

A close-up photograph of wood pellets, which are small, cylindrical pieces of compressed wood. They are scattered across a light-colored, textured surface. The pellets in the foreground are in sharp focus, while those in the background are blurred. The lighting is bright and even, highlighting the natural brown color and fibrous texture of the wood.

Linee guida per il trasporto ed il deposito di pellet

Per l'utilizzo domestico ed in piccola scala

Linee guida per il trasporto ed il deposito di pellet

Per l'utilizzo domestico ed in piccola scala



La nostra Provincia si contraddistingue per l'utilizzo del legno in tutte le sue sfaccettature. Esso viene utilizzato sia come materiale da costruzione, che come materia prima per realizzare opere d'arte apprezzate nel mondo e anche come combustibile per riscaldamento.

Quest'ultimo impiego richiede particolari attenzioni, a partire dalla progettazione dei depositi di stoccaggio e degli impianti di combustione, fino ai processi gestionali, compresa la movimentazione del prodotto in fase di produzione, distribuzione e utilizzo finale. Attenzioni mirate a garantire le necessarie condizioni di sicurezza, oltre che di tutela dell'ambiente.

Per quanto attiene in particolare il deposito di questo combustibile in forma di pellet, non esistono attualmente norme, o regole tecniche obbligatorie a cui riferirsi.

Per questo la progettazione deve avvenire sulla base di una specifica valutazione del rischio.

Questa guida vuole costituire un pratico supporto ai tecnici impegnati in questo settore, individuando i principali rischi e fornendo alcune soluzioni ragionate per ridurli.

L'Ufficio prevenzione incendi dell'Agenzia per la Protezione civile è impegnato da anni su questo fronte per la massima diffusione della materia, stante l'alto grado di utilizzo locale di questa nobile risorsa e resta a disposizione per ogni chiarimento.

L'Assessore all'Agricoltura, alle Foreste, alla Protezione civile e ai Comuni
Arnold Schuler

La filiera produttiva dei bio-combustibili è strategica per tutto l'Alto Adige: negli ultimi dieci anni il giro d'affari per le aziende che trattano bio-combustibili, caldaie e stufe ha registrato infatti una forte crescita.



Il Gruppo di Lavoro IDM “Pellet & Cippato” di IDM è nato da aziende, enti e studi di professionisti che si occupano del tema per promuovere l'uso

della biomassa come combustibile in Alto Adige e per innovare il settore; la loro esperienza diretta ha rilevato in molti depositi di pellet e cippato presenti in aziende, condomini, case unifamiliari e alberghi la mancanza di accorgimenti che potrebbero aumentarne la sicurezza, accorgimenti che oggi non sono però ancora obbligatori. Per coordinare la redazione di linee guida da distribuire a progettisti e costruttori di depositi volte a colmare questo vuoto normativo sono stati coinvolti gli esperti dell'Ecosystem Energy & Environment, esperti che hanno puntato a far aderire tali linee guida, non solo alle relative norme italiane e austriache vigenti, ma anche a quelle che sono materia di discussione presso i gruppi di lavoro per la normazione tecnica a livello europeo. L'Ufficio Prevenzione Incendi della Provincia di Bolzano, coinvolto nella redazione delle linee guida, ha deciso di formalizzarle e pubblicare la presente brochure.

Il risultato è questo manuale che è in linea con il presente ma proiettato verso il futuro, calibrato sulle esigenze reali delle aziende e pensato per essere uno strumento d'uso quotidiano per tutti gli attori del settore. Uno strumento che mette in rete produttori e commercianti con i propri clienti, dando un servizio ad entrambi per una corretta gestione dei prodotti. IDM ha infatti tra i suoi compiti quello di trasmettere alle aziende locali i trend e gli sviluppi legislativi che potrebbero coinvolgerle nel medio e lungo periodo.

Hansi Pichler

Presidente di IDM Alto Adige

Indice

9	1. Scopo e campo di applicazione delle linee guida
10	2. Generalità
10	2.1 Norme di riferimento
10	2.2 Termini e definizioni
11	2.3 Rischi associati
14	3. Consegna e trasporto del pellet
14	3.1 Generalità
14	3.2 Consegna tramite autobotte
17	3.3 Consegna tramite camion con cassone ribaltabile o con pavimento mobile
17	3.4 Consegna tramite sacconi (“big bag”)
17	3.5 Consegna tramite sacchi
18	4. Requisiti generali dei depositi di pellet
18	4.1 Requisiti generali per lo stoccaggio e la manipolazione di pellet
18	4.2 Depositi in locali inseriti nella volumetria di un edificio
29	4.3 Contenitori in tessuto
30	4.4 Serbatoi interrati
31	4.5 Valutazione del rischio esplosione – ATEX
34	5. Protezione dal ritorno di fiamma
38	6. Indicazioni per la protezione della salute e la manutenzione
40	7. Bibliografia



1. Scopo e campo di applicazione delle linee guida

Riscaldare la propria abitazione con una caldaia a biomassa è economicamente vantaggioso e per questo sempre più famiglie si orientano all'acquisto di una caldaia a pellet, legna o cippato.

Gli impianti termici ed i relativi depositi di combustibile necessitano sempre di progettazione, ma a livello nazionale non esistono norme o regole tecniche obbligatorie a cui riferirsi, quindi la progettazione deve avvenire sulla base di una valutazione del rischio.

Lo scopo del presente documento è quello di fornire indicazioni relative alla sicurezza nel trasporto, nella manipolazione e nello stoccaggio di pellet da utilizzarsi per alimentare caldaie automatiche a combustibili solidi.

Queste indicazioni, che derivano dalla norma in fase di approvazione prEN ISO 20023 e dalla norma austriaca ÖNORM M 7137, possono essere dunque utilizzate come riferimento per progettare, installare e gestire impianti termici e i relativi depositi di pellet.

 La presente guida non è cogente ma risulta un valido aiuto a chi si avvicina alla progettazione di impianti alimentati con questo tipo di combustibile per effettuare la valutazione dei rischi.

Per migliorare la sicurezza di impianti e depositi ed effettuare trasporti minimizzando il rischio, è necessario che i pellet abbiano caratteristiche ben definite e questa circostanza si verifica quando vengono utilizzati pellet di legno conformi alla norma ISO 17225-2, classi A1, A2 o B.

A questi materiali si riferirà quindi la presente linea guida.

Ulteriori informazioni specifiche possono essere dedotte dalla scheda di sicurezza del pellet acquistato.



IMPORTANTE:
pellet con
caratteristiche
ben definite

2. Generalità

2.1 Norme di riferimento

Nell'allegato 1 al Decreto del Presidente della Repubblica 1° agosto 2011, n. 151 sono elencate le attività soggette al controllo dei Vigili del Fuoco per le quali è necessario ottenere un'autorizzazione per l'esercizio. Gli impianti per la produzione di calore alimentati a combustibile solido, liquido o gassoso con potenzialità superiore a 116 kW ricadono nell'attività n. 74¹, mentre i depositi di legna da ardere o affini con quantitativi in massa da 50.000 kg ricadono nell'attività n. 36². Nella sola Provincia di Bolzano la soglia per l'attività n. 74 è fissata a 35 kW e non a 116 kW. Quando si superano tali valori di soglia bisogna attivare le procedure di prevenzione incendi di cui al sopraccitato DPR 151/11 sul territorio nazionale e di cui alla Legge Provinciale 16 giugno 1992, n. 18 nella sola Provincia di Bolzano; questa prevede l'elaborazione di un progetto e di un collaudo di prevenzione incendi e il successivo ottenimento della licenza d'uso comunale.

Quando siamo in presenza di impianti e depositi rispettivamente di potenza e quantità sotto le sopraccitate soglie, i progetti di cui sopra devono essere redatti ai sensi del Decreto ministeriale 22 gennaio 2008, n. 37 o, in Alto Adige, ai sensi della Legge Provinciale 25 febbraio 2008, n. 1 e del Decreto del Presidente della Provincia 19 maggio 2009, n. 27. Queste norme prevedono sempre la realizzazione di un progetto dell'impianto di riscaldamento, comprese le opere di evacuazione dei prodotti della combustione e delle condense, e di ventilazione ed aerazione dei locali redatto da un professionista iscritto negli albi professionali per potenze nominali dell'impianto superiori a 35 kW o, in alternativa sotto tale potenza, dal responsabile tecnico dell'impresa installatrice. La ditta installatrice, a lavori finiti, dovrà emettere dichiarazione di conformità alle norme tecniche di installazione applicate³ e al progetto precedentemente citato. Il deposito di combustibile deve fare parte del progetto.

2.2 Termini e definizioni

Polvere ► per polvere si intende materiale frammentato di piccole dimensioni che passa attraverso un setaccio di diametro 500 μ m (micrometri).

Particolato ► per particolato si intendono particelle presenti nel combustibile con un diametro inferiore a 3,15 mm.

Ignizione ► inizio della combustione che avviene a una determinata temperatura (temperatura di ignizione).

¹ "Impianti per la produzione di calore alimentati a combustibile solido, liquido o gassoso con potenzialità superiore a 116 kW.

² "Depositati di legnami da costruzione e da lavorazione, di legna da ardere, di paglia, di fieno, di canne, di fascine, di carbone vegetale e minerale, di carbonella, di sughero e di altri prodotti affini con quantitativi in massa superiori a 50.000 kg con esclusione dei depositi all'aperto con distanze di sicurezza esterne superiori a 100 m"

³ In questo caso alla UNI 10683 "Generatori di calore alimentati a legna o altri biocombustibili solidi - Verifica, installazione, controllo e manutenzione"

Ambiente confinato ► luogo/ambiente circoscritto, totalmente o parzialmente chiuso, che non è stato progettato e costruito per essere occupato da persone, né destinato normalmente ad esserlo, ma che all'occasione può essere impegnato per l'esecuzione di interventi lavorativi quali l'ispezione, la manutenzione o la riparazione, la pulizia, l'installazione di dispositivi tecnologici.

Sorgenti di emissione ► un punto o parte da cui può essere emessa nell'atmosfera polvere combustibile, con modalità tale da originare un'atmosfera esplosiva. Anche lo strato di polvere è una sorgente di emissione.

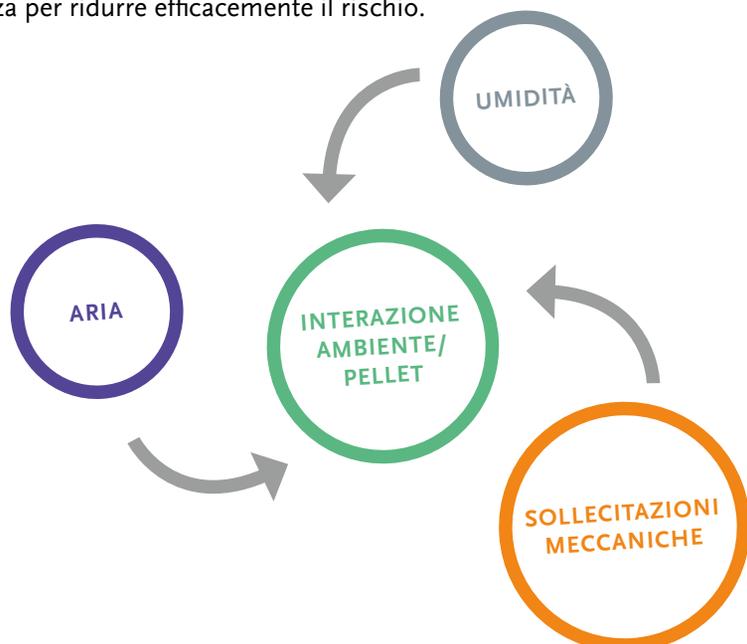
Distanza pericolosa "dz" ► distanza dalla sorgente di emissione, calcolata matematicamente, nella direzione di emissione e di più probabile dispersione della nube esplosiva, a partire dalla quale la concentrazione delle polveri combustibili nell'aria è inferiore al LEL (limite inferiore di esplosibilità).

Estensione della zona pericolosa "a" ► è la distanza in tutte le direzioni dai bordi di una sorgente di emissione di polvere fino al punto dove il pericolo associato con questa zona è trascurabile (concentrazione inferiore al LEL).

Spazio a cielo libero ► lo spazio a cielo libero o superiormente grigliato è uno spazio avente, anche se delimitato su tutti i lati, superficie minima in pianta (m²) non inferiore a quella calcolata moltiplicando per tre l'altezza in metri della parete più bassa che lo delimita. Inoltre la distanza fra le strutture verticali che delimitano lo spazio scoperto deve essere non inferiore a 3,50 m.

2.3 Rischi associati

I pellet interagiscono con l'ambiente in diversi modi: conoscendo i potenziali pericoli che da queste interazioni derivano, possono essere messe in atto le misure di sicurezza per ridurre efficacemente il rischio.



Prima di considerare le misure di sicurezza da applicarsi, vengono descritti i rischi considerati:

2.3.1 Emissione di componenti volatili e consumo di ossigeno

I pellet di legno rilasciano componenti volatili inorganici come monossido di carbonio (CO) ed anidride carbonica (CO₂) ed organici come aldeidi ed acidi organici. I componenti volatili derivano principalmente dalla decomposizione microbiologica del legno e da auto-ossidazione dei suoi componenti (acidi grassi).

Tutti questi processi sono influenzati da una serie di parametri fisici come: temperatura, specie di legno, condizioni di stoccaggio, umidità e superficie esposta all'aria.

Nel caso del pellet di legno, la produzione di CO e CO₂ è causata dall'ossidazione di alcuni suoi componenti. Tale ossidazione causa il consumo dell'ossigeno nel locale di deposito. Ad alte temperature il consumo di ossigeno è molto veloce, la CO₂ si sostituisce all'ossigeno e, qualora una persona si trovasse nel locale, inizierebbe a respirare più velocemente con il risultato di ridurre ulteriormente il livello di ossigeno presente e contemporaneamente di aumentare la produzione di CO.

Misure per la riduzione del rischio

- ▶ il deposito deve essere in comunicazione con spazi ventilati, non solo per eliminare il CO, ma anche per far affluire l'ossigeno.
- ▶ Devono essere misurati la quantità di CO ed il livello di ossigeno.

2.3.2 Emissione di polveri e particolati

I pellet contengono una frazione di polvere e particolato che aumenta durante le operazioni di manipolazione. Nella produzione di pellet infatti, la segatura viene compattata e tenuta insieme solo grazie alla lignina, una sostanza contenuta naturalmente nel legno. Una manipolazione eccessiva del materiale può quindi rompere il cilindretto compattato facendone uscire nuovamente polvere e segatura.

La polvere sospesa può comportare rischi per la salute dei lavoratori ed inoltre presenta rischio di esplosione che verrà trattato nel capitolo 4.5

Misure per la riduzione del rischio

- ▶ Utilizzare DPI (Dispositivi di Protezione Individuale) adeguati agli ambienti con presenza di polvere.
- ▶ Far effettuare una valutazione del rischio di esplosione (ATEX) da parte di un tecnico qualificato.
- ▶ Manipolare e stoccare il pellet solo secondo le indicazioni contenute nella norma prEN ISO 20023 e di seguito descritte nella presente guida.

2.3.3 Ignizione non controllata e presenza di braci covanti

Quando i pellet entrano in contatto con superfici calde o aria calda, si può incorrere in fenomeni di ignizione o di formazione di braci covanti.

Tipiche sorgenti di ignizione possono essere:

- superfici calde come per esempio lampadine a incandescenza o altre apparecchiature elettriche e/o parti in movimento che si possono surriscaldare;
- aria calda e scintille provenienti ad esempio dal compressore oppure, nel caso in cui la pressione nel bruciatore sia inferiore a quella presente nel deposito (come succede in caso di aspirazione dal deposito da parte del camion di trasporto dei pellet) si può avere ritorno di gas caldi provenienti dal bruciatore verso il deposito.

Misure per la riduzione del rischio

- ▶ Progettazione adeguata dell'impianto elettrico e delle parti in movimento.
- ▶ Utilizzazione di dispositivi che impediscono la depressurizzazione del deposito

2.3.4 Decomposizione e rigonfiamenti del combustibile

I pellet tendono a disintegrarsi con il tempo e a tornare nella forma originale di piccole particelle. Questo processo causa un aumento delle particelle fini e un conseguente aumento dello spazio necessario allo stoccaggio. Il fenomeno aumenta con l'aumentare dell'umidità ambientale.

In caso di alluvione dell'area del deposito i pellet assorbono acqua, si gonfiano velocemente e tendono quindi a generare forze significative in grado di compromettere la resistenza statica del deposito.

Misure per la riduzione del rischio

- ▶ Nella progettazione del deposito bisogna prevedere un volume vuoto destinato all'espansione dei pellet.
- ▶ Nella progettazione del deposito bisogna prevedere un'impermeabilizzazione dello stesso.



3. Consegna e trasporto del pellet

3.1 Generalità

Il rifornimento del pellet può avvenire in diversi modi:

- ▶ consegnato sfuso tramite autobotte; è il metodo più diffuso per i depositi trattati nella presente linea guida e verrà trattato in modo più esteso;
- ▶ consegnato sfuso tramite camion con cassone ribaltabile o con pavimento mobile;
- ▶ consegnato in sacconi (i cosiddetti “big bag”);
- ▶ consegnato in sacchi trasportabili manualmente, tipicamente di massa inferiore a 15 kg.

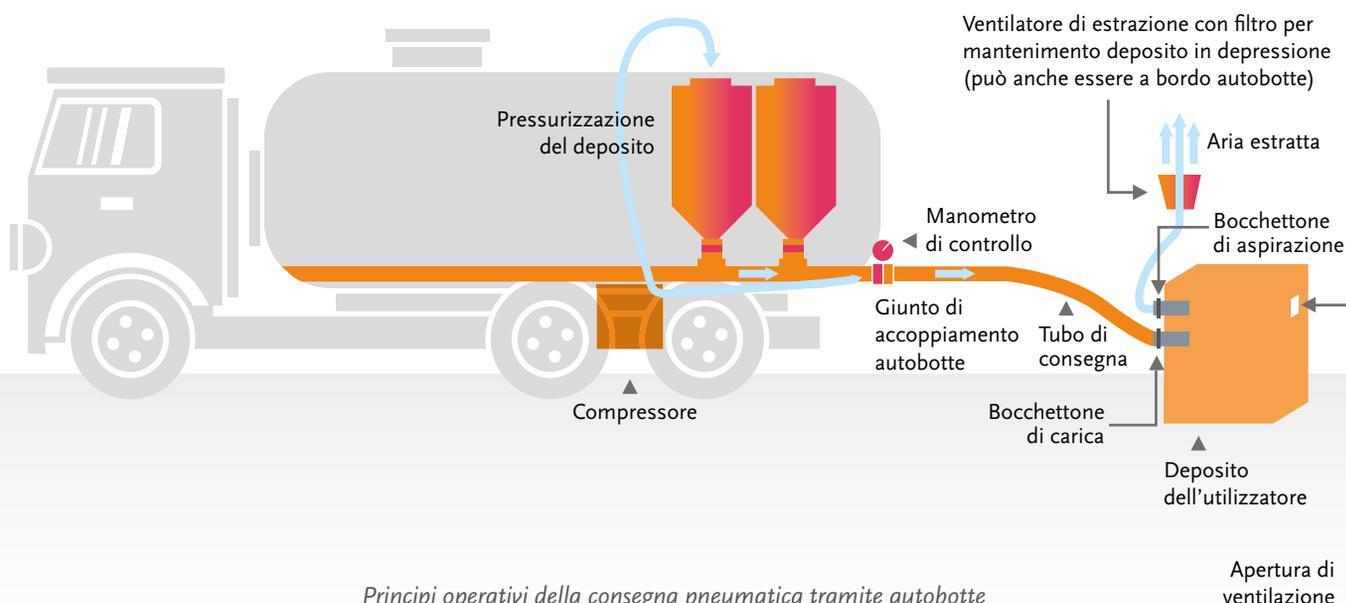


Il pellet deve essere protetto da umidità, agenti atmosferici e temperature superiori ai 40 °C, sia durante il trasporto che durante la consegna presso l'utilizzatore finale. È vietato fumare o utilizzare fiamme libere durante le suddette operazioni.

3.2 Consegna tramite autobotte

3.2.1 Caratteristiche dei veicoli e loro operatività

Per agevolare la comprensione di questo paragrafo, si fa riferimento alla figura seguente, che riporta i principi operativi della consegna pneumatica tramite autobotte.



Principi operativi della consegna pneumatica tramite autobotte

Il ventilatore di estrazione deve essere dotato di filtro per limitare l'emissione di polvere nell'ambiente.

Nel caso sia presente un contenitore pellet di tipo prefabbricato, privo di bocchettoni di aspirazione aria, il locale deposito deve avere una o più aperture di dimensione complessiva minima di 400 cm².

I bocchettoni di carico pellet non devono distare più di 30 m, tenendo conto anche dei tratti verticali, dalla posizione dove prevedibilmente saranno posizionati i giunti di accoppiamento dell'autobotte. È preferibile, se possibile, che questa distanza sia inferiore a 25 m, poiché **più è lungo il tubo di carico pellet, maggiore è il numero di urti a cui essi sono sottoposti, e maggiore è la pressione che deve essere loro impressa dal compressore.**

L'autobotte deve essere dotata di un impianto di messa a terra e di un sistema di pesatura calibrato e certificato per il pellet.

Nei pressi del bocchettone di aspirazione, deve essere presente una presa di corrente 16 A - 230 V del tipo universale, dotata di messa a terra, protetta dalle intemperie o in esecuzione stagna.

La zona di accesso per l'autobotte deve avere le seguenti caratteristiche:

- ▶ Larghezza minima 3 m; se possibile è preferibile adottare una larghezza di 3,5 m;
- ▶ Altezza libera minima 4 m;
- ▶ Resistenza al carico 24 t.

3.2.2 Riempimento del deposito

È preferibile che l'utilizzatore finale sia presente durante la consegna del pellet.

Egli dovrà confermare al trasportatore che la caldaia è stata spenta un tempo sufficientemente lungo prima del riempimento, secondo le indicazioni del produttore, oppure che il particolare tipo di sistema di combustione permette di mantenere in funzione la caldaia anche durante questa procedura (ad esempio quando si utilizza un sistema di caricamento con valvola rotativa tipo valvola a stella o sistemi equivalenti).

Il trasportatore dovrà verificare che il tempo di spegnimento sia sufficiente.

Nel caso in cui l'utilizzatore finale **non sia presente** durante la consegna del pellet, dovrà lasciare al trasportatore istruzioni scritte, **specificando**:

- ▶ L'orario in cui è stata spenta la caldaia, se prescritto dal fabbricante;
- ▶ Il tempo richiesto dal fabbricante per l'esaurimento delle braci in camera di combustione;
- ▶ La conferma che il riempimento può avvenire anche in sua assenza;
- ▶ Nel caso in cui la caldaia possa rimanere in funzione, la conferma che è mantenuta una depressione di 200 Pa e che ciò non causerà reflussi o ritorni di fiamma nel deposito.

Se manca una di queste informazioni o il trasportatore ritiene che non siano sufficienti, la consegna non dovrà essere effettuata.

3.2.3 Approfondimento

Le caldaie che non sono in grado di funzionare durante il processo di riempimento devono essere spente con anticipo sufficiente a garantire che nella camera di combustione non siano lasciati residui di combustibile o sacche di braci. Il fabbricante della caldaia deve fornire informazioni su come evitare il verificarsi di ritorni di fiamma.

Se l'impianto è progettato per il riempimento durante il funzionamento della caldaia, ciò deve essere chiaramente indicato sui bocchettoni di carico.

Per evitare ritorni di fiamma e gas, devono essere rispettate le seguenti prescrizioni:

a) L'impianto di riscaldamento deve essere spento prima del processo di riempimento, senza che nella camera di combustione rimangano residui di combustibile o sacche di braci. Una volta raggiunto questo obiettivo, le possibilità di aspirare fumi o scintille dal sistema di combustione nel sistema di alimentazione o nel sito di stoccaggio, a causa della pressione negativa nel deposito di pellet, sono limitate. Il sistema di alimentazione deve essere ancora protetto contro l'aspirazione di gas dall'impianto di caldaia al deposito di pellet. **Il sistema di alimentazione deve essere in grado di sopportare una differenza di pressione di 20 Pa fra il deposito e l'esterno.**

Differenze di pressione negative fino a 20 Pa possono verificarsi tra la caldaia e il deposito anche fuori dal processo di riempimento se condizioni costruttive e/o meteorologiche sfavorevoli influiscono sul funzionamento dell'intero impianto di combustione.

b) Se l'impianto di riscaldamento non può essere spento durante il processo di erogazione per uno dei seguenti motivi:

- restrizione del sistema di combustione,
- grande quantità di combustibile ancora presente nella camera di combustione
- presenza di braci nella camera di combustione che impediscono lo spegnimento completo

e se il deposito non ha aperture di ventilazione, **il dispositivo di protezione contro il ritorno di fiamma (si veda nel paragrafo 5) deve resistere a una pressione differenziale negativa di 300 Pa.**

c) Se l'impianto di riscaldamento è spento durante il processo di consegna, ma le braci sono ancora presenti nella camera di combustione dopo lo spegnimento ed il deposito non ha aperture di ventilazione, **il dispositivo di protezione deve resistere ad una pressione differenziale negativa di 300 Pa fra punto e a monte e a valle del dispositivo.**

d) Se il dispositivo di protezione non è in grado di sopportare una pressione differenziale negativa di 300 Pa, la caldaia non può essere spenta durante il processo di riempimento a causa dei seguenti possibili motivi:

- problemi all'impianto di combustione
- la quantità di combustibile nella camera di combustione è troppo elevata
- nella camera di combustione sono ancora presenti braci

e la mandata del combustibile richiede l'aspirazione di aria soffiante durante il rifornimento del deposito (fino a 1.500 m³/h), allora è **necessaria la compensazione della pressione**. In tal caso, per la compensazione della pressione è necessaria un'apertura verso l'esterno di 2.000 cm².

e) per casi non ricompresi nelle lettere da a) a c), **non deve essere utilizzata una ventola di aspirazione.**

Per evitare elevate depressioni fino a 300 Pa nel deposito durante il processo di riempimento, la ventola di aspirazione deve essere avviata solo immediatamente prima del processo di riempimento.

3.3 Consegna tramite camion con cassone ribaltabile o con pavimento mobile

L'apertura entro la quale il pellet sarà scaricato dovrà:

- ▶ Essere coperta in caso di pioggia;
- ▶ Essere larga 0,5 metri in più per ogni lato rispetto alla larghezza dell'uscita del pellet;
- ▶ Se coperta da una griglia, avere barre arrotondate per non rovinare il pellet.

3.4 Consegna tramite sacconi ("big bag")

I sacconi utilizzati dovranno essere preferibilmente del tipo con quattro anelli di sollevamento e con apertura di scarico inferiore di diametro a 300 mm.

3.5 Consegna tramite sacchi (< 15 kg)

I sacchi non devono essere esposti alla luce solare diretta e devono essere coperti dalle intemperie, a meno che il contenitore non sia resistente ai raggi UV e impermeabile. È preferibile comunque non lasciare i sacchi all'esterno se possono essere danneggiati da animali (per es. topi, uccelli, ecc.).

Una volta che il sacco è stato aperto, deve essere svuotato interamente nel deposito o nel serbatoio giornaliero della caldaia. Non sono ammessi sacchi lasciati aperti.



Fase di riempimento di un serbatoio interato mediante autobotte certificata: in primo piano il ventilatore di estrazione dell'aria.

4. Requisiti generali dei depositi di pellet

4.1 Requisiti generali per lo stoccaggio e la manipolazione di pellet

Alla luce di quanto illustrato, i depositi dovranno essere progettati perseguendo i seguenti obiettivi:



4.2 Depositi in locali inseriti nella volumetria di un edificio

4.2.1 Resistenza al fuoco

La resistenza al fuoco del deposito di pellet all'interno di un edificio deve essere determinata facendo riferimento a quanto indicato nel Decreto Ministeriale 3 agosto 2015, nel quale al paragrafo S.2.9 è riportata la formula completa.

Per casi in cui il materiale combustibile sia costituito unicamente da pellet, il carico di incendio di progetto $q_{f,d}$ [MJ/m²] si calcola, per superfici < 500 m², con la semplice formula:

$$q_{f,d} = \frac{14,8 \cdot g}{A}$$

dove

g = massa in kg dei pellet

A = Area del compartimento lorda in m² al filo interno delle pareti che lo delimitano

Se si installa un impianto sprinkler a protezione del deposito secondo il capitolo S.6 del sopracitato decreto, il carico di incendio si può ridurre, a seconda del tipo di protezione, di un fattore compreso fra 0,72 e 0,48 nel modo seguente:

$$q_{f,d} = 0,72 \cdot \frac{14,8 \cdot g}{A} \quad q_{f,d} = 0,48 \cdot \frac{14,8 \cdot g}{A}$$

Per le modalità di determinazione del fattore di riduzione si rimanda direttamente al D.M. 3 agosto 2015.

Una volta determinato il carico di incendio di progetto, si verifica la corrispondenza con la relativa classe minima di resistenza al fuoco, attraverso i valori nella tabella seguente.

Carico di incendio specifico di progetto	Classe minima di resistenza al fuoco
$q_{f,d} \leq 200 \text{ MJ/m}^2$	Nessun requisito
$q_{f,d} \leq 300 \text{ MJ/m}^2$	15
$q_{f,d} \leq 450 \text{ MJ/m}^2$	30
$q_{f,d} \leq 600 \text{ MJ/m}^2$	45
$q_{f,d} \leq 900 \text{ MJ/m}^2$	60
$q_{f,d} \leq 1200 \text{ MJ/m}^2$	90
$q_{f,d} \leq 1800 \text{ MJ/m}^2$	120
$q_{f,d} \leq 2400 \text{ MJ/m}^2$	180
$q_{f,d} \leq 2400 \text{ MJ/m}^2$	240

Classe minima di resistenza al fuoco del deposito

La compartimentazione antincendio del deposito viene garantita solamente se tutti gli attraversamenti della stessa sono adeguatamente trattati. I punti da trattare sono i giunti, gli attraversamenti di impianti elettrici e gli attraversamenti di impianti meccanici.

In commercio esistono molti prodotti da utilizzarsi a seconda della necessità:



collari per tubazioni in materiali combustibili



bande per tubazioni incombustibili rivestite



cuscini per cavi elettrici



schiume termoespandibili



giunti



elementi di parete

*Prodotti per la compartimentazione antincendio nei giunti e nei attraversamenti.
Su gentile concessione di Hilti Italia S.p.A.*

Tutti i materiali devono essere certificati conformemente al Decreto Ministeriale 16 febbraio 2007 o al Decreto Ministeriale 3 agosto 2015. Le certificazioni e la dichiarazione della corretta posa in opera costituiscono documentazione da allegare al collaudo di prevenzione incendi o alla dichiarazione di conformità dell'impianto, a seconda si tratti di impianto sopra o sotto soglia di controllo da parte dei Vigili del Fuoco.

Si ricorda che solo in Alto Adige i camini devono essere dichiarati idonei dallo spazzacamino di zona ai sensi del Decreto del Presidente della Provincia 19 maggio 2009, n. 27 "Regolamento di esecuzione relativo all'ordinamento dell'artigianato" che prevede anche l'obbligo di pulizia tre volte l'anno per gli impianti a combustione solida. Nel caso di un impianto con comprovata combustione ottimale, con formazione di molta fuliggine, o di un impianto con combustione tarata male, lo spazzacamino può fissare altre scadenze fermo rimanendo l'obbligo della scadenza almeno annuale riguardante il controllo e la spazzatura.

4.2.2 Resistenza statica

I locali contenenti i pellet devono essere dimensionati e realizzati secondo quanto prescritto nel D.M. 14 gennaio 2008 contenente le Norme tecniche per le costruzioni. Anche quando essi non abbiano funzione strutturale nei confronti dei carichi dell'edificio, sono in ogni caso da dimensionare strutturalmente. Per il dimensionamento della parete in muratura sono state applicate le norme contenute negli Eurocodici (norma UNI EN 1996-1-1 - gennaio 2006).

Il carico a cui sono soggette le pareti è definito secondo le indicazioni della norma prISO 20023⁴ in fase di sviluppo. **Gli esempi che seguono sono stati calcolati per un deposito di pellet con altezza massima di 2,5 m che prevede una pressione statica sulle pareti pari a 3000 Pa. Condizioni di carico differenti dovranno invece essere valutate specificatamente da tecnici abilitati per ogni singola situazione.**



Le azioni sono valutate secondo la combinazione fondamentale, che generalmente è impiegata per gli stati limite ultimi (SLU⁵), nella fattispecie è eseguita la verifica allo stato limite di resistenza della struttura che prevede l'applicazione del gruppo di coefficienti parziali definiti nell'**Approccio 1** degli Eurocodici.

I muri di tamponamento dei locali contenenti pellet, per la natura stessa del locale, dovrebbero essere soggetti unicamente al carico dei pellet che provocano su di essi una pressione costante. La situazione di carico descritta è riconducibile ad un carico permanente non strutturale, a cui si applica il coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali, $\gamma_{G_2} = 1,5$.

Si suppone che tale stanza possa essere considerata con lati incernierati, o appoggiati, su tre lati: il lato di appoggio inferiore e i due spigoli verticali. Il lato superiore si suppone invece libero. Viene assunto che la componente dinamica a cui la massa di pellet sia soggetta a seguito di una eventuale accelerazione sismica, debba essere valutata secondo le caratteristiche particolari della struttura portante dell'edificio.

⁴ Solid biofuels - Safety of solid biofuel pellets - Safe handling and storage of wood pellets in residential and other small-scale applications.

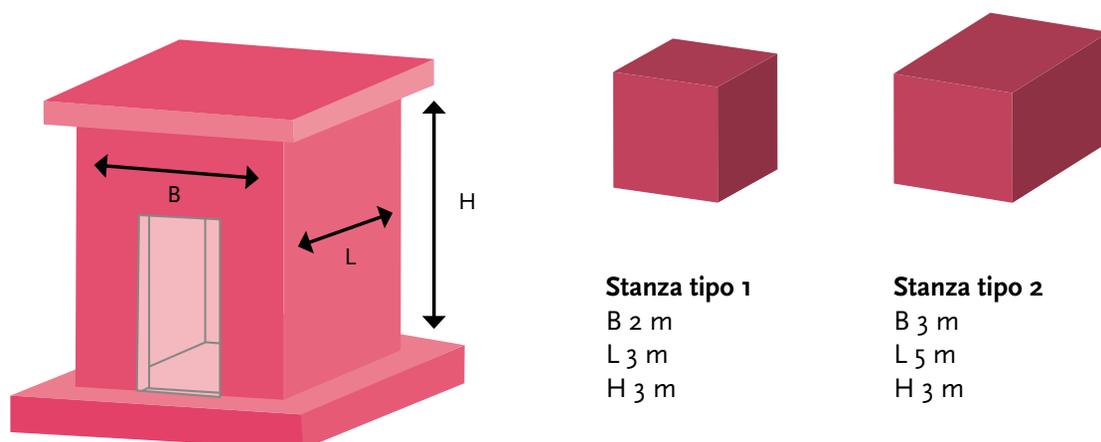
⁵ Per le definizioni degli STATI LIMITE vedere 2.2.1 D.M. 14 gennaio 2018



Le indicazioni che di seguito vengono fornite risultano valide a titolo esemplificativo e sono soggette ad ipotesi che tendono a rappresentare una situazione comune: casi completamente difformi da quelli descritti devono sempre essere analizzati nel dettaglio da tecnici che abbiano le competenze prescritte per legge.

Di seguito viene fornita l'indicazione di massima per la realizzazione di muri di contenimento (tamponamento) di un locale pellet inserito nella volumetria di un edificio civile, realizzate in muratura e in cemento armato.

Le dimensioni di calcolo per le stanze sono riportate in tabella. I calcoli sono eseguiti su stanze di dimensioni differenti, le cui misure sono riportate nella figura seguente.



Dimensione delle due stanze tipo usate per il calcolo di dimensionamento dei muri di contenimento

Muratura

Il dimensionamento strutturale della stanza realizzata in muratura viene effettuato seguendo quanto prescritto dall'Eurocodice 6 (EC6)⁶ - Regole generali per strutture in muratura.

Per la costruzione viene prescritto l'utilizzo dei materiali riportati in tabella, che garantiscano almeno le caratteristiche meccaniche riportate. La realizzazione mediante utilizzo di materiali diversi va verificata da tecnici abilitati.

MATERIALE	NORMATIVA	CARATTERISTICHE
Mattoni in laterizio	Conforme alla EN 771-1	<ul style="list-style-type: none"> - Muratura a fori verticali - Volume vuoti $\leq 55\%$ e $\geq 25\%$ - Resistenza a compressione (verticale) media normalizzata, $f_b \geq 10 \text{ N/mm}^2$ - Resist. a compr. orizzontale del blocco $f'_b \geq 1,5 \text{ N/mm}^2$
Malta	Conforme alla EN 998-2	<ul style="list-style-type: none"> - Malte a prestazione garantita - Malte del tipo M5 o superiore - Resistenza a compressione, $f_m \geq 5 \text{ N/mm}^2$

Materiali da costruzione prescritti per pareti in muratura

⁶ Uni-EN 1996-1-1 Parte 1-1: Regole generali per strutture di muratura armata e non armata

Nell'esempio considerato le pareti di muratura sono soggette unicamente a carico laterale, la resistenza caratteristica a flessione della muratura è stata valutata in conformità con il punto 3.6.4 dell'EC6 nella versione del 2013. Viene assunto che la parete sia appoggiata su tre bordi (quello inferiore e i due laterali), mentre non sia vincolata al soffitto (fig. c).

È stato calcolato il momento flettente applicato ai due piani di rottura, il piano parallelo ai giunti orizzontali (M_{Ed1} , fig. a) e perpendicolare (M_{Ed2} , fig. b), mediante i coefficienti ricavati dall'appendice E dell'EC6. I momenti agenti sulle pareti sono riportati nelle tabelle seguenti.

Stanza tipo 1	L	B	Stanza tipo 2	L	B
Lati [m]	3	2	Lati [m]	5	3
M_{Ed1} [kNm]	0,95	0,46	M_{Ed1} [kNm]	2,15	0,95
M_{Ed2} [kNm]	3,81	1,85	M_{Ed2} [kNm]	8,62	3,81

Momenti agenti sulle pareti, calcolati per le tipologie di deposito considerati.

Allo stato limite ultimo il valore di progetto del momento flettente agente sulla parete, deve essere minore o uguale al momento resistente:

$$M_{Ed} \leq M_{Rd}$$

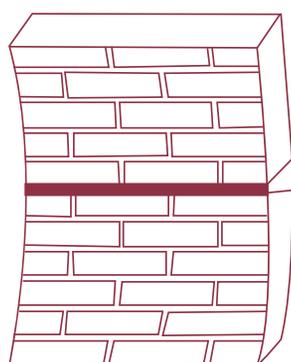
Il valore di progetto del momento resistente è dato dalla relazione:

$$M_{Rd} = f_{xd} Z \quad (6.15 - EC 6)$$

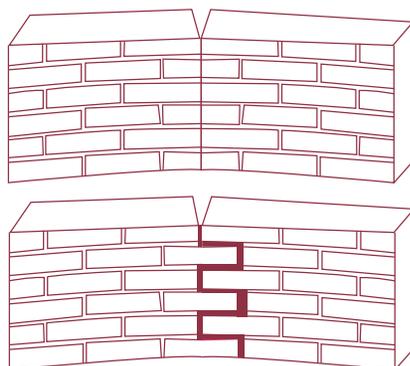
dove f_{xd} è la resistenza a flessione di progetto, presa in accordo al punto 3.6.4 e Z è il modulo elastico della sezione della parete per unità di altezza.

Viene applicato il fattore parziale riduttivo sulle resistenze relativo alle murature di classe 2, $\gamma_M = 2,5$. La Classe 2 è attribuita qualora siano previste le seguenti operazioni di controllo obbligatorie:

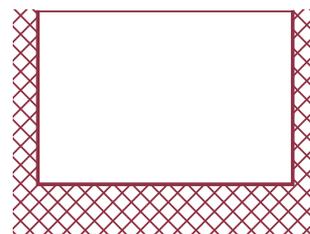
- ▶ disponibilità di specifico personale qualificato e con esperienza, dipendente dell'Impresa, per la supervisione del lavoro (capocantiere);
- ▶ disponibilità di specifico personale qualificato e con esperienza, indipendente dall'Impresa, per il controllo ispettivo del lavoro (direttore dei lavori).



a) piano di rottura parallelo ai giunti orizzontali



b) piano di rottura perpendicolare ai giunti orizzontali



c) condizioni di vincolo D con tre bordi incastrati/continui secondo la EC6 appendice E

Vengono riportati in tabella valori di resistenza di una parete realizzata con mattoni in laterizio di spessore commerciale.

CARATTERISTICHE MURATURA			UTILIZZABILITA'			
			Stanza tipo 1		Stanza tipo 2	
Spessore	M_{Rd1}	M_{Rd2}	L	B	L	B
38 cm	0,963 kNm	3,851 kNm				

Confronto tra i valori di resistenza delle pareti in muratura con i momenti flettenti previsti nei due esempi considerati

Pareti realizzate in muratura di spessore $s = 38$ cm, e caratteristiche dei materiali conformi a quanto prescritto, possono essere utilizzate per la costruzione di stanze di tipo 1.

Calcestruzzo

Il dimensionamento strutturale della stanza realizzata in calcestruzzo viene effettuato seguendo quanto prescritto dalle NTC 08 (norme tecniche per le costruzioni, D.M. 14 gennaio 2018).

Considerato che le condizioni di carico e la geometria sono uguali, il valore agente sulla parete in calcestruzzo viene ipotizzato uguale al massimo agente sulla parete in mattoni.

MATERIALE	NORMATIVA	CARATTERISTICHE
Calcestruzzo	Come da NTC08	Classe di Resistenza minima C20/25
Acciaio	Come da NTC08	Acciaio per cemento armato B450C

Materiali da costruzione prescritti per pareti in calcestruzzo

Per la costruzione viene prescritto l'utilizzo dei materiali riportati in tabella, che garantiscano almeno le caratteristiche meccaniche riportate.

Per comodità costruttiva si ritiene opportuno pensare di realizzare le pareti armate con due reti elettrosaldate di $\varnothing 8$ mm e maglia 150 mm x 150 mm, una posizionata in zona tesa e l'altra in zona compressa.

Si raccomanda di realizzare la parete con un copriferro di almeno 3 cm (viene consigliato un copriferro di 4 cm).

Per una parete dello spessore nominale di 20 cm, avente le caratteristiche sopra descritte, il valore di progetto del momento resistente è $M_{Rd} = 23,1$ kNm.

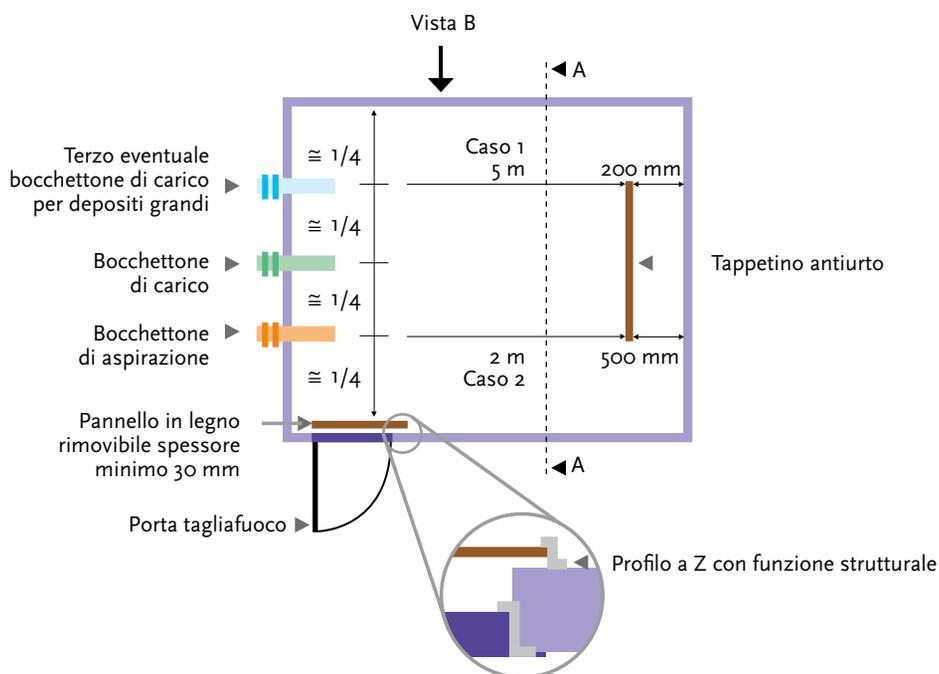
Pareti realizzate in calcestruzzo armato di spessore $s = 20$ cm, e caratteristiche dei materiali conformi a quanto prescritto, possono essere utilizzate per la costruzione di stanze di tipo 1 e 2.

CARATTERISTICHE PARETE IN CALCESTRUZZO			UTILIZZABILITA'			
			Stanza tipo 1		Stanza tipo 2	
Spessore	Armatura	M_{Rd}	L	B	L	B
20 cm	335 mm ²	23,1 kNm				

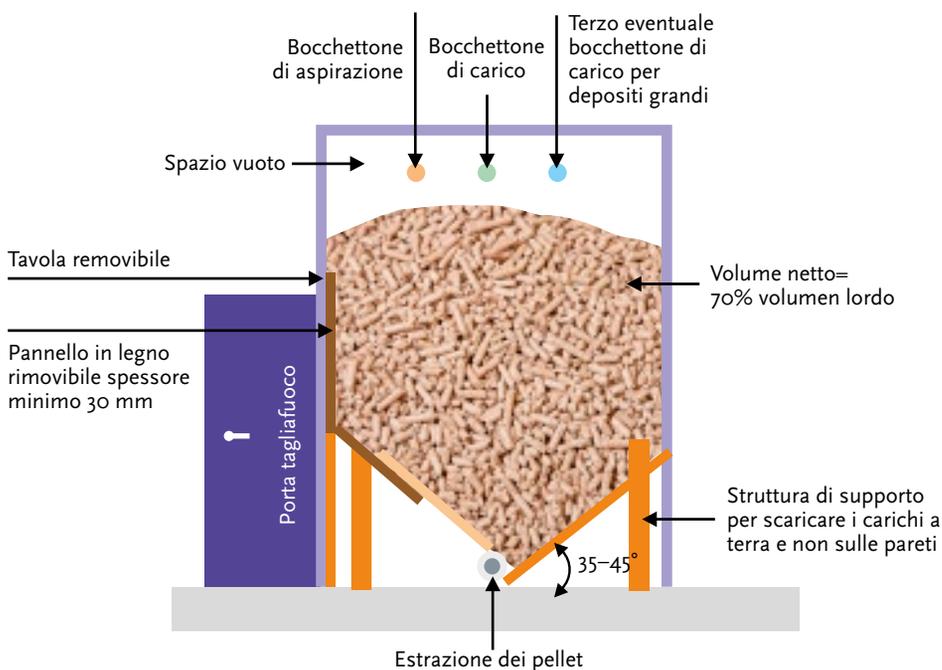
Confronto tra i valori di resistenza delle pareti in calcestruzzo con i momenti flettenti previsti nei due esempi considerati

4.2.3 Attrezzature interne - pavimenti, tubi, materasso

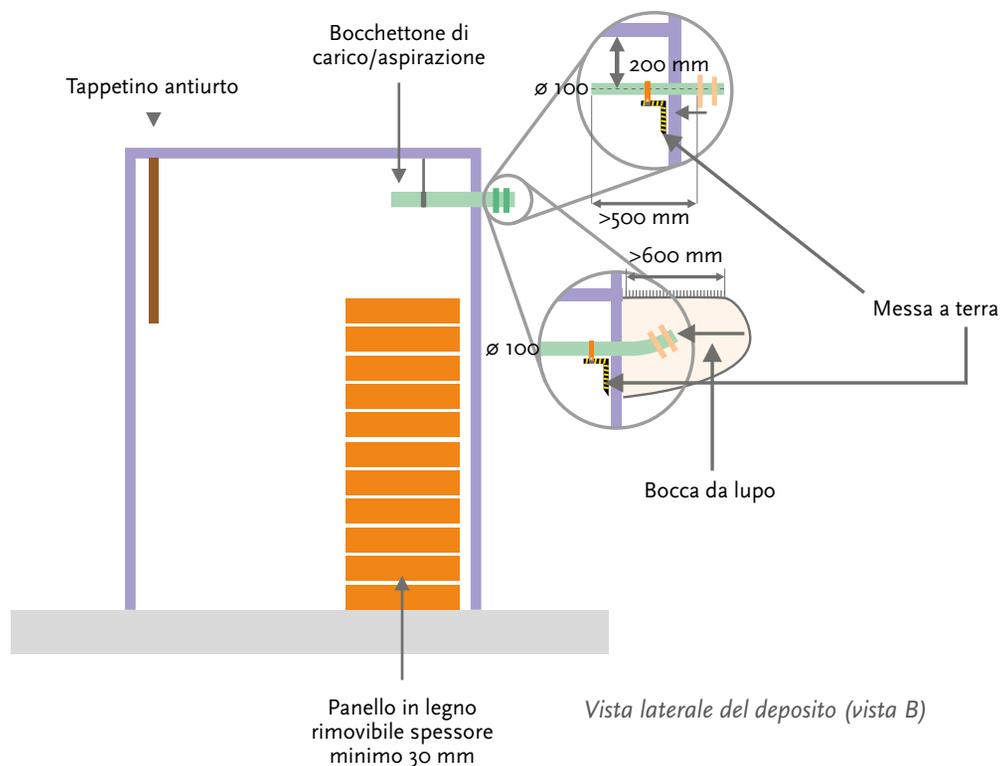
Per evitare la formazione di polveri, sovraccarichi eccessivi, propagazione di incendi e accumulo di CO, i depositi devono essere dotati di attrezzature interne come riassunte nelle seguenti figure.



Vista in pianta di un tipico deposito pellet. La distanza necessaria fra il tappetino antiurto e la parete retrostante dipende dalla distanza dal bocchettone di carico e aumenta quanto più il bocchettone è vicino (casi 1 e 2).



Vista in sezione di un tipico deposito pellet (sezione A-A)



4.2.4 Impianto sprinkler

L'estinzione tramite sistemi a diluvio è generalmente sconsigliata in quanto bagnando i pellet essi aumentano di volume e quindi conseguentemente aumenta il carico statico sulle strutture.

Si può valutare l'installazione di un impianto di spegnimento automatico o manuale in casi particolari previa dettagliata analisi dei rischi.

4.2.5 Ventilazione per contrastare la formazione di CO

Il monossido di carbonio può formarsi in caso di **combustione incompleta** cioè quando non è presente una quantità d'aria sufficiente a bruciare tutto il combustibile presente (per questo motivo è necessario avere aperture permanentemente aperte nei locali in cui è presente un bruciatore!) oppure può formarsi in seguito al **degradamento organico del legno**.



Per le sue caratteristiche, l'ossido di carbonio rappresenta un inquinante molto insidioso, soprattutto nei luoghi chiusi dove si può accumulare in concentrazioni letali. Essendo il CO incolore, insapore, inodore e non irritante, può causare morti accidentali senza che le vittime si rendano conto di quel che sta loro succedendo.

Una volta respirato, il CO si lega all'emoglobina con una affinità che è fra 245 e 300 volte superiore a quella dell'ossigeno, formando un composto inattivo fisiologicamente che viene chiamato carbosiemoglobina. Questa sostanza, al contrario dell'emoglobina, non è in grado di garantire l'ossigenazione ai tessuti, in particolare al cervello e al cuore. La morte sopravviene pertanto per asfissia. Una concentrazione di CO nell'aria pari a 2000-4000 ppm (0,2%-0,4%) provoca la morte in circa 15 minuti, dopo aver provocato perdita di conoscenza. In presenza di 1000 ppm si sopravvive per circa 90 minuti.

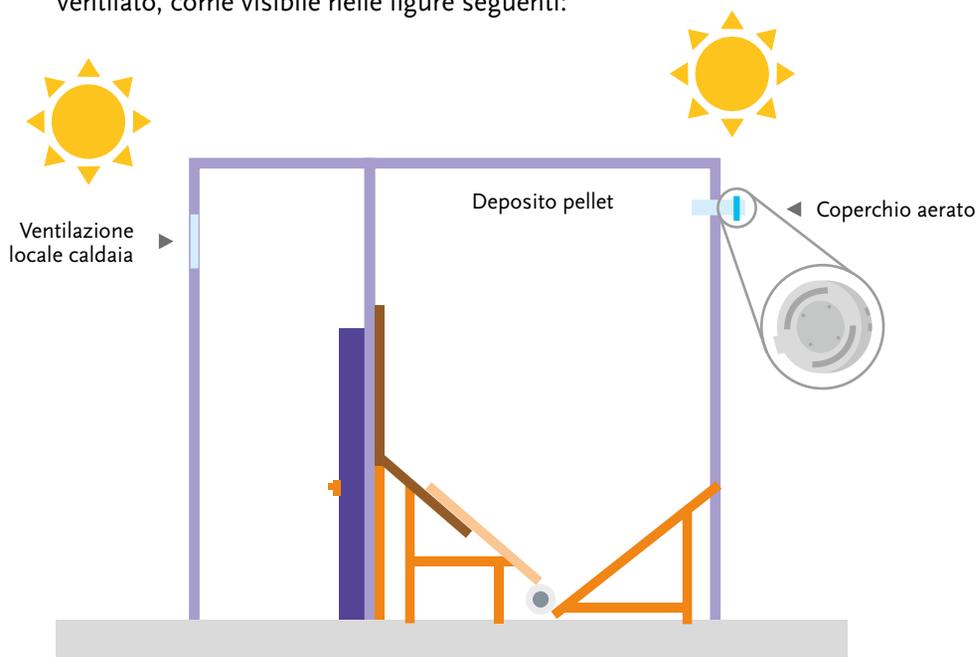
Nella seguente tabella vengono riassunti gli effetti sull'uomo in funzione della concentrazione di CO

CONCENTRAZIONE	DURATA DELL'ESPOSIZIONE	EFFETTI
25 ppm	> 8 h	Nessun effetto
100 ppm	> 3 h	Mal di testa, vertigini, nausea
300 ppm	> 1h	Mal di testa, vertigini, nausea
	> 3h	svenimento
800 ppm	> 45 min	Vertigini, nausea, spasmi
	1 < h < 2	svenimento
	2 < h < 3	morte
3.200 ppm	5 < min < 10	Mal di testa, vertigini, nausea
	10 < min < 20	svenimento
	> 1h	morte

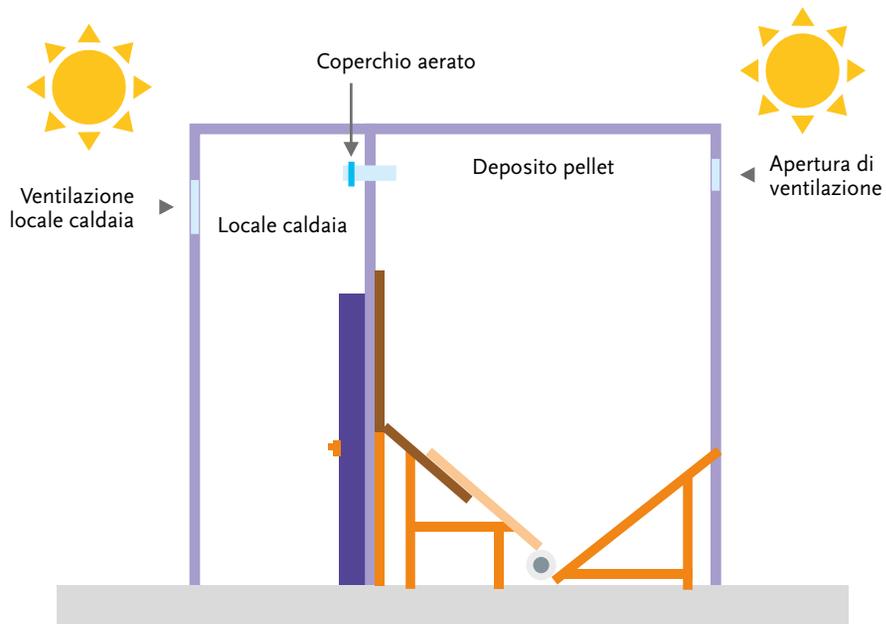
Effetti sull'uomo del monossido di carbonio (CO) in funzione della concentrazione nel deposito e della durata dell'esposizione

I bocchettoni di carico devono essere dotati di coperchi aerati (in grado però di impedire l'ingresso delle acque meteoriche) quando sono in ambiente esterno, di coperchi a tenuta di CO per evitare la diffusione di gas nocivi quando sono in ambiente interno o a tenuta al fuoco (EI) se è necessario garantire il mantenimento della compartimentazione.

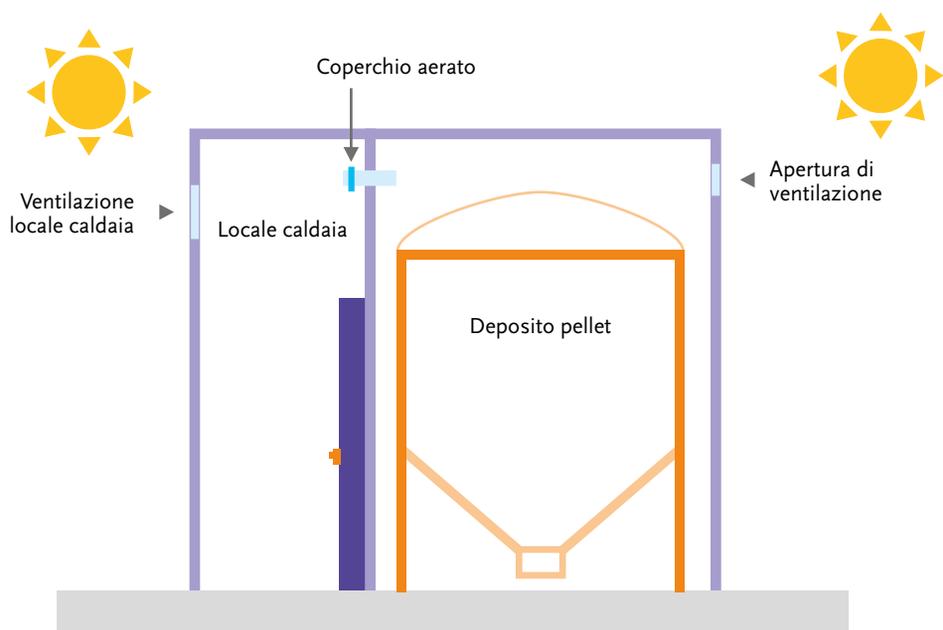
Il deposito di pellet dunque deve risultare stagno rispetto all'edificio in cui è collocato, ma deve essere ventilato verso spazi a cielo libero per evitare concentrazioni di CO in grado di danneggiare l'uomo. Anche stanze che contengono contenitori in tessuto devono avere la necessaria ventilazione. Se non fosse possibile avere ventilazione diretta all'esterno per piccoli depositi e per impianti di potenza nominale <35 kW, si può realizzare un'apertura di ventilazione verso il locale caldaia ventilato, come visibile nelle figure seguenti:



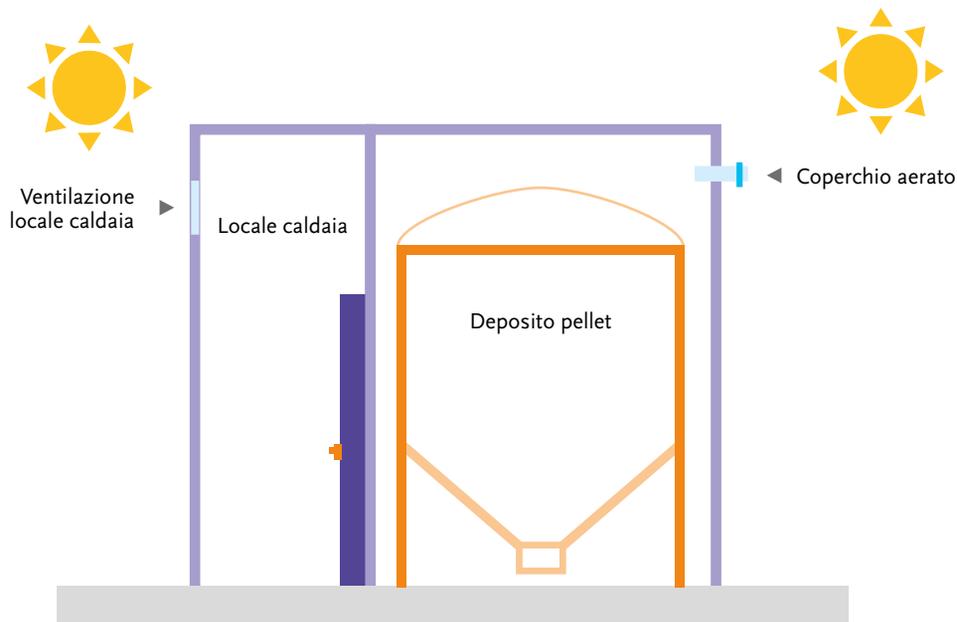
Deposito personalizzato a pavimento inclinato con 2 bocchettoni e coperchio aerato



Deposito personalizzato a pavimento inclinato con bocchettoni e coperchio aerato in locale caldaia



Contenitore in tessuto con bocchettoni e coperchio aerato in locale caldaia



Contenitore in tessuto con bocchettoni e coperchio aerato in locale caldaia

Tutte le ventilazioni devono assicurare un collegamento fra il deposito e l'esterno e devono essere realizzate in modo da prevenire per quanto possibile l'instaurarsi di una depressione nel locale. Se la differenza di temperatura non fosse in grado di assicurare un trasporto naturale di aria, è necessario provvedere con la ventilazione forzata.

Ci sono diversi metodi per aerare un deposito di pellet:

- a) **Ventilazione sul tetto.** La sezione libera deve essere non inferiore a 40 cm² (ad es. Øi 75 mm), calcolata considerando una lunghezza massima di tubazione interna pari a 1 m senza curve o 0,75 m con una curva a 45°.
- b) **Aperture di ventilazione sulla parete dell'edificio.** La sezione libera deve essere non inferiore a 3 cm²/t di capacità del deposito, con un minimo di 40 cm² (ad es. Øi 75 mm), calcolata considerando una lunghezza massima di tubazione interna pari a 1 m senza curve.
- c) **In caso di contenitore in tessuto permeabile con ventilazione verso il locale caldaia,** questo necessita di una ventilazione su spazio scoperto **aggiuntiva** rispetto a quella necessaria per la combustione come segue:
 - c.1) **se il condotto di sfiato è di lunghezza massima 0,5 m privo di curve,** deve avere una sezione libera ≥ 6 cm²/t di capacità del deposito, con un minimo di 75 cm² (ad es. Øi 100 mm).
 - c.2) **se il condotto di sfiato è di lunghezza massima 5 m privo di curve,** deve avere una sezione libera ≥ 10 cm²/t di capacità del deposito, con un minimo di 175 cm² (ad es. Øi 150 mm).

In tutti gli altri casi si possono applicare i valori della seguente tabella:

LUNGHEZZA DELLA CONDOTTA DI AERAZIONE (M)	CAPACITÀ DEL DEPOSITO DI PELLETTI IN T	
	≤15	>15
coperci di aerazione con i seguenti requisiti		
≤ 1	<ul style="list-style-type: none"> - aerazione verso l'esterno o verso il locale caldaia con aerazione aggiuntiva - tappi ventilati su 2 connettori - tubazione di riempimento e connettori orizzontali e/o verso l'alto. No curve verso il basso in modo da consentire la ventilazione naturale - minima sezione libera 3 cm²/t di capacità del deposito 	<ul style="list-style-type: none"> - aerazione solo verso l'esterno - tappi ventilati su almeno 2 connettori - tubazione di riempimento e connettori orizzontali e/o verso l'alto. No curve verso il basso in modo da consentire la ventilazione naturale - minima sezione libera 4 cm²/t di capacità del deposito
	apertura di ventilazione permanente in combinazione con coperci ventilati	due aperture di ventilazione separate
1-5	<ul style="list-style-type: none"> - aerazione solo verso l'esterno - minima sezione libera di ventilazione permanente > 80 cm² - tappi ventilati su 2 connettori - tubazione di riempimento e connettori orizzontali e/o verso l'alto privi di curve verso il basso nel deposito 	<ul style="list-style-type: none"> - aerazione solo verso l'esterno - minima sezione di ventilazione totale 5 cm²/t di capacità del deposito - minima sezione libera 4 cm²/t di capacità del deposito - minima sezione libera di ventilazione permanente > 80 cm²
	Ventilazione forzata	
5-20	<ul style="list-style-type: none"> - Ventilazione forzata comandata dall'apertura della porta del deposito - Azionamento del ventilatore con 3 ricambi d'aria all'ora per il volume del deposito - Tappi ventilati sui connettori e ventilazione separata con condotte o aperture 	

Requisiti per l'aerazione di un deposito pellet

4.3 Contenitori in tessuto

I contenitori in tessuto sono forniti in diverse forme, dimensioni e materiali. Solitamente hanno alla base una forma conica, che consente l'estrazione dei pellet.

- ▶ Il deposito deve essere collocato in un ambiente diverso da quello in cui è presente il bruciatore, secondo quanto definito nei principi generali della prevenzione che impongono di separare i materiali combustibili dalle sorgenti di innesco.
- ▶ Deve essere garantito uno spazio libero fra pareti, soffitto e contenitore tale da permettere l'accesso per operazioni di installazione / disinstallazione e manutenzione del contenitore e per proteggerlo da eventuali danni dovuti ad abrasioni contro le pareti.
- ▶ Deve essere protetto da radiazione UV diretta, ad esempio applicando filtri o schermi su eventuali finestre nei pressi del contenitore.
- ▶ I bocchettoni di riempimento ed aspirazione possono essere fissati diretta-

mente sul contenitore o prolungati sino ad un massimo di 10 m, evitando il più possibile cambi di direzione.

- ▶ La capacità di carico della superficie d'appoggio deve essere verificata in base al peso del pellet stivabile nel contenitore ed al numero di punti d'appoggio.
- ▶ Va rispettata la pressione di carico richiesta dal fabbricante per non danneggiare il tessuto.
- ▶ La struttura metallica del contenitore deve essere collegata a terra.
- ▶ Deve essere possibile pulire l'installazione.
- ▶ Deve essere progettato ed installato in modo tale da consentire uno scarico completo dei pellet, in modo da permettere la manutenzione o per consentire l'intervento in caso di emergenza. Il combustibile residuo al termine dello svuotamento non deve eccedere il 2% del volume.

4.4 Serbatoi interrati

I depositi interrati devono soddisfare **ulteriori requisiti** per spazi confinati fra cui:

- ▶ devono essere costruiti in modo tale da sopportare i carichi a cui sono sottoposti. In genere possono essere in cemento o in plastica e devono essere privi di giunzioni;
- ▶ devono essere realizzati in materiali resistenti alla corrosione ed all'acqua;
- ▶ sono ammessi anche serbatoi metallici, purché risultino protetti contro la corrosione;
- ▶ devono essere ancorati in modo tale da impedire eventuali spostamenti durante il rifornimento ed evitare di essere trascinati in caso di alluvioni;
- ▶ la loro posizione deve essere opportunamente segnalata;
- ▶ devono essere collegati elettricamente a terra e il costruttore deve fornire il certificato di protezione elettrostatica;
- ▶ devono essere progettati ed installati in modo tale da consentire uno scarico completo dei pellet per effettuare manutenzioni o in caso di emergenza. Il combustibile residuo al termine dello svuotamento non deve eccedere il 2% del volume;
- ▶ i materiali con cui sono costruiti devono essere tali da prevenire la formazione di umidità al loro interno ed ogni chiusura dovrà essere dotata di guarnizioni resistenti all'acqua;
- ▶ il chiusino di cui è dotato il pozzetto di carico del serbatoio deve resistere, a seconda delle esigenze, al carico di pedoni o di auto.

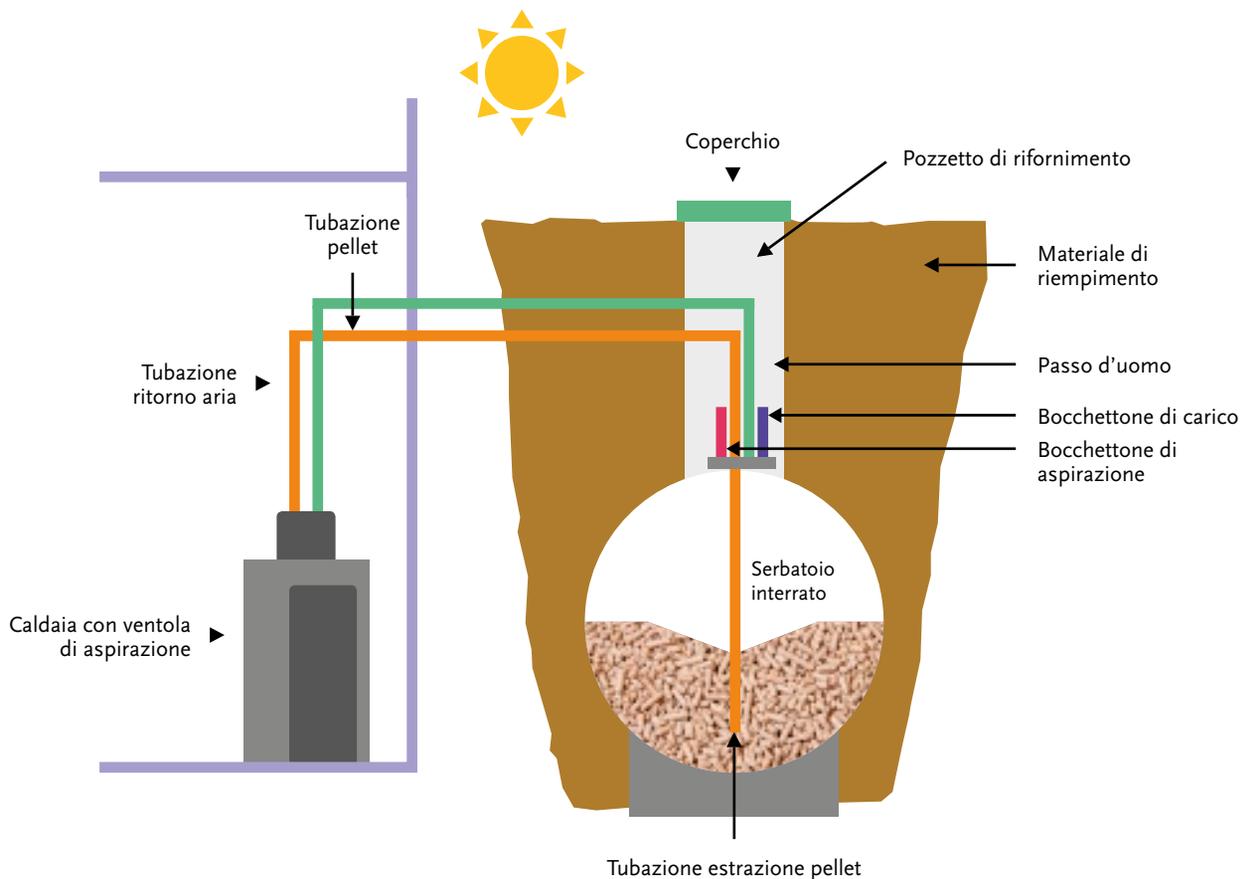
I bocchettoni di carico sono tipicamente collegati al serbatoio nel pozzetto di caricamento che deve essere posizionato in una zona accessibile, senza impedimenti per il camion di rifornimento.

Se si utilizza un sistema pneumatico per la consegna dei pellet, la connessione fra il deposito e la caldaia deve avvenire attraverso un condotto protetto contenente le tubazioni di alimentazione e i cablaggi richiesti.



Poiché la costruzione è stagna si possono raggiungere alte concentrazioni di CO quindi si può entrare solo dopo avere verificato il livello di CO presente e operando secondo quanto prescritto dal Decreto del Presidente della Repubblica n. 177 del 14 settembre 2011, recante norme per la qualificazione delle imprese e dei lavoratori autonomi operanti in ambienti "sospetti di inquinamento o confinati".

Per informazioni sulla tutela dei lavoratori in ambienti confinati si rimanda al manuale dell'INAIL (solo in lingua italiana) al seguente link: <https://www.inail.it/cs/internet/docs/alg-manuale-illustrato-per-lavori-in-ambienti-sospetti.pdf>



Esempio di un serbatoio interrato, posto esternamente all'edificio.

4.5 Valutazione del rischio esplosione – ATEX

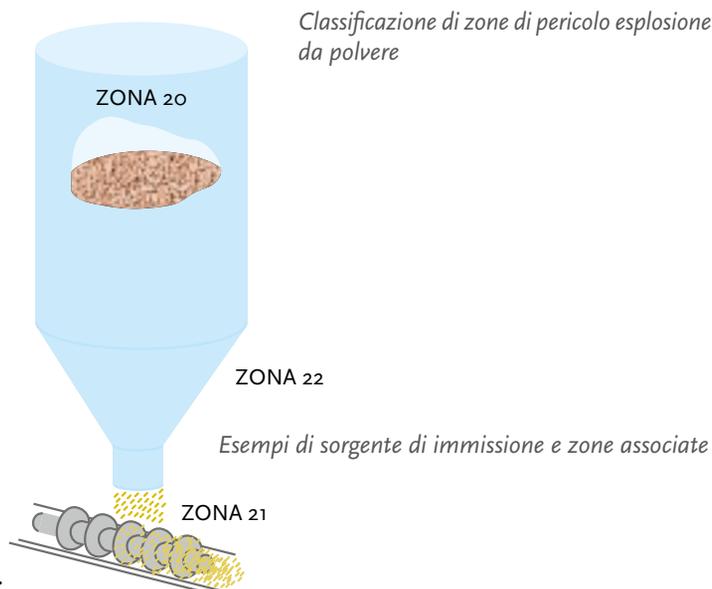
! Per prevenire il rischio di esplosione nei depositi di pellet non andrebbero installate apparecchiature elettriche, a meno di quelle indispensabili per il funzionamento dell'impianto, o poste in opera apparecchiature con parti in movimento in grado di generare scintille per attrito.

Come già evidenziato al paragrafo 2.3.2, il rischio di esplosione aumenta all'aumentare della quantità di polvere, quindi è necessario aspirarla almeno una volta all'anno.

Scopo della valutazione ATEX è ridurre il rischio di esplosione cercando di eliminare per quanto possibile le sorgenti di emissione di polvere. Se questo non fosse possibile bisogna cercare di non collocare installazioni elettriche o che generano scintille per attrito in zona classificata ovvero entro l'estensione della zona pericolosa. Ove ciò non sia possibile, si raccomanda di installare le costruzioni elettriche nelle zone meno pericolose possibili (es. in zona 22) ed utilizzare apparecchiature idonee alla zona classificata.

Sulla base della probabilità di formazione di atmosfere esplosive da polvere, i luoghi possono essere classificati secondo la seguente tabella:

PRESENZA DI POLVERE	CLASSIFICAZIONE DELLA ZONA
Grado di emissione continuo	20
Grado di emissione primo	21
Grado di emissione secondo	22



dove valgono le seguenti definizioni:

GRADO DI EMISSIONE	ESEMPI
Continuo: sempre presente o che può avvenire per lunghi periodi	<ul style="list-style-type: none"> - strati di polvere combustibile in recipienti aperti; - strati di polvere all'interno di sistemi di contenimento (mulini, frantumatrici, cicloni, filtri tramogge, mescolatori); - strati di polvere all'esterno dei sistemi di contenimento che possono essere disturbati frequentemente e formare nubi esplosive con il livello di mantenimento della pulizia "scarso".
Primo grado: può avvenire periodicamente od occasionalmente durante il funzionamento ordinario	<ul style="list-style-type: none"> - bocche di caricamento o di scarico aperte; - nastri trasportatori aperti; - sacchi anche chiusi, se di materiale che lasci trapelare la polvere o soggetto a rompersi facilmente; - macchinari per l'imballaggio; - strati di polvere all'esterno dei sistemi di contenimento che possono essere disturbati anche poco frequentemente e formare nubi esplosive, con il livello di mantenimento della pulizia "scarso".
Secondo grado: non prevista durante il funzionamento normale e che se avviene è possibile solo poco frequentemente e per brevi periodi	<ul style="list-style-type: none"> - punti di riempimento sacchi; - sacchi non ermeticamente chiusi e quelli soggetti a rompersi facilmente; - sacconi contenitori di grande volume (Big Bag) - punti di discontinuità (flange, manicotti, ecc.); - strati di polvere all'esterno dei sistemi di contenimento che possono essere disturbati anche poco frequentemente e formare nubi esplosive, con il livello di mantenimento della pulizia adeguato.

Definizione dei gradi di emissione di polvere

Esempi di dimensioni estensione zona pericolosa:

- ▶ Zona 20: dimensioni caratterizzate dal sistema di contenimento
- ▶ Zona 21: spesso sufficiente 1 m attorno alla sorgente di emissione
- ▶ Zona 22: spesso sufficienti 3 m al di là della zona 21



Il deposito viene classificato da norma come zona 22⁷. In tali aree si possono installare ed utilizzare solo apparecchi elettrici adatti a polveri di categoria 1, 2 o 3⁸ adatti alle zone classificate 22 secondo la direttiva ATEX 2014/34/UE e che riportano la seguente marcatura:

Per effettuare una classificazione ATEX con lo scopo di ridurre l'estensione della zona pericolosa "a" in funzione della ventilazione del locale, sono a disposizione i seguenti riferimenti normativi:

- ▶ norma CEI EN 60079-10-2 (CEI 31-88), seconda edizione, fascicolo 15168, dell'ottobre 2016 "Atmosfere esplosive - Parte 10-2: Classificazione dei luoghi – Atmosfere esplosive per la presenza di polveri combustibili;
- ▶ guida CEI 31-56 Variante 1 - Atmosfere esplosive. Guida all'applicazione della Norma CEI EN 61241-10 (CEI 31-66) "Classificazione delle aree dove sono o possono essere presenti polveri esplosive"
- ▶ norma CEI EN 60079-14 (CEI 31-33) - Atmosfere esplosive - Progettazione, scelta e installazione degli impianti elettrici;

si rendono disponibili i seguenti valori tratti dalla norma prEN ISO 20023:

PARAMETRO	POLVERE DI LEGNO DA OPERAZIONI DI LEVIGATURA	POLVERE DOVUTA ALLA MANIPOLAZIONE DI PELLETTI	POLVERE NEI LOCALI DEPOSITO DI PELLETTI
Diametro particelle	< 200 µm	39 µm	125 µm
Temperatura minima di ignizione di uno strato di 5 mm di spessore di polvere (Glowing temperature)	300°C	340°C	340°C
Temperatura di ignizione di una nuvola di polvere (Ignition temperature)	400°C	450°C	450°C
Energia di ignizione minima (E _{min})	100 mJ	10 mJ < E _{min} < 30 mJ	100 mJ < E _{min} < 300 mJ
Limite inferiore di esplosione (LEL)	60 g/m ³	60 g/m ³	60 g/m ³
Sovrappressione massima durante l'esplosione di una miscela aria/polveri	9 bar	-	-

Proprietà delle polveri in funzione della loro sorgente (secondo la norma prEN ISO 20023)

⁷ 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 verifici, sia unicamente di breve durata.

⁸ Le categorie di apparecchi sono individuate dal numero 1, 2, 3 seguito dalla lettera G (Gas) oppure D (Dust).

- categoria 1: apparecchi o sistemi di protezione che garantiscono un livello di protezione molto elevato;
- categoria 2: apparecchi o sistemi di protezione che garantiscono un livello di protezione elevato;
- categoria 3: apparecchi o sistemi di protezione che garantiscono un livello di protezione normale

5. Protezione dal ritorno di fiamma

Si riporta un glossario bilingue italiano/tedesco dei dispositivi di sicurezza dal ritorno di fiamma, da installare a seconda dei casi descritti in questo paragrafo.

ITALIANO		TEDESCO	
SIGLA ITA	DESCRIZIONE	SIGLA TED	DESCRIZIONE
DIF/ DOF	Dispositivo di inibizione del ritorno di fiamma/ Dispositivo ostacolante i ritorni di fiamma	RHE	Rückbrandhemmende Einrichtung
DRF	Dispositivo di protezione dal ritorno di fiamma	RSE	Rückbrand-Schutzeinrichtung
DPR	Dispositivo di prevenzione della riaccensione	RZS	Rückzündsicherung
DEA	Dispositivo di estinzione ad attivazione automatica	SLE	Selbsttätig auslösende Löscheinrichtung
DTD	Dispositivo di controllo della temperatura nel deposito di stoccaggio/serbatoio del combustibile	TÜB	Temperaturüberwachung im Brennstofflagerraum/ Vorratsbehälter
DEM	Dispositivo di estinzione ad attivazione manuale	HLE	Händisch auszulösende Löscheinrichtung
DTF	Dispositivo di controllo della temperatura nel focolare	TÜF	Temperaturüberwachungseinrichtung im Feuerungsraum
DCF	Dispositivo di controllo della fiamma nel focolare	FÜF	Flammenüberwachungseinrichtung im Feuerungsraum
DCP	Dispositivo di controllo della pressione nel focolare	DÜF	Drucküberwachungseinrichtung im Feuerungsraum

Glossario bilingue dei dispositivi di sicurezza

Le seguenti definizioni sono tratte dalla norma austriaca TRVB 118 H, che contiene i requisiti fondamentali di protezione antincendio secondo ÖNorm M 7137.

DIF/DOF (in ted. RHE): Dispositivo che impedisce o ostacola il ritorno di fiamma dal focolare al serbatoio intermedio di un impianto compatto.

(L'esempio più comune è la c.d. "valvola a stella" ma sono possibili molteplici configurazioni, come la "valvola rotativa monocamera" o altre)

DRF (in ted. RSE): Dispositivo installato nella linea di trasporto (generalmente in un tubo o pozzetto di carico a caduta) e che forma una chiusura stagna affidabile tra l'impianto di estrazione/carico pellet e quello di alimentazione, in modo da evitare la propagazione del fuoco verso lo stoccaggio del combustibile almeno nella fase di riscaldamento, dopo il carico e in caso di malfunzionamento.

(Un DIF può essere usato come DRF se installato a sufficiente distanza dal dispositivo di alimentazione del combustibile).



La chiusura sicura del DRF deve essere garantita sia durante la fase di riscaldamento che in condizioni operative critiche, nonché in caso di malfunzionamenti anche in caso di mancanza di corrente. Il DRF deve essere concepito in modo tale che la sequenza di chiusura e movimento non sia compromessa in nessuna condizione di funzionamento.

Quando si installa una valvola rotativa come dispositivo di protezione contro il ritorno di fiamma, bisogna assicurarsi che tra la valvola rotativa e il dispositivo di carica vi sia una distanza minima sufficiente per evitare il ritorno di materiale combustibile (in determinate circostanze, particelle incandescenti e scintille in caso di ritorno di fiamma). Tale distanza minima è determinata dal fabbricante in accordo con l'organismo di valutazione accreditato. Se necessario, deve essere previsto un interruttore di livello. Esempi di DRF sono: valvola a farfalla, valvola a saracinesca, valvola rotativa, valvola a sfera, ecc.

Poiché le valvole rotative hanno la migliore tenuta della sezione di trasporto in ogni fase operativa, sono consigliabili dal punto di vista della protezione antincendio rispetto ad altri sistemi DRF alternativi.

DPR (in ted. RZS): Dispositivo destinato a prevenire la riaccensione di braci infiammabili e gas di combustione dall'impianto di combustione al locale di stoccaggio del combustibile.

I sistemi automatici di combustione a legna nei quali esiste un rischio elevato di riaccensione per scintille volanti o di ignizione di gas infiammabili che ritornano nella linea di trasporto devono essere dotati di dispositivi che evitino i suddetti pericoli (ad esempio, valvola rotativa con misurazione della pressione differenziale testata come DRF; sistema a doppio clapet; monitoraggio permanente del funzionamento in depressione del focolare, o apparecchiature equivalenti).

DEA (in ted. SLE): Dispositivo per l'estinzione automatica di un ritorno di fiamma nella zona del caricamento.

Data la natura e l'ubicazione dell'elemento di rivelazione incendi, è necessario rilevare in modo affidabile un ritorno di fiamma e far scattare automaticamente e senza indugio l'apparecchio di estinzione. Ciò deve essere garantito anche in caso di mancanza di corrente. L'apparecchio estinguente deve essere collegato direttamente ad una rete di alimentazione dell'acqua in pressione o ad un serbatoio di accumulo dell'acqua.

In caso di mancanza di corrente elettrica, anche gli impianti idrici domestici possono essere danneggiati.

La quantità d'acqua erogata deve corrispondere al triplo del volume del caricatore, con un minimo di 20 litri. Il serbatoio deve essere munito di un sistema di monitoraggio del livello con collegamento a dispositivo di allarme in zona presidiata. (Solitamente è costituito da un elemento termosensibile immerso nella parte dell'impianto di caricamento all'interno della caldaia che, in caso di bisogno, apre una valvola autoazionata connessa alla rete idrica in pressione o ad una tanica.)

DTD (in ted. TÜB): Sensore di temperatura che attiva i dispositivi di segnalazione se viene superata una temperatura limite nella zona della linea di alimentazione all'interno del locale di stoccaggio o del serbatoio di stoccaggio del combustibile.

Sul lato superiore o direttamente al di sopra del passaggio dalla linea di trasporto aperta (ad es. coclea nel deposito) a quella chiusa (ad es. coclea nel locale tecnico), deve essere collocato un sensore di temperatura in esecuzione protetta all'interno del locale di stoccaggio, che attiverà i dispositivi di allarme quando viene superata una temperatura di circa 70 °C o un massimo di 20 °C al di sopra della

temperatura ambiente più alta prevista. Per sicurezza, i vigili del fuoco devono essere allertati dall'utente quando il DTD si attiva.

Dal punto di vista della sicurezza antincendio, si raccomanda anche l'inoltro automatico di un corrispondente messaggio di avviso a persone selezionate.

DEM (in ted. HLE): Dispositivo di estinzione ad azionamento manuale per la lotta contro una focolare d'incendio nel locale di stoccaggio del combustibile, nella zona del sistema di carico/linea di alimentazione.

Questo dispositivo è costituito da un tubo, mantenuto vuoto, con un diametro nominale minimo DN20 e deve essere installato nel locale di stoccaggio del combustibile immediatamente sopra la linea di trasporto davanti alla parete o al soffitto, in modo da ottenere una estinzione più efficace possibile. Le tubazioni devono essere collegate direttamente ad una rete idrica in pressione e munite di una valvola di intercettazione nel locale caldaia. Questo rubinetto deve essere contrassegnato con un cartello informativo "Dispositivo di estinzione - deposito combustibile".

Il dispositivo antincendio deve essere progettato in modo da non poter essere danneggiato durante il riempimento del deposito o dal dispositivo di estrazione.

Occorre inoltre garantire che il combustibile possa raggiungere agevolmente il dispositivo di alimentazione (coclea, agitatore a bracci rotanti, ecc.).

DTF (in ted. TÜF): Dispositivo che controlla la temperatura nella camera di combustione necessaria per un'accensione sicura.

Se la temperatura scende al di sotto della temperatura limite inferiore specificata dal produttore, l'alimentazione del combustibile deve essere interrotta entro un periodo di tempo specificato e l'impianto automaticamente spento. Il dispositivo di controllo della temperatura deve essere in grado di monitorare se stesso durante il funzionamento.

DCF (in ted. FÜF): Dispositivo che spegne l'alimentazione del combustibile in caso di mancanza di fiamma o di mancata produzione di fiamme o di combustione di base insufficiente.

In questi casi, l'alimentazione del combustibile deve essere interrotta entro un periodo di tempo specificato dal produttore e l'impianto automaticamente spento. Il dispositivo di controllo fiamma deve essere in grado di monitorare se stesso durante il funzionamento.

DCP (in ted. DÜF): Dispositivo per il monitoraggio delle condizioni di pressione nella camera di combustione specificate dal costruttore dell'impianto.

Se il campo di pressione specificato viene superato o non raggiunto, l'impianto deve essere spento automaticamente entro un periodo di tempo specificato. Il dispositivo di controllo della pressione deve monitorare se stesso durante il funzionamento.

Nella tabella successiva, vengono riportati i dispositivi di sicurezza dal ritorno di fiamma richiesti per diverse combinazioni di potenza caldaia e volume del deposito.

TIPO DI IMPIANTO	POTENZA NOMINALE	VOLUME DEPOSITO	DISPOSITIVI RICHIESTI
Impianto compatto con serbatoio giornaliero $\leq 2 \text{ m}^3$	$\leq 150 \text{ kW}$	Assente	DIF/RHE
Estrazione automatica pneumatica da un deposito in un serbatoio intermedio $\leq 2 \text{ m}^3$	$\leq 150 \text{ kW}$	$\leq 50 \text{ m}^3$	DRF/RSE Collari antincendio sulle condotte
Estrazione automatica meccanica da un deposito in un serbatoio intermedio $\leq 2 \text{ m}^3$	$\leq 150 \text{ kW}$	$\leq 50 \text{ m}^3$	DRF/RSE Condotte di alimentazione in acciaio con valvola a stella come sistema di dosaggio o sistema con sicurezza equivalente
Estrazione automatica da un deposito	$> 150 \text{ kW}$ $\leq 500 \text{ kW}$	$\leq 50 \text{ m}^3$	DRF/RSE DEA/SLE DTD/TÜB
Estrazione automatica da un deposito	$\leq 500 \text{ kW}$	$> 50 \text{ m}^3$ $\leq 200 \text{ m}^3$	DRF/RSE DEA/SLE DTD/TÜB DEM/HLE
Estrazione automatica da un deposito	$> 500 \text{ kW}$	Qualsiasi	DRF/RSE DTD/TÜB DEM/HLE DEA/SLE DPR/RZS DTF/TÜF oppure DCF/FÜF DCP/DÜF
Estrazione automatica da un deposito	Qualsiasi	$> 200 \text{ m}^3$	DRF/RSE DTD/TÜB DEM/HLE DEA/SLE DPR/RZS DTF/TÜF oppure DCF/FÜF DCP/DÜF

Dispositivi di sicurezza per il ritorno di fiamma richiesti, in funzione della tipologia e della classe di potenza della caldaia e in funzione delle dimensioni del deposito

6. Indicazioni per la protezione della salute e la manutenzione

L'utilizzatore finale deve essere informato sulla corretta progettazione, costruzione e mantenimento delle condizioni di sicurezza del deposito di pellet.

I depositi di pellet possono essere utilizzati in sicurezza solo seguendo determinate procedure: il gestore dell'impianto deve ricevere dall'installatore le istruzioni per la corretta manutenzione con indicate le periodicità della stessa. **Si ricorda che per impianti con potenza nominale > 35 kW, la manutenzione dell'impianto è obbligatoria almeno ogni anno** e deve essere eseguita da imprese abilitate ai sensi del Decreto ministeriale 22 gennaio 2008, n. 37 o, in Alto Adige, ai sensi della Legge Provinciale 25 febbraio 2008, n. 1 e del Decreto del Presidente della Provincia 19 maggio 2009, n. 27.

Fra gli accorgimenti generali ricordiamo:



- ▶ La caldaia e il sistema di rifornimento del deposito devono essere spegnibili.
- ▶ **Il deposito deve essere ventilato per almeno 15 minuti prima di accedervi.**
- ▶ **La porta di accesso e le aperture di ventilazione devono essere mantenute aperte mentre le persone lavorano nel deposito.**
- ▶ Devono essere disposti **segnali di pericolo** in luogo visibile nelle immediate vicinanze all'accesso come segue:



Possibili concentrazioni tossiche di CO
Ventilare il locale prima di entrare



Divieto di accesso ai non autorizzati



Divieto di fumare e usare fiamme libere



Parti meccaniche in movimento



Ambiente a rischio di esplosione

Segnali di pericolo da posizionare in corrispondenza dell'accesso al deposito

- ▶  Nel deposito di pellet si può accedere solo in presenza di una seconda persona all'esterno
- ▶ Chi entra nel deposito deve avere avuto informazione per prevenire e ridurre i rischi e formazione nell'utilizzo di misure di sicurezza
- ▶  Ad eccezione dei piccoli depositi (< 15 t), il personale deve essere dotato di rilevatore di CO certificato e calibrato in grado di emettere allarme acustico con le seguenti caratteristiche:
 - misurare nell'intervallo fra 0 ppm e 500 ppm;
 - essere dotato di funzione di allarme multi-tonale, visibile e possibilmente di vibrazione;
 - avere grado di protezione IP 56.
- ▶ L'operatore deve usare una maschera P2 secondo la norma EN 143.
- ▶ Rilevatori di CO installati permanentemente nel deposito sono da evitarsi per i seguenti motivi:
 - questi strumenti potrebbero danneggiarsi nella fase di riempimento a causa di variazione di pressione e della presenza di particelle fini
 - in breve tempo i sensori si potrebbero danneggiare a causa delle essenze presenti nel legno.
 - I rilevatori permanenti possono essere installati in locali adiacenti.
- ▶ Se devono essere utilizzati dispositivi elettrici per la pulizia del deposito (aspirapolveri industriali) per prevenire l'insorgere di scintille questi devono essere privi di sorgenti interne di ignizione e il motore deve essere costruito con grado di protezione IP 54 ed Eex o, in alternativa, restare posizionato all'esterno della zona classificata ATEX.
- ▶ Per depositi di capacità superiore a 15 t: dopo un rifornimento di pellet e per un periodo di 4 settimane si potrà accedere al deposito solo previa misurazione di CO nell'atmosfera. Dopo 4 settimane, in presenza delle corrette ventilazioni, dovrebbe essere sufficiente attendere 15 minuti perché le concentrazioni di CO scendano sotto 60 ppm, per un'esposizione massima dell'operatore di 30 minuti.
- ▶ Per depositi di capacità superiore a 15 t e/o depositi interrati: è possibile entrare SOLO dopo aver misurato la concentrazione di CO. Se il valore di CO non è sceso sotto la soglia è necessario ventilare meccanicamente per almeno 15 minuti il deposito. L'allarme di superamento soglia deve essere settato a 60 ppm ma il primo livello di allarme deve suonare a 30 ppm.

7. Bibliografia

- ▶ Austrian Standards - ICS 75.160.10. (2012). ÖNORM M 7137: 2012 10 01 - Presslinge aus naturbelassenem Holz - Holzpellets - Anforderungen an die Pelletslagerung beim Endverbraucher. Vienna, Austria: Austrian Standards.
- ▶ Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI). (2010). Norma CEI EN61241-10 (CEI 31-66) Costruzioni elettriche destinate ad essere utilizzate in presenza di polveri combustibili - Parte 10: Classificazione delle aree dove sono o possono essere presenti polveri combustibili. Milano, (MI): Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI).
- ▶ Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI). (2012). Guida CEI 31-56 Variante 1- Atmosfere esplosive - Guida all'applicazione della Norma CEI EN 60079-10-2 (CEI 31-88) "Classificazione dei luoghi – Atmosfere esplosive per la presenza di polveri combustibili". Milano, (MI): Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI).
- ▶ Comitato elettrotecnico Italiano (CEI). (2016). CEI EN 60079-10-2016 (Classificazione CEI: 31-88) Parte 10-2: Classificazione dei luoghi - Atmosfere esplosive per la presenza di polveri combustibili. Milano, (MI): Comitato elettrotecnico Italiano (CEI).
- ▶ Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI). (2016). CEI EN 60079-14 (CEI 31-33) Atmosfere esplosive - Parte 14: Progettazione, scelta e installazione degli impianti elettrici. Milano, (MI): Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI).
- ▶ Ente di Normazione Italiano (UNI) - CTI Ingegneria strutturale e Strutture di muratura. (2013). UNI EN 1996-1-1:2013 - Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture in muratura - Parte 1-1: Regole generali per strutture di muratura armata e non armata. Milano, (MI): Ente di Normazione Italiano (UNI).
- ▶ Ente Italiano di Normazione (UNI). (2007). UNI EN 143:2007 Apparecchi di protezione delle vie respiratorie - Filtri antipolvere - Requisiti, prove, marcatura. Milano, (MI): Ente Italiano di Normazione (UNI).
- ▶ Ente Italiano di Normazione (UNI) CTI - Stufe, caminetti e barbecue ad aria e acqua (con o senza caldaia incorporata). (2012). UNI 10683:2012 - Generatori di calore alimentati a legna o altri biocombustibili solidi - Verifica, installazione, controllo e manutenzione. Milano, (MI): Ente Italiano di Normazione (UNI).
- ▶ Francescato, V., & Codemo, G. (2016). Linea Guida Tecnica: Prevenzione incendi e sicurezza nella progettazione, installazione ed esercizio di impianti automatici a biocombustibili legnosi. Legnaro (PD): AIEL - Associazione Italiana Energie Agroforestali.
- ▶ Franciosi, M. e. (2013). Manuale illustrato per lavori in ambienti sospetti di inquinamento o confinati ai sensi dell'art. 3, comma 3, del DPR 177/2011. Roma: INAIL.

- ▶ Hilti Italia SpA. (s.d.). Tratto da Homepage - Hilti Italy: <https://www.hilti.it/>
- ▶ International Organization for Standardization - ISO/TC 238. (2017). prISO/DIS 20023: Solid biofuels — Safety of solid biofuel pellets — Safe handling and storage of wood pellets in residential and other small-scale applications. Ginevra, Svizzera: International Organization for Standardization (ISO).
- ▶ International Organization for Standardization ISO/TC 238. (2014). ISO 17225-2:2014 - Solid biofuels -- Fuel specifications and classes -- Part 2: Graded wood pellets. Ginevra, Svizzera: International Organization for Standardization (ISO).
- ▶ Österreichischer Bundesfeuerwehrverband. (2003). TRVB H 118: Technische Richtlinien vorbeugender Brandschutz - Automatische Holzfeuerungsanlagen. Vienna, Austria: Österreichischer Bundesfeuerwehrverband.
- ▶ Parlamento Europeo e Consiglio dell'Unione Europea. (2014). Direttiva 2014/34/UE [...] del 26 febbraio 2014 concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative agli apparecchi e sistemi di protezione destinati a essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva (rifusione). Bruxelles: Parlamento Europeo e Consiglio dell'Unione Europea.
- ▶ Provincia Autonoma di Bolzano. (1992). Legge provinciale 16 giugno 1992, n. 18: Norme generali per la prevenzione degli incendi e per gli impianti termici. Bolzano, (BZ): Provincia Autonoma di Bolzano.
- ▶ Provincia Autonoma di Bolzano. (2008). Legge provinciale 25 febbraio 2008, n. 1: Ordinamento dell'artigianato. Bolzano, (BZ): Provincia Autonoma di Bolzano.
- ▶ Provincia Autonoma di Bolzano. (2009). Decreto del Presidente della Provincia 19 maggio 2009 , n. 27: Regolamento di esecuzione relativo all'ordinamento dell'artigianato. Bolzano, (BZ): Provincia Autonoma di Bolzano.
- ▶ Stato Italiano: Ministero delle Infrastrutture. (2008). Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008: Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni. Roma: GU Serie Generale n.29 del 04-02-2008 - Suppl. Ordinario n. 30.
- ▶ Stato Italiano: Ministero dell'interno. (2007). Decreto Ministeriale 16 febbraio 2007: Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione. Roma: Gazzetta Ufficiale 29 marzo 2007, n. 74.
- ▶ Stato Italiano: Ministero dell'Interno. (2015). Decreto Ministeriale 3 agosto 2015: Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139. Roma: GU Serie Generale n.192 del 20-08-2015 - Suppl. Ordinario n. 51.

- ▶ Stato Italiano: Ministero dello Sviluppo Economico. (2008). Decreto del ministero dello sviluppo economico 22 gennaio 2008, n. 37: Regolamento [...] recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici . Roma: G.U. n. 61 del 12 marzo 2008.
- ▶ Stato Italiano: Presidenza della Repubblica. (2011). Decreto del Presidente della Repubblica 1 agosto 2011, nr. 151: Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 7. Roma: G.U. 22 settembre 2011, n. 221.

AUTONOME
PROVINZ
BOZEN
SÜDTIROL



PROVINCIA
AUTONOMA
DI BOLZANO
ALTO ADIGE



idm
SÜDTIROL
ALTO ADIGE

lvhapa
Wirtschaftsverband Handwerk und Dienstleister
Confartigianato Imprese