).
Gli impianti in cui vengono riscaldati liquidi infiammabili devono essere equipaggiati con un dispositivo di sicurezza indipendente dalla regolazione della temperatura (ad es. limitatore della temperatura con disinserimento automatico dell'impianto di riscaldamento) che impedisca di oltrepassare il limite massimo consentito. Va detto che il criterio del punto di infiammabilità non è applicabile per i liquidi infiammabili in forma nebulizzata (aerosol), in quanto essi sono in grado di esplodere anche a temperature inferiori al loro punto di infiammabilità allo stato liquido;
- cariche minerali ininfiammabili;
- materiale meno polveroso e a granulometria grossa (però bisogna considerare l'eventualità di un'abrasione);
- preparati pastosi o abbattimento delle polveri con acqua, in modo da impedire la loro sospensione nell'aria.

2.2 Limitazione delle concentrazioni

Affinché la **concentrazione dei vapori rimanga al di sotto del limite inferiore di esplosione**, la temperatura del liquido deve essere inferiore al punto di infiammabilità di **almeno 15°C nel caso di miscele** e di **almeno 5°C nel caso di un liquido puro**.

Se, come misura di protezione, la **concentrazione dei vapori viene mantenuta a un livello al di sopra del limite superiore d'esplosione**²⁶ all'interno di un'apparecchiatura, ciò implica il monitoraggio di tale misura, in quanto durante l'avviamento e l'arresto dell'impianto **si attraversa il campo di esplosione**. Il monitoraggio, effettuato mediante impianti di rilevazione gas o regolatori di flusso, deve essere accompagnato da altri dispositivi di allarme, di protezione o da funzioni di emergenza automatiche.

Il calcolo della concentrazione in base alla pressione di vapore (ad es. negli impianti di distillazione) non è affidabile, in quanto le miscele non sono sempre omogenee. Nei grandi serbatoi la concentrazione può variare in funzione della distanza dalla superficie del liquido e quindi può trovarsi in un punto qualsiasi all'interno del campo di esplosione.

Per le miscele di polveri-aria i limiti inferiore e superiore di esplosione sono raramente di utilità pratica, in quanto è abbastanza raro che si formino miscele omogenee. Per evitare la formazione di nubi di polveri si può bagnare la sostanza con liquidi non infiammabili.

2.3 Inertizzazione

Con inertizzazione si intende l'aggiunta di sostanze inerti²⁷ allo scopo di evitare la formazione di un'atmosfera esplosiva, ad es. sostituendo in parte l'ossigeno con gas inerti in uno spazio limitato. L'inertizzazione con gas

²⁵ Il **punto di infiammabilità** è la temperatura più bassa alla quale un liquido infiammabile emette vapori in quantità tale che, miscelati con l'aria, possono incendiarsi in presenza di una fonte di innesco (per conoscere i punti di infiammabilità potete consultare la guida Suva «Sicherheitstechnische Kenngrößen von Flüssigkeiten und Gasen», codice 1469.d/f, disponibile solo in tedesco e francese).

²⁶ I **limiti di esplosione** contraddistinguono l'intervallo di esplosività. Il limite inferiore di esplosione (LIE) e il limite superiore di esplosione (LSE) indicano rispettivamente il limite inferiore e superiore di concentrazione di una sostanza infiammabile presente sotto forma di gas, vapori, nebbia e/o polveri a contatto con l'aria, nella quale dopo l'innesco una fiamma indipendente dalla fonte di ignizione non può più propagarsi autonomamente.

²⁷ Le **sostanze inerti** non prendono parte alle reazioni chimiche dell'esplosione.

inerti si basa sul principio della riduzione del tenore di ossigeno nell'atmosfera in modo che la miscela combustibile-aria-gas inerti non sia più potenzialmente esplosiva.

La concentrazione di ossigeno massima consentita si ricava dalla concentrazione limite di ossigeno²⁸ una volta dedotto un margine di sicurezza. La maggior parte delle miscele combustibile-aria non può essere accesa se il tenore volumetrico di ossigeno è inferiore a 8% (a 4% vol. per le miscele di idrogeno-aria e di monossido di carbonio-aria). Per l'inertizzazione si utilizzano solitamente azoto o biossido di carbonio.

L'allontanamento dell'ossigeno avviene in due fasi:

- 1 ricambio dell'atmosfera del recipiente o dell'impianto prima di iniziare a lavorare aspirando prima l'aria e sostituendola con l'azoto;
- 2 mantenimento del basso tenore di ossigeno all'interno del recipiente durante lo svolgimento del lavoro, compensando la perdita di gas inerte.

L'efficacia dell'**inertizzazione** nelle installazioni deve essere **monitorata** con un rilevatore di ossigeno, a meno che non sia garantita dalle condizioni del processo.

I metodi e gli strumenti per impedire la formazione di una miscela esplosibile negli impianti chimici di produzione sono descritti nella pubblicazione «Inertisierung»²⁹ (quaderno 3 della collana ESCIS).

2.4 Sistemi confinati

Gli impianti per il trattamento di sostanze infiammabili che sono stati concepiti come sistemi confinati presentano il vantaggio di non consentire la fuoriuscita di gas e vapori, nonché il deposito di polveri infiammabili al loro esterno.

Per impedire la fuoriuscita di sostanze possono essere adottate le seguenti misure:

- riempimento e svuotamento di recipienti attraverso condotte
- recupero dei vapori
- condotta di compensazione delle pressioni che sbocca in un punto non pericoloso all'aperto
- immissione e scarico delle sostanze mediante chiuse
- condotte saldate
- apparecchi a tenuta tecnica duratura.

Per ridurre le perdite ed impedire la propagazione di sostanze infiammabili bisogna adottare le seguenti misure:

- ridurre al minimo il numero e le dimensioni dei giunti di collegamento smontabili;
- garantire l'integrità delle tubature, ad es. **proteggendole contro gli agenti meccanici e termici** o scegliendo una corretta ubicazione;
- ridurre al minimo l'uso di tubi flessibili.

Prima della messa in funzione, dopo una lunga interruzione, in seguito a riparazioni o interventi di manutenzione bisogna sempre verificare la tenuta dell'impianto.

Se, in caso di funzionamento aperto, gli impianti concepiti come sistemi confinati possono rappresentare un pericolo, bisogna fare in modo che possano essere azionati solo in modalità chiusa, ad es. con un dispositivo di blocco.

2.5 Misure di ventilazione

Applicando delle misure di ventilazione è possibile limitare l'atmosfera esplosiva nelle immediate vicinanze di impianti, installazioni e simili e quindi circoscrivere la zona a rischio di esplosione.

Per poter progettare un impianto di ventilazione efficiente occorre tenere conto in primo luogo della potenza massima e della frequenza della fonte, nonché delle proprietà di gas, liquidi oppure polveri infiammabili.

La ventilazione può essere di due tipi:

- naturale
- artificiale (ventilazione del locale oppure aspirazione alla fonte).

Un **impianto di ventilazione artificiale** si rivela indispensabile:

- in caso di lavorazione e manipolazione di sostanze infiammabili suscettibili di formare un'atmosfera esplosiva in **un sistema aperto**;

²⁸ La **concentrazione limite di ossigeno** è la concentrazione massima di ossigeno in una miscela composta di una sostanza infiammabile con aria e gas inerte, nella quale non si verifica un'esplosione in condizioni di prova determinate.

²⁹ Le pubblicazioni della Commissione di esperti per la sicurezza nell'industria chimica svizzera (ESCIS) possono essere richieste alla Suva, Settore chimica, Casella postale, 6002 Lucerna.

- in caso di stoccaggio di liquidi infiammabili con punto di infiammabilità inferiore a 30 °C e di gas infiammabili più pesanti dell'aria **nel sottosuolo**.

La ventilazione artificiale è indispensabile per garantire un flusso d'aria maggiore e continuo e una maggiore precisione nel convogliamento dell'aria rispetto alla ventilazione naturale. Alcuni esempi di calcolo delle prestazioni di un impianto di ventilazione sono contenuti nell'allegato B della norma EN 60079-10³⁰ (Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche – Teil 10: Einteilung der explosionsgefährdeten Bereiche).

Solitamente è preferibile l'aspirazione alla fonte rispetto alla ventilazione artificiale del locale perché più efficiente e meno costosa. In presenza di polveri, le misure di ventilazione offrono una sufficiente protezione se l'aspirazione avviene alla fonte e se si impediscono pericolosi accumuli di polvere. Quando si effettua l'aspirazione bisogna considerare che la velocità dell'aria subisce un brusco calo all'esterno della bocchetta di aspirazione. Ad una distanza pari al diametro della bocchetta, la velocità dell'aria non è che una piccola percentuale di quella all'interno del tubo di aspirazione.

Le misure di ventilazione adottate per tutelare la salute dei lavoratori spesso soddisfano anche le condizioni necessarie alla prevenzione delle esplosioni.

I vapori dei liquidi infiammabili e i gas più pesanti dell'aria devono essere aspirati dal punto di fuoriuscita e/o a livello del pavimento. I gas più leggeri dell'aria (ad es. idrogeno e metano) devono essere evacuati dal locale mediante bocchette di scarico poste a livello del soffitto.

Con la semplice forza di gravità non è possibile separare una miscela nelle sue componenti leggere e pesanti. I vapori e i gas pesanti tendono a scendere e a diffondersi sul terreno. Possono propagarsi ed accendersi anche a notevole distanza.

L'aspirazione con un ventilatore di estrazione è preferibile rispetto all'immissione d'aria. Infatti, solo in questo modo è possibile evacuare senza pericolo l'aria viziata.

Il corretto dimensionamento dell'impianto di ventilazione (ossia bilanciando i flussi d'aria immessa ed aspirata) deve impedire che un'eventuale atmosfera esplosiva possa estendersi ai settori limitrofi non esposti al rischio di esplosione, ad es. mediante una leggera depressione.

Soprattutto quando i locali sono ventilati naturalmente, bisogna far sì che in ogni ambiente la ventilazione avvenga trasversalmente, ossia mediante aperture ubicate su due fronti contrapposti.

L'aria aspirata deve essere evacuata senza correre alcun rischio; se viene immessa in un impianto di combustione, occorre adottare particolari misure per evitare il pericolo di innesco, ad es. mediante dispositivi di isolamento (cfr. punto 4.4). Se l'aria espulsa è inquinata, bisogna osservare le disposizioni contenute nell'«Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico»³¹.

Se l'aria viene aspirata da una zona a rischio di esplosione per mezzo di ventilatori, bisogna adottare particolari misure di protezione contro il pericolo di innesco in base alle zone in cui si trovano i ventilatori (cfr. punto 3.2).

2.6 Monitoraggio delle concentrazioni

Con il monitoraggio delle concentrazioni nelle immediate vicinanze di installazioni e impianti è possibile restringere la zona a rischio di esplosione, a condizione che i rilevatori di gas attivino automaticamente altri strumenti di protezione.

Un rilevatore di gas deve soddisfare una serie di condizioni ben precise:

- è indispensabile sapere quale rischio presenta la parte dell'impianto da monitorare, in modo da scegliere il rilevatore più idoneo alla situazione;
- **il rilevatore di gas deve attivare automaticamente ulteriori dispositivi di protezione, ad es. disattivazione delle fonti di innesco, ventilazione d'emergenza, arresto automatico dell'impianto e simili;**
- in caso di guasto o di mancato funzionamento dell'impianto di rilevazione gas, al raggiungimento della soglia di allarme (ad es. 10 % del limite inferiore d'esplosione LIE) devono attivarsi automaticamente dei dispositivi complementari di protezione previsti;
- il tempo di risposta del sistema deve essere tale da impedire un'accensione dell'atmosfera esplosiva;

³⁰ La norma IEC/EN 60079-10 è disponibile presso l'IEC (www.iec.ch) oppure presso Electrosuisse (SEV), Luppmenstrasse 1, 8320 Fehraltorf.

³¹ L'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIA) del 16 dicembre 1985 (RS 814.318.142.1) può essere ordinata al seguente indirizzo: UFCL, Distribuzione pubblicazioni, 3003 Berna.

- la concentrazione alla quale deve scattare l'impianto di rilevazione gas deve essere impostata ad un livello sufficientemente basso. Negli ambienti in cui sostano le persone, una soglia di allarme elevata non deve costituire un pericolo per la loro salute;
- negli ambienti in cui si può formare un'atmosfera esplosiva deve essere installato un numero sufficiente di sensori;
- l'impianto di rilevazione gas deve essere sottoposto periodicamente a manutenzione da parte di personale specializzato; inoltre, bisogna verificare se l'impianto reagisce alla soglia di allarme prevista e se i dispositivi automatici di emergenza funzionano correttamente;
- i dispositivi complementari di protezione devono poter essere azionati manualmente in qualsiasi momento.

Inoltre, bisogna osservare le disposizioni contenute nella Direttiva di protezione antincendio «Gasmeldeanlagen»³² dell'Associazione degli istituti cantonali di assicurazione antincendio.

2.7 Evitare i depositi di polveri

Per impedire che il sollevamento di depositi di polveri possa formare un'atmosfera esplosiva, le attrezzature di lavoro e l'ambiente stesso devono essere progettati in modo tale da evitare il più possibile l'accumulo di polveri infiammabili. A tale scopo occorre osservare i seguenti punti:

- rivestimento di elementi costruttivi;
- inclinazione delle superfici su cui si formano strati di polveri
- impiego di superfici lisce che riducono l'adesione della polvere alla superficie e facilitano la pulizia;
- i sistemi di trasporto e i separatori di polveri si ispirano ai principi di dinamica dei fluidi con particolare attenzione per la distribuzione delle condotte, la velocità di flusso e la rugosità della superficie.

³² La Direttiva per la protezione antincendio «Gasmeldeanlagen» può essere ordinata presso l'Associazione degli istituti cantonali di assicurazione antincendio (AICAA), Bundesgasse 20, Casella postale 4081, 3001 Berna.

3 Misure volte ad impedire l'innesco di un'atmosfera esplosiva pericolosa

In linea generale, è impossibile impedire del tutto la formazione di un'atmosfera esplosiva. Per questo motivo bisogna adottare una serie di **misure volte ad impedire l'innesco di un'atmosfera esplosiva pericolosa**.

Per poter valutare la portata di tali misure bisogna considerare la probabilità che si formi un'atmosfera esplosiva.

3.1 Aree in cui possono formarsi atmosfere esplosive

Art. 7 ATEX 137

- (1) Il datore di lavoro ripartisce in zone le aree in cui possono formarsi atmosfere esplosive.
- (2) Il datore di lavoro assicura che per le aree siano applicate le misure di protezione tecniche e organizzative.
- (3) Se necessario, le aree in cui possono formarsi atmosfere esplosive in quantità tali da mettere in pericolo la sicurezza e la salute dei lavoratori sono indicate da segnali nei punti di accesso³³.

3.2 Zone

La suddivisione dei luoghi di lavoro in zone è uno strumento di protezione contro le esplosioni. In virtù di tale classificazione è più facile capire in quali ambienti di lavoro bisogna evitare la presenza di fonti di innesco efficaci e qual è la probabilità che si formi una miscela esplosiva in caso di estrazione, produzione, lavorazione, stoccaggio, travaso e trasporto di gas, liquidi o polveri infiammabili.

³³ Nelle aree in cui possono formarsi atmosfere esplosive deve essere apposto un segnale di pericolo con la **marcatura «Ex»** (ad es. codice Suva 1729/90).

Un'atmosfera esplosiva può formarsi nelle seguenti condizioni:

- in presenza di gas infiammabili
- in presenza di liquidi infiammabili
 - con punto di infiammabilità inferiore a 30°C
 - riscaldati oltre il loro punto di infiammabilità
 - nebulizzati
- in presenza di polveri infiammabili con granulometria inferiore a 0,5 mm.

Le aree a rischio di esplosione sono ripartite in zone in base alla

- **frequenza** e
- **alla durata**

della presenza di atmosfere esplosive nel seguente modo:

■ **zone per gas, vapori e nebbie infiammabili**

ALLEGATO I/2 ATEX 137

Zona 0

Area in cui è presente in permanenza o **per lunghi periodi** o spesso un'atmosfera esplosiva consistente in una miscela di aria e sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapore o nebbia.

Zona 1

Area in cui **occasionalmente** durante le normali attività è probabile la formazione di un'atmosfera esplosiva consistente in una miscela di aria e sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapore o nebbia.

Zona 2

Area in cui durante le normali attività non è probabile la formazione di un'atmosfera esplosiva consistente in una miscela di aria e di sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapore o nebbia e, qualora si verifichi, sia unicamente **di breve durata**.

■ **zone per polveri infiammabili**

ALLEGATO I/2 ATEX 137

Zona 20

Area in cui è presente in permanenza o per **lunghi periodi** o spesso un'atmosfera esplosiva sotto forma di nube di polvere combustibile nell'aria.

Zona 21

Area in cui **occasionalmente** durante le normali attività è probabile la formazione di un'atmosfera esplosiva sotto forma di nube di polvere combustibile nell'aria.

Zona 22

Area in cui durante le normali attività non è probabile la formazione di un'atmosfera esplosiva sotto forma di nube di polvere combustibile e, qualora si verifichi, sia unicamente **di breve durata**.

Note

1. Strati, depositi e accumuli di polveri infiammabili devono essere considerati come qualsiasi altra fonte che possa formare un'atmosfera esplosiva.
2. Per normali attività si intende la situazione in cui gli impianti sono utilizzati entro i parametri progettuali.
3. Nelle zone 2 e 22 la formazione di un'atmosfera esplosiva è poco probabile. Tuttavia, può manifestarsi:
 - in condizioni anormali (ad es. guasti) oppure
 - raramente in condizioni normali di lavoro (ossia qualche volta in un anno) e solo brevemente, ossia con una durata inferiore a due ore.

Osservazioni generali in merito alla classificazione in zone.

Zona 0

L'interno di serbatoi, impianti, apparecchiature e tubi viene solitamente classificato come zona 0.

Per essere tale la zona 0 deve soddisfare i requisiti ad essa specifici.

Zona 1

Si è normalmente in presenza della zona 1:

- nelle immediate vicinanze della zona 0
- nelle immediate vicinanze delle aperture di alimentazione
- nelle immediate vicinanze dei dispositivi di riempimento e svuotamento
- nelle immediate vicinanze di premistoppa con scarsa tenuta (ad es. su pompe e valvole)
- nelle immediate vicinanze di apparecchi molto fragili.

La zona 1 può essere applicata alle aziende chimiche e farmaceutiche:

- nelle apparecchiature e negli impianti inertizzati (secondo le regole di buona tecnica, cfr. punto 2.3)
- nelle tubazioni e nelle condutture riempite completamente di liquidi durante le normali attività.

Zona 2

Si è normalmente in presenza della zona 2:

- nelle immediate vicinanze delle zone 0 o 1
- nelle immediate vicinanze delle valvole di sicurezza
- nei depositi di liquidi e gas infiammabili contenuti in recipienti chiusi.

La zona 2 può essere applicata nei reparti di fabbricazione delle industrie chimiche e farmaceutiche, una volta soddisfatte le seguenti condizioni:

- gli impianti devono essere sorvegliati in modo affidabile;
- deve essere presente un impianto di ventilazione per far fronte ad anomalie prevedibili;
- si lavora in apparecchiature chiuse.

Zona 20

In linea generale, la zona 20 riguarda l'interno di recipienti, tubature, apparecchiature ecc. L'avverbio «spesso» è inteso nel senso di «prevalente dal punto di vista temporale».

Zona 21

La zona 21 comprende, tra le altre cose, i seguenti luoghi:

- l'interno di apparecchiature e impianti inertizzati (secondo le regole di buona tecnica, cfr. punto 2.3);
- i luoghi nelle immediate vicinanze di stazioni di carico e scarico di polveri;
- i luoghi in cui possono formarsi dei depositi di polvere e una concentrazione esplosiva di polveri infiammabili in miscela con l'aria durante le normali attività.

Zona 22

La zona 22 può comprendere vari luoghi, ad es. le immediate vicinanze di apparecchi contenenti polveri che potrebbero fuoriuscire a causa di una scarsa tenuta e quindi formare dei cumuli in quantità pericolose.

Con la suddivisione in zone si stabilisce il grado di probabilità con cui si può formare un'atmosfera esplosiva. Successivamente, occorre valutare l'estensione della zona in cui è probabile la formazione di tale atmosfera. Per far questo, bisogna considerare innanzitutto la fonte di pericolo, ossia il luogo in cui l'atmosfera esplosiva può manifestarsi.

Estensione della zona a rischio di esplosione

Al momento di determinare l'estensione della zona a rischio di esplosione (= distanza dalla probabile fonte di pericolo) bisogna osservare quanto segue:

- **quantità e comportamento** di gas, vapori, nebbia e polveri. Per determinare l'estensione della zona a rischio di esplosione sono importanti i seguenti fattori:
 - quantità della sostanza fuoriuscita;
 - la **forza della sorgente**, ad es. il volume movimentato per unità di tempo durante il riempimento di un recipiente;
 - le dimensioni della **superficie** data o prevedibile dalla quale evapora un liquido facilmente infiammabile;
 - la propagazione di gas e vapori, in particolar modo la loro **densità**; tutti i vapori e i gas sono più pesanti dell'aria e tendono a diffondersi a livello del suolo (fanno eccezione acetilene, ammoniaca, acido cianidrico, etilene, ossido di carbonio, metano e idrogeno).

Il limite inferiore di quantità considerata pericolosa di un'atmosfera esplosiva è fissato a 10 litri.

■ Misure volte a limitare la diffusione di atmosfere esplosive

Misure relative alle apparecchiature e alla costruzione

In linea generale, l'inserimento di strutture fisse, ad es. pareti, muri di protezione pieni o vasche di ritenzione, serve a circoscrivere la zona a rischio di esplosione.

Le aree non a rischio di esplosione, ad es. anticamere e vani scala, devono essere separate dalle aree adiacenti che, invece, sono esposte a tale rischio. La separazione deve avvenire, ad esempio, tramite:

- chiuse
- porte a chiusura automatica
- serrande tagliafuoco.

I locali in cui sono presenti apparecchiature elettriche, di analisi e di controllo (ossia, negli ambienti in cui per motivi di lavoro si formano frequentemente fonti di innesco), i cui accessi danno su una zona 1, devono essere pressurizzati. La differenza di pressione deve essere

monitorata costantemente e collegata ad un impianto di allarme. Lo scopo è evitare che l'atmosfera esplosiva possa invadere i locali in cui sono presenti apparecchiature elettriche e di analisi (cfr. norma IEC 60079-13).

Il confine tra una zona a rischio di esplosione e un'altra non a rischio è determinato spesso dal sistema di **ventilazione**.

■ **Ulteriori fattori da considerare:**

- temperatura e pressione della sostanza infiammabile e dell'ambiente circostante
- convezione termica e diffusione
- organizzazione aziendale.

Gli esempi di suddivisione delle aree a rischio di esplosione in zone sono riportati nell'allegato.

In tutte le zone bisogna escludere la presenza di qualsiasi fonte di innesco efficace; in caso contrario, bisogna adottare misure di protezione volte ad escludere il rischio di innesco.

3.3 Evitare le fonti d'innesco

Nelle zone a rischio di esplosione vanno innanzi tutto **evitate e allontanate le fonti d'innesco**. Se ciò non è possibile, è necessario adottare delle misure che le rendano inefficaci o che riducano la probabilità che si attivino.

Categorie di apparecchi

Salvo diversamente indicato nel documento sulla protezione contro le esplosioni (cfr. punto 6.1) sulla base di una stima del rischio, in tutti i luoghi in cui possono essere presenti atmosfere esplosive vanno impiegati apparecchi e sistemi di protezione conformi ai gruppi di apparecchi³⁴ e alle categorie di apparecchi indicati nell'OASAE³⁵.

Le categorie del gruppo di apparecchi II sono definite come segue (cfr. tabella 1).

- La **categoria 1** comprende gli apparecchi progettati per funzionare conformemente ai parametri operativi stabiliti dal fabbricante e garantire un **livello di protezione molto elevato**.

Gli apparecchi di questa categoria sono destinati ad ambienti in cui sono presenti sempre, spesso o per lunghi periodi atmosfere esplosive dovute a miscele di aria e gas, vapori, nebbie o miscele di aria e polveri (zona 0 e zona 20).

Gli apparecchi di questa categoria devono assicurare il livello di protezione richiesto anche **in caso di guasto eccezionale** dell'apparecchio e sono caratterizzati da mezzi di protezione tali che

- in caso di guasto di uno dei mezzi di protezione, almeno **un secondo mezzo indipendente** assicuri il livello di sicurezza richiesto, oppure
- al verificarsi di due guasti indipendenti l'uno dall'altro, sia garantito il livello di sicurezza richiesto.

- La **categoria 2** comprende gli apparecchi progettati per funzionare conformemente ai parametri operativi stabiliti dal fabbricante e garantire un **livello di protezione elevato**.

Gli apparecchi di questa categoria sono destinati ad ambienti in cui vi è probabilità che si manifestino atmosfere esplosive dovute a gas, vapori, nebbie o miscele di aria e polveri (zona 1 e zona 21).

I mezzi di protezione relativi agli apparecchi di questa categoria garantiscono il livello di protezione richiesto anche in presenza di anomalie ricorrenti o **difetti di funzionamento degli apparecchi di cui occorre abitualmente tener conto**.

- La **categoria 3** comprende gli apparecchi progettati per funzionare conformemente ai parametri operativi stabiliti dal fabbricante e garantire un **livello di protezione normale**.

Gli apparecchi di questa categoria sono destinati ad ambienti in cui vi sono scarse probabilità che si manifestino, e comunque solo per breve tempo, atmosfere esplosive dovute a gas, vapori, nebbie o miscele di aria e polveri (zona 2 e zona 22).

³⁴ Il **gruppo di apparecchi I** comprende gli apparecchi destinati ai lavori in sotterraneo nelle miniere e nei loro impianti di superficie che potrebbero essere esposti al rischio di sprigionamento di grisù e/o di polveri combustibili. Il **gruppo di apparecchi II** comprende gli apparecchi destinati ad essere utilizzati in altri siti che potrebbero essere messi in pericolo da atmosfere esplosive.

³⁵ OASAE (94/9/CE): Ordinanza del 2 marzo 1998 sugli apparecchi e i sistemi di protezione utilizzati in ambienti esplosivi (RS 734.6), per ordinazioni: Ufficio federale delle costruzioni e della logistica (UFCL), Distribuzione pubblicazioni, 3003 Berna

Categoria apparecchi	Utilizzo nelle zone		Livello di protezione richiesto	Garanzia di sicurezza
	gas vapori nebbie	polveri		
Categoria 1	zona 0 zona 1 zona 2	zona 20 zona 21 zona 22	molto elevato	anche in caso di guasti eccezionali
Categoria 2	zona 1 zona 2	zona 21 zona 22	elevato	in caso di guasti prevedibili
Categoria 3	zona 2	zona 22	normale	a funzionamento normale

Tabella 1: apparecchi e sistemi di protezione autorizzati del gruppo di apparecchi II.

Gruppo di apparecchi I: gli apparecchi delle categorie M1 e M2 sono destinati ai lavori in sotterraneo nelle miniere e nei loro impianti di superficie, dove esiste pericolo di esplosione di grisou o di polveri infiammabili.

Nota:

Un attestato di esame del tipo è necessario per:

- apparecchi elettrici delle categorie 1 e 2,
- apparecchi non elettrici della categoria 1.

In modo particolare, nelle differenti zone vanno usate le seguenti categorie di apparecchi che possono essere impiegate anche in presenza di gas, vapori, nebbie (G) o polveri (D):

- nella zona 0: categoria di apparecchi 1G
- nella zona 1: categoria di apparecchi 2G o 1G
- nella zona 2: categoria di apparecchi 3G, 2G o 1G
- nella zona 20: categoria di apparecchi 1D
- nella zona 21: categoria di apparecchi 2D o 1D
- nella zona 22: categoria di apparecchi 3D, 2D o 1D.

Se si utilizzano apparecchi o sistemi di protezione al di fuori delle **condizioni atmosferiche** (temperatura da -20 a +60°C; pressione da 0,8 a 1,1 bar, secondo la Guida alla direttiva ATEX 95) e se non si dispone di un'autorizzazione del fabbricante, prima della messa in esercizio l'utente deve effettuare un'analisi del rischio.

Fonti d'innesco e misure di protezione

Tra le numerose fonti d'innesco, le seguenti sono per esperienza rilevanti:

- **fiamme**
- **superfici calde**
- **apparecchiature elettriche**
- **elettricità statica**
- **scintille di origine meccanica**
- **fulmini**
- **reazioni chimiche**

Gli apparecchi non elettrici devono osservare le norme europee vigenti³⁶ «Apparecchi non elettrici per atmosfere potenzialmente esplosive », da EN 13463-1 a EN 13463-8 (cfr. punto 7).

Fiamme

Anche le fiamme di piccolissima dimensione e le perle di saldatura³⁷ che si formano durante la saldatura e il taglio sono considerate tra le fonti di innesco più efficaci.

Tali fonti di innesco sono vietate nelle zone 0 e 20; nelle zone 1, 2, 21 o 22 sono permesse solo se sono state adottate opportune misure tecniche e organizzative speciali (ad es. separazione di particelle incandescenti e sistemi con fiamme chiuse). Nei lavori che producono scintille bisogna fare particolare attenzione alle scintille (a seconda dell'altezza dei posti di lavoro e della pressione dell'ossigeno nel cannello da taglio). Le fiamme possono essere causate anche da braci.

Braci

Le braci possono formarsi in depositi di polvere a causa di perle di saldatura, scintille durante la lavorazione meccanica o superfici calde.

Nelle aree in cui può accumularsi la polvere devono essere adottate misure volte ad evitare la formazione di braci (cfr. punto 2.7), per esempio:

³⁶ Potete richiedere le norme CEN presso il Centro svizzero d'informazione sulle regole tecniche (switec), Bürglistrasse 29, 8400 Winterthur. Va considerata sempre l'ultima versione delle norme europee.

³⁷ Le **perle di saldatura** sono paragonabili a scintille con superficie molto grande.

- rimuovendo i depositi di polvere prima di iniziare lavori che producono scintille;
- umidificando le superfici;
- utilizzando rilevatori di scintille e impianti di spegnimento.

Superfici calde

Oltre a superfici calde facilmente individuabili come radiatori, essicatoi e serpentine di riscaldamento, anche i processi meccanici (per es. freni su mezzi per il trasporto interno e centrifughe, parti calde dovute a lubrificazione insufficiente) e la lavorazione con asportazione di truciolo possono riscaldare le superfici in modo pericoloso.

Nelle zone 1 e 2 la temperatura delle superfici non deve essere superiore alla temperatura di accensione³⁸ del materiale in questione. Nella zona 0 la temperatura delle superfici deve essere inferiore del 20 % rispetto alla temperatura di accensione; se, ad esempio, quest'ultima è di 200°C, la temperatura massima della superficie deve essere di 160°C. Una misura appropriata consiste, ad esempio, nel ricorrere ad un dispositivo che limiti la temperatura della superficie e spenga il riscaldamento prima che venga raggiunta la temperatura di accensione.

Per semplicità (in modo particolare per il controllo di apparecchiature elettriche) le temperature di accensione per gas e vapori vengono suddivise in classi di temperatura secondo la seguente tabella:

Temperatura di accensione di gas e vapori (°C)	Temperatura massima di superficie (valore limite della temperatura)	Classe di temperatura
oltre 450	450	T 1
300–450	300	T 2
200–300	200	T 3
135–200	135	T 4
100–135	100	T 5
85–100	85	T 6

Tabella 2: classi di temperatura

La classe di temperatura va indicata in caso di ripartizione in zone che concernono gas o liquidi infiammabili delle classi di temperatura T 4, T 5 o T 6.

Nelle zone 20, 21 e 22 le temperature di tutte le superfici che potrebbero entrare in contatto con nubi di polvere non devono superare i due terzi della

temperatura minima di accensione della relativa nube di polvere³⁹. Inoltre, le temperature di superfici sulle quali si può depositare polvere devono essere inferiori di almeno 75°C rispetto alla temperatura minima di accensione dello strato di polvere⁴⁰.

I depositi di polvere hanno un effetto isolante e impediscono la dissipazione del calore nell'ambiente. Più lo strato di polvere è spesso minore è la dispersione di calore. Questo può portare ad un ristagno di calore e di conseguenza ad un ulteriore aumento della temperatura. Lo strato di polvere può addirittura prendere fuoco. Le apparecchiature elettriche che possono essere azionate in modo sicuro in atmosfere esplosive di aria e gas non sono necessariamente adatte ad essere utilizzate in zone a rischio di esplosione di polveri.

Apparecchiature elettriche

Nelle apparecchiature elettriche le fonti d'innesco possono essere scintille elettriche, superfici calde, archi elettrici e correnti di fuga. La bassa tensione (ad es. inferiore a 50 V) offre solo protezione dalle scosse elettriche, ma non rappresenta in alcun caso una protezione dalle esplosioni.

Le apparecchiature elettriche devono essere pianificate, installate ed essere sottoposte a manutenzione conformemente alle vigenti norme europee⁴¹ (in modo particolare EN 50014 - 50021, 50028, 50039, 50281-1 e 50284) e alle norme tecniche dell'ASE sulle installazioni a bassa tensione (NIN⁴¹, SN-SEV 1000) o alla norma IEC/EN 60079-14 «Impianti elettrici nei luoghi con pericolo d'esplosione per la presenza di gas» (cfr. punto 7).

Nelle zone a rischio di esplosione possono essere impiegate apparecchiature elettriche protette e contrassegnate secondo le norme con i seguenti metodi di protezione⁴²:

³⁸ La **temperatura di accensione** (temperatura di autoaccensione di un gas o di un liquido infiammabile) è la temperatura più bassa rilevata secondo una procedura di prova standard, alla quale una miscela di vapore e aria o di gas e aria prende fuoco (cfr. codice Suva 1469.d).

³⁹ La **temperatura minima di accensione di una nube di polvere** è la temperatura più bassa (rilevata in condizioni di prova standard) di una superficie calda alla quale s'incendia la miscela più infiammabile di polvere e aria.

⁴⁰ La **temperatura minima di accensione di uno strato di polvere** è la temperatura più bassa (rilevata in condizioni di prova standard) di una superficie calda alla quale s'incendia uno strato di polvere.

⁴¹ Le norme CENELEC e NIN possono essere ordinate presso Electrosuisse (SEV), Luppmenstrasse 1, 8320 Fehraltorf.

⁴² Il **metodo di protezione** è una misura particolare adottata per le apparecchiature al fine di evitare l'innesco di un'atmosfera esplosiva circostante.

■ **zona 0**

sicurezza intrinseca «ia»⁴³, incapsulamento «ma» e determinate combinazioni di metodi di protezione nonché apparecchiature che corrispondono alla norma IEC 60079-26;

■ **zona 1**

in più: immersione in olio «o», immersione sotto sabbia «q», custodia a prova di esplosione «d»⁴³, sicurezza intrinseca «ib»⁴³, sicurezza aumentata «e», incapsulamento «mb» e sovrappressione interna «p» (px, py e pz);

■ **zona 2**

in più: apparecchiature che non sprigionano scintille «n» (nA, nC, nR e nL);

■ **zona 20**⁴⁴

sicurezza intrinseca «iaD», incapsulamento «mD», protezione dell'involucro «tD» o IP 6X (grado di protezione degli involucri⁴⁵) con limitazione della temperatura;

■ **zona 21**⁴⁴

in più: IP 6X (per es. IP 65) e sovrappressione interna «pD»;

■ **zona 22**⁴⁴

in più: IP 5X (per es. IP 54), se la polvere non è conduttiva.

Edifici e impianti con zone a rischio di esplosione devono essere collegati ad un interruttore differenziale FI. Negli impianti chimici può essere necessario evitare interruttori differenziali FI affinché l'impianto sia sicuro o possa essere reso sicuro attraverso misure adeguate in caso di arresto involontario o di guasti.

Elettricità statica

I **processi di separazione** portano alla formazione di elettricità statica. Le scariche (scariche disruptive, effetti corona, effluvi, scariche a pennacchio e scariche da cono di accumulo di materiale) possono generarsi, ad esempio, nei seguenti casi:

- travaso, trasporto, mescolamento, nebulizzazione per es. di idrocarburi alifatici e aromatici, di etere;
- passaggio con suole isolanti su un pavimento non conduttore, ad esempio rivestito di materiale sintetico;
- travaso, spostamento e scivolamento di polveri;
- flusso di sostanze in sospensione o di gas contaminati da particelle solide o goccioline;

- srotolamento di fogli di materie sintetiche o carta.

Nelle zone a rischio di esplosione vanno adottate, per esempio, le seguenti misure di protezione:

- evitare materiali e oggetti a bassa conducibilità elettrica;
- **unire e collegare a terra tutte le parti conducibili;**
- utilizzare contenitori in metallo durante il travaso di liquidi facilmente infiammabili (sono ammessi contenitori di plastica solo se il contenuto non supera i 5 l);
- migliorare la conducibilità elettrica dei liquidi con l'aggiunta di additivi speciali affinché la resistenza specifica sia inferiore a $10^8 \Omega \cdot m$;
- mantenere la velocità di flusso al di sotto di 1 m/s;
- utilizzare pavimenti conduttivi (resistenza di dispersione inferiore a $10^8 \Omega$) e indossare calzature con resistenza di dispersione inferiore a $10^8 \Omega$, per es. durante il travaso di liquidi facilmente infiammabili.

Se l'elettricità statica non può essere evitata sufficientemente, vanno adottate ulteriori misure per evitare o limitare lo sviluppo di atmosfere esplosive pericolose (per es. inertizzazione) oppure bisogna ricorrere a misure di tipo costruttivo.

Ulteriori informazioni, metodi, basi e regole per la sicurezza in azienda sono contenuti in «Statische Elektrizität⁴⁶», quaderno n. 2 della collana ESCIS, «Elettricità statica – Pericoli d'innescò e misure di protezione⁴⁷», opuscolo n. 2017 dell'AISS e relazione CENELEC TR 50404:2003 «Static Electricity».

⁴³ Nell'uso di apparecchiature con metodi di protezione «i» e «d» (così come «n» o «o» per certi apparecchi), anche i gruppi di esplosione IIA, IIB e IIC devono corrispondere ai relativi gas e vapori infiammabili.

⁴⁴ Vanno applicate le norme IEC e CENELEC sulle «costruzioni elettriche destinate in ambienti con presenza di polvere combustibile». Fa testo l'ultima versione della relativa norma europea.

⁴⁵ Il **grado di protezione** degli involucri (IP) è una classificazione numerica degli involucri delle apparecchiature. Questa classificazione viene effettuata conformemente alla norma EN 60529 relativa a:

- protezione contro il contatto con parti mobili all'interno dell'involucro
- protezione dell'apparecchiatura contro l'ingresso di corpi solidi estranei
- protezione dell'apparecchiatura contro l'ingresso dannoso di liquidi o polveri

Codice IP ai sensi di EN 60529 «Gradi di protezione degli involucri», per ordinazioni:

Centro svizzero d'informazioni sulle regole tecniche (switec), Bürglistrasse 29, 8400 Winterthur.

⁴⁶ Le pubblicazioni della Commissione di esperti per la sicurezza nell'industria chimica svizzera (ESCIS) possono essere richieste all'ESCIS, c/o Suva, Settore chimica, casella postale, 6002 Lucerna.

⁴⁷ Gli opuscoli dell'Associazione Internazionale della Sicurezza Sociale (IVSS/AISS) possono essere ordinati alla Suva, Servizio centrale clienti, casella postale, 6002 Lucerna.

Scintille di origine meccanica

Si tratta di scintille che possono generarsi durante i seguenti processi:

- attrito
- urto
- abrasione, ad es. levigatura.

Alcune parti, che hanno una temperatura elevata a causa dell'energia utilizzata durante il processo di separazione, possono essere separate dai materiali solidi. Se le particelle (scintille) sono composte da sostanze ossidabili, per es. ferro o acciaio, possono subire un processo di ossidazione e raggiungere di conseguenza temperature ancora più elevate.

Nelle zone 0 e 20 non devono prodursi scintille dovute a attrito, urto e abrasione.

Nelle zone 1 e 2 le scintille sono ammesse solo se sono state adottate particolari misure tecniche o organizzative:

- le scintille per attrito o urto possono essere evitate efficacemente con combinazioni adeguate di materiali (per es. metalli non ferrosi o leggeri, acciaio inossidabile);
- le scintille per abrasione possono essere evitate, per esempio, raffreddando ad acqua il punto di abrasione.

Utensili da impiegare nelle zone

- Nelle zone 0 e 20 non vanno impiegati utensili che possono produrre scintille;
- gli utensili d'acciaio manuali che durante l'uso possono provocare un'unica scintilla (ad es. chiave, cacciavite) possono essere impiegati nelle zone 1, 2, 21 e 22;
- gli utensili che possono provocare una pioggia di scintille possono essere usati solo alle seguenti condizioni:
 - nelle zone 1 e 2, se vi è la certezza che sul posto di lavoro non sono presenti atmosfere esplosive pericolose;
 - nelle zone 21 e 22, se il posto di lavoro è schermato, se sono stati rimossi i depositi di polvere o se il posto di lavoro è mantenuto umido al punto tale da impedire il sollevamento di nubi di polvere e la formazione di braci.

Fulmini

Gli edifici e impianti con zone a rischio di esplosione devono essere protetti conformemente alla «Norma di protezione antincendio»⁴⁸ dell'AICAA attraverso adeguate misure di protezione dai fulmini, per es. «gabbia di Faraday», affinché le eventuali sovratensioni possano essere scaricate a terra senza pericolo. Per la realizzazione di impianti parafulmine bisogna attenersi alle disposizioni delle direttive sui «parafulmini»⁴⁹ (NS 414022).

Reazioni chimiche

Le reazioni chimiche che generano calore (**reazioni esotermiche**) possono causare il riscaldamento dei materiali che diventano così fonti di innesco. Questo autoriscaldamento è possibile se la velocità di generazione è superiore alla dissipazione del calore verso l'esterno. Se la dissipazione del calore è ostacolata o se la temperatura è aumentata (per es. nello stoccaggio), la velocità di reazione può aumentare al punto tale da raggiungere le condizioni necessarie per l'accensione. Accanto ad altri parametri, sono determinanti il rapporto volume/superficie del sistema di reazione, la temperatura dell'ambiente e il tempo di permanenza. Le alte temperature raggiunte possono sia innescare un'atmosfera esplosiva sia portare alla formazione di braci e/o incendi. Le sostanze infiammabili, che si sono formate durante la reazione (ad es. gas o vapori), possono a loro volta creare un'atmosfera esplosiva con l'aria circostante e aumentare considerevolmente la pericolosità di questi sistemi come fonte d'innesco.

Di conseguenza, le sostanze piroforiche vanno possibilmente evitate in tutte le zone. Se bisogna usarle, vanno prese le necessarie misure di protezione specifiche per ogni singolo caso.

Sono adatte le seguenti misure:

- stabilizzazione;
- miglioramento della dissipazione del calore, per es. suddividendo le quantità di materiale in piccole unità o adottando tecniche di stoccaggio che prevedono degli spazi intermedi;
- regolazione della temperatura e della pressione;

⁴⁸ La Norma di protezione antincendio può essere ordinata presso l'Associazione degli istituti cantonali di assicurazione antincendio (AICAA), Bundesgasse 20, Casella postale 4081, 3001 Berna.

⁴⁹ Le direttive sugli impianti parafulmine possono essere ordinate presso Electrosuisse (SEV), Luppmenstrasse 1, 8320 Fehraltorf.

- limitazione dei tempi di permanenza;
- stoccaggio a temperature ridotte;
- inertizzazione.

Altre fonti di innesco

La norma europea «Atmosfere esplosive – Prevenzione dell'esplosione e protezione contro l'esplosione – Parte 1: Concetti fondamentali e metodologia»⁵⁰ (EN 1127-1) fornisce ampie informazioni e indicazioni sulle misure di protezione adatte ad evitare altre fonti d'innesco efficaci (per es. correnti elettriche vaganti, onde elettromagnetiche, radiazioni ionizzanti, ultrasuoni e compressione adiabatica).

Fonti d'innesco mobili

Le fonti d'innesco mobili possono essere usate in una zona a rischio di esplosioni solo se, in base all'esperienza, si può supporre che **in quel momento non sarà presente un'atmosfera esplosiva**. Le apparecchiature elettroniche non di tipo antideflagrante possono essere introdotte per breve tempo nella zona 2 se sono protette dal rischio di frantumarsi. I veicoli per trasporti interni (ad es. carrelli elevatori) ammessi nella zona 2 possono rimanere nella zona 1 solo per breve tempo (per es. durante la consegna delle merci).

⁵⁰ Potete richiedere le norme CEN presso il Centro svizzero d'informazione sulle regole tecniche (switec), Bürglistrasse 29, 8400 Winterthur.

4 Misure di tipo costruttivo

Nell'uso di gas, liquidi e polveri infiammabili, è probabile che le misure di prevenzione delle esplosioni siano tecnicamente irrealizzabili, scarsamente o per nulla efficaci o troppo costose. In questi casi si può ricorrere a misure di tipo costruttivo **che non impediscono l'esplosione, ma ne limitano gli effetti fino ad un livello di sicurezza accettato**. Queste misure si basano sulle caratteristiche d'esplosione delle sostanze individuate attraverso test.

Le caratteristiche più importanti sono:

- la pressione massima di esplosione⁵¹ (per gas, vapori e polveri, in condizioni normali corrisponde a 8–10 bar, per polveri di metalli leggeri può essere tuttavia superiore);
- la velocità massima di aumento di pressione⁵² come misura per la violenza dell'esplosione;
- l'interstizio sperimentale massimo di sicurezza⁵³.

Per le polveri vanno considerate anche la temperatura minima di accensione e l'energia minima di accensione⁵⁴.

La velocità massima di aumento di pressione determina l'appartenenza alla classe di esplosione di polveri e dipende, tra l'altro, dalla granulometria e dall'umidità del prodotto.

L'opuscolo «Mahlen brennbarer Feststoffe⁵⁵», quaderno n.5 della collana ESCIS, contiene indicazioni sui metodi e strumenti per la valutazione della sicurezza di polveri infiammabili e sulle misure di protezione.

⁵¹ La **pressione massima di esplosione (p_{max})** è la massima pressione determinata, in specifiche condizioni di prova, in un recipiente chiuso durante l'esplosione di un'atmosfera esplosiva.

⁵² La **velocità massima di aumento di pressione (dp/dt)_{max}** è il valore massimo dell'aumento di pressione per unità di tempo, in specifiche condizioni di prova, raggiunto all'interno di un recipiente chiuso durante l'esplosione di un'atmosfera esplosiva.

⁵³ L'**interstizio sperimentale massimo di sicurezza** è l'ampiezza massima di un interstizio di 25 mm di lunghezza che in specifiche condizioni di prova impedisce la trasmissione della fiamma.

⁵⁴ L'**energia minima di accensione** è la più bassa energia sufficiente, in specifiche condizioni di prova, a innescare l'atmosfera più facilmente accendibile.

⁵⁵ Le pubblicazioni della Commissione di esperti per la sicurezza nell'industria chimica svizzera (ESCIS) possono essere richieste alla Suva, Settore chimica, casella postale, 6002 Lucerna.

È possibile adottare le seguenti misure di tipo costruttivo:

- progettazione resistente alle esplosioni
- sfogo dell'esplosione
- soppressione dell'esplosione
- isolamento dell'esplosione.

Queste misure permettono normalmente di limitare le conseguenze pericolose delle esplosioni che hanno origine all'interno delle attrezzature.

4.1 Progettazione resistente all'esplosione

Esistono generalmente due modi per realizzare una costruzione «resistente alle esplosioni»:

i recipienti o gli apparecchi possono essere costruiti in modo che siano **resistenti alla pressione di esplosione** oppure all'urto di pressione dell'esplosione.

I recipienti o gli apparecchi **resistenti alla pressione di esplosione** sopportano la pressione senza subire deformazioni permanenti.

I recipienti o gli apparecchi resistenti all'urto di pressione dell'esplosione sono costruiti in modo da poter resistere alla pressione di esplosione prevista, ma possono subire deformazioni permanenti.

Se viene adottata una misura di protezione di questo tipo bisogna anche impedire la propagazione di esplosioni a parti dell'impianto non protette (isolamento dell'esplosione).

4.2 Sfogo dell'esplosione

Questa misura di tipo costruttivo permette di proteggere dalle conseguenze di un'esplosione (rottture, squarciamenti) i recipienti in cui è possibile un'esplosione e di progettarli per una pressione di esplosione ridotta⁵⁶. Attraverso determinate aperture, provviste ad esempio di diaframmi di rottura (dischi di sicurezza) o di sportelli di esplosione, la sovrappressione dovuta all'esplosione viene limitata al punto tale da poter essere tollerata dalla resistenza del recipiente. Lo sfogo dell'esplosione deve avvenire senza pericoli. I sistemi di sfogo della pressione devono essere installati in modo da non

rappresentare un pericolo per le persone. Lo sfogo dell'esplosione non è consentito nei locali di lavoro, a meno che si possa dimostrare che non sussistono pericoli per le persone dovuti, per esempio, a fiamme, detriti vaganti o onde di pressione. Bisogna tener conto degli effetti dello sfogo dell'esplosione sull'ambiente, nonché delle forze repulsive che agiscono sull'apparecchiatura.

La superficie di sfogo necessaria dipende, tra l'altro, dai seguenti fattori:

- resistenza del recipiente
- volume e geometria del recipiente
- violenza dell'esplosione
- peso, tipo e pressione di azionamento del dispositivo di sfogo.

Le indicazioni relative al dimensionamento delle aperture di sfogo sono contenute nella norma europea «Dust explosion venting protective systems» (EN 14491)⁵⁷. Se viene adottata una misura di protezione di questo tipo bisogna anche impedire la propagazione dell'esplosione a parti dell'impianto non protette (isolamento dell'esplosione).

4.3 Soppressione dell'esplosione

La soppressione delle esplosioni con estintori automatici è un sistema di protezione che rileva, mediante adeguati detector, un'esplosione incipiente che viene soffocata con agenti estinguenti prima di raggiungere una violenza distruttiva.

4.4 Isolamento dell'esplosione

Per **evitare la propagazione dell'esplosione**, ad esempio attraverso tubi per la compensazione delle pressioni o di riempimento, possono essere utilizzati dispositivi di sicurezza passivi e attivi.

⁵⁶ La **pressione di esplosione ridotta** è la pressione generata da un'esplosione di un'atmosfera esplosiva in un recipiente protetto attraverso lo sfogo o la soppressione dell'esplosione.

⁵⁷ Potete richiedere le norme CEN presso il Centro svizzero d'informazione sulle regole tecniche (switec), Bürglistrasse 29, 8400 Winterthur.

Per **gas, vapori e nebbie** si usano fermafiamma⁵⁸ (dispositivi antideflagrazione⁵⁹, dispositivi antidetonazione⁶⁰, dispositivi antiesplorazione per forme stazionarie⁶¹ o dispositivi antiritorno di fiamma⁶²) e barriere estinguenti. Per stabilire quali sono i fermafiamma più adatti sono determinanti la combustibilità dei materiali, l'interstizio sperimentale massimo di sicurezza, la pressione e la temperatura delle miscele. I filtri tagliafiamma devono soddisfare i requisiti della norma «Fermafiamma»⁶³ (EN 12874).

L'impiego di un dispositivo antidetonazione dipende dal rapporto tra la lunghezza della condotta (L) del lato non protetto (in metri) e il diametro della condotta (D in millimetri). Nei gas e nei vapori sono improbabili i carichi di pressione dovuti a fronti di pressione in presenza di un rapporto $L/D < 5$, ciò significa che in questi casi possono essere impiegati dispositivi antideflagrazione.

Per le **polveri**, oltre alle barriere estinguenti, sono ammessi anche i seguenti dispositivi: valvole e cerniere ad azione rapida, valvole rotative, deviatori di esplosione, valvole doppie e sistemi di strozzatura.

Le descrizioni sul funzionamento di diversi dispositivi d'isolamento per polveri sono contenute nell'opuscolo dell'AISS⁶⁴ «Staubexplosionsschutz an Maschinen und Apparaten – Grundlagen» (n. 2033).

⁵⁸ I **fermafiamma** sono dispositivi montati all'apertura di un componente dell'impianto o nella condotta di collegamento tra i componenti, la cui funzione consiste nel rendere possibile il flusso, impedendo tuttavia il ritorno di fiamma.

⁵⁹ I **dispositivi antideflagrazione** impediscono la trasmissione di un'esplosione attraverso le fiamme e resistono alla pressione di esplosione e alla sollecitazione della temperatura di deflagrazione.

⁶⁰ I **dispositivi antidetonazione** sono in grado di resistere alle sollecitazioni meccaniche e termiche delle detonazioni ed impedire la loro trasmissione e agire da filtro tagliafiamma.

⁶¹ I **dispositivi antiesplorazione per forme stazionarie** impediscono la trasmissione delle esplosioni ad opera delle fiamme in caso di una fiamma stabilizzata che brucia sull'elemento del parafiamma o in sua prossimità.

⁶² I **dispositivi antiritorno di fiamma** impediscono il ritorno di fiamma grazie alla forma speciale dell'entrata della miscela (per es. tubo di Venturi) e grazie ad un dispositivo che arresta totalmente il flusso di miscela se la portata è inferiore ad un valore minimo (per es. una valvola a portata controllata).

⁶³ Potete richiedere le norme CEN presso il Centro svizzero d'informazione sulle regole tecniche (switec), Bürglistrasse 29, 8400 Winterthur.

⁶⁴ Gli opuscoli dell'Associazione Internazionale della Sicurezza Sociale (IVSS/AISS) possono essere ordinati alla Suva, Servizio centrale clienti, casella postale, 6002 Lucerna.

5 Misure di protezione contro le esplosioni secondo la direttiva 1999/92/CE

Art. 5 ATEX 137

Al fine di salvaguardare la sicurezza e la salute dei lavoratori, e secondo i principi fondamentali della valutazione dei rischi e quelli della prevenzione e protezione contro le esplosioni, il datore di lavoro prende i provvedimenti necessari affinché:

- dove possono svilupparsi atmosfere esplosive in quantità tale da mettere in pericolo la sicurezza e la salute dei lavoratori o di altri, gli ambienti di lavoro siano strutturati in modo da permettere di svolgere il lavoro in condizioni di sicurezza;
- negli ambienti di lavoro in cui possono svilupparsi atmosfere esplosive in quantità tale da mettere in pericolo la sicurezza e la salute dei lavoratori, sia garantito un adeguato controllo durante la presenza dei lavoratori, in funzione della valutazione del rischio, mediante l'utilizzo di mezzi tecnici adeguati.

5.1 Prescrizioni minime

ALLEGATO II A/2 ATEX 137

- Fughe o sprigionamenti, intenzionali o non, di gas, nebbie o polveri combustibili che possono dar luogo a esplosioni sono opportunamente sviati o rimossi verso un luogo sicuro o, se ciò non fosse realizzabile, rinchiusi in modo sicuro o resi adeguatamente sicuri con altri metodi.
- Qualora l'atmosfera esplosiva contenga più tipi di gas, vapori, nebbie o polveri infiammabili o combustibili, le misure di protezione devono essere programmate per il massimo pericolo possibile.
- Per la prevenzione dei rischi di ignizione si tiene conto anche delle scariche elettrostatiche che provengono dai lavoratori o dall'ambiente di lavoro come elementi portatori di carica o generatori di carica. I lavoratori sono equipaggiati di adeguati indumenti di lavoro fabbricati con materiali che non producono scariche elettrostatiche che possano causare l'ignizione di atmosfere esplosive.
- Impianti, attrezzature, sistemi di protezione e tutti i loro dispositivi di collegamento sono posti in servizio soltanto se dal documento sulla protezione contro le esplosioni risulti che possono essere utilizzati senza rischio in un'atmosfera esplosiva. Ciò vale anche per attrezzature e relativi dispositivi di collegamento che non sono apparecchi o sistemi di protezione ai sensi della OASAE, qualora possano rappresentare un pericolo di ignizione unicamente per il fatto di essere incorporati in un impianto. Vanno adottate le misure necessarie per evitare il rischio di confusione tra i dispositivi di collegamento.
- Si devono prendere tutte le misure necessarie per garantire che il posto di lavoro, le attrezzature di lavoro e i loro dispositivi di collegamento a disposizione dei lavoratori, nonché la struttura del luogo di lavoro siano stati progettati, costruiti, montati, installati, mantenuti in servizio e fatti funzionare in modo tale da ridurre al minimo i rischi di esplosione e, se questa dovesse verificarsi, si possa controllarne o ridurne al minimo la propagazione all'interno del luogo di lavoro e/o dell'attrezzatura. Per detti luoghi di lavoro si adottano le misure necessarie per ridurre al minimo i rischi rappresentati per i lavoratori dalle conseguenze fisiche di un'esplosione.

- Se del caso, i lavoratori sono avvertiti con dispositivi ottici e/o acustici e allontanati prima che si verifichino le condizioni per un'esplosione.
- Ove stabilito dal documento sulla protezione contro le esplosioni, sono forniti e mantenuti in servizio dispositivi di fuga per garantire che in caso di pericolo i lavoratori possano allontanarsi rapidamente e in modo sicuro dai luoghi esposti.
- Prima che vengano messi in funzione luoghi di lavoro con aree in cui possano formarsi atmosfere esplosive, è verificata la sicurezza dell'intero impianto per quanto riguarda le esplosioni. Tutte le condizioni necessarie a garantire protezione contro le esplosioni sono mantenute. Dell'esecuzione della verifica sono incaricate persone che, per la loro esperienza e/o formazione professionale, siano competenti nel campo della protezione contro le esplosioni.
- Qualora risulti necessario dalla valutazione del rischio:
 - se un'interruzione dell'alimentazione può dar luogo ad una estensione del pericolo, gli apparecchi e sistemi di protezione devono poter essere mantenuti in condizioni sicure di funzionamento indipendentemente dal resto dell'impianto in caso di interruzione dell'alimentazione;
 - gli apparecchi e sistemi di protezione a funzionamento automatico che si discostano dalle condizioni di funzionamento previste devono poter essere disinseriti manualmente, purché ciò non comprometta la sicurezza. Questo tipo di interventi deve essere eseguito solo da personale qualificato;
 - in caso di arresto di emergenza, l'energia accumulata deve essere dissipata nel modo più rapido e sicuro possibile o isolata in modo da non costituire più una fonte di pericolo.

5.2 Controllo delle misure di sicurezza contro le esplosioni

Gli organi di polizia del fuoco (ad es. assicurazioni fabbricati cantonali) e gli organi esecutivi della sicurezza sul lavoro (Suva, organismi specializzati e ispettorati del lavoro), che valutano il rischio di esplosione, controllano la ripartizione in zone (ed eventualmente le classi di temperatura).

Secondo l'OASAE gli organi preposti al controllo a posteriori di apparecchi e sistemi di protezione sono:

- l'ispettorato o l'organo di controllo indipendente, per gli apparecchi con fonti di innesco elettriche e per le installazioni elettriche ai sensi dell'«Ordinanza sugli impianti a bassa tensione» (OIBT)⁶⁵
- la Suva e gli organismi specializzati designati, per gli altri apparecchi conformemente all'«Ordinanza sulla sicurezza delle installazioni e degli apparecchi tecnici» (OSIT)⁶⁵.

⁶⁵ L'Ordinanza sugli impianti a bassa tensione (OIBT, RS 734.27) e l'ordinanza sulla sicurezza delle installazioni e degli apparecchi tecnici (OSIT, RS 819.11) possono essere ordinate presso l'Ufficio federale delle costruzioni e della logistica (UFCL), Distribuzione pubblicazioni, 3003 Berna.

6 Misure organizzative

Sulla base di una valutazione complessiva del posto di lavoro, il datore di lavoro assicura che le attrezzature di lavoro e tutto il materiale da installazione sono adatti all'uso nelle zone a rischio di esplosione e sono montati, installati e usati in modo tale da non essere causa di esplosione.

Se nelle zone a rischio di esplosione vengono effettuati dei cambiamenti, degli ampliamenti e/o delle ristrutturazioni, il datore di lavoro deve adottare le necessarie misure affinché questi ampliamenti, modifiche e/o trasformazioni rispettino le prescrizioni minime della protezione contro le esplosioni.

Il datore di lavoro:

- documenta le misure di protezione contro le esplosioni;
- segnala le zone a rischio di esplosione;
- mette per iscritto istruzioni per l'uso;
- sceglie adeguati collaboratori;
- informa sufficientemente e in modo appropriato i lavoratori sulla protezione contro le esplosioni;
- stabilisce le autorizzazioni al lavoro per le attività pericolose e per quelle che possono diventarlo a causa dell'interazione con altri lavori;
- effettua i necessari controlli e ispezioni.

6.1 Documento sulla protezione contro le esplosioni

Art. 8 ATEX 137

Nell'assolvere i propri obblighi il datore di lavoro provvede a elaborare e a tenere aggiornato un documento, denominato in appresso «documento sulla protezione contro le esplosioni».

Tale documento precisa in particolare:

- che i rischi di esplosione sono stati individuati e valutati;
- che saranno prese misure adeguate per raggiungere gli obiettivi della presente direttiva;
- i luoghi che sono stati ripartiti in zone;
- i luoghi in cui si applicano le prescrizioni minime;
- che i luoghi e le attrezzature di lavoro, compresi i dispositivi di allarme, sono concepiti, impiegati e mantenuti in efficienza tenendo nel debito conto la sicurezza;
- che sono stati adottati gli accorgimenti per l'impiego sicuro di attrezzature di lavoro.

Il documento relativo alla protezione contro le esplosioni deve essere compilato prima dell'inizio del lavoro ed essere riveduto qualora i luoghi di lavoro, le attrezzature o l'organizzazione del lavoro abbiano subito modifiche, ampliamenti o trasformazioni rilevanti.

Il datore di lavoro può combinare valutazioni del rischio di esplosione, documenti o altri rapporti equivalenti già esistenti.

Nel documento sulla protezione contro le esplosioni devono essere riportati per iscritto, ad esempio, i seguenti dati:

- descrizione del settore aziendale, del processo produttivo, delle attività e delle quantità di materiali (ad es. conservare nei locali di lavoro sostanze infiammabili in quantità strettamente necessarie allo svolgimento senza ostacoli del lavoro)
- dati riguardanti il materiale (parametri di tecnica della sicurezza)
- valutazione del rischio
- piano di protezione contro le esplosioni con
 - ripartizione in zone
 - misure di protezione (di tipo tecnico e organizzativo)
 - misure di emergenza
- istruzioni per l'uso e autorizzazioni al lavoro
- spiegazioni relative a apparecchi e sistemi di protezione che non dispongono di autorizzazione OASAE, ma che corrispondono allo stato della tecnica.

6.2 Informazione e istruzione dei lavoratori

In caso di lavori eseguiti in zone in cui può svilupparsi un'atmosfera esplosiva il datore di lavoro deve informare ed istruire i lavoratori a intervalli regolari e in modo appropriato sui possibili pericoli, sulle misure di protezione contro le esplosioni e sul giusto comportamento.

6.3 Istruzioni scritte e autorizzazione al lavoro

ALLEGATO II A/1 ATEX 137

Ove stabilito dal documento sulla protezione contro le esplosioni:

- il lavoro nelle aree a rischio si effettua secondo le istruzioni scritte impartite dal datore di lavoro;
- è applicato un sistema di autorizzazioni al lavoro per le attività potenzialmente pericolose o tali da occasionare rischi quando interagiscono con altre operazioni di lavoro.

Le autorizzazioni al lavoro sono rilasciate da una persona responsabile al riguardo prima dell'inizio dei lavori.

Le istruzioni per l'uso devono disciplinare il comportamento dei lavoratori sia durante il funzionamento normale che in caso di guasti. È necessario definire chiaramente le responsabilità per l'adozione delle misure. Attività pericolose sono, ad esempio, la saldatura, la levigatura e la manutenzione di apparecchiature elettriche.

6.4 Dovere di coordinamento

Se persone o gruppi di lavoro indipendenti gli uni dagli altri lavorano nello stesso luogo possono crearsi dei pericoli inattesi. Tali pericoli sono dovuti in modo particolare al fatto che i lavoratori si concentrano innanzi tutto solo sul loro compito; l'inizio, il tipo e le proporzioni dei lavori del vicino spesso non sono sufficientemente noti.

Anche se durante il lavoro si presta la dovuta attenzione, all'interno di un gruppo di lavoro non si può escludere la presenza di pericoli per le persone vicine. Solo un coordinamento tempestivo tra tutte le persone coinvolte evita di mettersi in pericolo reciprocamente. Per questo nell'attribuzione dei lavori il committente e il mandatario sono tenuti a coordinare le loro attività.

Art. 6 ATEX 137

Qualora nello stesso luogo di lavoro operino lavoratori di più imprese, ciascun datore di lavoro è responsabile per le questioni soggette al suo controllo.

Fatta salva la responsabilità individuale di ciascun datore di lavoro, il datore di lavoro che è responsabile del luogo di lavoro coordina l'attuazione di tutte le misure riguardanti la salute e la sicurezza dei lavoratori e specifica nel documento sulla protezione contro le esplosioni l'obiettivo, le misure e le modalità di attuazione di detto coordinamento.

6.5 Manutenzione

È necessario effettuare interventi di:

- **verifica** (misurazione, controllo, registrazione),
- **revisione** (ad es. pulizia, lubrificazione)
- **riparazione** (sostituzione)

degli impianti e delle apparecchiature. Va attribuita particolare attenzione alla manutenzione delle installazioni di sicurezza, ad es. impianti di aera-zione, fermafiamma, sportelli di esplosione, elementi del sistema di sop-pressione dell'esplosione, sonde di misura, valvole ad azione rapida, e di installazioni o parti di impianti che possono diventare fonti di innesco (ad es. depositi o cavi elettrici).

Le persone addette alla manutenzione di impianti, attrezzature di lavoro e apparecchi elettrici e meccanici devono possedere le conoscenze fondamentali sulla protezione contro le esplosioni e sui requisiti che devono soddisfare le attrezzature di lavoro. Il perfezionamento professionale di queste persone deve essere garantito e documentato.

I lavori di saldatura, taglio, levigatura e simili nelle zone a rischio di esplosione richiedono normalmente ampie misure di protezione nonché un'**autorizzazione per lavori di saldatura**.

Durante i lavori di manutenzione con pericolo di innesco in zone a rischio di esplosione bisogna evitare che sia presente un'atmosfera esplosiva pericolosa. Questo deve essere garantito per la durata della manutenzione.

In modo particolare vanno osservati i seguenti punti:

- le parti dell'impianto da sottoporre a manutenzione vanno, a seconda delle necessità, svuotate, messe a pressione atmosferica, pulite, bonificate e devono essere prive di sostanze infiammabili. Durante i lavori queste sostanze non devono finire sul luogo di lavoro;
- per i lavori durante i quali si possono sviluppare scintille (ad es. saldatura, taglio termico, levigatura) vanno adottate adeguate misure di schermatura;
- se necessario, deve essere istituito un servizio di vigilanza antincendio.

Se durante i lavori si sviluppa un'atmosfera esplosiva, vanno ripristinate le necessarie misure di protezione. In questo caso bisogna avvertire con dispositivi ottici e/o acustici i lavoratori che eventualmente dovranno allontanarsi dal luogo di lavoro.

Alla conclusione dei lavori di manutenzione bisogna accertarsi che le misure di protezione contro le esplosioni, necessarie per il funzionamento normale, siano nuovamente efficaci.

L'introduzione di un programma per la sicurezza, la manutenzione e il controllo (lista di controllo) o l'integrazione della manutenzione nel sistema del quality management si è dimostrato valido nella pratica.

È molto importante pulire gli impianti e in modo particolare l'ambiente circostante dai depositi di polvere. Infatti, è sufficiente che si sollevi uno strato

di polvere inferiore ad 1 mm, per es. a causa dell'onda di pressione di un'esplosione primaria, per creare una miscela polvere-aria esplosiva. Per questo motivo la pulizia va effettuata non solo ad intervalli regolari, ma anche durante o dopo i lavori che producono un consistente accumulo di polvere. L'aspirazione di depositi di polvere, ad es. attraverso adeguati aspiratori centralizzati o aspirapolveri industriali mobili protetti contro le esplosioni, si è rivelata utile dal punto di vista della tecnica della sicurezza. Bisogna evitare che la polvere depositata sia sollevata, ad esempio, con getti di aria compressa.

6.6 Dispositivi di protezione individuale

Il datore di lavoro deve mettere a disposizione dei lavoratori i dispositivi di protezione individuale necessari, ad es. calzature antistatiche, e deve far sì che vengano usati e siano funzionanti.

6.7 Segnalazione delle zone

Le zone a rischio di esplosione (zone) devono essere segnalate (se previsto nel documento sulla protezione contro gli infortuni) con l'appropriato **segnale di pericolo «Ex»** (ad es. codice Suva 1729/90). Le zone in cui sussistono pericoli dovuti a sistemi di sfogo dell'esplosione (effetti della pressione e delle fiamme) o all'impiego di gas inerti (pericolo di soffocamento) devono essere sbarrate.

7 Riferimenti bibliografici

7.1 Ordinanze

- Ordinanza del 19 dicembre 1983 sulla prevenzione degli infortuni e delle malattie professionali (OPI), RS 832.30
- Ordinanza del 12 giugno 1995 sulla sicurezza delle installazioni e degli apparecchi tecnici (OSIT), RS 819.11
- Ordinanza del 2 marzo 1998 sugli apparecchi e i sistemi di protezione utilizzati in ambienti esplosivi (OASAE/ATEX 95), RS 734.6
- Ordinanza del 27 febbraio 1991 sulla protezione contro gli incidenti rilevanti (OPIR), RS 814.012
- Ordinanza del 16 dicembre 1985 contro l'inquinamento atmosferico (OIAt), RS 814.318.142.1
- Ordinanza del 7 novembre 2001 concernente gli impianti elettrici a bassa tensione (OIBT), RS 734.27
- Direttiva 1999/92/CE relativa alle prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori che possono essere esposti al rischio di atmosfere esplosive (ATEX 137)

7.2 Norme internazionali

- Norme CEN «Apparecchi non elettrici per atmosfere potenzialmente esplosive»:
 - Parte 1: Metodo di base e requisiti (EN 13463-1)
 - Parte 2: Protection by flow restricting enclosure 'fr' (prEN 13463-2)
 - Parte 3: Protection by flameproof enclosure 'd' (prEN 13463-3)
 - Parte 4: Protection by inherent safety
 - Parte 5: Protection by constructional safety 'c' (EN 13463-5)
 - Parte 6: Protection by control of ignition source 'b' (EN 13463-6)
 - Parte 7: Protection by pressurization 'p'
 - Parte 8: Protection by liquid immersion 'k' (EN 13463-8)
- «Gradi di protezione degli involucri (codice IP)» (EN 60529)

- «Atmosfere esplosive – Prevenzione dell’esplosione e protezione contro l’esplosione. Parte 1: concetti fondamentali e metodologia» (EN 1127-1)
- «Sicherheit von Maschinen – Brandschutz» (EN 13478)
- «Dust explosion venting protective systems» (prEN 14491)
- «Fermafiamma» (EN 12874)
- «Prescrizioni particolari per la costruzione, prova e marcatura di costruzioni elettriche appartenenti al gruppo di apparecchi II, categoria 1 G» (EN 50284)
- Le norme IEC e CENELEC «Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive», segnatamente:
 - Parte 0: Regole generali (EN 50014, IEC 60079-0)
 - Parte 1: Custodie a prova di esplosione ‘d’ (EN 50018, IEC 60079-1)
 - Parte 2: Modo di protezione a sovrappressione interna ‘p’ (EN 50016, IEC 60079-2)
 - Parte 5: Costruzioni a riempimento polverulento ‘q’ (EN 50017, IEC 60079-5)
 - Parte 6: Costruzioni immerse in olio ‘o’ (EN 50015, IEC 60079-6)
 - Parte 7: Modo di protezione a sicurezza aumentata ‘e’ (EN 50019, IEC 60079-7)
 - Parte 10: Classificazione dei luoghi pericolosi (IEC/EN 60079-10)
 - Parte 11: Sicurezza intrinseca ‘i’ (EN 50020, IEC 60079-11)
 - Parte 13: Construction and use of rooms or buildings protected by pressurization (IEC 60079-13)
 - Parte 14: Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas (IEC/EN 60079-14)
 - Parte 15: Modo di protezione ‘n’ (EN 50021, IEC 60079-15)
 - Parte 17: Verifica e manutenzione degli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas (IEC/EN 60079-17)
 - Parte 18: Incapsulamento ‘m’ (EN 50028)
 - Parte 25: Sistemi elettrici a sicurezza intrinseca (EN 50039)
 - Parte 26: Special requirements for construction, test and marking of electrical apparatus of equipment Group II, Zone 0 (IEC 60079-26)
- Le norme IEC e CENELEC «Costruzioni elettriche destinate ad essere utilizzate in presenza di polveri combustibili»
 - Parte 0: General requirements (IEC 61241-0)
 - Parte 1: Electrical apparatus protected by enclosures ‘tD’ (IEC 61241-1)

- Parte 2: Protection by pressurization ‘pD’ (IEC 61241-2)
- Parte 10: Area classification (IEC 61241-10)
- Parte 11: Protection by intrinsic safety ‘iD’ (IEC 61241-11)
- Parte 14: Selection and installation (IEC 61241-14)
- Parte 17: Inspection and maintenance (IEC 61241-17)
- Parte 18: Protection by encapsulation ‘mD’ (IEC 61241-18)
- Costruzione e prove (CENELEC EN 50281-1-1)
- Scelta installazione e manutenzione (CENELEC EN 50281-1-2)

7.3 Norme svizzere

- Norma di protezione antincendio e direttive dell’AICAA
- Norma tecnica ASE «Installazioni a bassa tensione (NIN, SN-SEV 1000)
- Direttive sugli «impianti di parafulmine» (NS 414022)

7.4 Documentazione specializzata

- Bollettino Suva «Sicherheitstechnische Kenngrößen von Flüssigkeiten und Gasen» (codice 1469.d/f)
- Rapporto BIA (Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz) «Brenn- und Explosionskenngrößen von Stäuben»
- ESCIS «Sicherheitstest für Chemikalien» (quaderno 1)
- ESCIS «Inertisierung» (quaderno 3)
- ESCIS «Statische Elektrizität» (quaderno 2)
- Rapporto CENELEC «Electrostatics – Code of practice for the avoidance of hazards due to static electricity» CLC/TR 50404:2003
- Opuscolo AISS «Elettricità statica» (n. 2017)
- Opuscolo AISS «Staubexplosionsschutz an Maschinen und Apparaten – Grundlagen» (n. 2033).
- Opuscolo AISS «Esplosioni di gas» (n. 2032)
- Opuscolo AISS «Esplosioni di polveri» (n. 2044)
- Opuscolo AISS «Bestimmen der Brenn- und Explosions-Kenngrößen» (n. 2018)
- «Guida all’applicazione della direttiva 94/9/CE» (Guida ATEX)

Esempi

Spiegazione degli esempi

- 1 La ripartizione in zone e le misure relative agli esempi riportati si riferiscono alle condizioni normali di lavoro (comprese le fasi di avviamento e spegnimento) e tengono conto anche di eventuali guasti tecnici e dell'errore umano.
- 2 Gli esempi proposti si basano sull'assunto che sia presente una buona ventilazione naturale o un impianto di ventilazione artificiale adeguato.
- 3 I liquidi facilmente infiammabili sono liquidi con un punto di infiammabilità inferiore a 30° C. I gas con una densità $[d]$ inferiore a 1,3 kg/Nm³ a 273 K e 1 bar sono più leggeri dell'aria.
- 4 Per ragioni pratiche le zone a rischio di esplosione sono definite con una geometria rettangolare. La loro estensione in orizzontale tiene conto delle condizioni del luogo, ad es. vasche, pareti e ostacoli.

5 Simboli

 ventilazione naturale o artificiale

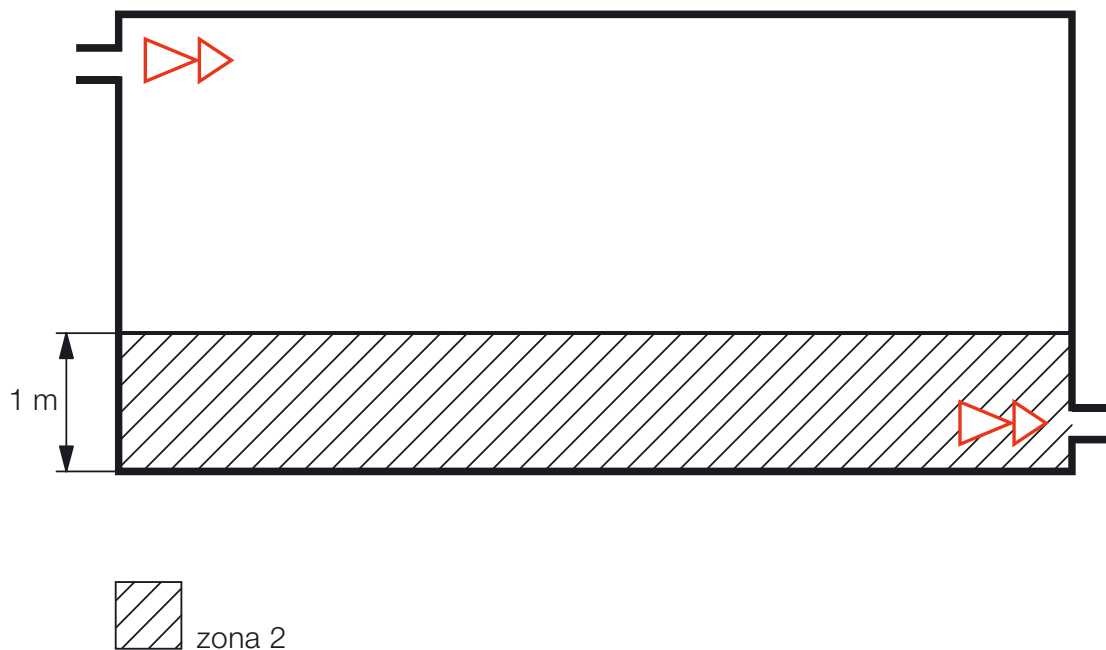
 aspirazione

- 6 Se le misure volte ad impedire o a limitare la formazione di un'atmosfera pericolosa o gli altri fattori che influiscono sull'estensione dell'area a rischio di esplosione assumono un'importanza decisiva, questo dovrà ripercuotersi anche sul dimensionamento delle zone che saranno allora ridotte o ingrandite di conseguenza.

1 Stoccaggio di liquidi facilmente infiammabili

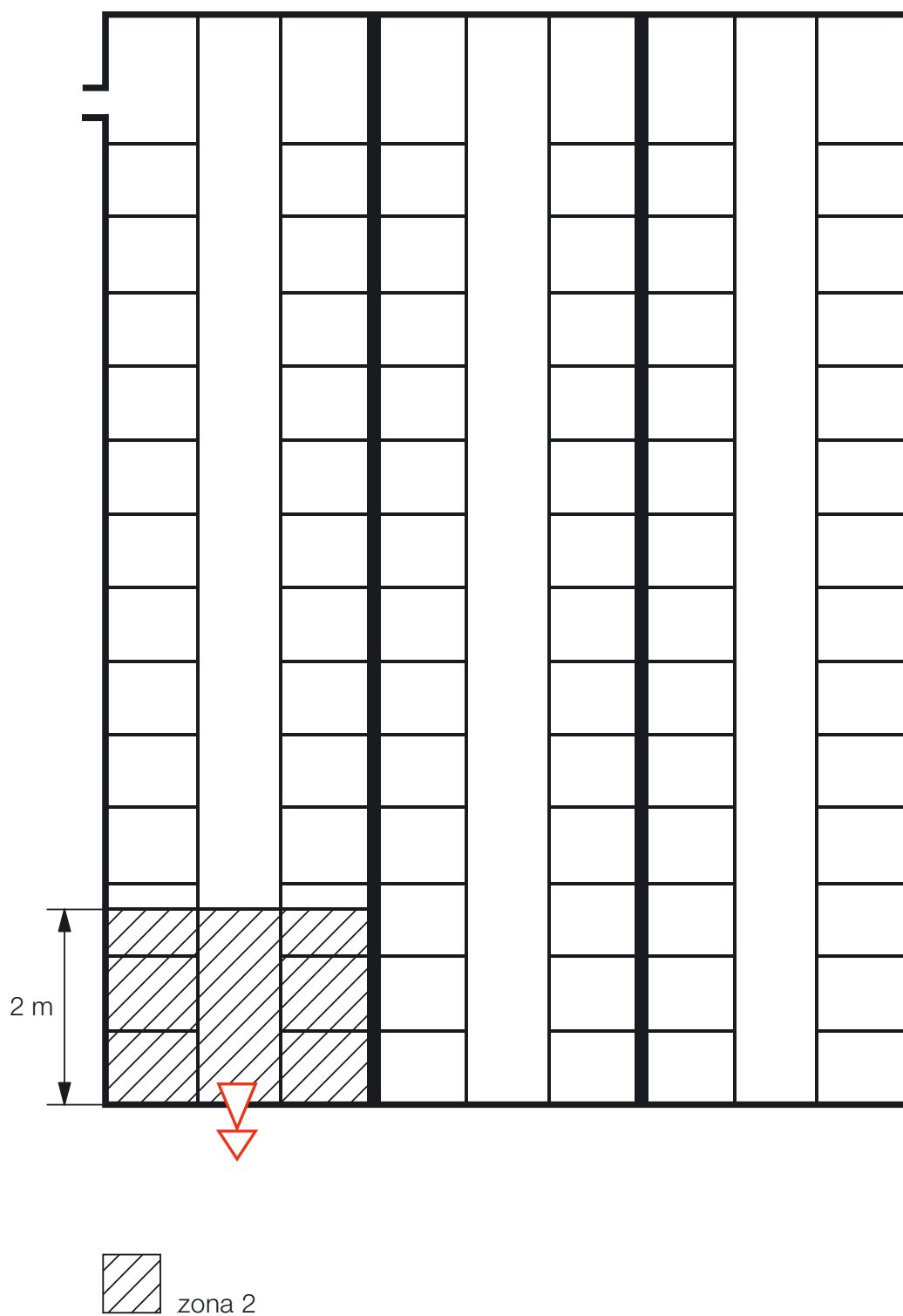
1.1 Stoccaggio in recipienti e piccole cisterne
(volume utile fino a 2000 l per unità)

1.1.1 Deposito di solventi senza travaso

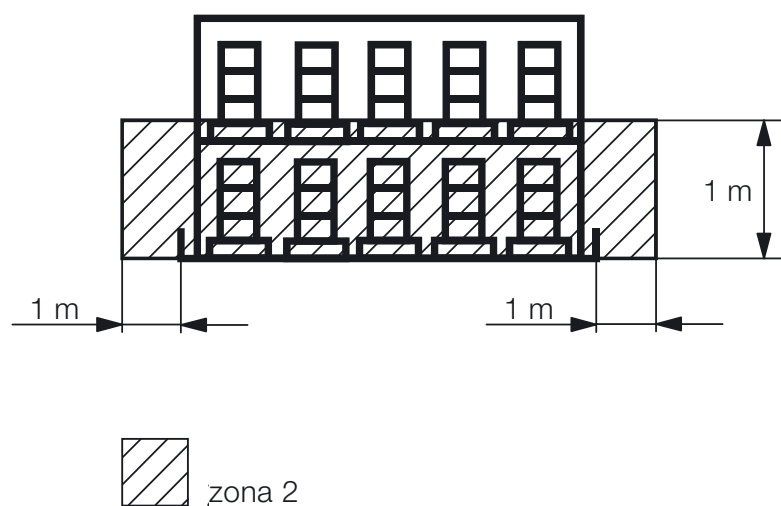


1.1.2 Magazzino a scaffali alti

Stoccaggio di liquidi facilmente infiammabili in corsie separate



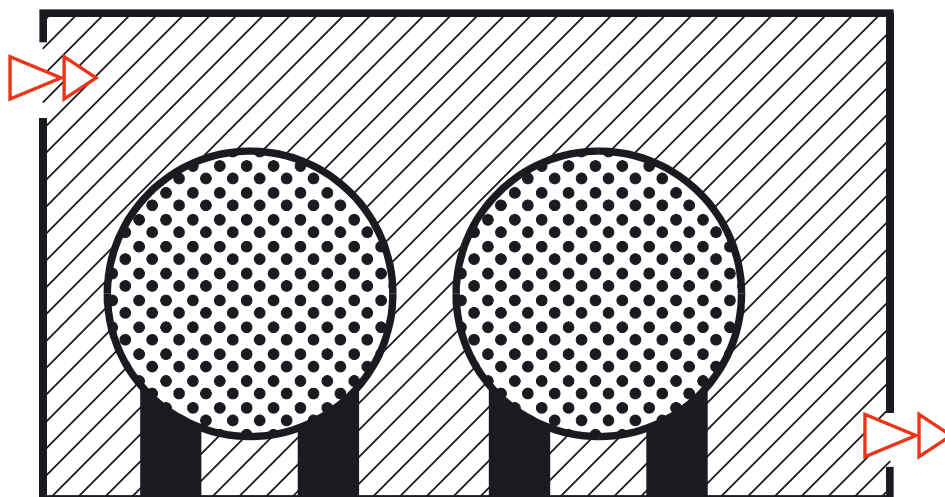
1.1.3 Deposito di solventi all'aperto



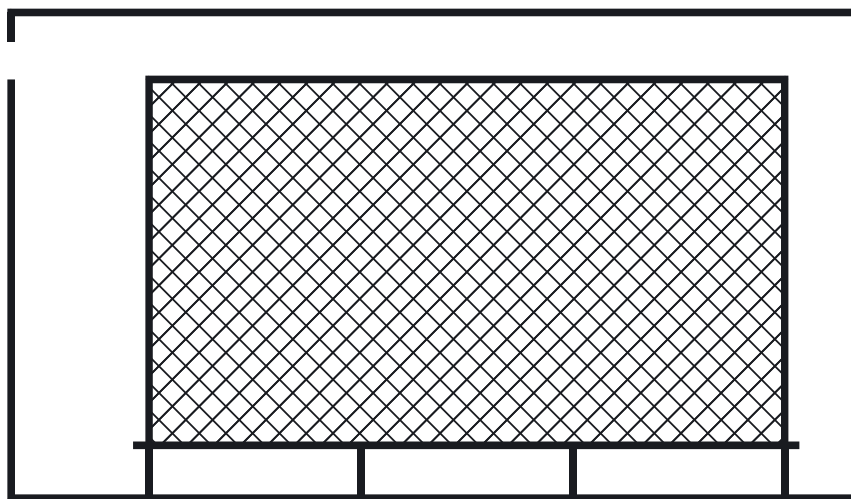
1.2 Stoccaggio in cisterne di media grandezza (fino a 250'000 l)

1.2.1 Locale cisterne

- Cisterna per liquidi facilmente infiammabili con punto d'inflammabilità $< 30\text{ }^{\circ}\text{C}$



- Cisterna per olio combustibile/diesel



zona 0

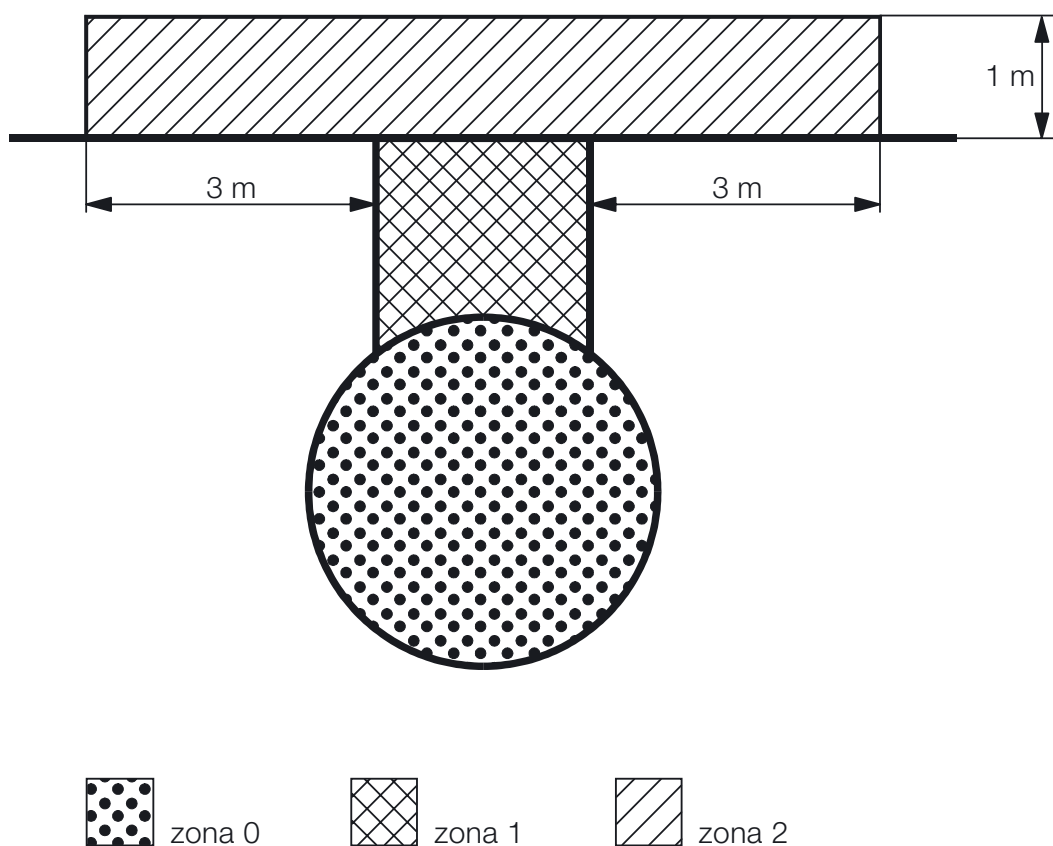


zona 1



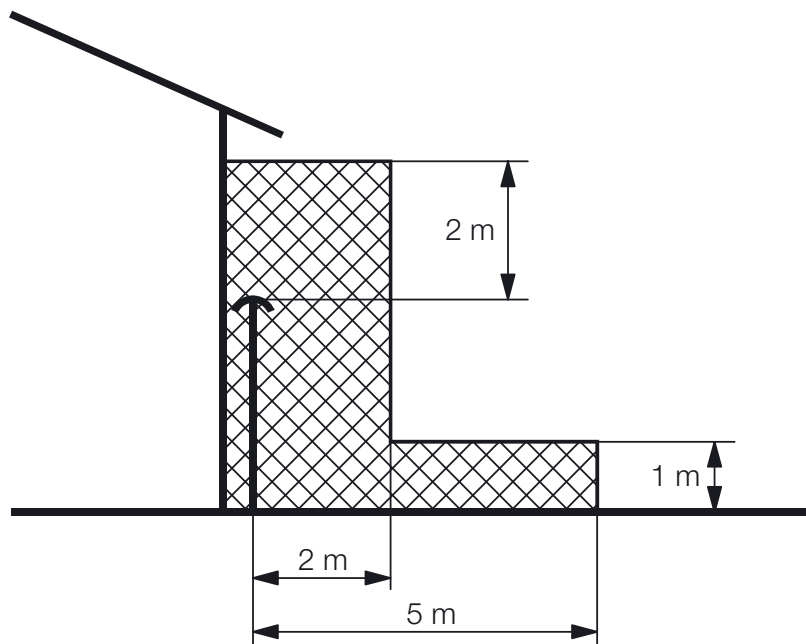
zona 2

1.2.2 Impianto cisterna interrato per lo stoccaggio di liquidi facilmente infiammabili

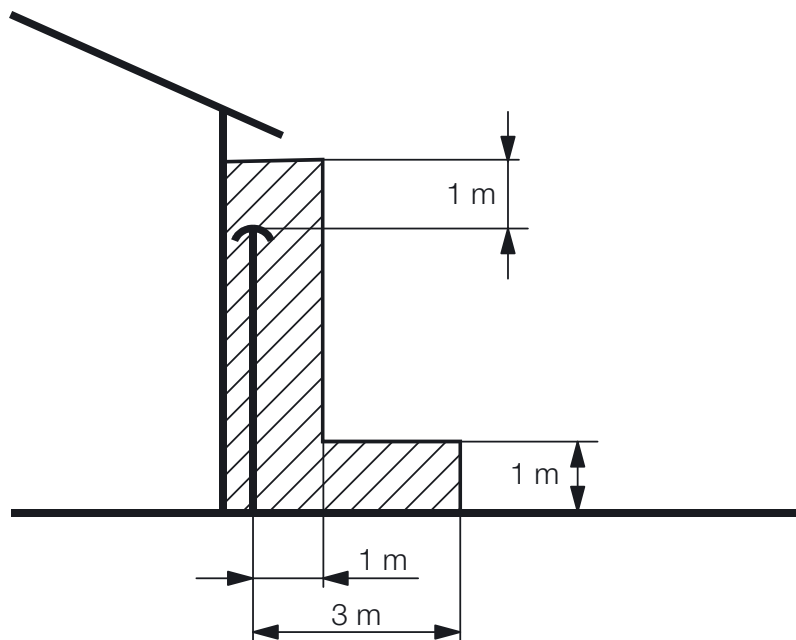


1.2.3 Condotta di compensazione della pressione di una cisterna per liquidi facilmente infiammabili

- Compensazione della pressione liberamente comunicante



- Impianti con valvola pressione-vuoto o valvola di commutazione automatica al sistema di recupero dei gas

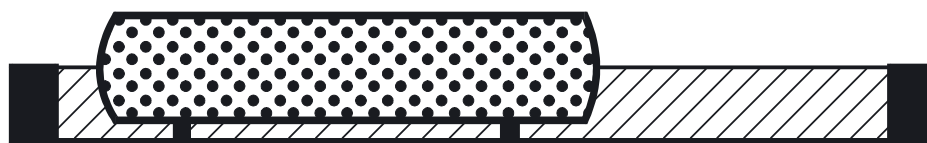


 zona 1

 zona 2

1.2.4 Cisterna all'aperto, sopra terra, con recupero dei gas

Condotta di compensazione
della pressione cfr. esempio 1.2.3



zona 0

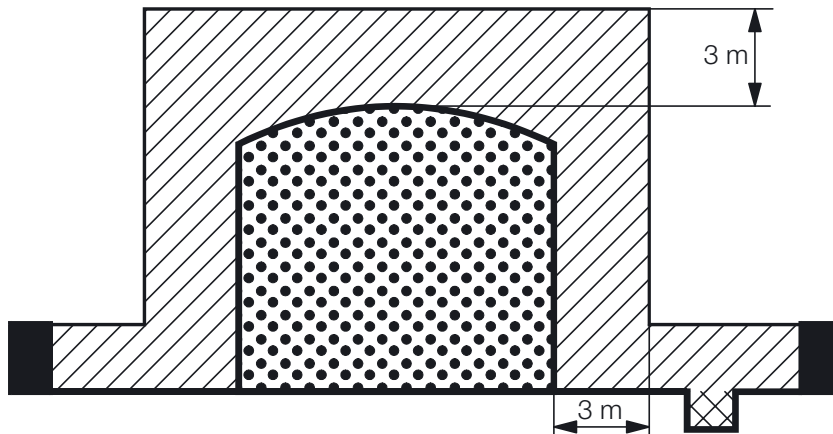


zona 2

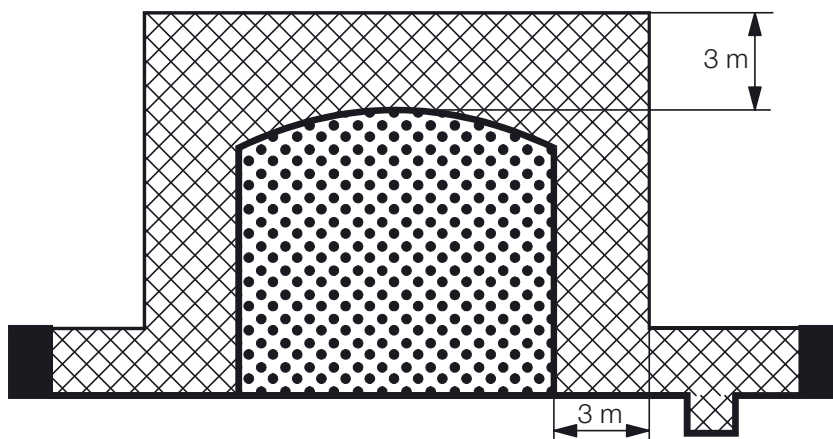
1.3 Stoccaggio in cisterne grandi (oltre 250'000 l)

1.3.1 Impianto di cisterne verticali per liquidi facilmente infiammabili con punto d'infiammabilità $< 30^{\circ}\text{C}$

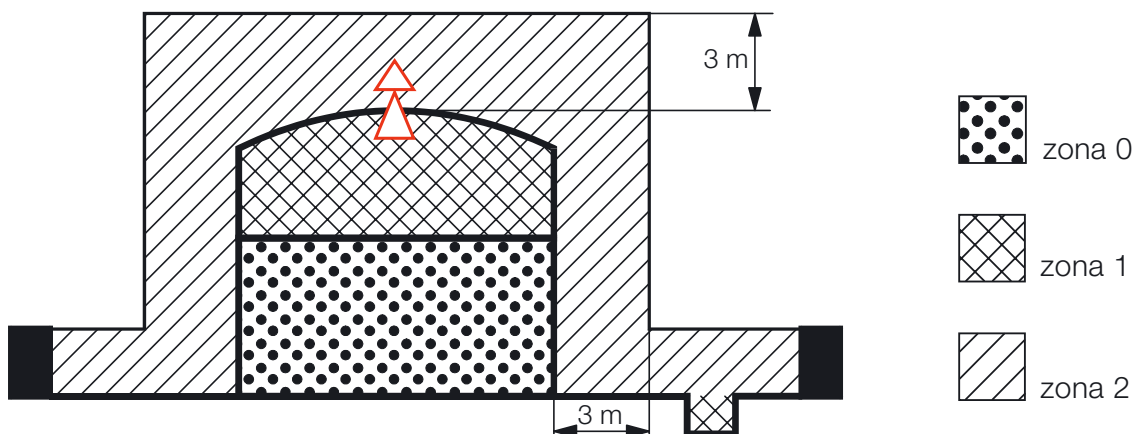
– Cisterna a tetto fisso (con recupero dei gas)



– Cisterna a tetto fisso (con valvola di sovrappressione)

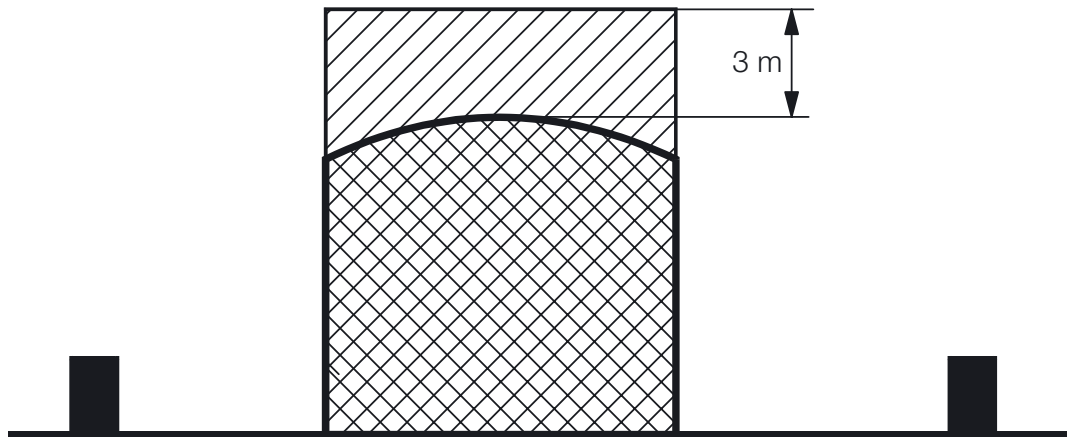


– Cisterna a tetto galleggiante (ventilazione naturale dello spazio al di sopra del tetto galleggiante)

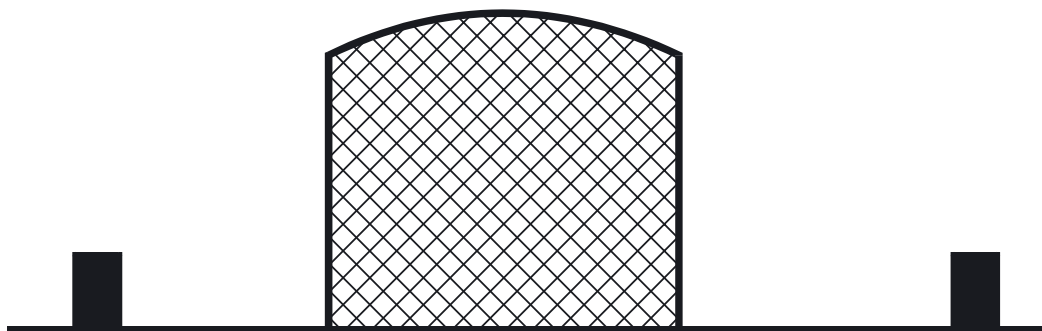


1.3.2 Impianto di cisterne verticali per olio combustibile/diesel

- Deposito misto (possibilità di stoccare anche liquidi con punto di infiammabilità $< 30^{\circ}\text{C}$).

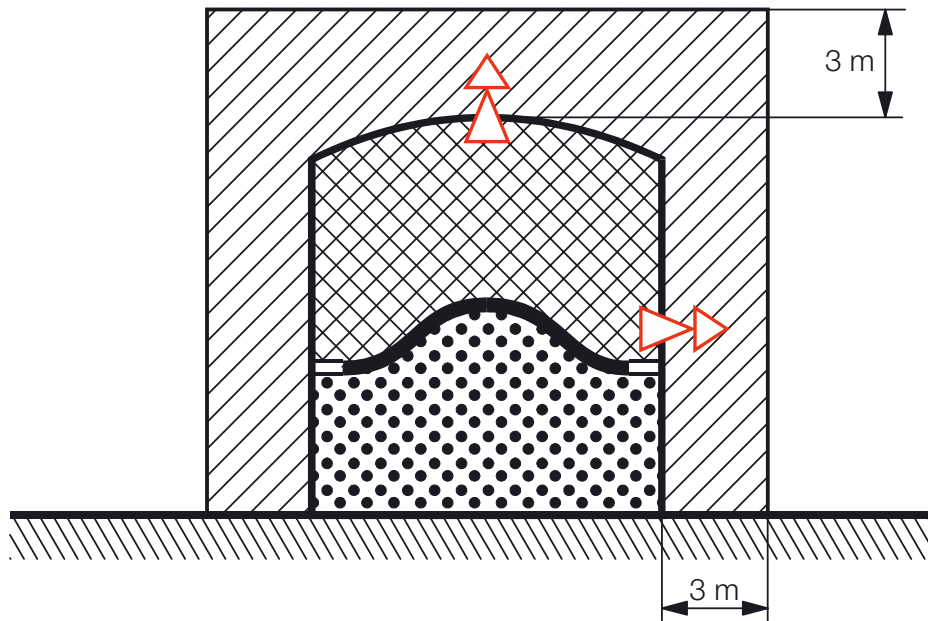


- Deposito esclusivamente per liquidi con punto d'infiammabilità $> 30^{\circ}\text{C}$

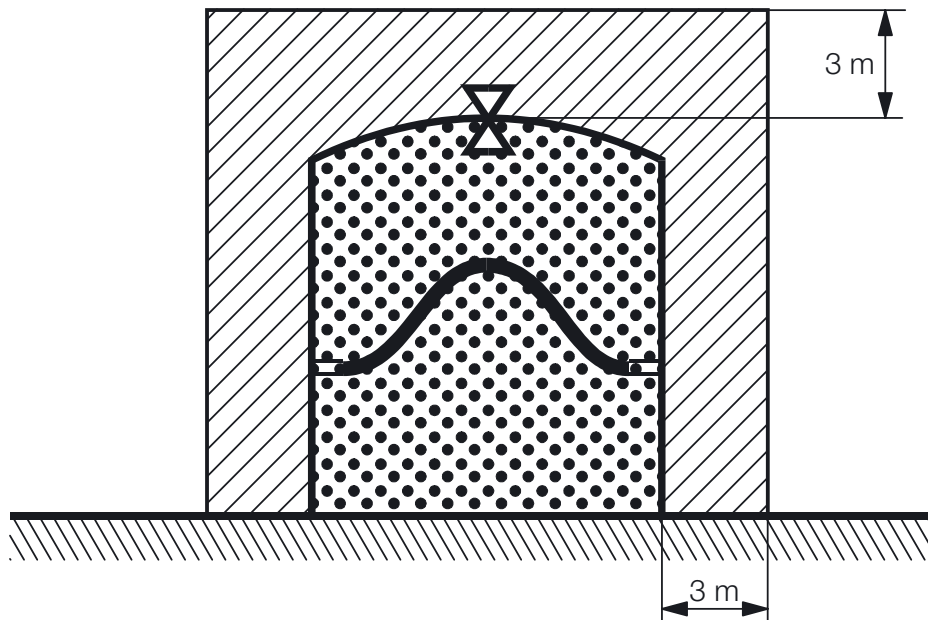


1.4 Gasometro per vapori di liquidi facilmente infiammabili

- Gasometro con ventilazione naturale dello spazio al di sopra della membrana

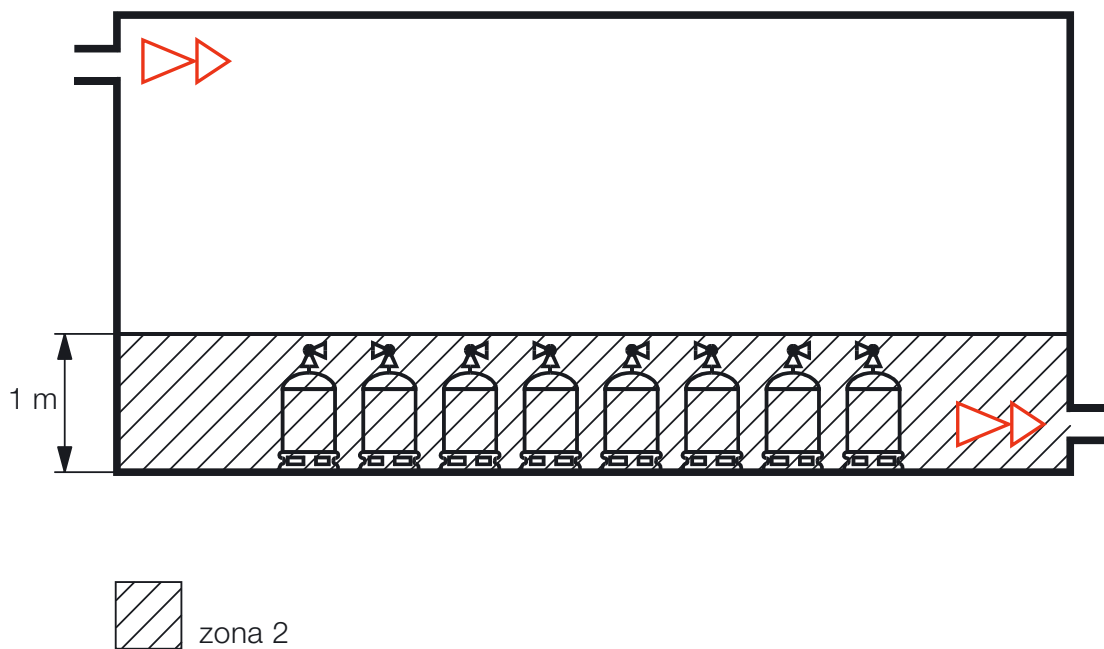


- Gasometro chiuso

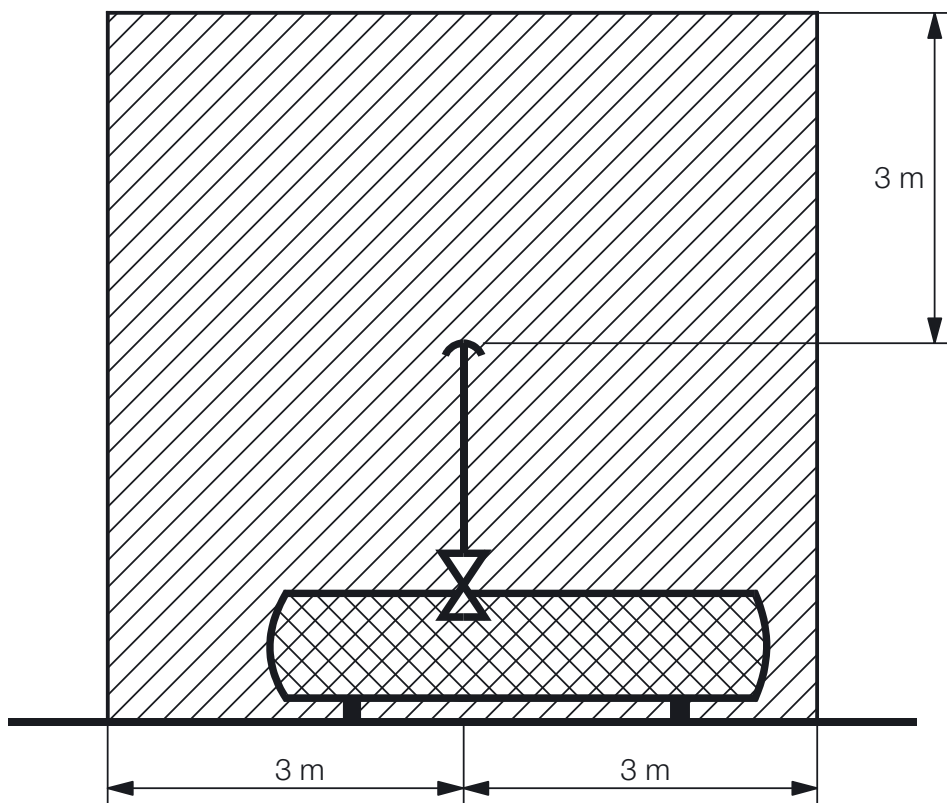
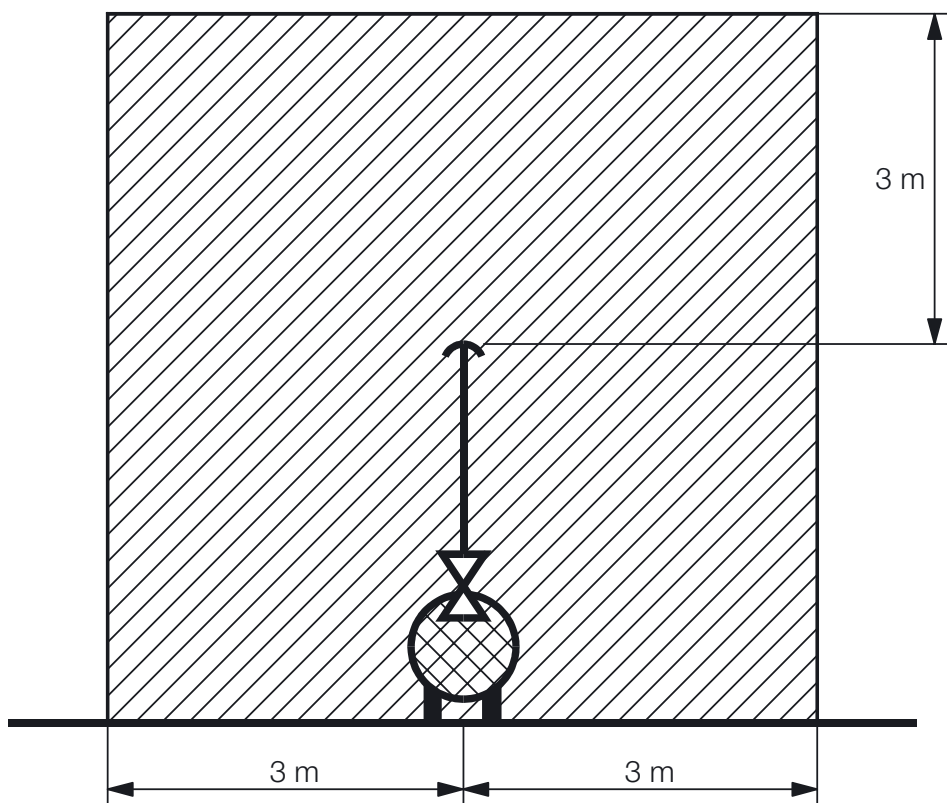


2 Stoccaggio di gas di petrolio liquefatti (GPL)

2.1 Deposito di bombole (ventilazione naturale o artificiale)



2.2 Cisterna di gas di petrolio liquefatti (all'aperto)
Valvola di sicurezza (apertura di sfiato)

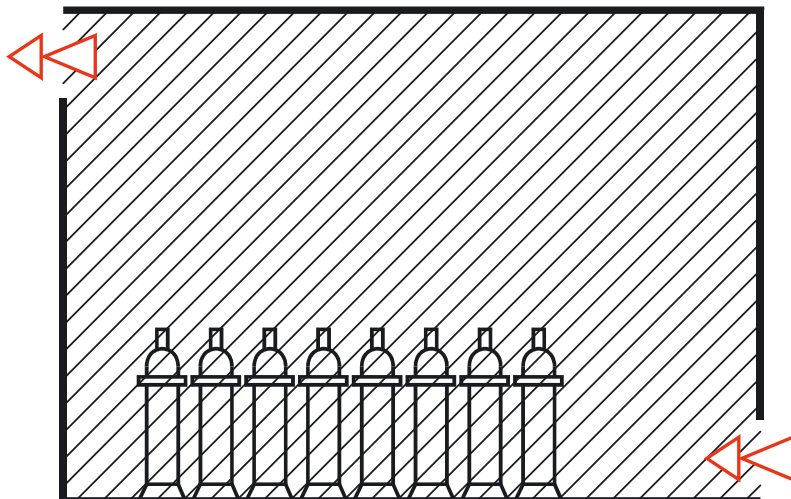


 zona 1
 zona 2

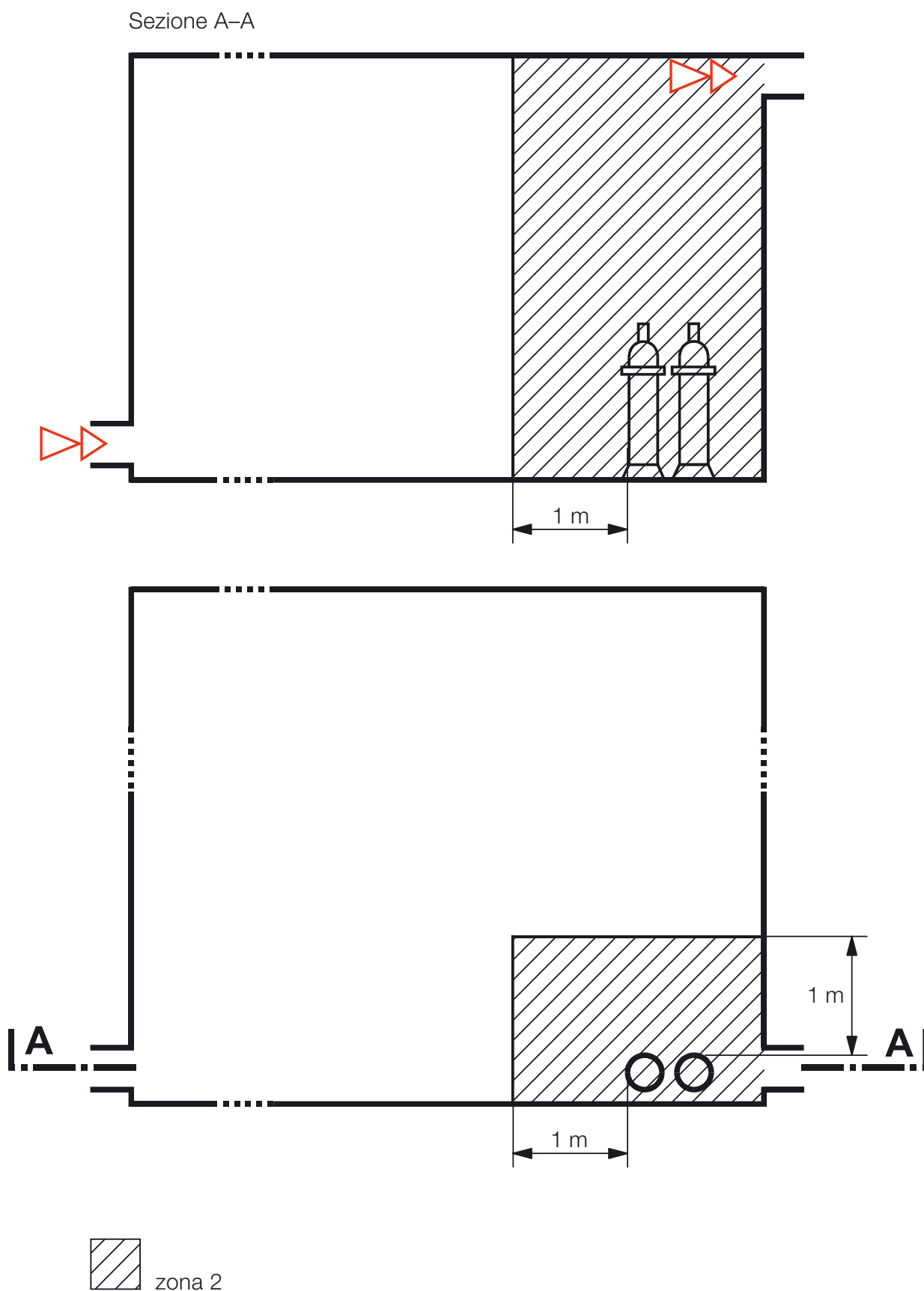
3 Stoccaggio di gas infiammabili più leggeri dell'aria

(con densità inferiore a $1,3 \text{ kg/Nm}^3$ a 273 K e 1 bar)

- 3.1 Stoccaggio di bombole o pacchi di bombole di gas in un locale separato

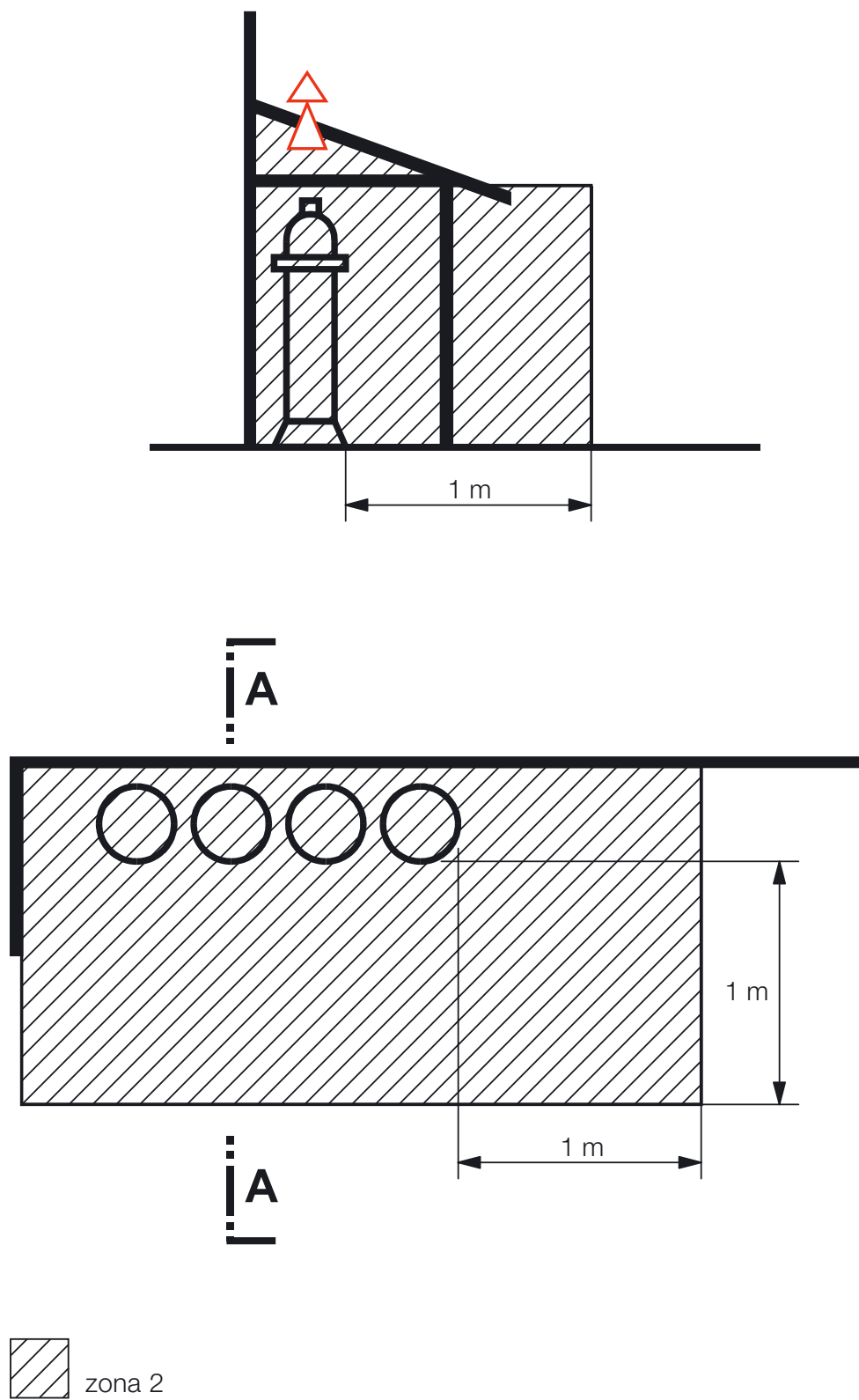


3.2 Stoccaggio di bombole di gas in un locale ampio
(ventilazione naturale o artificiale)

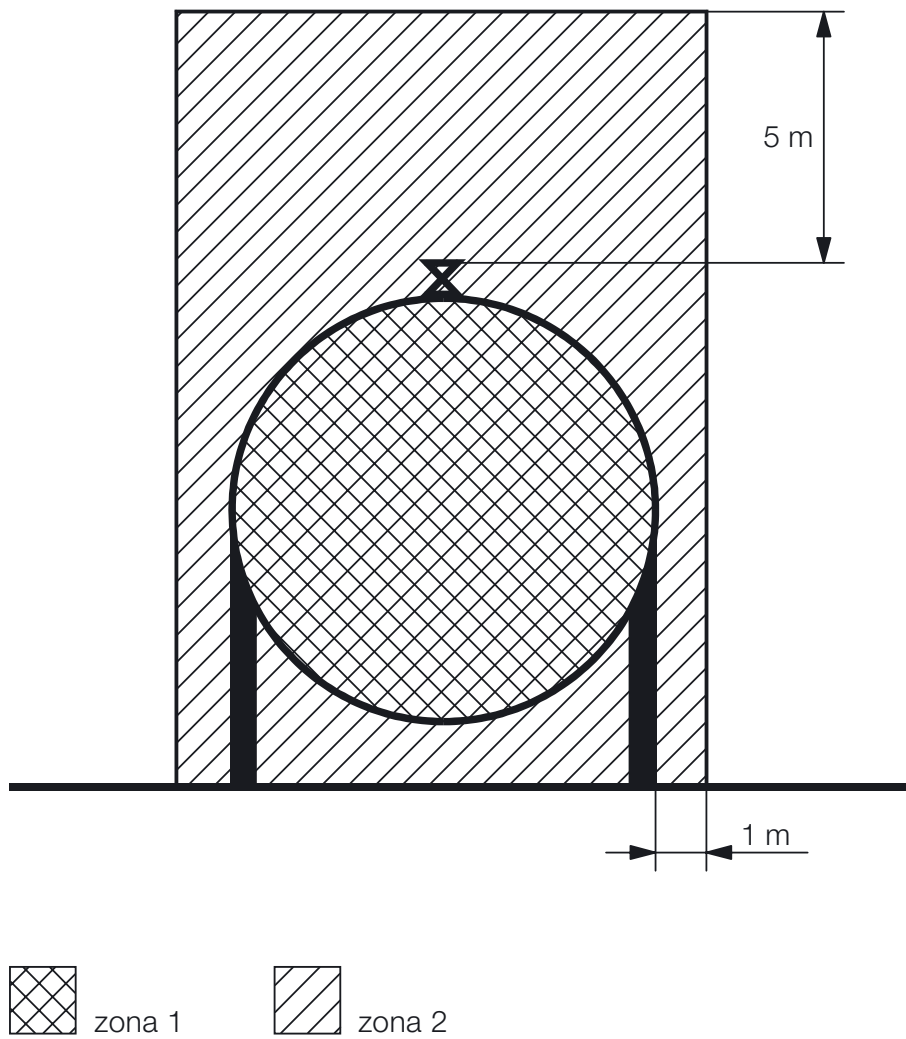


3.3 Stoccaggio di bombole o di pacchi di bombole di gas all'aperto

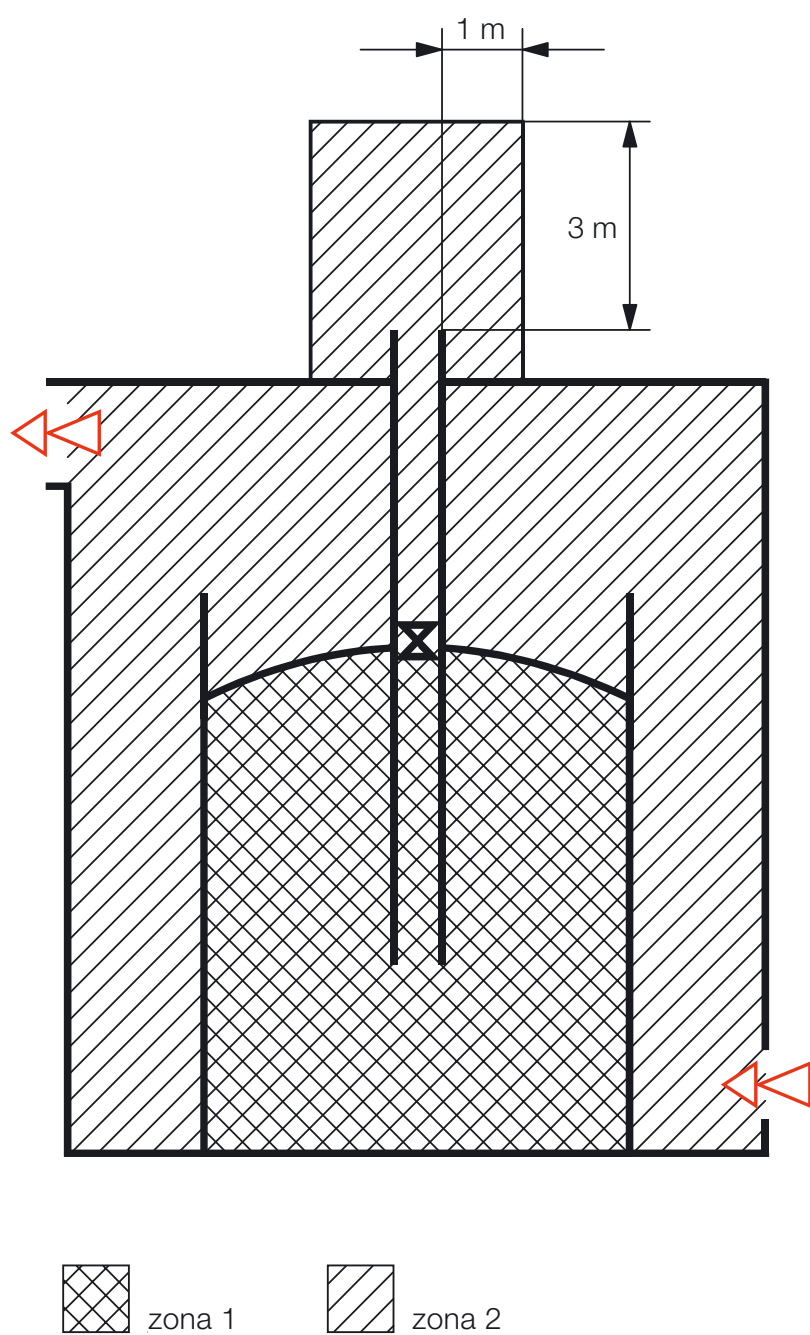
Sezione A-A



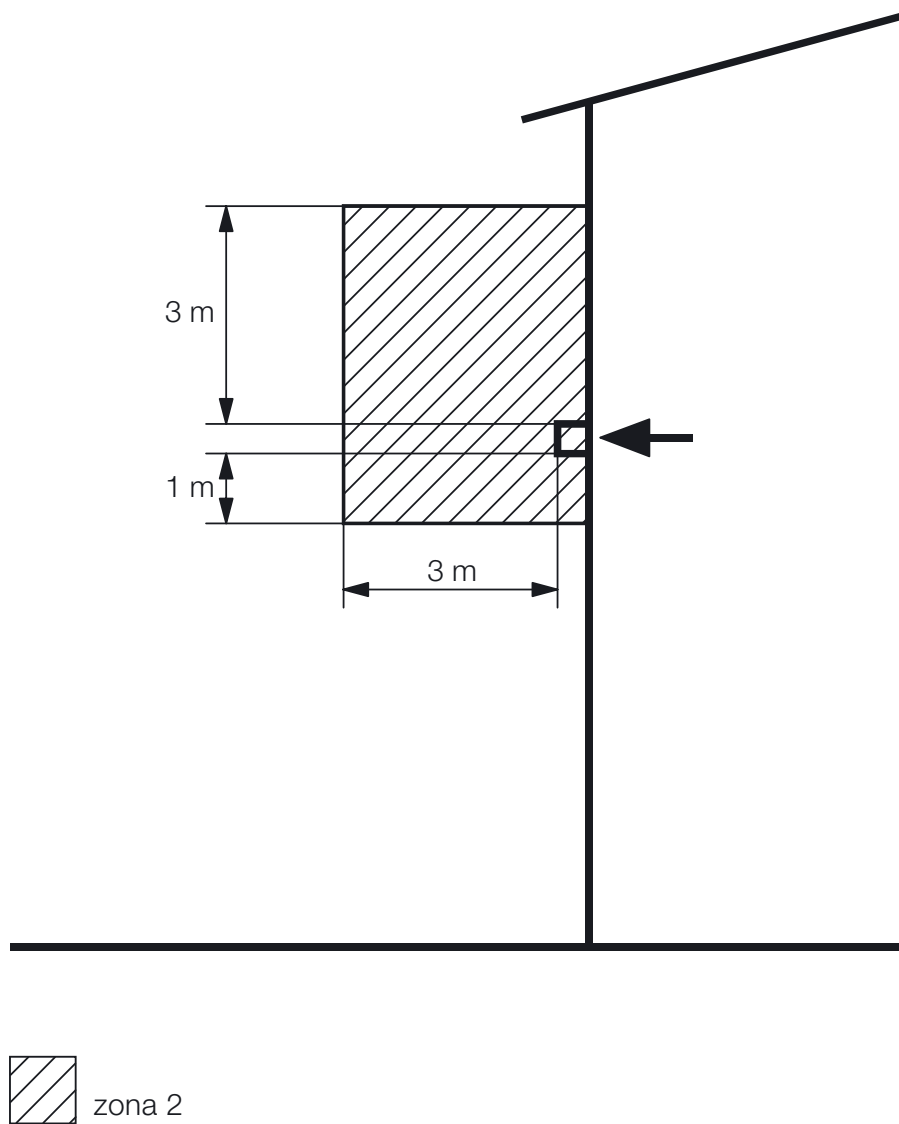
3.4 Cisterna di gas compresso all'aperto



3.5 Gasometro a bassa pressione in un locale chiuso

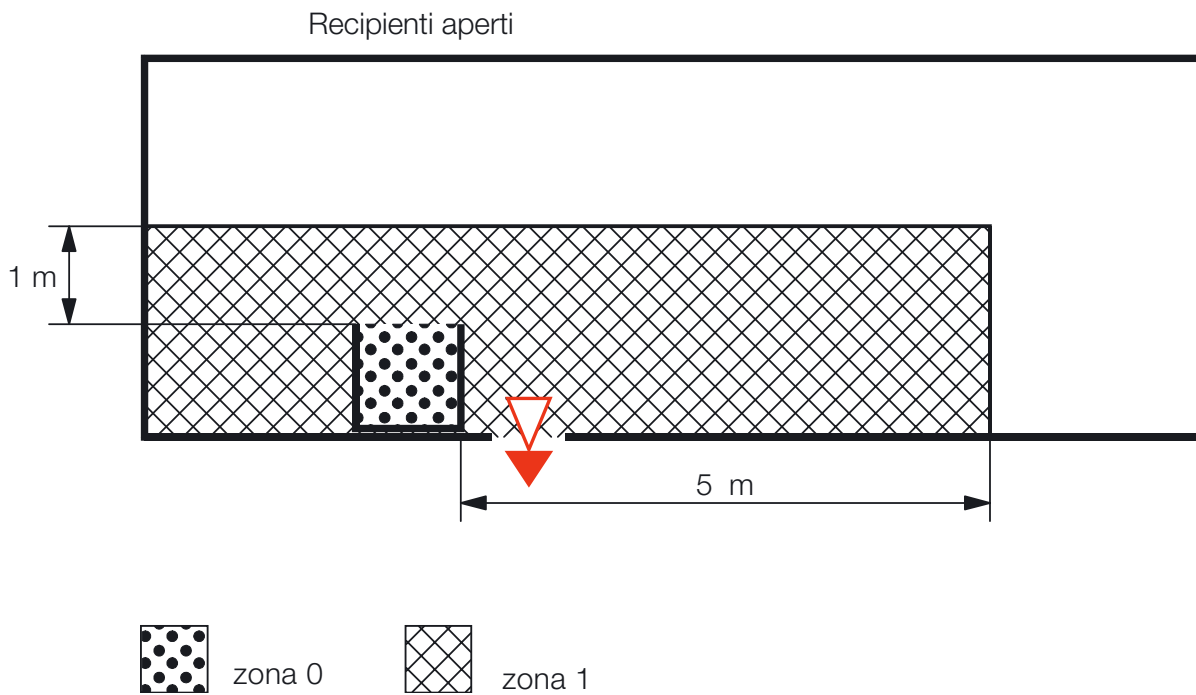


3.6 Condotta di sfiato



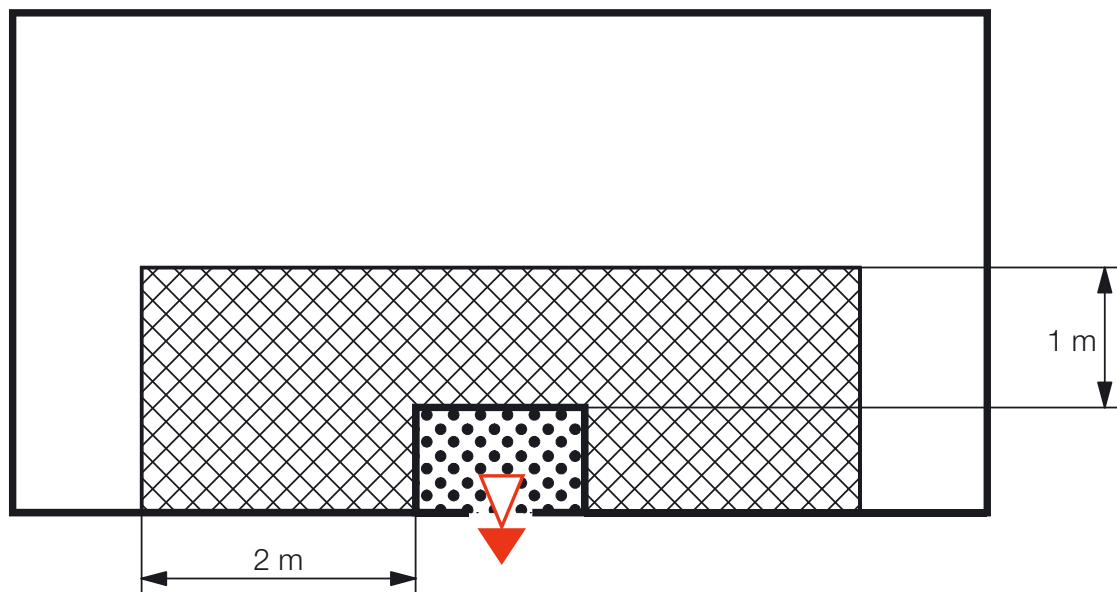
4 Manipolazione di liquidi facilmente infiammabili

- 4.1 – Travaso (ad. es. impianto di travaso e prelievo, pompaggio)
– Impianto di miscelazione (ad es. agitatori meccanici, mescolatori)

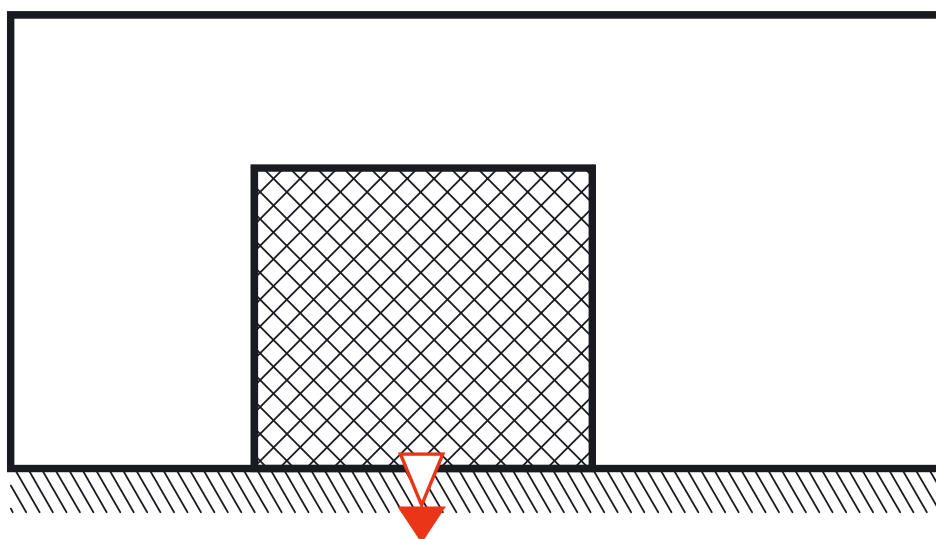


4.2 Impianti di pulitura

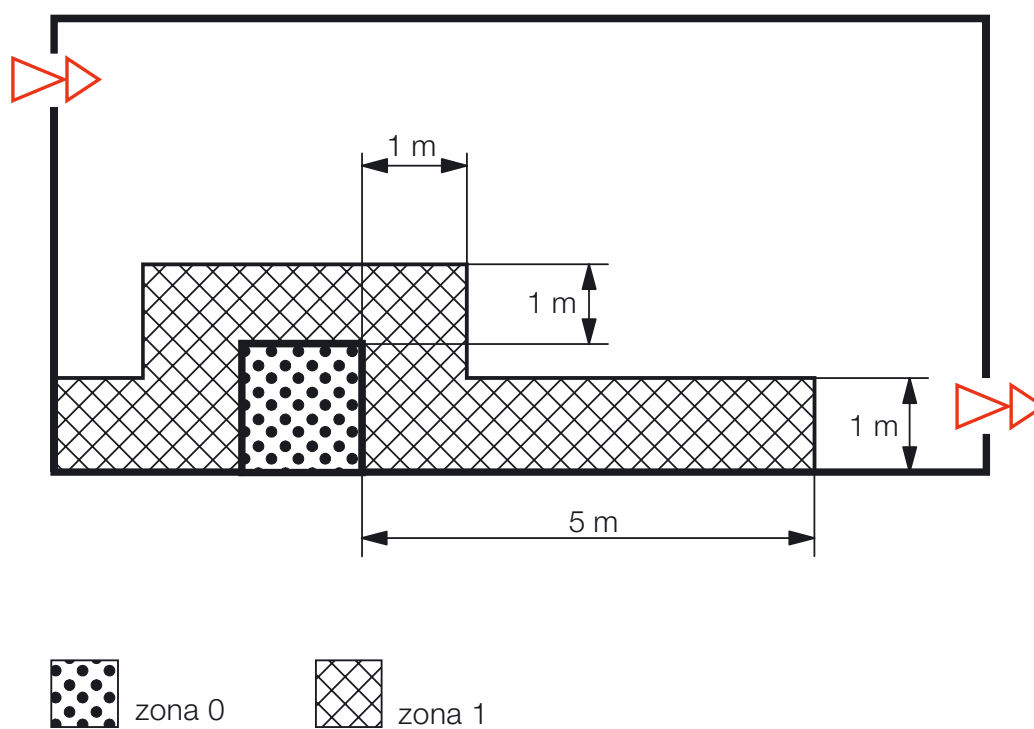
4.2.1 Impianto di pulitura con l'uso a **freddo** di liquidi facilmente infiammabili



4.2.2 Impianto di pulitura chiuso in cui vengono spruzzati liquidi infiammabili (punto d'infiammabilità $> 30^{\circ}\text{C}$)



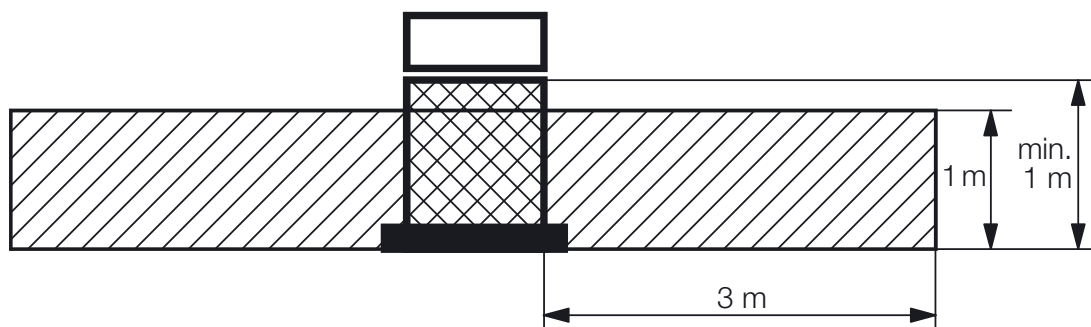
4.3 Piccolo impianto di distillazione per liquidi infiammabili



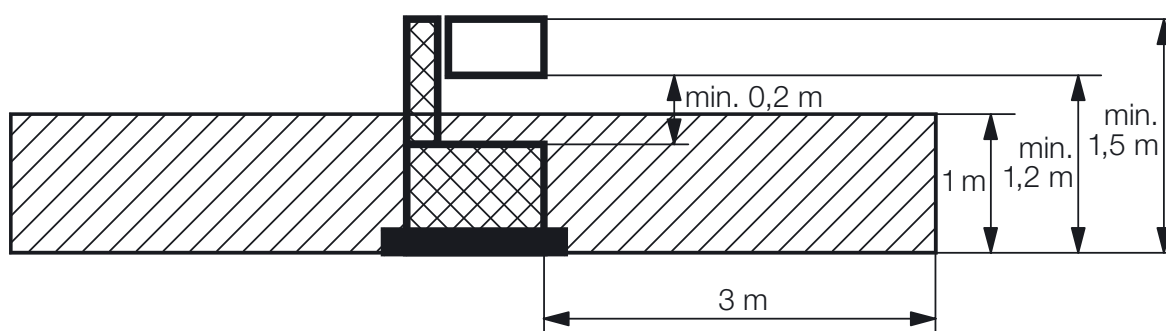
4.4 Distributore di benzina (con recupero dei gas) con calcolatore elettronico (all'aperto)

Separazione tra le parti idrauliche e quelle elettroniche con lastra a prova di gas o passaggi di condotte a tenuta di gas

4.4.1 Involucro del calcolatore min. IP 54

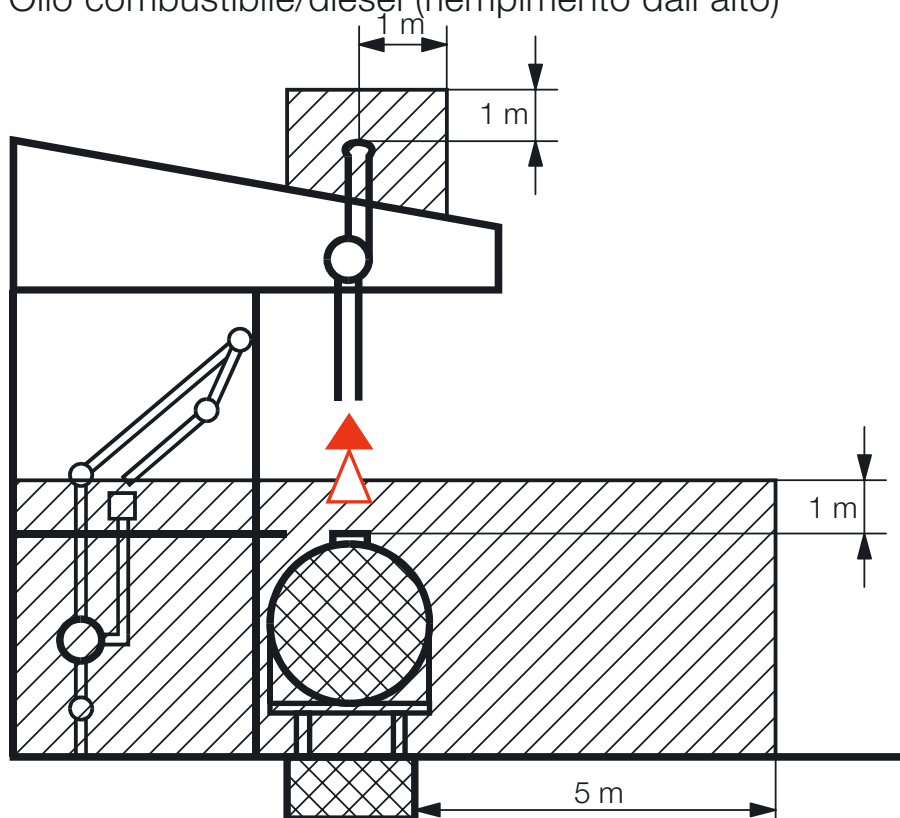


4.4.2 Involucro del calcolatore min. IP 33

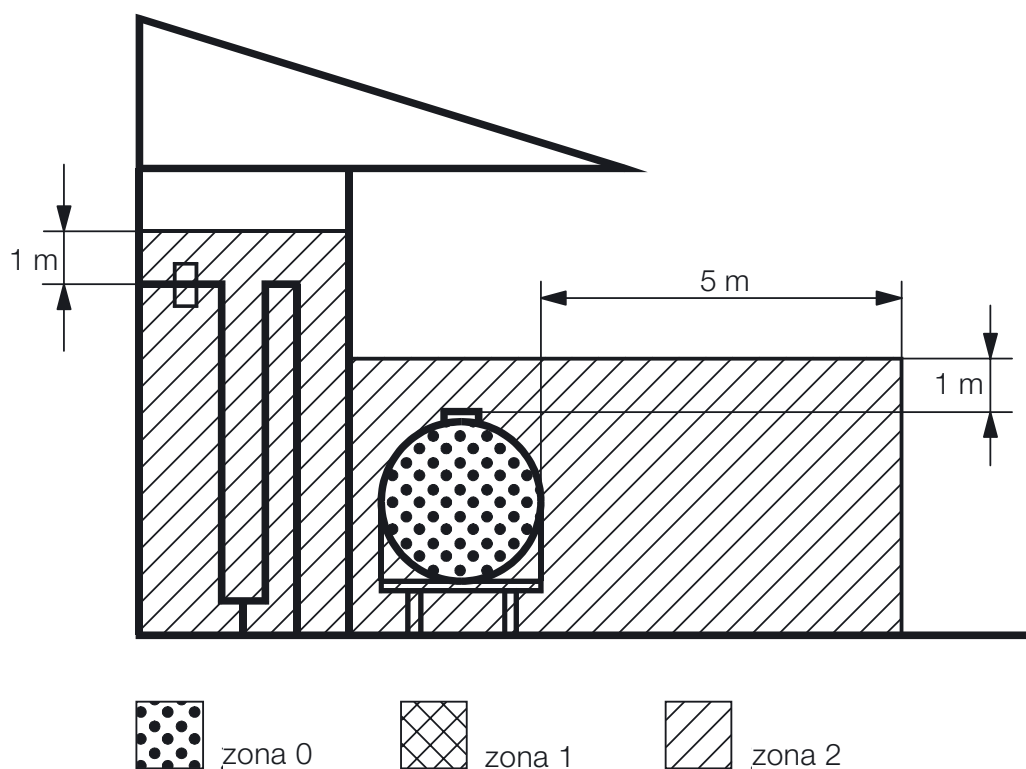


4.5 Stazioni di carico per veicoli cisterna

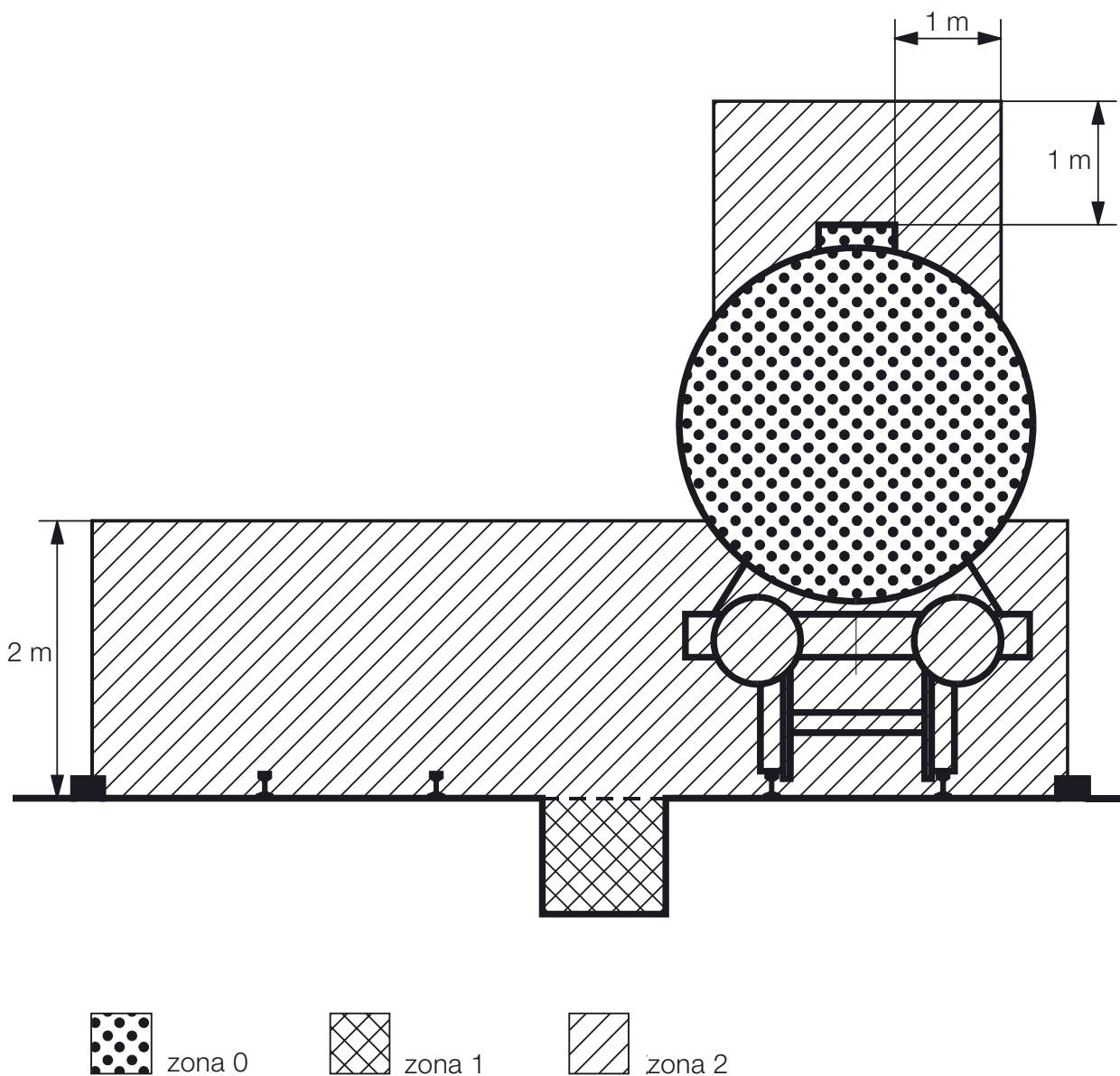
4.5.1 Olio combustibile/diesel (riempimento dall'alto)



4.5.2 Liquidi con punto d'infiammabilità < 30 °C ad es. benzina (riempimento dal basso)

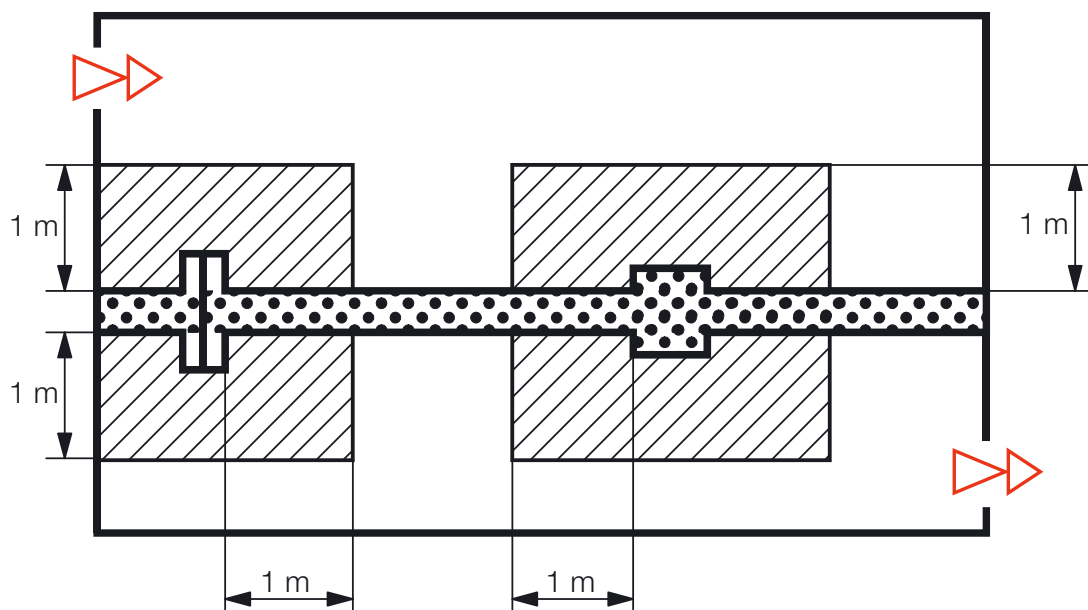


4.6 Stazioni di travaso (senza riempimento) per vagoni cisterna che trasportano liquidi facilmente infiammabili

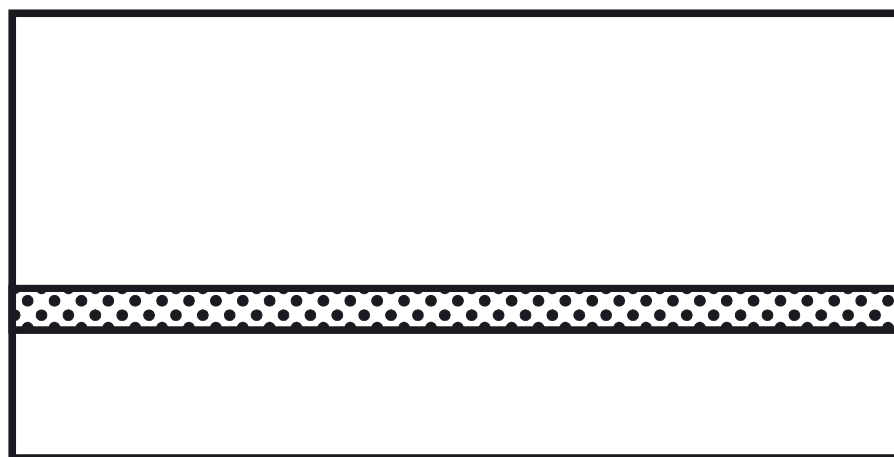


4.7 Condotte per liquidi facilmente infiammabili e vapori infiammabili all'aperto o in ampi locali

4.7.1 Raccordi a flange, avvitati o con armature



4.7.2 Condotte saldate

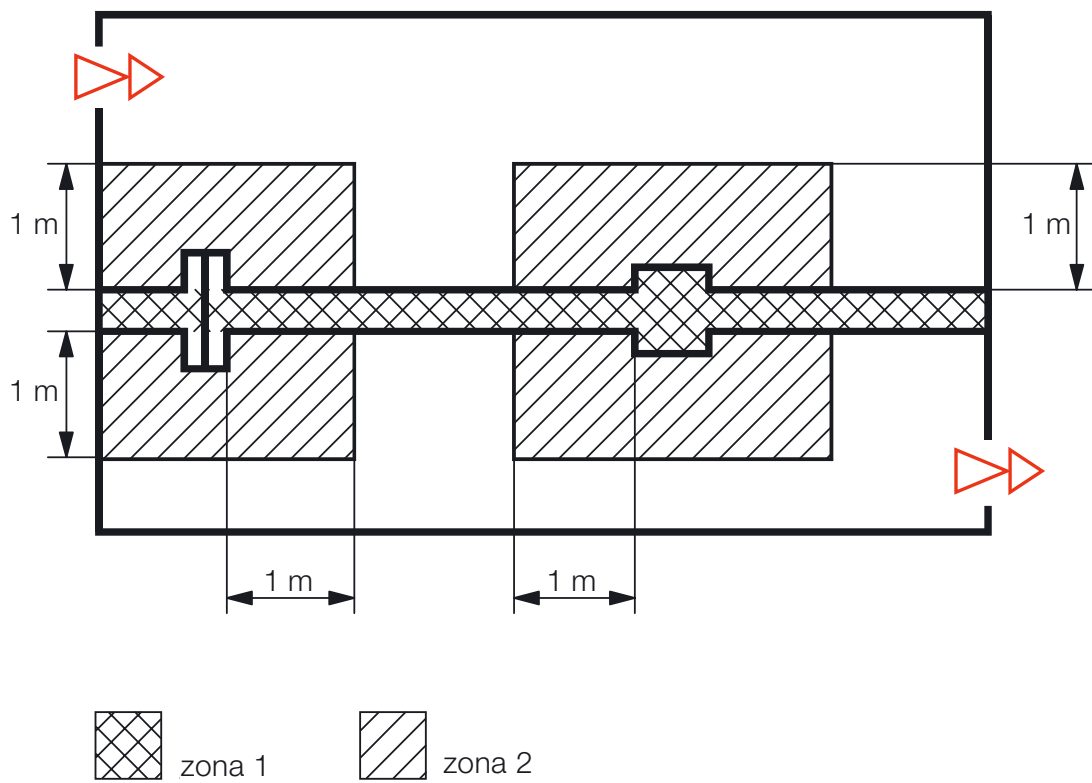


zona 0



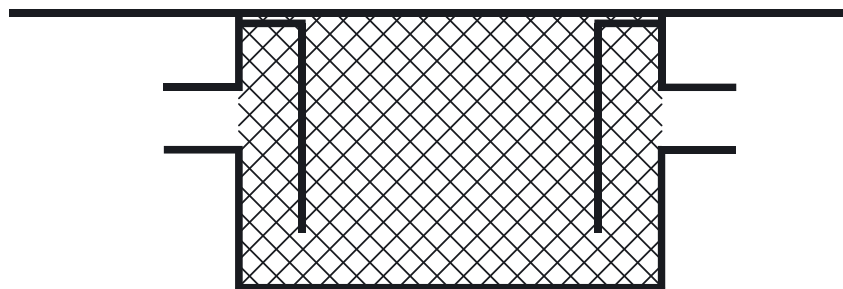
zona 2

4.7.3 Condotte, riempite completamente di liquido, per le quali è garantito che durante il riempimento e lo svuotamento non è presente per lungo tempo alcuna atmosfera esplosiva.

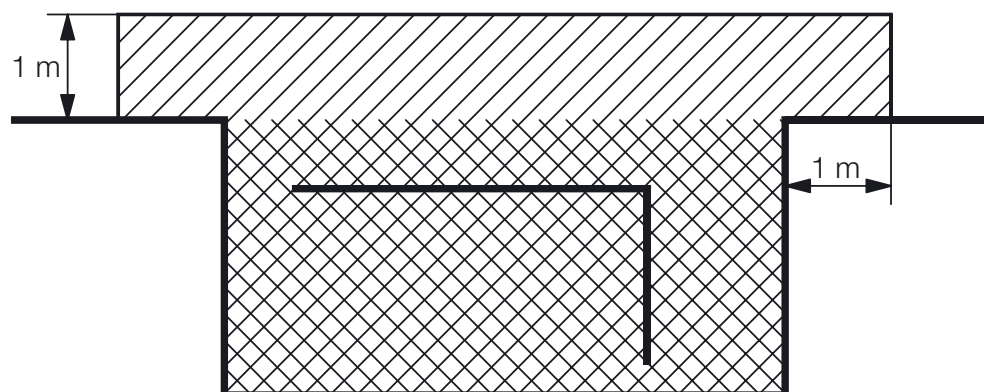


4.8 Separatori di liquidi facilmente infiammabili

4.8.1 Separatore chiuso



4.8.2 Separatore aperto

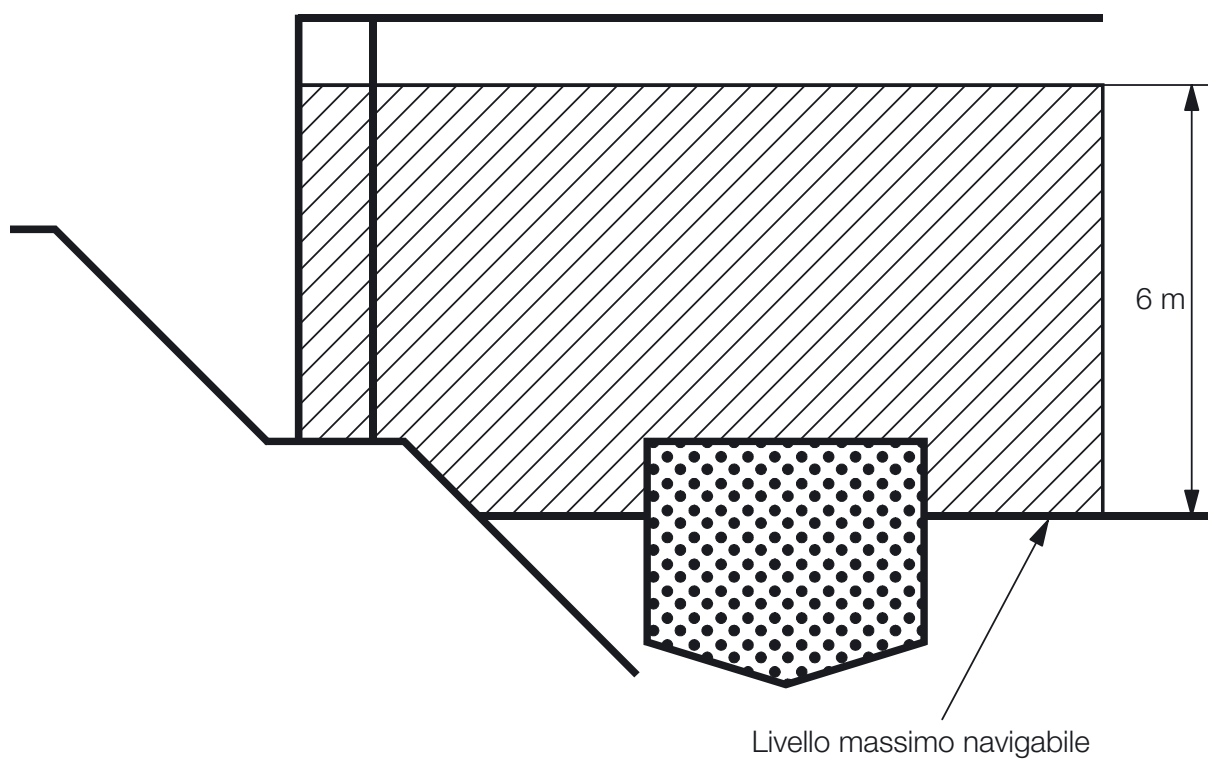


zona 1



zona 2

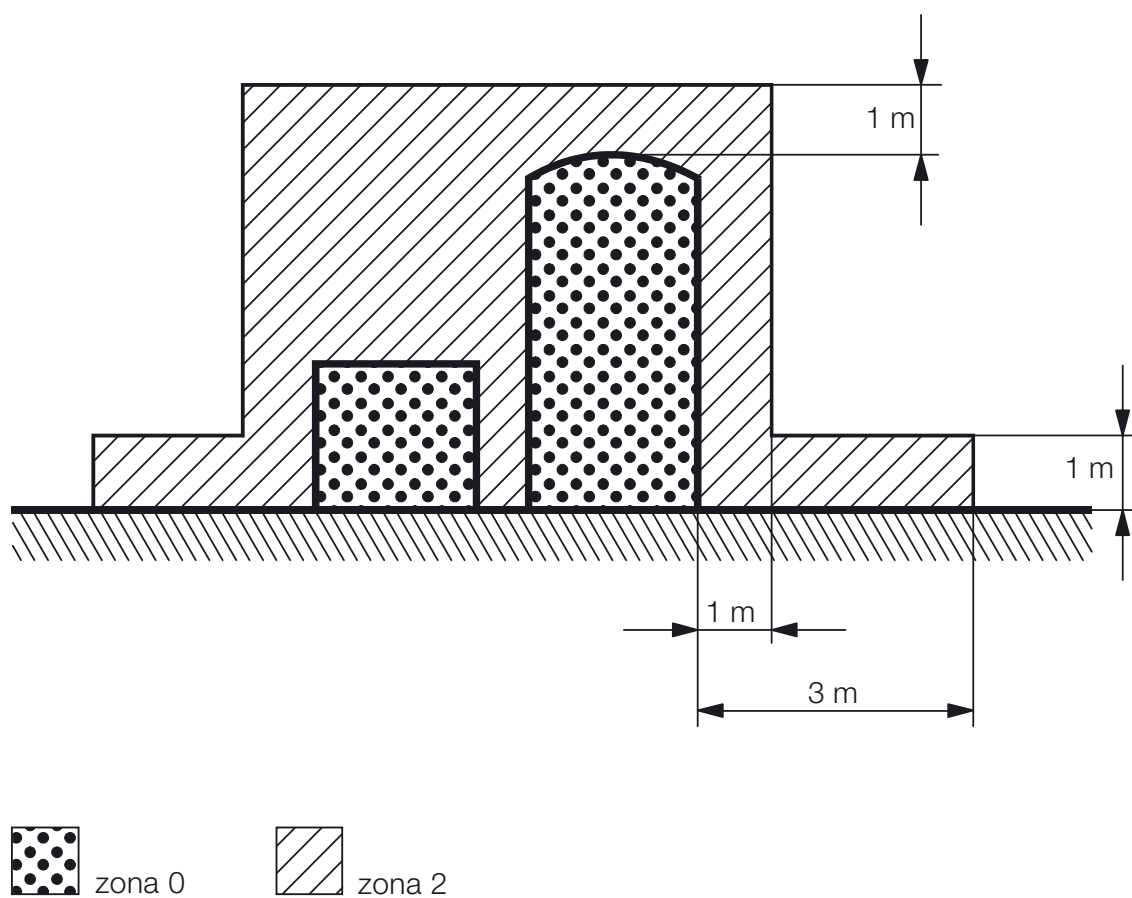
4.9 Scalo di scarico per navi cisterna



 zona 0

 zona 2

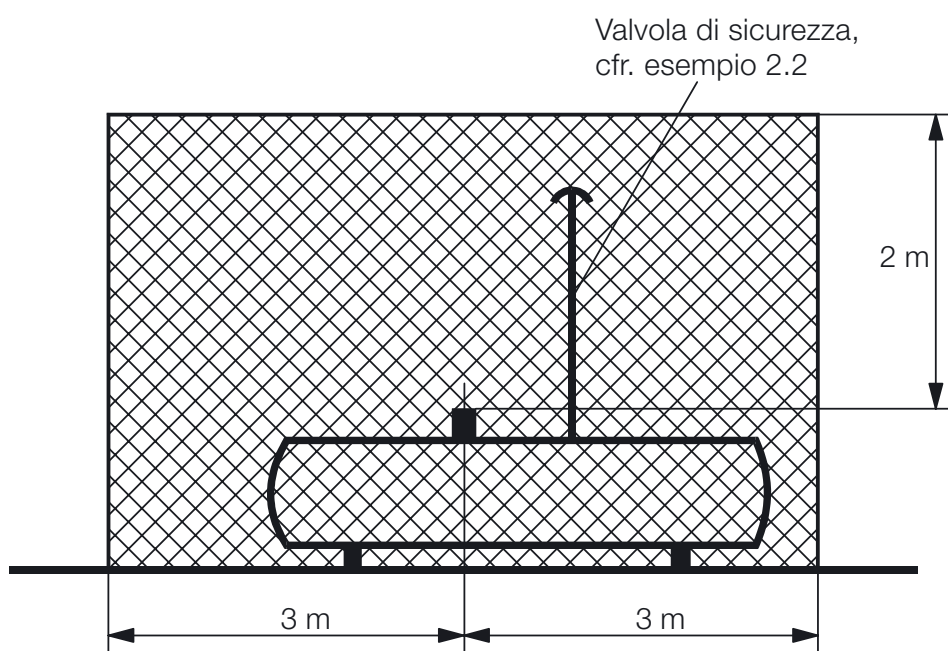
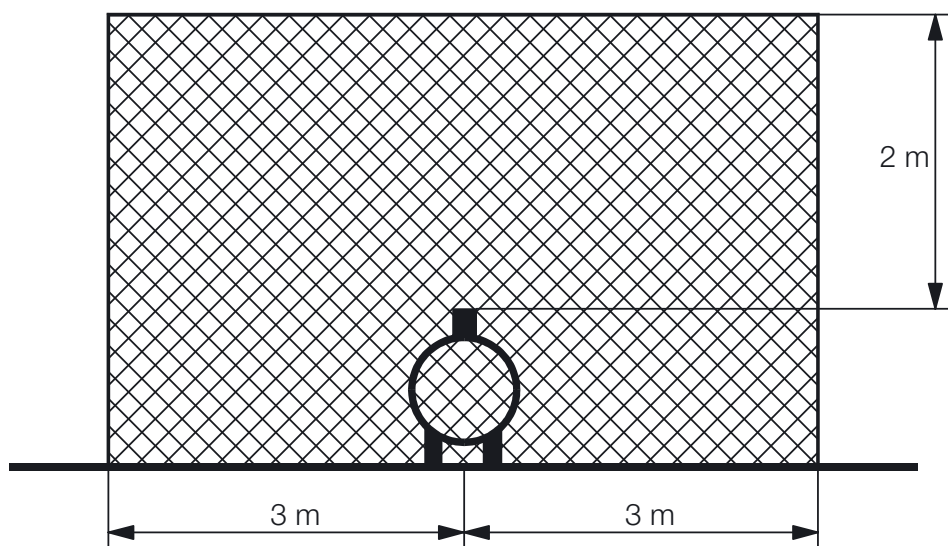
4.10 Impianto di recupero per liquidi facilmente infiammabili
(sistema chiuso)



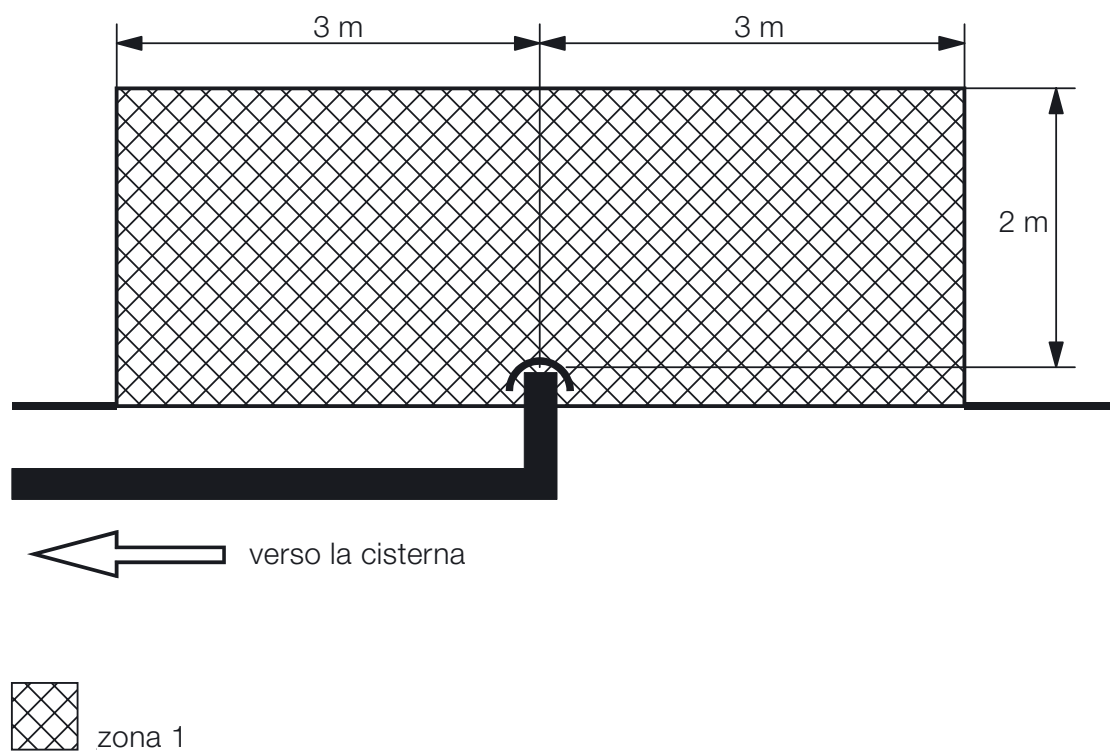
5 Manipolazione di gas infiammabili

5.1 Travaso di gas di petrolio liquefatti

5.1.1 Bocchetta di riempimento sulla cisterna (piezometro, indicatore di livello, ecc.)

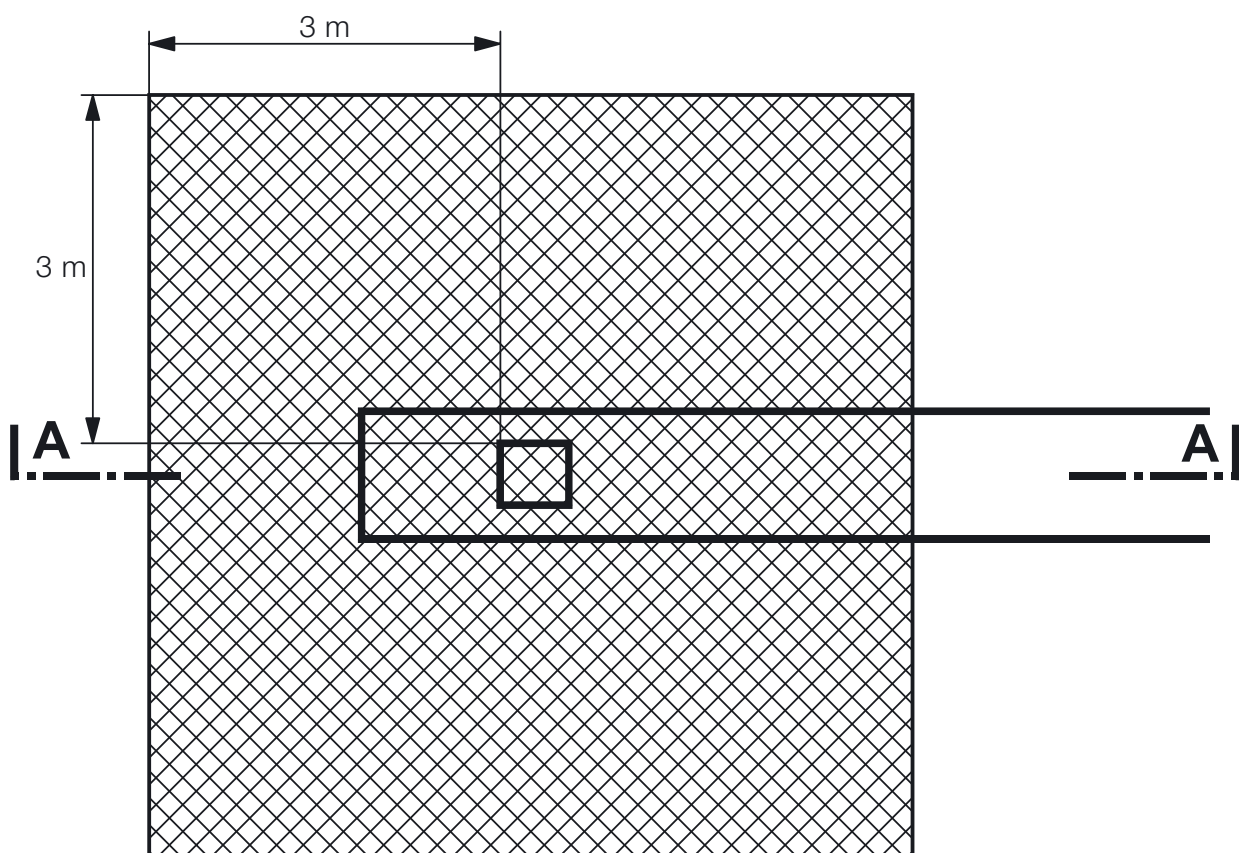
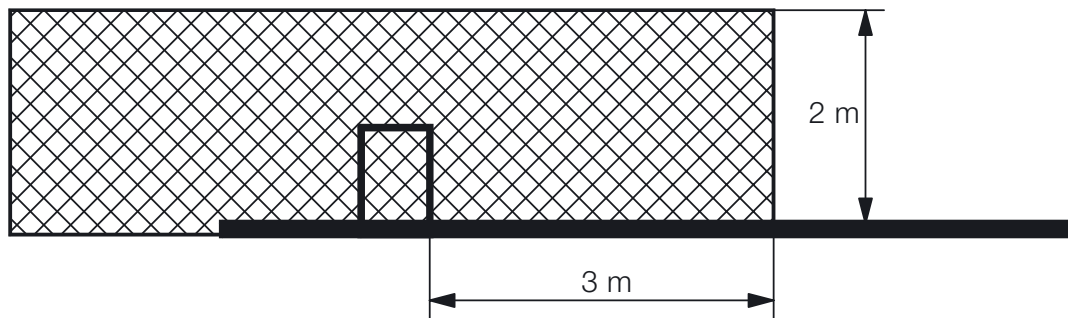


5.1.2 Bocchetta di riempimento sulla condotta di alimentazione (sul terreno) o sulla cisterna di gas liquefatto interrata.



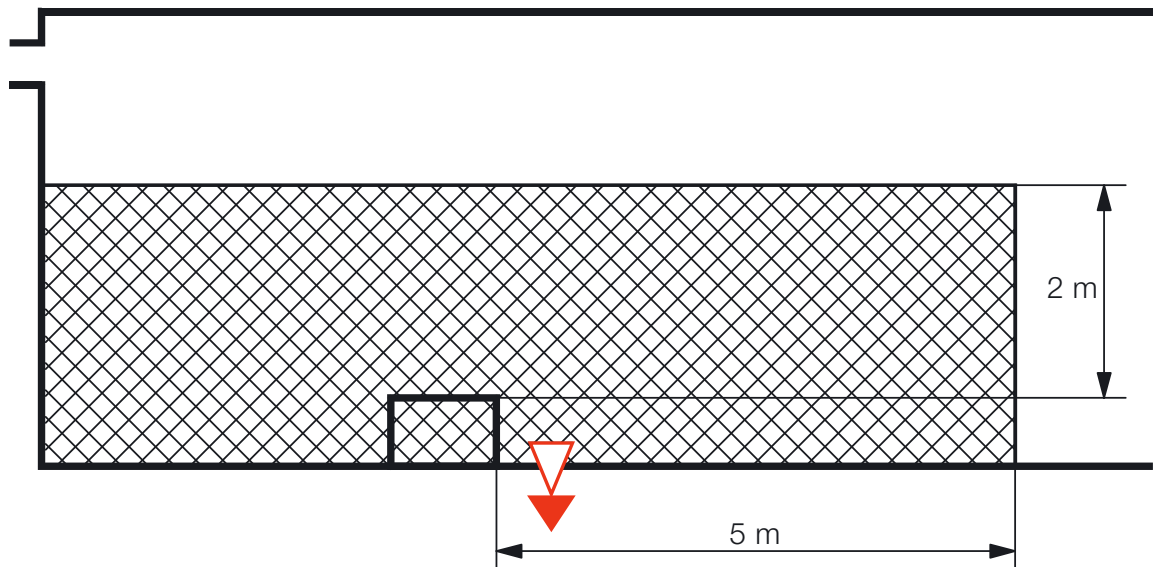
5.2 Distributore di gas di petrolio liquefatto

Sezione A-A

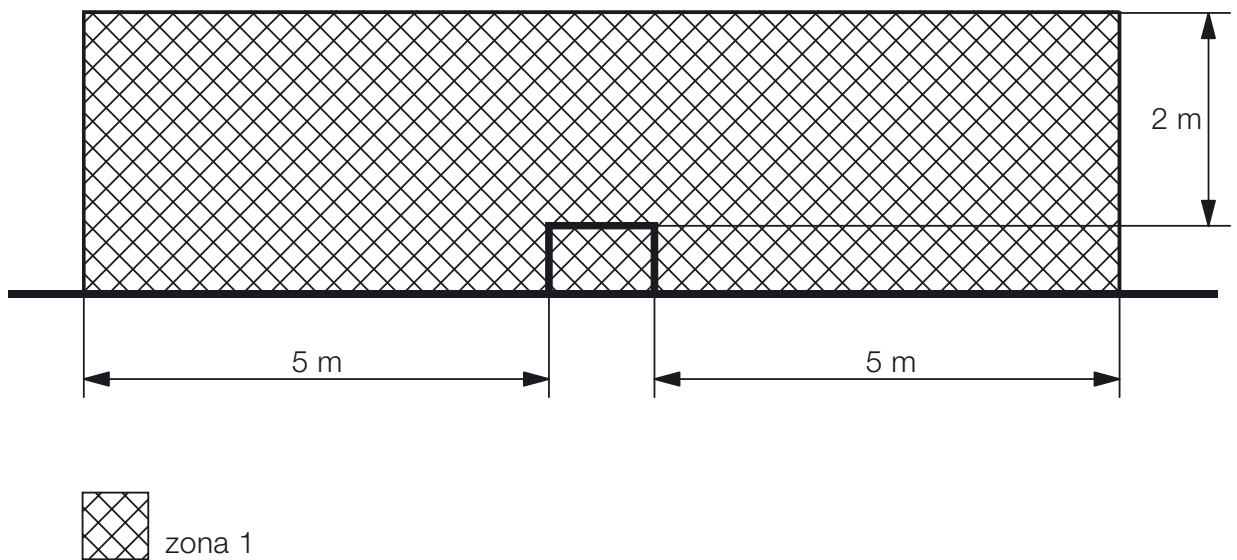


5.3 Riempimento di bombole di gas di petrolio liquefatto

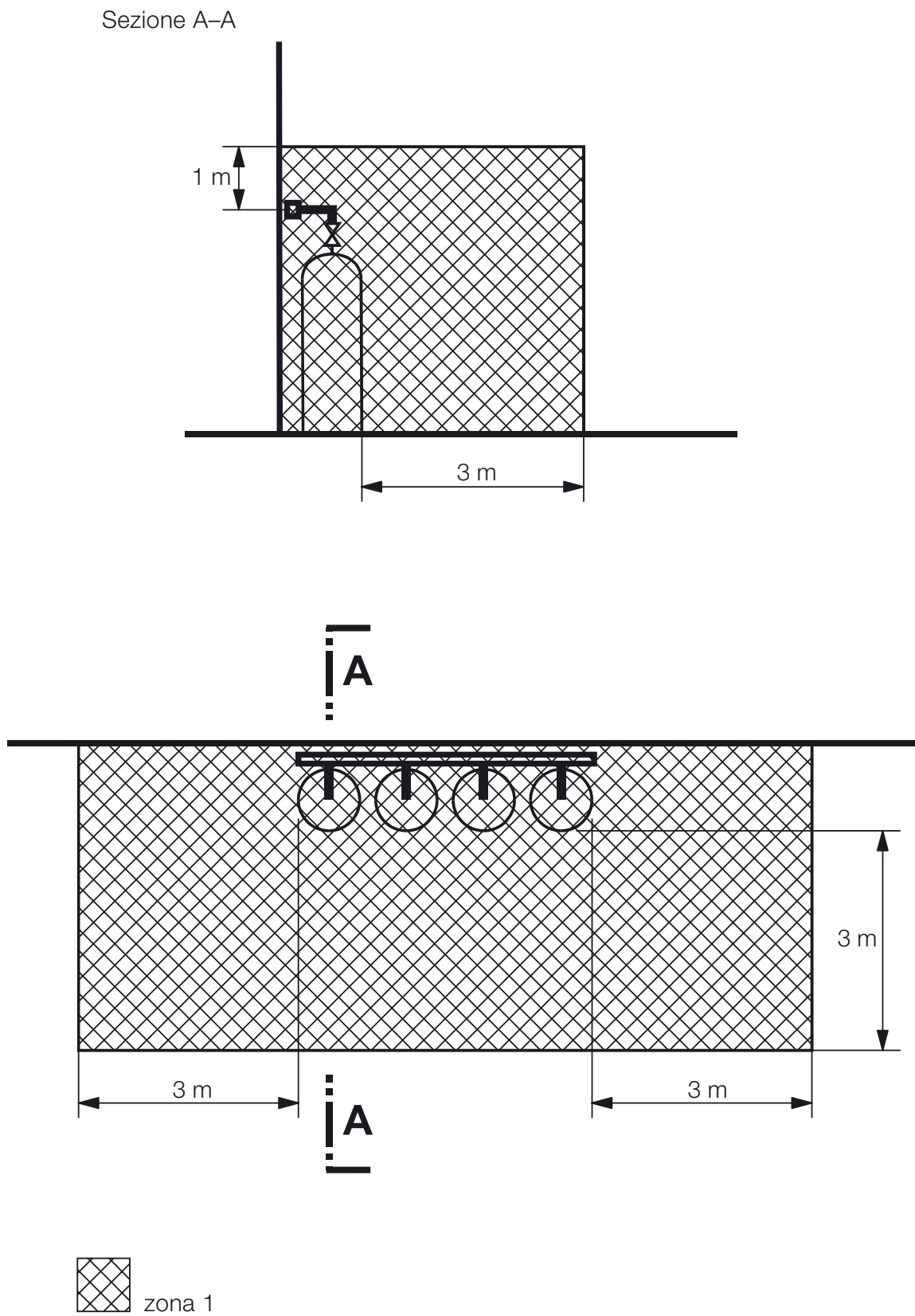
5.3.1 Impianto di riempimento bombole di gas liquefatto (con dispositivo di interblocco tra l'impianto di ventilazione e quello di riempimento)



5.3.2 Riempimento di gas liquefatto all'aperto

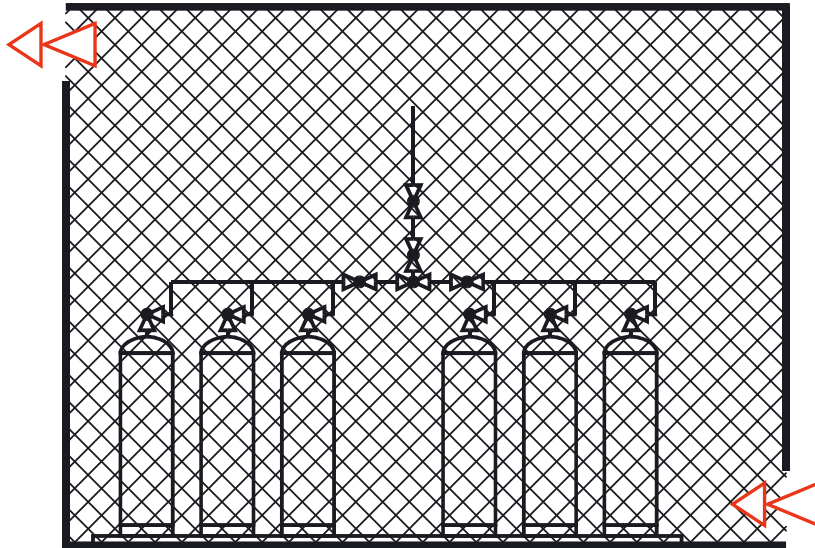


5.4 Rampa per bombole di gas di petrolio liquefatto



5.5 Rampe per bombole di gas o pacchi di bombole di gas infiammabili,
più leggeri dell'aria
(densità < 1.3 kg/Nm³ a 273 K e 1 bar)

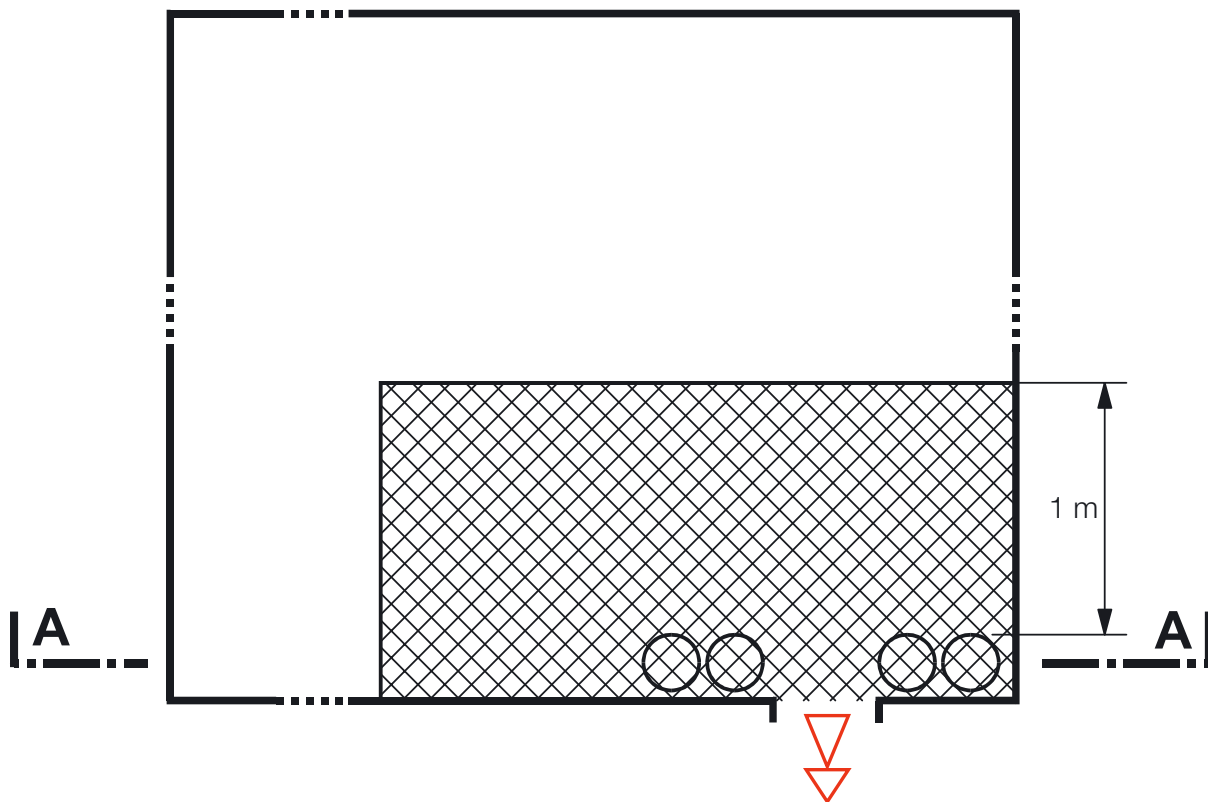
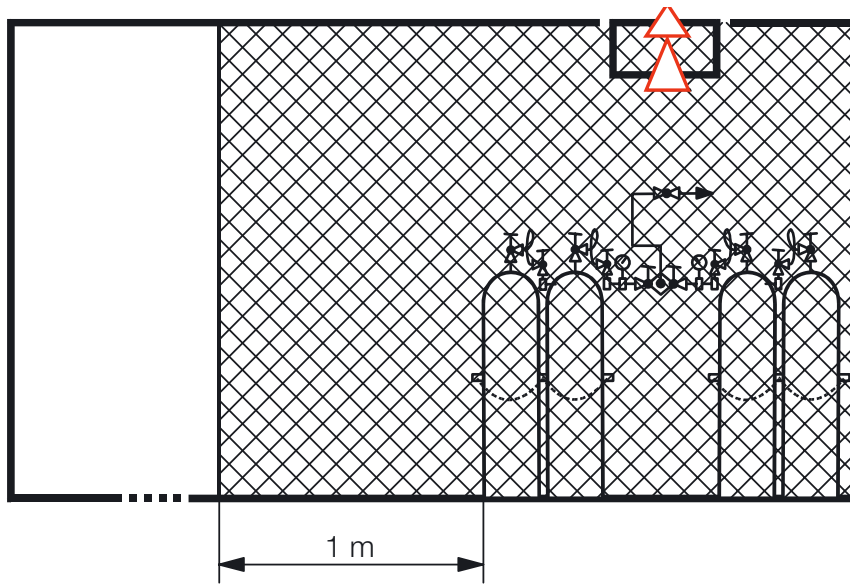
5.5.1 Rampa in un locale separato



 zona 1

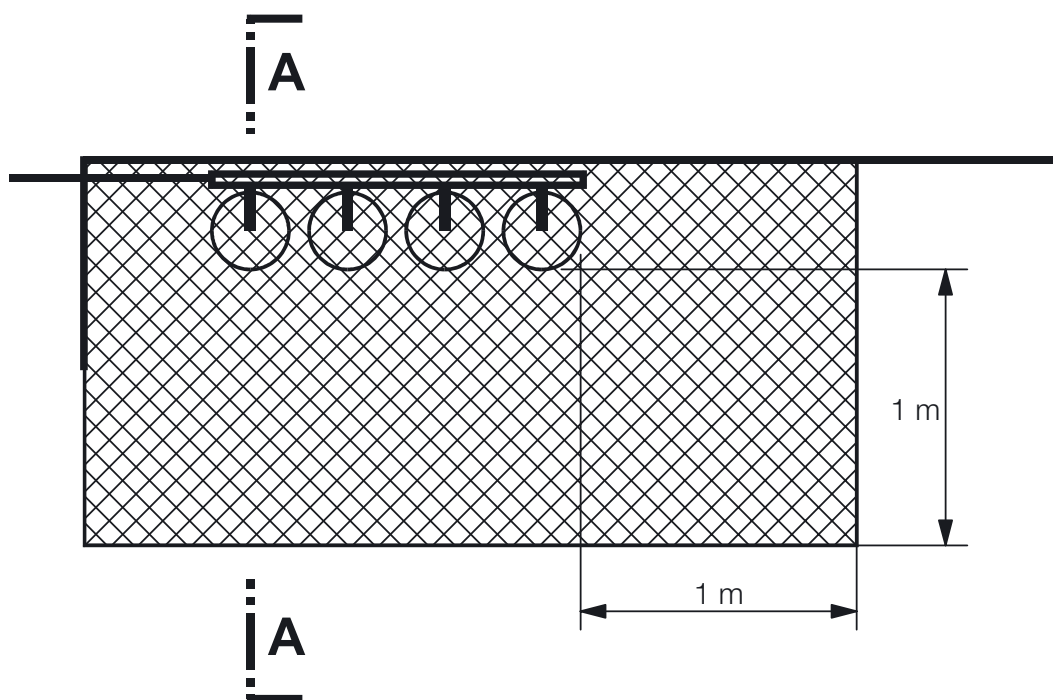
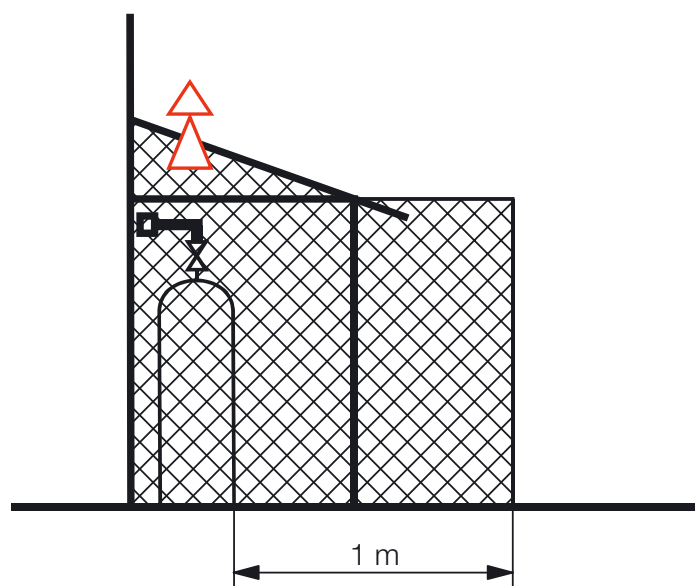
5.5.2 Rampa in un'ampia officina

Sezione A-A



5.5.3 Rampa all'aperto

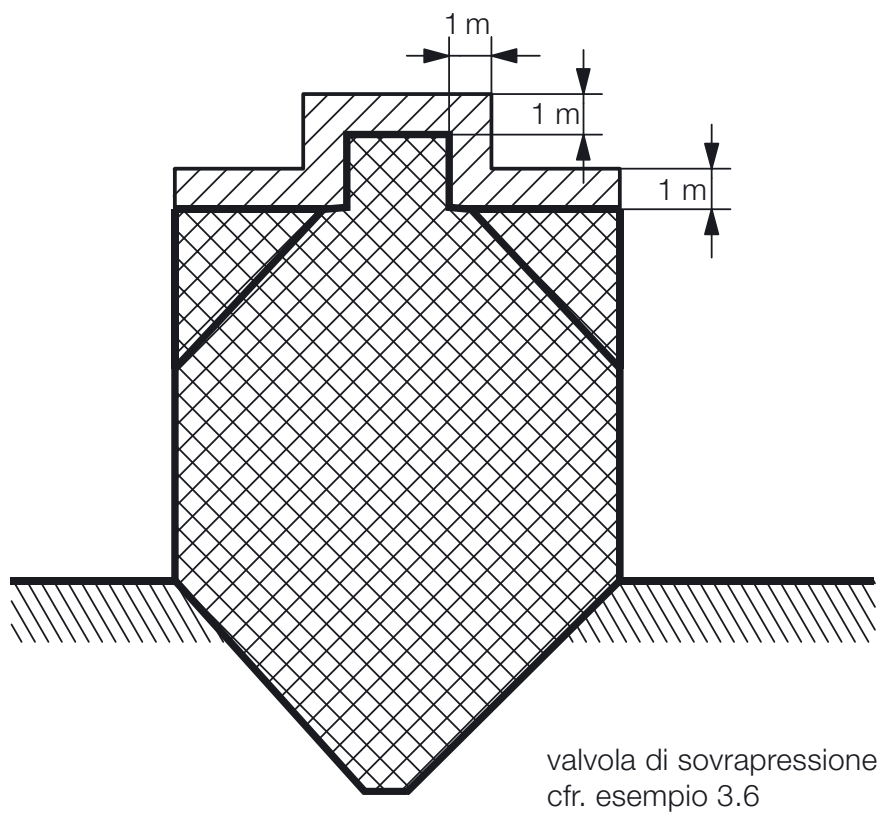
Sezione A-A



6 Impianto di depurazione acque

6.1 Produzione di biogas

6.1.1 Digestore



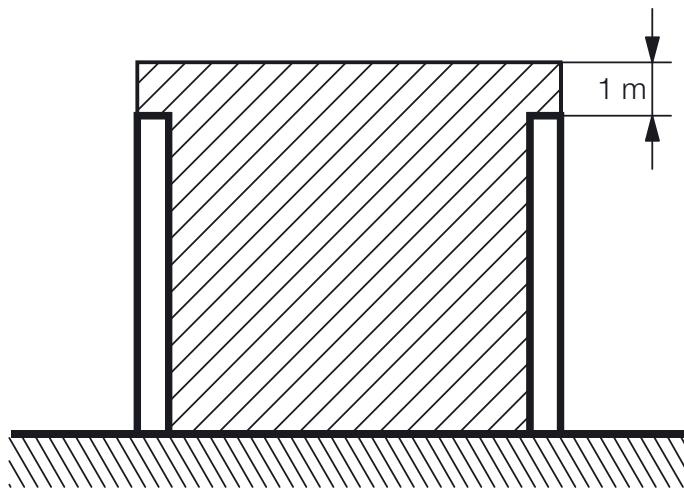
zona 1



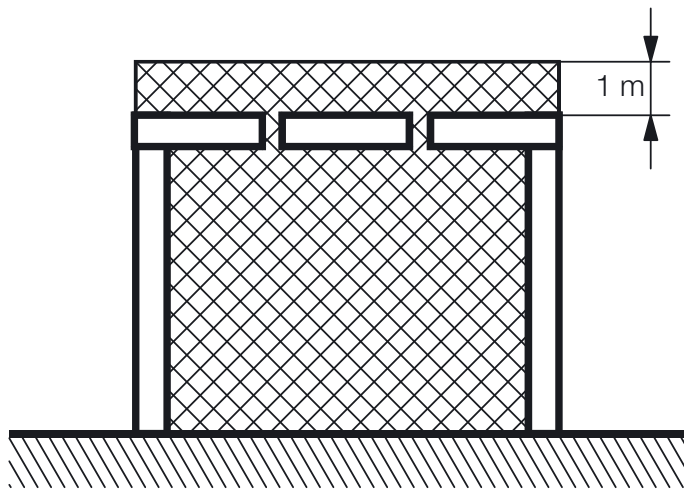
zona 2

6.1.2 Vasca raccolta fanghi

– vasca non coperta all'aperto



– vasca coperta all'aperto

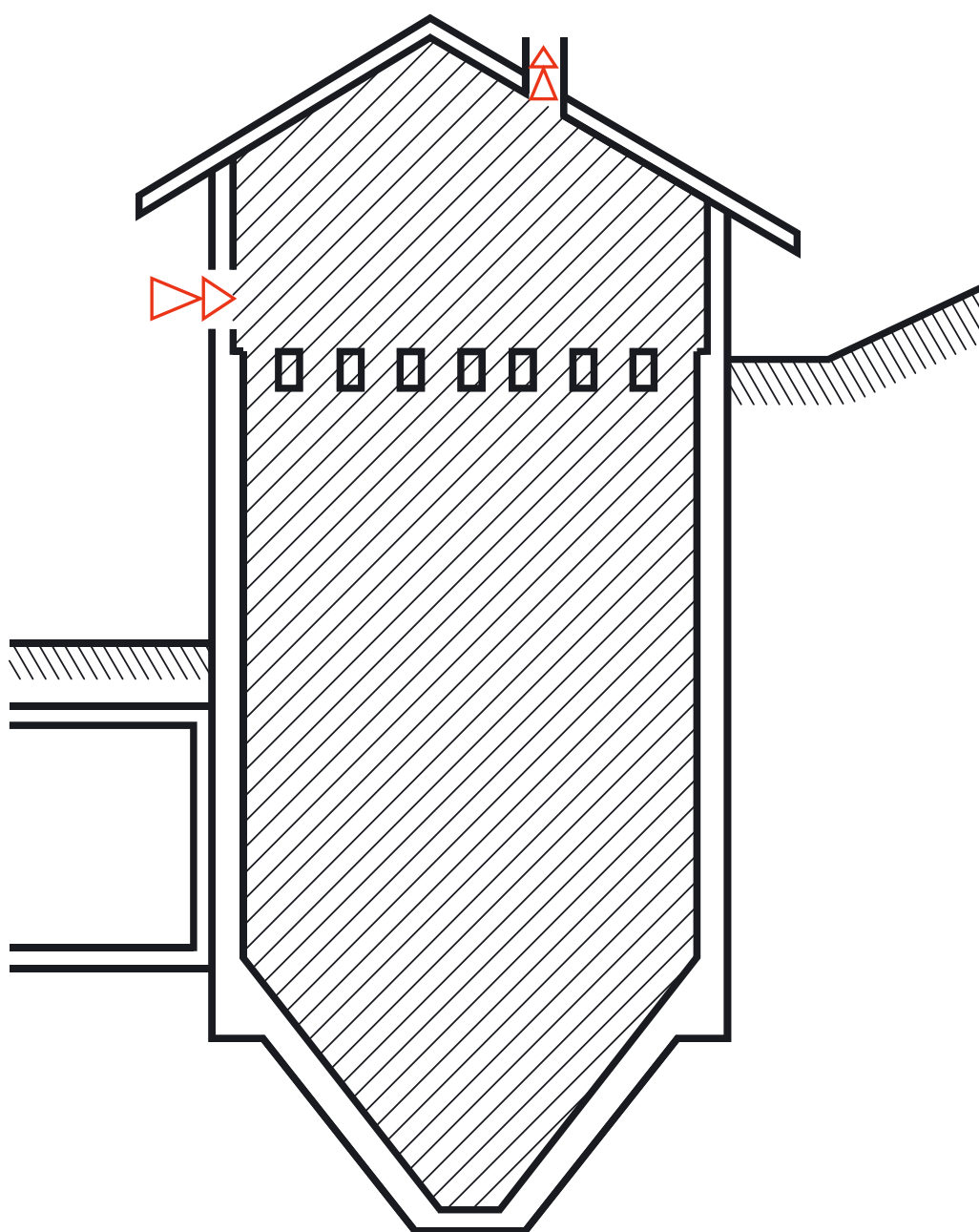


zona 1



zona 2

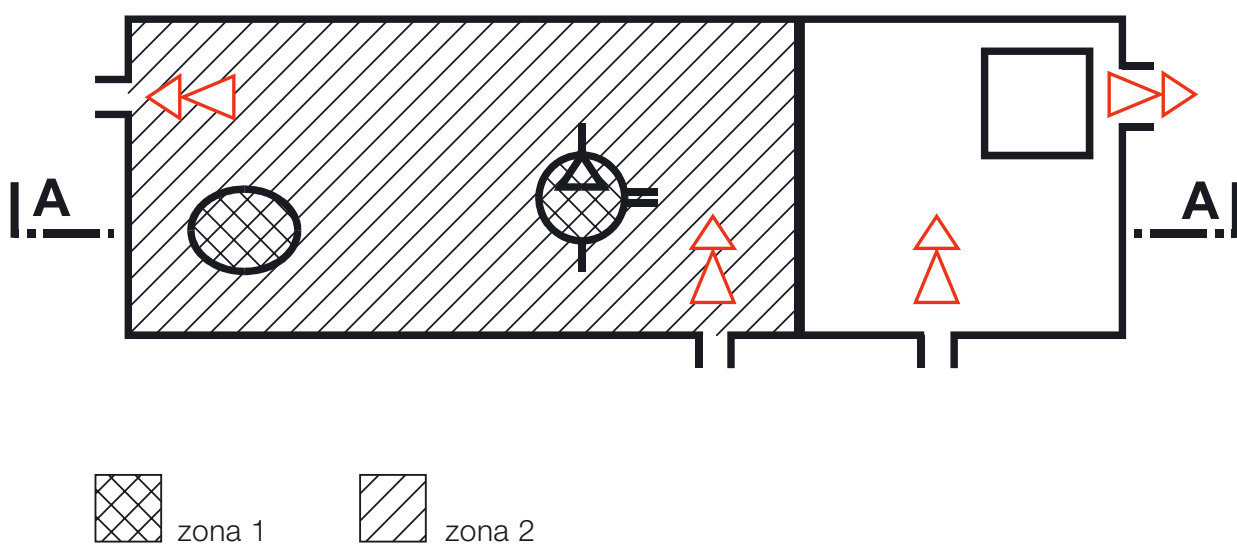
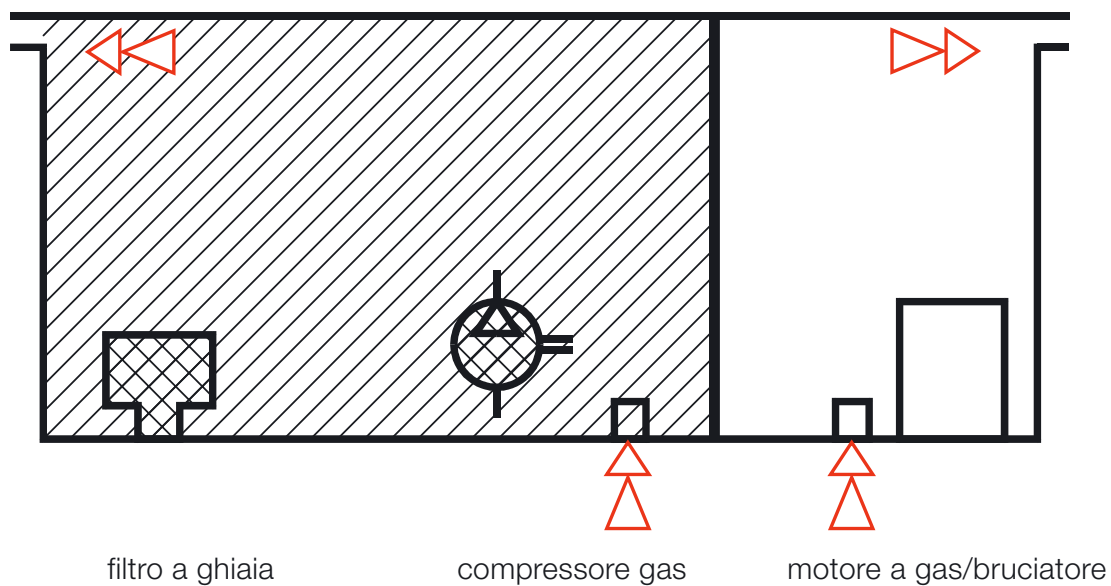
– vasca aperta in locali



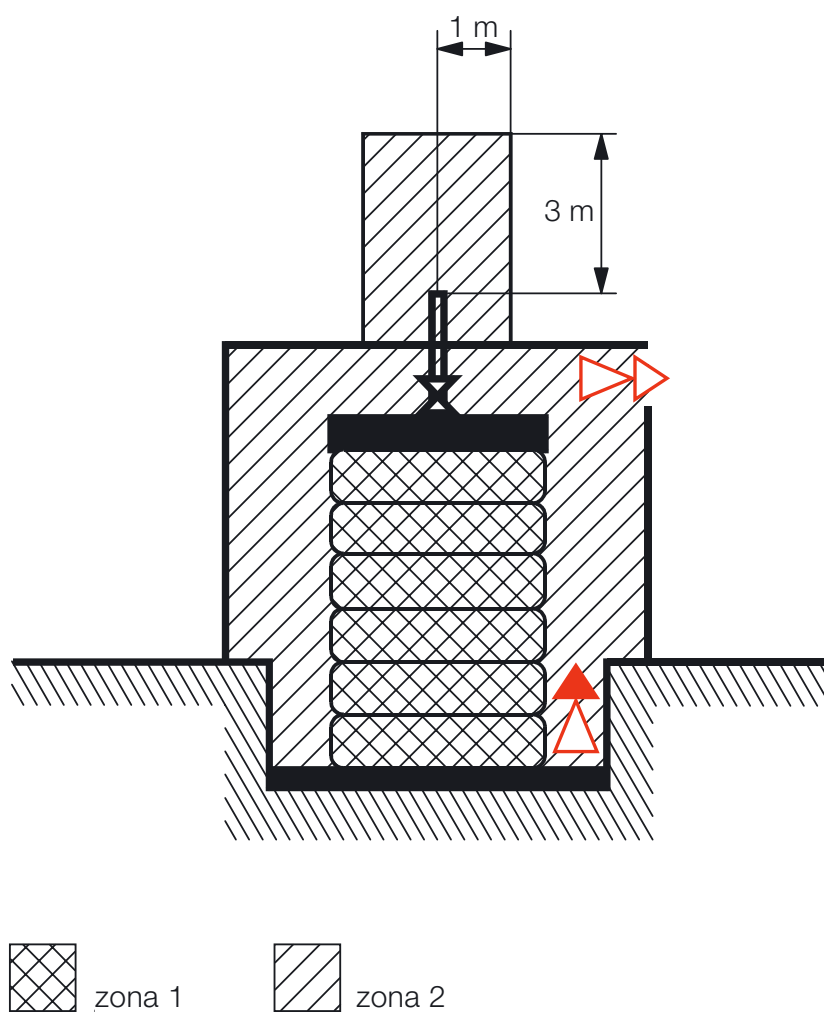
 zona 2

6.2 Locale gas/locale compressore e locale motore a gas e locale bruciatore

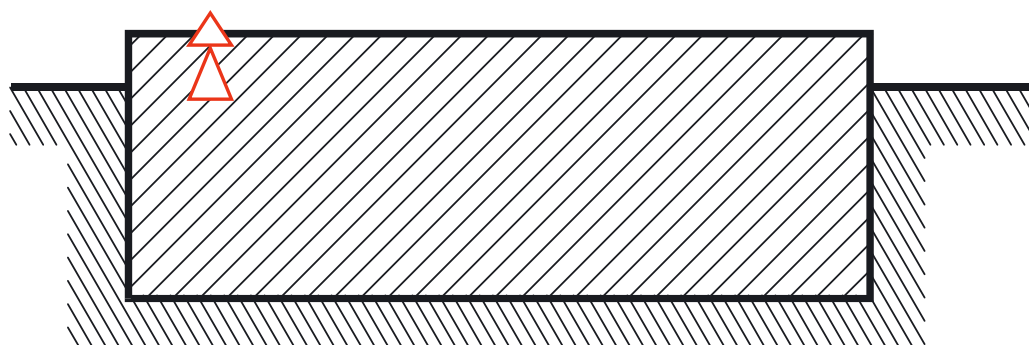
Sezione A-A



6.3 Gasometro in locali



6.4 Bacino di chiarificazione acque meteoriche
(contenuto inferiore a 500 m³)

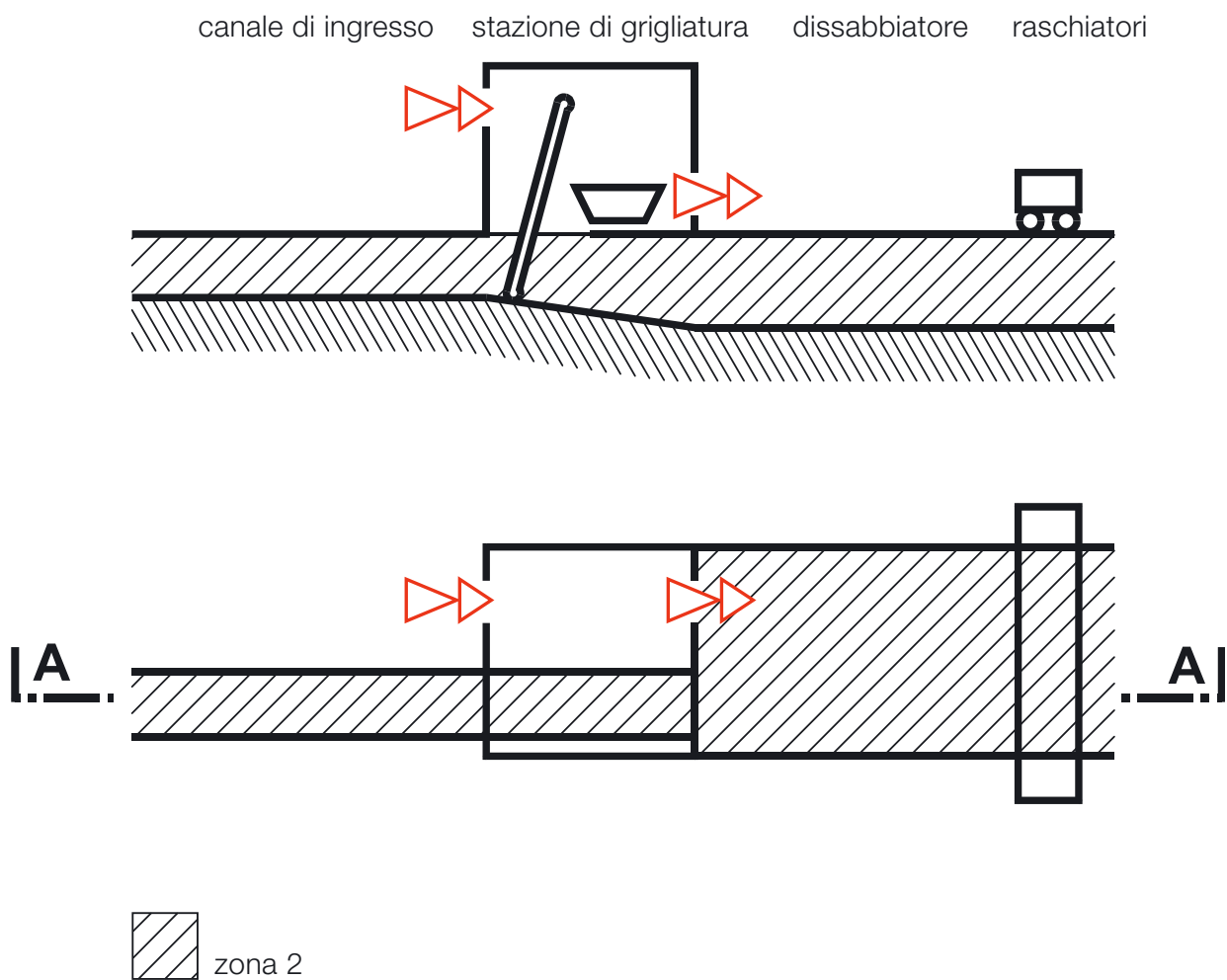


impianto di ventilazione artificiale di tipo fisso o
mobile per accedervi



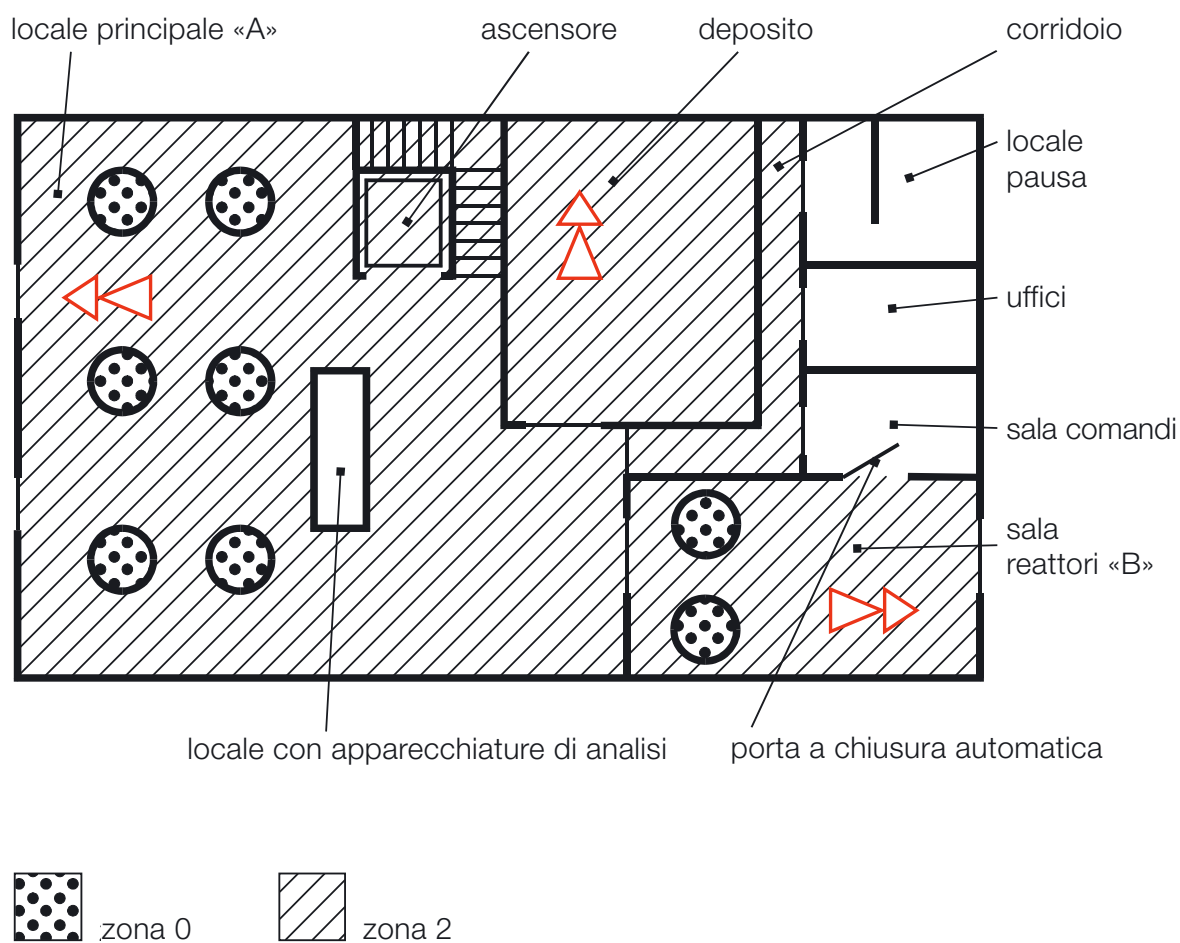
6.5 Stazione di grigliatura

Sezione A-A

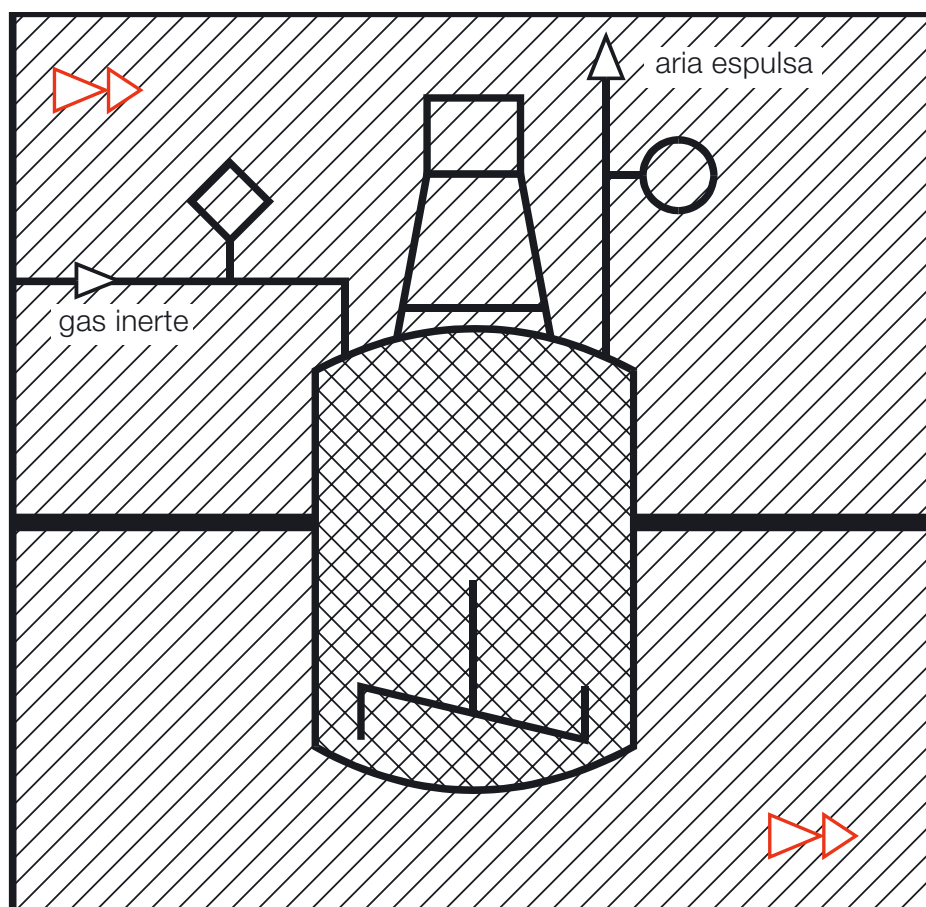


7 Industria chimica e farmaceutica

7.1 Locali di fabbricazione



7.2 Apparecchiature inertizzate (inertizzazione controllata)

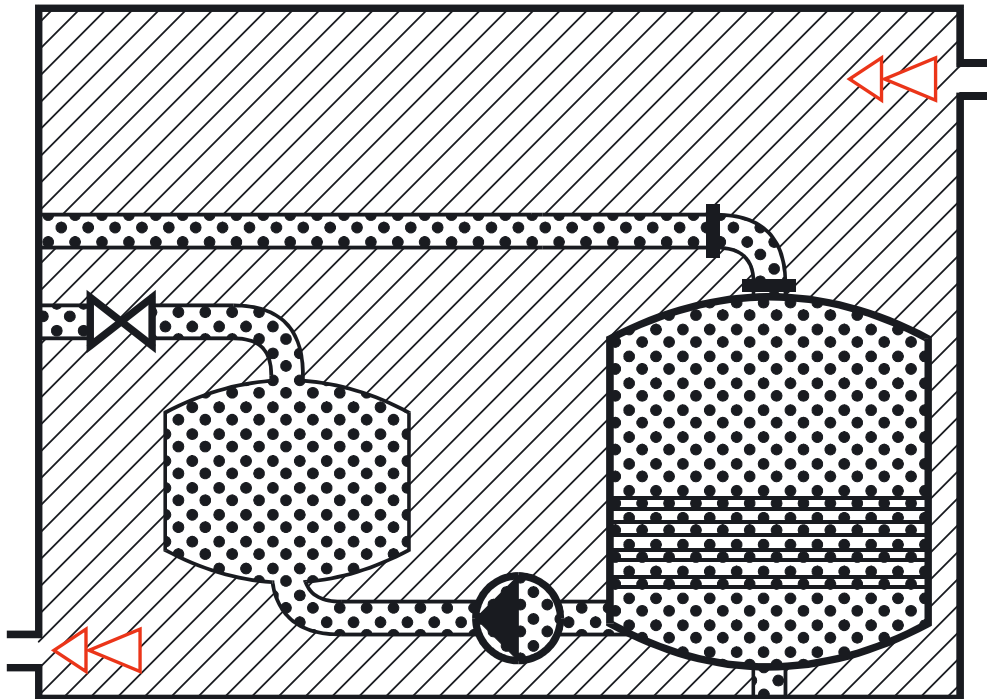


zona 1

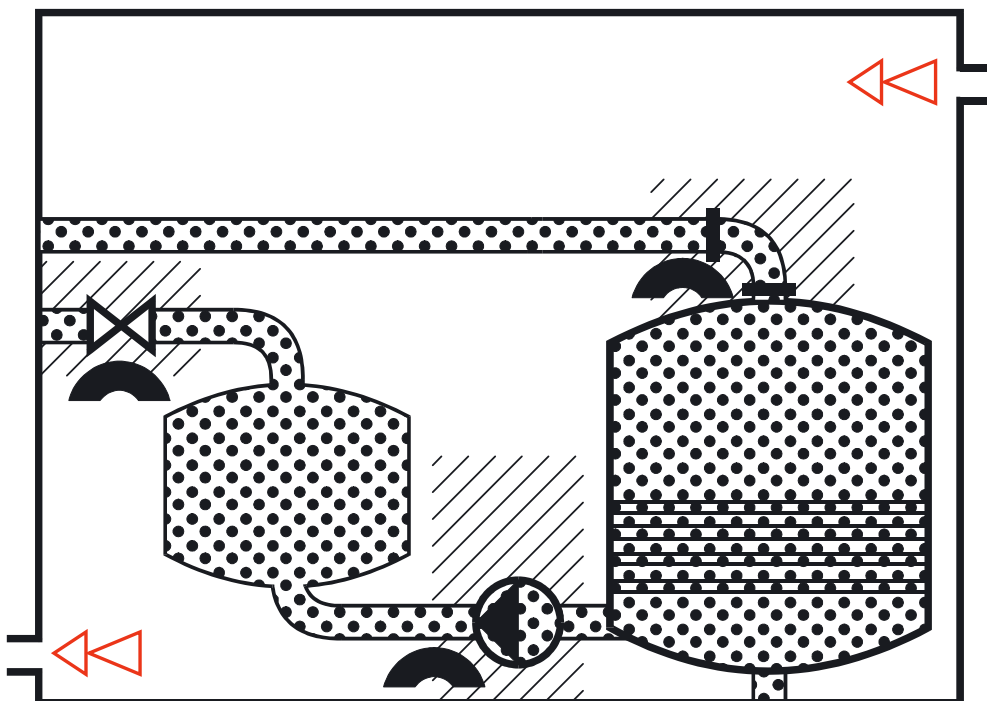


zona 2

7.3 Impianto di produzione
– senza monitoraggio delle concentrazioni



– con monitoraggio delle concentrazioni

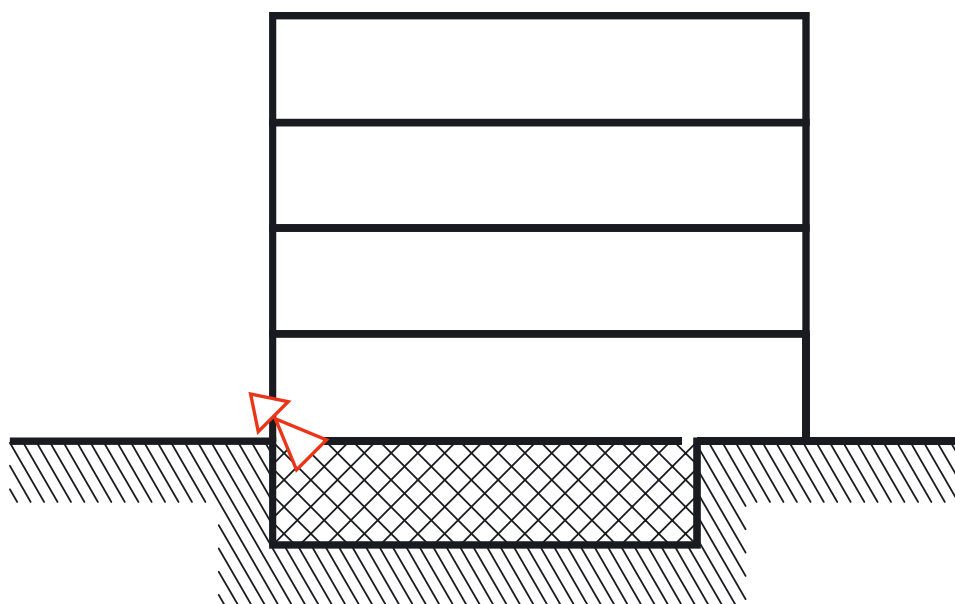


 zona 0

 zona 2

 rilevatore di gas

7.4 Vasca di raccolta in caso di avaria
(bacino di ritenzione, bacino di raccolta acqua di spegnimento)

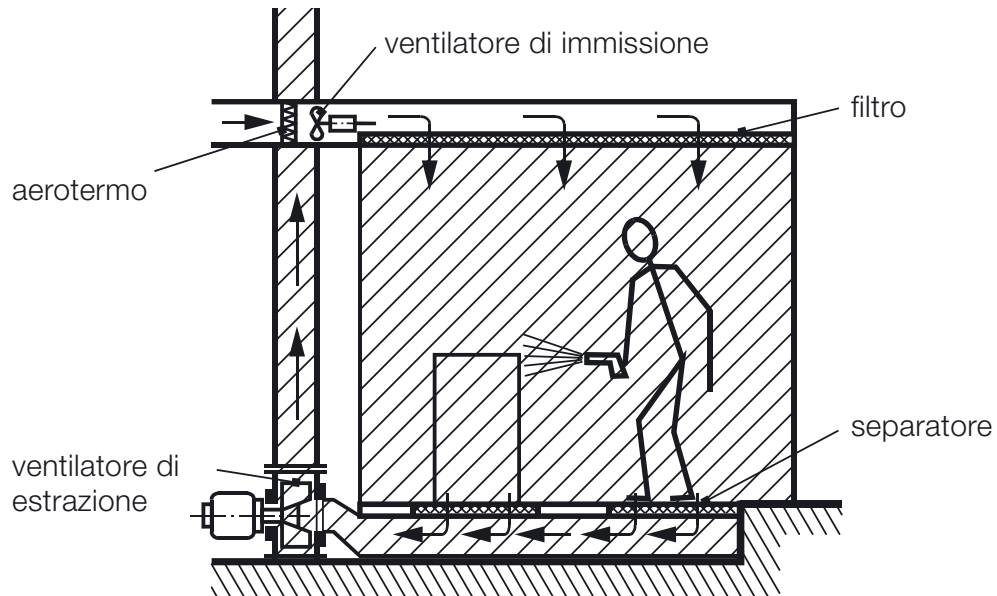


zona 1

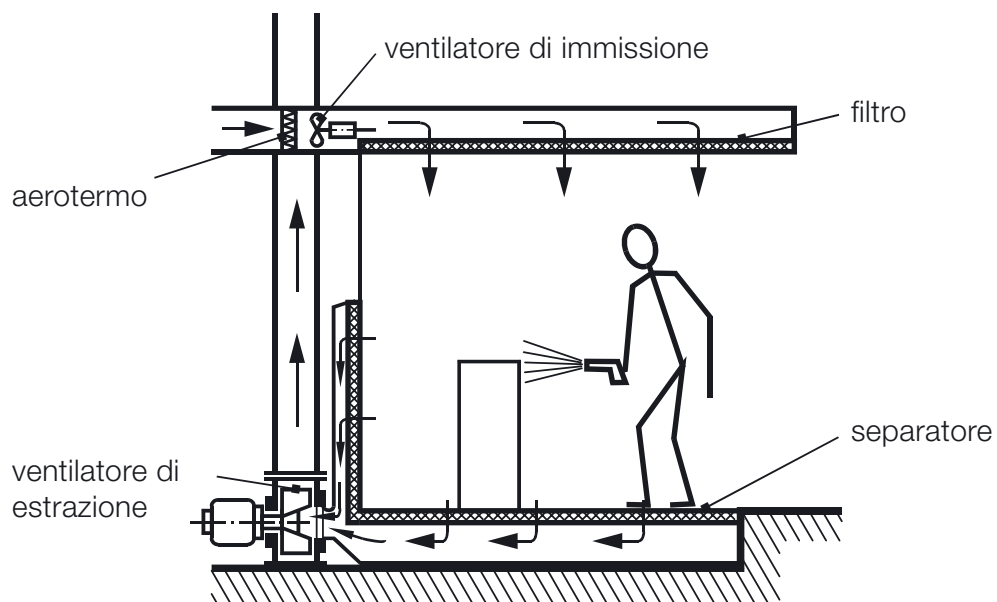
8 Applicazione di vernici o lacche

8.1 Impianti di verniciatura a spruzzo

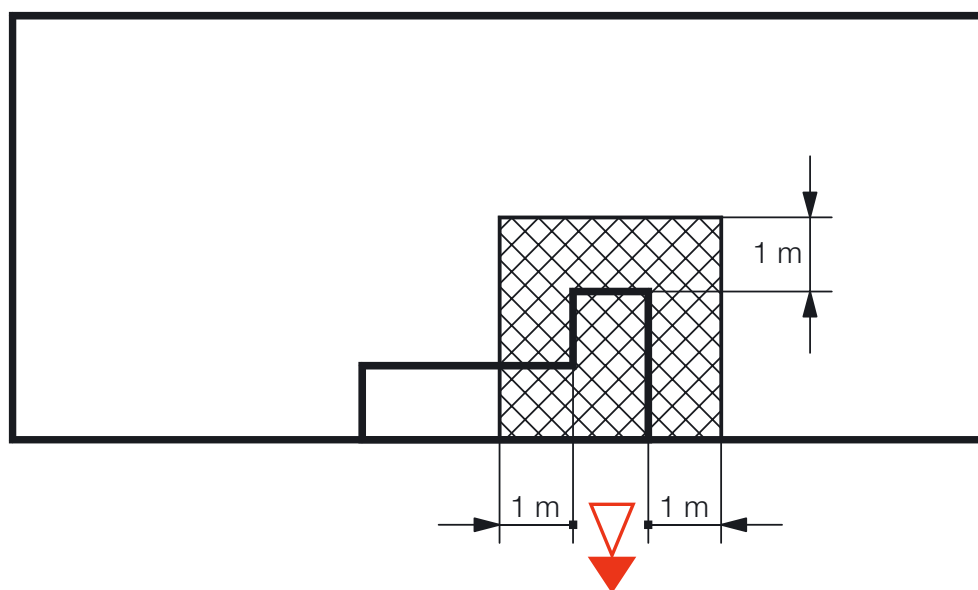
8.1.1 Locale verniciatura senza dispositivo di interblocco



8.1.2 Posto di verniciatura con dispositivo di interblocco (ad es. tra impianto di ventilazione e aria compressa)

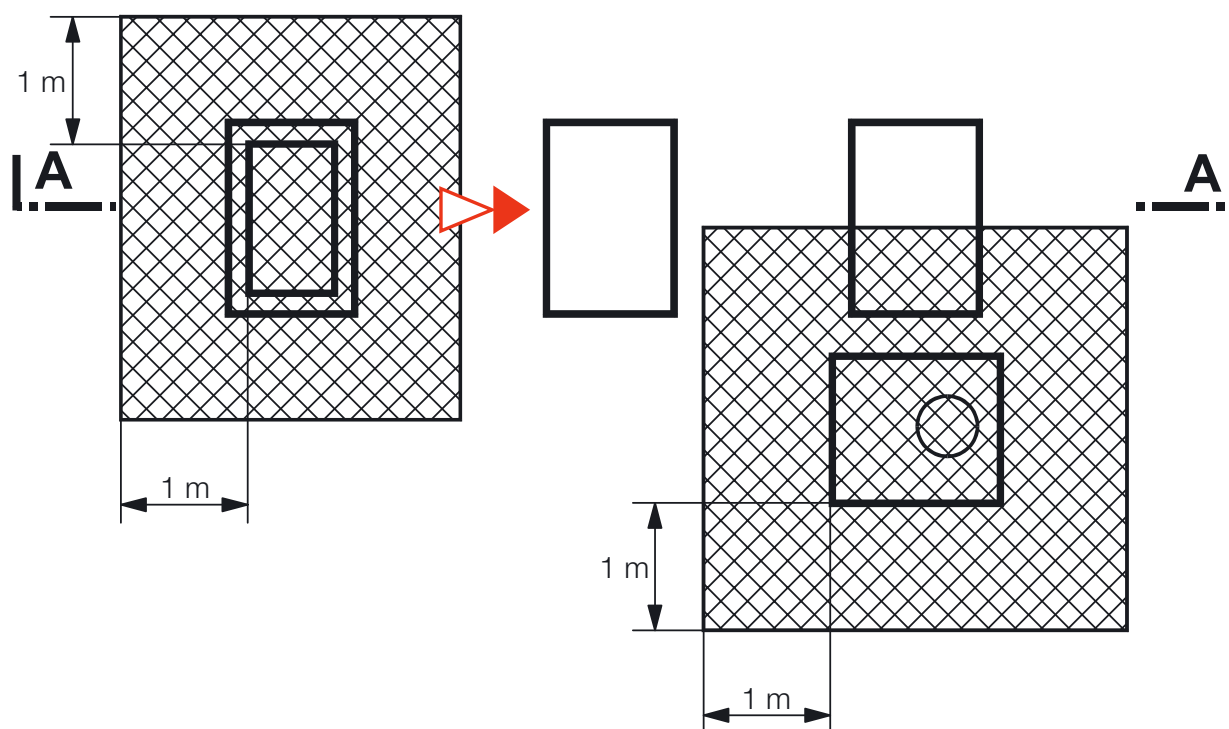
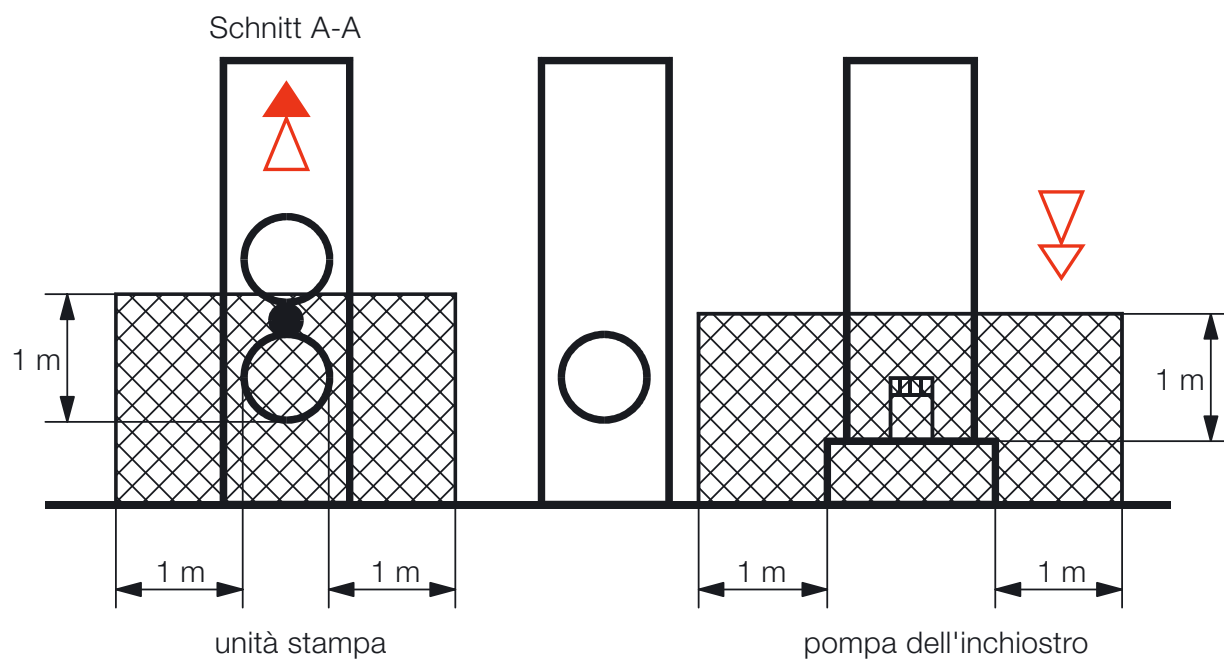


8.2 Impianto di laccatura
(aspirazione e zona nelle aree d'applicazione e di essiccamento)



 zona 1

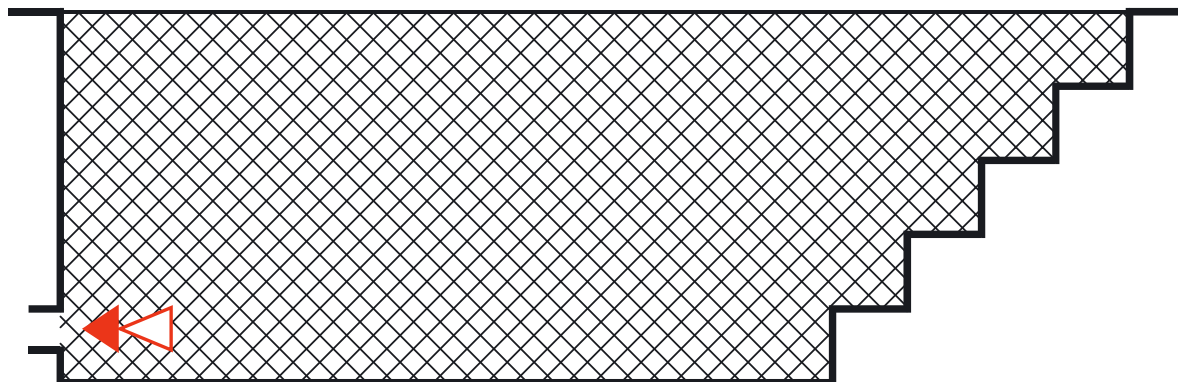
8.3 Macchina per rotocalco (aspirazione sulle unità di stampa)



9 Fossa di lavoro

ad es. in un'autofficina

- senza dispositivo di interblocco tra l'aspirazione e le apparecchiature elettriche



- con dispositivo di interblocco tra l'aspirazione e le apparecchiature elettriche



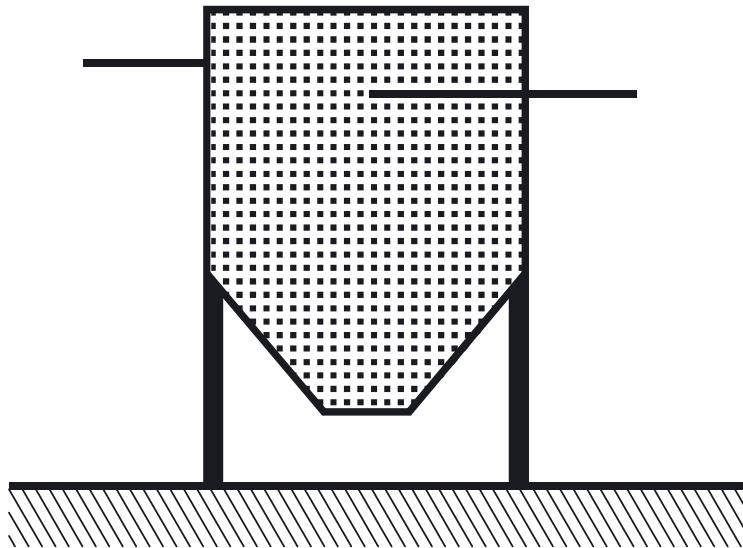
zona 1

10 Polveri infiammabili

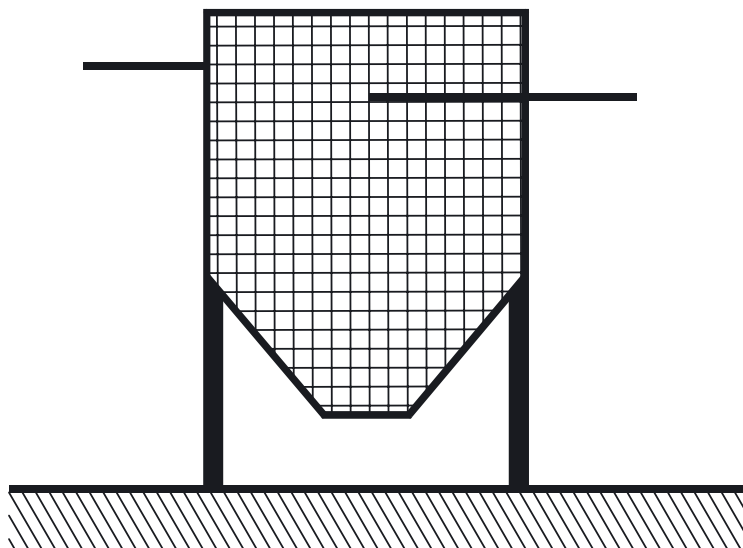
10.1 Stoccaggio e separazione (vale solitamente anche per operazioni di macinatura, miscelatura ed essiccamento)

10.1.1 Impianto a tenuta di polveri (nessun accumulo pericoloso di polveri nell'ambiente circostante)

- spesso è presente un'atmosfera esplosiva (ad es. impianto di aspirazione e abbattimento polveri, essiccatore a spruzzo)



- occasionalmente è presente un'atmosfera esplosiva (ad es. silo)

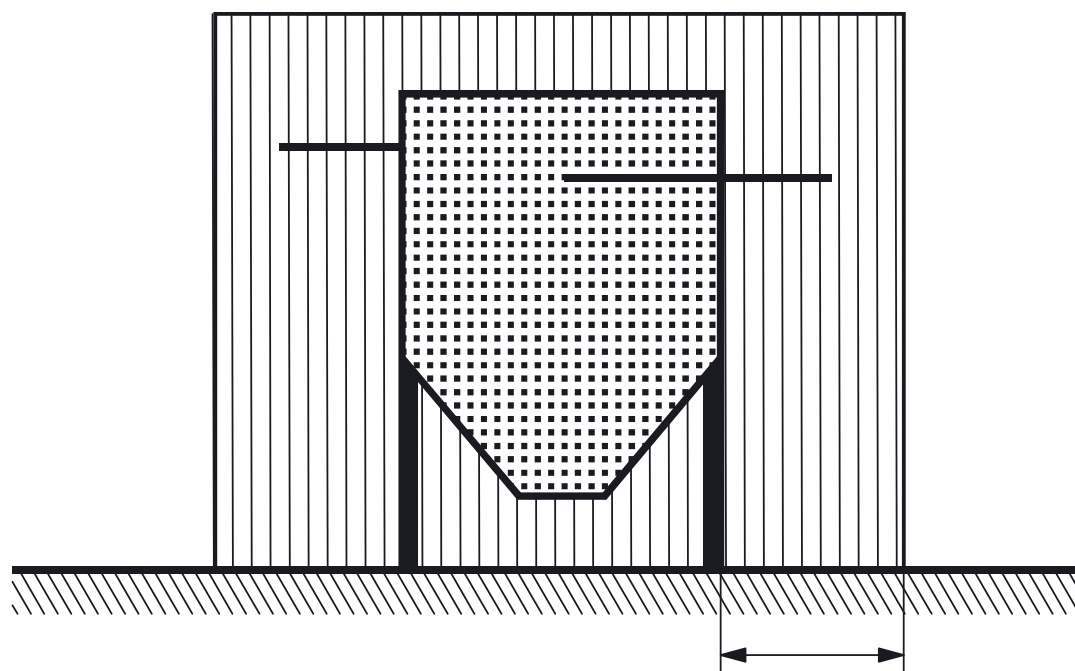


zona 20



zona 21

10.1.2 Tenuta dell'impianto non garantita (possibile sospensione di polveri nell'aria)



Distanza a seconda delle situazioni 1 m, 3 m
oppure in tutto il locale

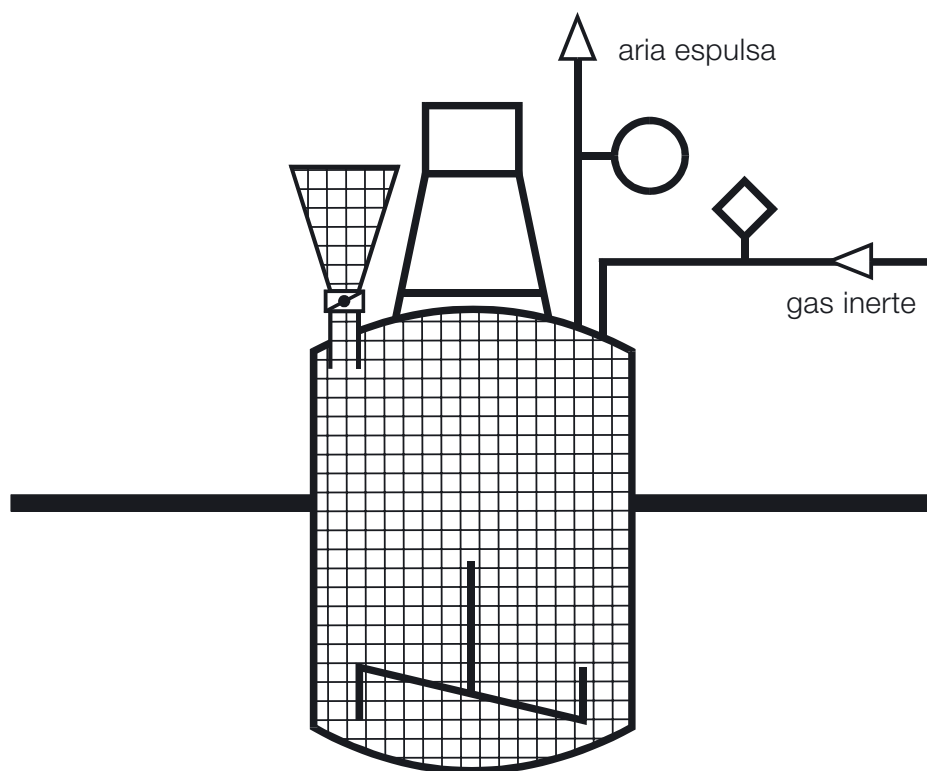


zona 20



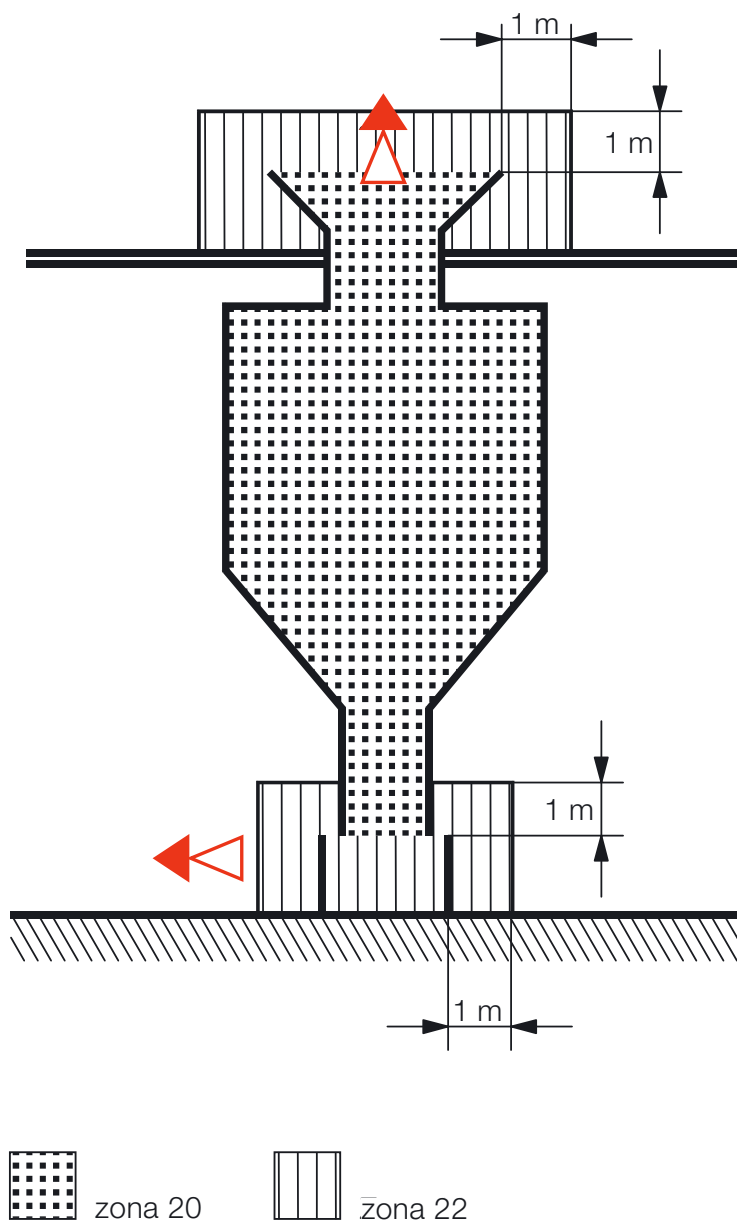
zona 21

10.1.3 Apparecchiatura inertizzata con immissione chiusa (inertizzazione controllata)



 zona 21

10.2 Riempimento (ad es. aperture di alimentazione) e svuotamento (ad es. stazioni di insaccaggio) senza formazione di strati di polvere.



Indice analitico degli esempi

Agitatore per liquidi facilmente infiammabili (4.1)

Bacino di chiarificazione acque meteoriche (6.4)

Bocchetta di riempimento per gas di petrolio liquefatto (5.1.2)

Canale di ingresso (6.5)

Ciclone (10.1.1)

Cisterna di gas compresso all'aperto (3.4)

Cisterna di gas di petrolio liquefatti all'aperto, valvola di sicurezza (2.2)

Cisterna di grandi dimensioni

- per liquidi facilmente infiammabili (1.3.1)
- per olio combustibile/diesel (1.3.2)

Cisterna di media grandezza

- in un locale (1.2.1)
- interrata (1.2.2)
- all'aperto sopra terra (1.2.4)

Condotta di sfiato di una cisterna di gas di petrolio liquefatto (2.2)

Condotta di sfiato per gas infiammabile più leggero dell'aria (3.6)

Condotte per liquidi facilmente infiammabili (4.7)

- Raccordi a flange, avvitati o con armature (4.7.1)
- Condotte saldate (4.7.2)
- Condotta riempita completamente di liquido (4.7.3)

Conduttura per gas infiammabili (5.6)

Depolveratore (10.1.1)

Deposito di bombole di gas di petrolio liquefatti (2.1)

Deposito di solventi all'aperto (1.1.3)

Deposito di solventi senza travaso (1.1.1)

Digestore (6.1.1)

Distributore di benzina (con recupero dei gas) con calcolatore elettronico (all'aperto) (4.4)

- Involucro del calcolatore min. IP 54 (4.4.1)
- Involucro del calcolatore min. IP 33 (4.4.2)

Distributore di gas di petrolio liquefatto (5.2)

Distributore per liquidi infiammabili (4.1)

Essiccatore a spruzzo (10.1.1)

Fossa di lavoro (ad es. in un'officina) (9)

Gasometro a bassa pressione in un locale chiuso (3.5)

Gasometro all'aperto (3.4)

Gasometro per biogas in un locale (6.3)

Gasometro per vapori di liquidi facilmente infiammabili (1.4)

Impianto di depurazione acque (6)

Impianto di distillazione (4.3)

Impianto di laccatura (8.2)

Impianto di pulitura (4.2)

- con l'uso a freddo di liquidi facilmente infiammabili (4.2.1)
- con l'uso di liquidi infiammabili (punto di infiammabilità $> 30^{\circ}\text{C}$) nebulizzati (4.2.2)

Impianti di verniciatura (8.1)

- Locale di verniciatura senza dispositivo di interblocco (8.1.1)
- Posto di verniciatura con dispositivo di interblocco (ad es. tra impianto di ventilazione e aria compressa) (8.1.2)

Impianto di recupero per liquidi facilmente infiammabili (4.10)

Impianto di riempimento bombole di gas di petrolio liquefatto in un edificio (5.3.1)

Industria chimica e farmaceutica (7)

- Locali di fabbricazione (7.1)
- Apparecchiature inertizzate (7.2)
- Impianto di produzione (7.3)
- Vasca di raccolta in caso di avaria (7.4)

Locale caldaie (6.2)

Locale cisterne (1.2.1)

- Cisterna per liquidi facilmente infiammabili con punto d'infiammabilità $< 30^{\circ}\text{C}$
- Cisterna per olio combustibile/diesel

Locale compressore (6.2)

Locale gas/locale compressore (6.2)

Locale motore a gas (6.2)

Locali di fabbricazione nell'industria chimica (7.1)

Macchina per rotocalco (8.3)

Magazzino a scaffali alti (1.1.2)

Manipolazione di gas infiammabili (5)

Manipolazione di liquidi facilmente infiammabili (4)

Miscelazione di liquidi facilmente infiammabili (4.1)

Monitoraggio delle concentrazioni (7.3)

Polveri infiammabili (10)

- Stoccaggio e separazione (10.1)
- Riempimento e svuotamento (10.2)

Produzione di biogas (6.1)

Rampa per bombole di gas di petrolio liquefatto (5.4)

Rampe per bombole di gas o batteria di bombole di gas infiammabili, più leggeri dell'aria (5.5)

- Rampa in un locale separato (5.5.1)
- Rampa in un'ampia officina (5.5.2)
- Rampa all'aperto (5.5.3)

Riempimento di bombole di gas liquefatto (5.3)

Riempimento e svuotamento di impianto con polveri infiammabili (10.2)

Scalo di scarico per natanti cisterna (4.9)

Separatore di olio (4.8)

Separatori di liquidi facilmente infiammabili (4.8)

- Separatore chiuso (4.8.1)
- Separatore aperto (4.8.2)

Separazione di polveri infiammabili (10.1)

Silo (10.1)

Stampa a rotocalco (8.3)

Stazione di grigliatura (6.5)

Stazione di insaccaggio (10.2)

Stazione di carico per autocisterna (4.5)

Stazione di scarico per vagoni cisterna (4.6)

Stoccaggio di gas di petrolio liquefatti (2)

Stoccaggio di gas infiammabili più leggeri dell'aria (3)

- Bombe o pacchi di bombe in un locale separato (3.1)

- Bombe in un locale ampio (3.2)

- Bombe o pacchi di bombe all'aperto (3.3)

Stoccaggio di liquidi facilmente infiammabili (1)

Stoccaggio e separazione di polveri infiammabili (10.1)

Stoccaggio in cisterne di media grandezza (1.2)

Stoccaggio in cisterne grandi (1.3)

Stoccaggio in recipienti e piccole cisterne (1.1)

Travaso (ad es. impianto di travaso e prelievo, pompaggio) (4.1)

Travaso di gas di petrolio liquefatti (5.1)

- Bocchetta di riempimento sulla cisterna (piezometro, indicatore di livello, ecc.) (5.1.1)

- Bocchetta di riempimento sulla condotta di alimentazione (sul terreno) o su di una cisterna di gas liquefatto interrata (5.1.2)

Valvola di sovrappressione di una cisterna per liquidi facilmente infiammabili (1.2.3)

Vasca di raccolta in caso di avaria (7.4)

Vasca di raccolta per acqua di spegnimento (7.4)

Vasca fanghi di depurazione (6.1.2)

Verniciatura a spruzzo (8.1)

Vernici, lacche, inchiostri (8)

- Impianti di verniciatura (8.1)

- Impianto di laccatura (8.2)

- Macchina per rotocalco (8.3)

