

POLITECNICO DI TORINO

Facoltà di Ingegneria

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Civile



TESI DI LAUREA

GESTIONE DINAMICA DELLA SICUREZZA E
DELL'EMERGENZA IN UNA LOGISTICA

Relatore

Prof. Alberto Lauria

Correlatore

Prof. Roberto Vancetti

Candidato

Antonio Altavilla

Anno Accademico 2019/2020

INDICE

Indice.....	3
CAPITOLO 1	6
INTRODUZIONE	6
1.1 La logistica	6
1.2 I sistemi integrati di logistica	9
1.3 I magazzini.....	12
1.3.1 Le attività del magazzino	14
1.3.2 Strumenti per la movimentazione interna.....	16
1.3.3 Alcune considerazioni sui costi.....	23
CAPITOLO 2	25
VALUTAZIONE DEI RISCHI DI UN MAGAZZINO DI LOGISTICA.....	25
2.1 Rischi di un centro logistico	25
2.2 Sicurezza del magazzino	30
2.2.1 Sicurezza attiva	30
2.2.2 Sicurezza passiva	34
CAPITOLO 3	39
VIABILITA' AZIENDALE: PERCORSI DI ACCESSO E DI TRANSITO	39
3.1 Organizzazione aziendale	41
3.2 Segnaletica	43
3.2.1 Segnaletica orizzontale.....	43
3.2.2 Segnaletica verticale (a cartelli).....	44
3.3 Vie di circolazione.....	46
3.3.1 Vie di circolazione degli autoveicoli e dei mezzi pesanti	46
3.3.2 Vie di circolazione dei carrelli trasportatori con conducente a bordo	49
3.3.3 Percorsi pedonali esterni ed interni	50
3.3.4 Piazzali di manovra	54
3.5 Visibilità ed illuminazione.....	56
3.6 Viabilità d'emergenza	57
3.7 Mezzi di comunicazione	58
3.8 Informazione e formazione	59

CAPITOLO 4	61
SOLUZIONI INNOVATIVE PER LA GESTIONE E LA SICUREZZA DI UNA LOGISTICA.....	61
4.1 POSSIBILE SOLUZIONE CONTRO I RISCHI INTERFERENZIALI.....	61
4.2 Applicazioni e Tecnologie per la Sicurezza	63
4.2.1 L'applicazione VerticalMan.....	63
4.2.2 Applicazioni di sicurezza con l'RFID	66
CAPITOLO 5	68
Caso studio: magazzino di logistica sito a rivalta di torino	68
Descrizione generale dell'opera	68
5.1 L'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio	72
5.1.1 Il codice di prevenzione incendi	72
5.2 Attività di Magazzinaggio	74
5.2.1 Determinazione dei profili di rischio delle attività	74
5.2.3 Misure di sicurezza antincendio	78
5.3 Attività Cantieristica	109
5.3.1 Determinazione dei profili di rischio delle attività	109
5.3.2 Misure di sicurezza antincendio	112
5.4 Magazzino e Cantiere	141
CONCLUSIONI.....	144
BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA.....	146
INDICE DELLE FIGURE E DELLE TABELLE	148

INTRODUZIONE

In questa prima parte si cercherà di spiegare il significato del termine logistica, andando a definire le relative attività con i relativi vantaggi e svantaggi. Data la lunghezza e la difficoltà di tale argomento, verranno analizzate le operosità dell'organizzazione aziendale, l'integrazione con le varie aree aziendali e l'importanza del servizio al cliente, tenendo conto che come fine ultimo vi è l'efficienza del processo. In particolare si andrà a trattare l'attività di magazzinaggio, che è una delle attività del ciclo logistico. Tale attività deve essere ben organizzata e gestita, dal momento che può avere ripercussioni sia sui costi dell'azienda sia sull'intero processo aziendale. Infine si andrà ad analizzare l'azienda coinvolta, andando a definire alcuni aspetti fondamentali per avere un contesto sull'argomento analizzato dalla seguente tesi.

1.1 La logistica

Ad oggi la realtà della logistica è ormai un aspetto fondamentale per ogni azienda commerciale o industriale, sebbene la sua importanza sia stata approvata solo attorno agli anni 80'- 90'. Negli anni antecedenti di fatti non esisteva ancora il concetto di logistica inteso come funzione unificante le attività distributive: queste attività in genere venivano gestite dai produttori che possedevano i veicoli o dal settore dei trasporti.

Tra il 1960 e il 1970 il concetto di distribuzione fisica viene sviluppato dagli Stati Uniti, e da qui si è iniziato a pensare alla possibilità che la distribuzione potesse essere importante anche per quanto riguarda l'attività di gestione. Un primo cambiamento si ha

attorno agli anni 70', quando finalmente alcune aziende riconoscono il bisogno di introdurre la distribuzione nell'assetto direttivo della propria azienda. Finalmente negli anni 80' la logistica inizia ad essere considerata come un'attività estremamente collegata alle altre funzioni, con lo scopo di trovare dei metodi per avere allo stesso tempo una buona gestione dell'azienda e una diminuzione dei costi effettivi.

Con il passare degli anni dunque il concetto di logistica è diventato fondamentale dal momento che è una funzione composita al di sotto della quale ogni attività deve essere trattata in maniera indipendente, ma allo stesso tempo ogni attività deve contribuire nel suo insieme al raggiungimento del medesimo scopo.

Andando ad analizzare l'attività di logistica ci si rende conto che mette in gioco numerosi aspetti, in particolare si può suddividere in due macro-categorie: la logistica interna e la logistica esterna.

La logistica esterna essenzialmente si occupa di tutto ciò che riguarda la viabilità e delle diverse modalità di trasporto, concentrandosi dunque sulle relazioni con l'esterno; mentre la logistica interna si focalizza sugli aspetti economici dell'azienda. In tale elaborato si farà riferimento alla logistica aziendale interna, in quanto di maggior interesse per l'argomento analizzato. Per avere un'idea più chiara si può classificare la logistica aziendale in altre due categorie: materials management, che coinvolge tutti gli aspetti che riguardano pianificazione, produzione e gestione dei materiali all'interno dell'azienda; distribution management, che invece tratta la gestione della distribuzione di un prodotto in modo che sia reperibile in un determinato magazzino e nel momento più opportuno.

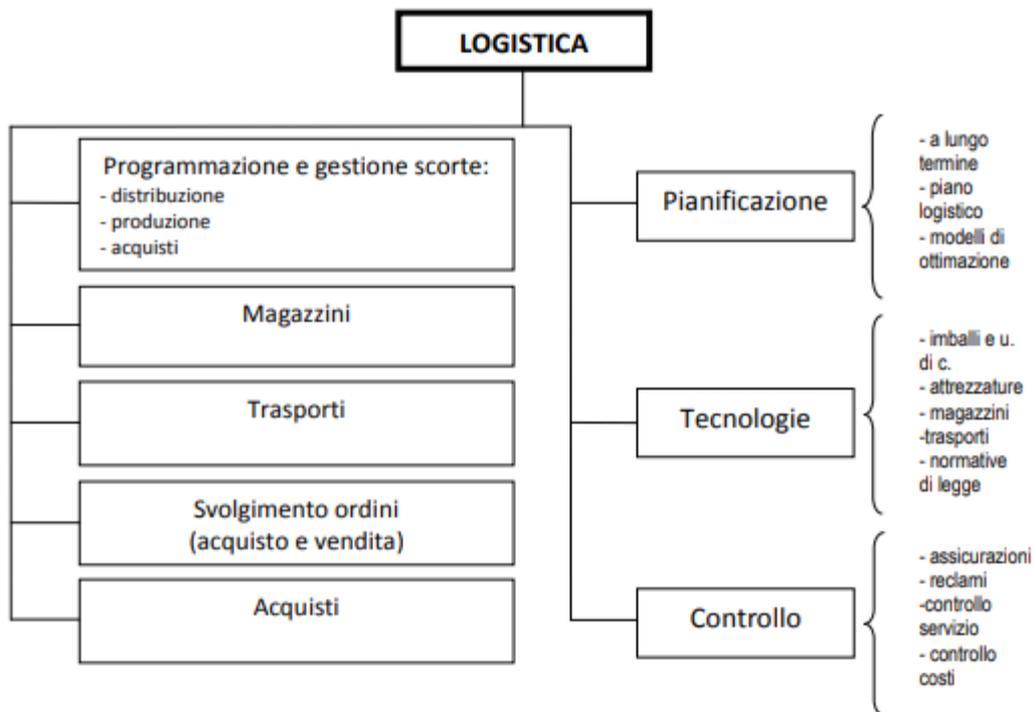


Figura 1 : Organizzazione della logistica

Se ci soffermiamo sulla Fig.1.1 si possono distinguere le attività della logistica, sulla sinistra ci sono le attività prettamente gestionali, che si basano principalmente sulla programmazione e gestione di scorte e di ordini, l'organizzazione all'interno del magazzino e le modalità di trasporto.

Sulla destra ci sono invece le attività prettamente strategiche quali la pianificazione, fondamentale per avere sempre in real time il piano logistico; abbiamo poi le tecnologie che danno la possibilità di sia di risolvere i problemi tecnici, sia di essere sempre aggiornati per quanto concerne le nuove innovazioni dal punto di vista tecnologico, ma anche la possibilità di attuare e l'aggiornamento della normativa; infine abbiamo il controllo, che costituisce il processo di feedback indispensabile per effettuare un'attività di monitoraggio e controllo del tipo di servizio offerto, dei costi, ecc.

1.2 I sistemi integrati di logistica

A seguito di questa introduzione circa la storia e il concetto della logistica e dopo aver ben definito gli ambiti di cui si occupa attraverso alcune definizioni ben precise, è importante andare a capire come si organizza e come si collega con le varie attività aziendali.

Innanzitutto si sottolinea il fatto che ogni componente della logistica è di per sé indipendente, con ben definito obiettivo, ma c'è da dire che ognuna di queste componenti deve in ogni caso guardare a quello che è lo scopo ultimo dell'azienda. Pertanto è bene che tutte le componenti della logistica concorrano in maniera tale da raggiungere il medesimo obiettivo. Bisogna inoltre guardare all'integrazione della logistica con le altre attività aziendali: deve tener conto del contesto aziendale cui si fa riferimento e quindi deve legarsi in maniera efficace con i vari settori aziendali, come amministrazione, ordini e acquisti, produzione e vendite. L'integrazione di cui si è parlato è un aspetto importante in quanto permette all'azienda di avere un'efficienza maggiore.

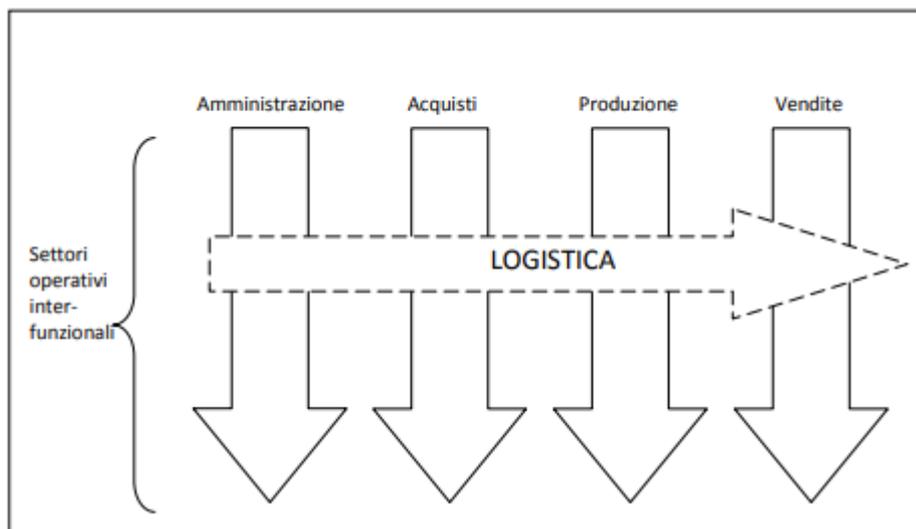


Figura 2 : la funzione della logistica

Andando a vedere nel dettaglio, la logistica si lega certamente all'amministrazione in quanto la prima rende le informazioni necessarie per svolgere la seconda, in particolare modo se si ha a che fare con aziende che presentano archivi con informazioni aggiornate

in real time. Di conseguenza l'amministrazione può controllare il numero di ordini, quelli ricevuti e la quantità fatturata.

Anche l'attività degli acquisti è strettamente collegata alla logistica, mentre per quanto concerne la produzione il collegamento è abbastanza ovvio. Infine, l'influenza della logistica coinvolge anche il settore delle vendite. Dal momento che lo scopo finale dell'azienda è quello di soddisfare il cliente, queste attività devono agire insieme per il raggiungimento di tale obiettivo.

In definitiva la Fig.2 mostra chiaramente il fatto che la logistica è un'attività fondamentale per un'azienda che voglia competere in un determinato mercato.

Dagli studi di Porter infatti si evince che: "Il vantaggio competitivo non può essere compreso pensando ad un'impresa come un tutt'uno. Esso deriva da molteplici attività specifiche che un'impresa realizza durante la fase di progettazione, produzione, marketing, vendita e supporto a livello di servizio. La catena del valore disaggrega un'impresa nelle sue attività strategicamente rilevanti in modo da comprendere il comportamento dei costi e le fonti potenziali o reali della differenziazione".

Questa idea nasce dallo scopo ultimo di rendere semplice la complessa realtà aziendale andando a dividerla in diverse attività indipendenti, ma ognuna delle quali ha come obiettivo comune quello di portare a un determinato vantaggio competitivo. Ogni attività serve da supporto per le diverse fasi che portano al prodotto finale (dal processo produttivo a quello della vendita, dalla fase di progetto a quello di distribuzione). Tali attività sono proprio quelle che diversificano le aziende, dando un contributo nell'acquisizione del vantaggio competitivo mediante un'efficienza nella gestione per quanto concerne i costi, ma anche rispetto alle azioni dei concorrenti.



Figura 3 : la catena del valore di Porter

Porter (1982) nella sua schematizzazione divise le attività in primarie e secondarie (o di supporto): le prime non sono altro che logistica in entrata, attività operative, logistica in uscita, marketing e vendite e servizi; dall'altra parte invece ci sono approvvigionamento, tecnologia, risorse umane e infrastruttura che vanno a costituire le secondarie. Questo schema, conosciuto e molto utilizzato dalle aziende, va a identificare la logistica come un'attività primaria, vale a dire un'attività che deve stare alla base di una qualsiasi azienda industriale o commerciale che sia. Inoltre vi è anche la suddivisione in logistica in entrata e in uscita : la prima indica tutte le operazioni connesse alla ricezione dei materiali, all'organizzazione nell'attività di magazzinaggio, alla gestione dei fornitori, alle attività di controllo delle scorte; mentre la logistica in uscita sta a indicare quelle attività che sono da svolgere nel momento in cui si hanno i prodotti finiti come l'attività di magazzinaggio, la gestione delle consegne, ma anche la pianificazione delle spedizioni. Un'altra attività rilevante nella catena del valore è data dall'approvvigionamento, che viene descritta come attività secondaria di supporto, dal momento che mette in gioco entrambe le categorie. In effetti, l'approvvigionamento procura input alle attività primarie, come nel caso delle materie prime per i processi produttivi, ma supporta anche quelle secondarie, ad esempio mediante la revisione per le infrastrutture. L'attività di cui si sta parlando deve essere coerentemente inserita all'interno dell'orizzonte di pianificazione, in modo che sia vista come vera e propria dimensione strategica.

In definitiva, dalle definizioni viste nel paragrafo precedente, si evince che il concetto di logistica va oltre il semplice trasporto delle merci; i fattori da unire sono diversi e per questa ragione è necessario farli combaciare in maniera coerente all'interno dell'orizzonte a cui ci si riferisce.

1.3 I magazzini

Ogni azienda che si rispetti ne possiede almeno uno. Si può definire come uno spazio adoperato per il deposito dei prodotti finiti o semilavorati o per contenere le materie prime; oltre a ciò nel magazzino vengono coordinate le spedizioni e gli ordini, le attività di produzione e quelle di ricezione degli stessi prodotti; è, quindi, la zona di collegata sia alle attività di produzione che a quelle di vendita. Una buona parte dei flussi del ciclo logistico, ma anche quelli dovuti al sistema aziendale, convergono proprio all'interno del magazzino. Per tutte queste ragioni, dunque, i magazzini necessitano di una maggiore descrizione, così da poter capire i vari aspetti, quali le scelte, la gestione, l'organizzazione e il modo in cui vengono elaborate le informazioni che si presentano in questo spazio, inserito nel più vasto contesto della logistica aziendale. Conseguentemente si andranno ad esaminare gli aspetti più rilevanti, le ragioni e le scelte che portano un'azienda a utilizzare un magazzino per custodire i propri prodotti, e ci si soffermerà poi sulle attività principali e sui costi relativi alla stessa attività. Innanzitutto possiamo avere magazzini con diverse dimensioni a seconda del tipo di merce e del tipo di azienda; andando dunque da qualche centinaio di metri quadrati fino addirittura a 100000 metri quadrati. Le estensioni possono essere estremamente variabili dal momento che sono funzione del tipo di attività dell'azienda di riferimento, dei volumi necessari e, dunque, il livello di sviluppo dell'azienda nel mercato preso in considerazione. Come già accennato, le attività della logistica presentano il medesimo scopo, vale a dire quello di soddisfare il cliente andando a rendere minimi i costi. Lo stesso concetto vale anche per l'attività di magazzinaggio: il mantenimento di adeguate quantità di prodotti (per andare incontro alle necessità dei clienti) in un posto che sia il più giusto possibile, sia per dimensioni che per

organizzazione, tentando di ridurre quanto più possibile i costi operativi, sono certamente i principali obiettivi che un magazzino vuole raggiungere.

Alcuni autori sono soliti distinguere i magazzini in:

- magazzini di materie prime. Magazzini che contengono al loro interno tutti i materiali e i prodotti che servono per ottenere semilavorati o prodotti finiti;
- magazzini di semi-lavorati. I magazzini che contengono materiali chiamati WIP (work in progress) che non sono considerati né materia prima né prodotto finito, hanno subito delle trasformazioni ma non sono ancora completi; fanno comunque parte dell'interno ciclo produttivo;
- magazzini di prodotti finiti. I magazzini che contengono appunto il prodotto finito, composto di tutte le sue parti, idoneo ad essere venduto al cliente finale.

Questi sono i tre tipi di magazzini più comuni tra le imprese. A prescindere, però, dalla tipologia di magazzino, questi vengono gestiti principalmente per il medesimo obiettivo: garantire un adeguato servizio al cliente.

Data l'incertezza della domanda e degli eventi futuri (come può essere uno stop nel processo produttivo), il magazzino permette alle aziende di fronteggiare proprio queste situazioni. La possibilità di avere un magazzino permette di avere una certa quantità di scorte, fornendo all'impresa certamente una maggiore sicurezza nel rispondere alle fluttuazioni della domanda, ma anche un rischio ridotto per insoddisfazione delle esigenze dei clienti. In effetti, non potendo più fare affidamento ai dati storici, e per evitare un'eventuale incapacità dell'azienda di non soddisfare una ben definita domanda per mancanza di merce, si opta per mantenere un certo livello di stock per eventuali richieste. Abbastanza collegato a quanto appena detto, anche le economie di scala, quali gli sconti su ben definiti quantitativi, sono un'altra ragione per cui le aziende prendono la decisione di avere un magazzino. Determinate fluttuazioni dei costi potrebbero condizionare in maniera negativa i costi di acquisto e in questo modo molte aziende potrebbero decretare di accaparrarsi in maniera preventiva un determinato quantitativo di merce. Inoltre, anche il rischio di inadempienza da parte dei fornitori può essere un'altra ragione che porta le aziende a tutelarsi mediante i magazzini, in modo da fronteggiare i ritardi nelle consegne o al mancato rispetto dei termini contrattuali. Si può dire dunque che il magazzino è un aspetto della logistica che permette alle aziende di fornire alla clientela una certa prestazione, di sopportare un certo volume di attività, di ridurre il costo delle operazioni

e di restare all'interno dello stock prestabilito. Il magazzino, oltre a “sostenere” l'azienda da fluttuazioni inattese della domanda e da inattività della produzione e non, è utile anche per rendere omogenei i flussi, fisici e informativi; mediante una connessione tra le capacità di produzione e la richiesta anche la gestione della produzione sarà certamente più funzionante. Per di più, l'eventualità di unire e raggruppare gli ordini, è certamente un vantaggio per l'impresa. D'altronde, l'impresa deve anche sostenere determinati costi, dovuti all'utilizzo di capitale indispensabile per mobilitare la merce. Per queste ragioni è necessario conferire più attenzione al magazzino e alla sua organizzazione, dato che è un aspetto della logistica che determina una serie di costi, sia per quanto concerne quelli di investimento iniziale, sia per quelli in esercizio.

1.3.1 Le attività del magazzino

Solitamente quando si riflette sulle funzioni di un magazzino si pensa subito alle attività di deposito e prelievo di un prodotto, tuttavia, la realtà è bene più complessa. Come si è accertato nei precedenti paragrafi, l'attività di magazzinaggio non è affatto semplice e tutti gli aspetti che la compongono sono differenti e devono essere presiedute e monitorate con la massima attenzione. Il magazzino dunque è un aspetto fondamentale della logistica, non solo per gli enormi impieghi che implica, ma anche per i numerosi lavori che lo caratterizzano. Per quanto concerne le azioni riguardanti la quantità e la tipologia della merce da immagazzinare, quelle relative alla tipologia di carico e le modalità usate per spostare la merce, la disposizione dell'entrata e dell'uscita del prodotto, l'organizzazione del tipo di spedizione e stoccaggio, sono tutti aspetti e attività che si svolgono in un magazzino.

Per facilitare la trattazione, Rushton e Oxley (1993), indicano le principali mansioni che determinano l'organizzazione del magazzino andando a suddividerle in:

1. Entrata del prodotto, vale a dire l'attività di scarico della merce, il ricevimento e la sosta in magazzino; l'accertamento della qualità e nel

- numero dei prodotti ricevuti; la catalogazione della merce consegnata e l'avviso in caso di anomalie; il disimballo e l'allocazione dei vari prodotti.
2. Stoccaggio della merce, dunque la dislocazione della merce nei vari box di riserva, o nella zona di stoccaggio; la garanzia della locazione nel caso di controlli; e poi, lo spostamento dei prodotti in caso di rifornimento dei box di prelievo.
 3. Prelievo, nel quale sono riepilogate tutte quelle mansioni indispensabili per ritirare la merce in modo da evadere l'ordine, per l'imballo e il monitoraggio; si tiene in conto anche la fornitura di materiale utile per l'imballaggio dei prodotti.
 4. Smistamento, fondamentale per avere un certo ordine così da ripartire la merce per cliente o veicolo.
 5. Uscita del prodotto, e quindi il caricamento dei mezzi e la spedizione, il tutto studiato in maniera dettagliata e programmata.

Data la varietà di fasi e dunque di mansioni fondamentali per avere una buona organizzazione del magazzino, è indispensabile che l'impresa studi "dettagliatamente il ciclo logistico di cui fa parte il magazzino (si potrebbe dire 'in cui il magazzino è immerso'), e solo dopo passare alla vera e propria progettazione e verifica".

In effetti numerosi magazzini non si occupano in modo minuzioso del ciclo logistico portando così ad avere zone inutilizzate; il magazzino, invece, deve essere progettato considerando bene il contesto in cui si va a collocare l'azienda e le condizioni che l'azienda deve affrontare. Inoltre non bisogna dimenticare che dentro al magazzino si trovano svariate attrezzature e mezzi, che rappresentano un grande impegno dal punto di vista economico che le aziende devono sostenere, e per tale ragione la loro durata deve essere considerata nel lungo termine. Di conseguenza, il ciclo della logistica, deve essere sviluppato nella medesima prospettiva: andando a prevedere lo sviluppo della produzione, degli imballi, delle singole unità e dei mercati. Questa previsione non è affatto semplice, tuttavia, per fronteggiare possibili errori o scenari imprevedibili, l'utilizzo di rimedi più flessibili permette all'impresa una certa elasticità rispetto a rimedi più rigidi.

1.3.2 Strumenti per la movimentazione interna

Di seguito verranno elencati e descritti quelli che sono gli strumenti più comunemente in commercio e, in seguito, ogni azienda sceglierà quale utilizzare in base ai particolari sulla produzione e del proprio magazzino. Si dovranno determinare i materiali da trasporto, il formato e dunque le grandezze degli imballi (se è regolare o se cambia di volta in volta), la ripetizione delle attività di movimentazione, l'allocazione che viene conferita alla merce e, dunque, anche il numero di uomini necessari a questa tipologia di attività. Per la decisione di tutto ciò è necessario effettuare delle rilevazioni o delle considerazioni, sul campo, così da avere il giusto equipaggiamento di carrelli, senza andare a spendere del capitale per risorse in eccesso e tentando di limitare gli sprechi andando a valutare in maniera corretta i vari scenari e le difficoltà che man mano si presentano.

Le principali categorie di movimentazione adoperate sono: i carrelli, i carrelli elevatori, i transpallet con e senza elevatore, i commissionatori, AGV (automated guided vehicle).

Carrelli



Figura.4 : carrello manuale

In tale classe rientrano sia i carrelli manuali sia i rimorchi e i trattori. I primi sono comunemente impiegati per spostare i prodotti non confezionati o poco pesante. Non esiste un unico modello ma ce ne sono molti, fabbricati sulla base delle differenti necessità di applicazione. Questa tipologia di soluzione si contraddistingue per l'economicità dello strumento, per

le ridotte grandezze e per la numerosità di soluzioni disponibili. D'altro canto, tuttavia,

non è possibile utilizzarli per sollevare prodotti troppo pesanti o per i pallet. A tale classe appartengono anche i rimorchi e i trattori, i quali sono carrelli che, come quelli visti in precedenza, non presentano dei dispositivi per il sollevamento e sono adoperati per percorsi più lunghi e su una superficie piana.

In maniera differente dai precedenti, si contraddistinguono per la presenza di un trattore che sposta la merce su una piattaforma o uno specifico rimorchio. Questo sistema può essere una buona alternativa al carrello elevatore a forche (trattato in seguito), il quale risulta molto più costoso.

Carrelli elevatori



Figura 5 : carrello elevatore a forche

Fanno parte di questa classe diversi modelli e in seguito verranno definiti i principali. Si parla di macchine molto resistenti e veloci e vengono abitualmente adoperate per la movimentazione dei prodotti all'interno di un magazzino dal momento che presentano grande flessibilità. Avviati o a motore elettrico o a motore termico,

questi carrelli sono meccanizzati sia nell'azione di sollevamento che di traslazione. La macchina è caratterizzata da delle forche montate su un'apposita piastra scorrevole lungo un montante verticale”

- *Carrello a forche frontali.* Sono i macchinari più diffusi per quanto concerne questa classe. Le forche sono utilizzate per prelevare il bancale, inserendosi alla base, e il montante verticale brandeggia, per ottenere più stabilità. Questa soluzione è polivalente e flessibile, e si adatta anche a posti di ridotte grandezze; in più, la velocità, il basso costo e la facilità delle manovre fanno del carrello a forche un macchinario indispensabile per buona parte dei

magazzini, specialmente quelli della GDO (o grande distribuzione organizzata).

- *Carrelli retrattili*. Si distinguono dai precedenti per la presenza di un congegno che permette di tirare indietro le forche e, durante il trasporto, il carico grava nella zona delle due ruote del carrello. Così le aree per le manovre sono certamente minori e per questa ragione sono adoperati in corridoi stretti. In aggiunta, queste tipologie di carrelli, anche se rapidi come quelli di prima, permettono di arrivare ai 7/8m di altezza. Tuttavia risulta negativo il materiale utilizzato per le gomme, in plastica, che implica una pavimentazione omogenea e priva di buche.

Altre varianti sono: il carrello retrattile a pantografo, per gli scaffali con doppia profondità; il per i carichi lunghi dal momento che le ruote anteriori girando di 90 gradi cambiando così in un carrello a forche laterali.



Figura 6 : carrello retrattile a pantografo



Figura 7 : carrello a forche laterali

- *Carrelli a forche laterali*. Il nome stesso suggerisce che questi carrelli hanno le forche spostate a lato (rispetto alla direzione di marcia). Sono adoperati per i

carichi lunghi e per ritirare i prodotti a lato di una corsia. Questo significa che le corsie devono essere quanto più ampie possibile per permettere le manovre. In alternativa, per spazi più ristretti ci sono i carrelli a forche bilaterali o trilaterali dato che non c'è bisogno della sterzata del veicolo che si muove avanti e indietro anche in spazi più piccoli. Questi carrelli vengono utilizzati in scenari che prevedono grandi altezze (dai 10 ai 13 m). Tuttavia queste attrezzature implicano un costo maggiore per l'impresa.

Transpallet



Figura 8: transpallet manuale



Figura 9 : transpallet elettrici

Vengono principalmente usati per spostare bancali, colli o pedane di determinate dimensioni in maniera tale da avere aderenza con le forche. Si trovano sia manuali, e quindi utilizzati da un operatore, sia elettrici. Dal momento che sono di facile utilizzo e che sono di dimensione ridotta, si possono adoperare in situazioni di piccole dimensioni. D'altro canto non si possono utilizzare per le grandi altezze (max elevazione 12 cm) e nemmeno per le aziende che presentano la necessità dei carrelli veloci. In questa classe ricadono anche i transpallet con elevatore. In questo caso le forche di sollevamento permettono di sollevare, appunto, i prodotti a media altezza. Questa è l'unica differenza, mentre i dettagli costruttivi sono gli stessi.

Commissionatori

Questi ultimi sono invece dei carrelli in cui l'operatore si muove su una piattaforma. E' dotato di forche in cui sono predisposti i bancali, l'operatore solitamente si muove all'interno del magazzino con la picking list di uno specifico ordine; quando arriva nel punto definito non deve far altro che prendere il prodotto e predisporlo sul bancale. In genere, dunque, si utilizzano questi macchinari per le attività di picking o di prelievo, ma allo stesso tempo anche per la preparazione di un ordine.



Figura 10 : commissionatori

AGV (Automatic Guided Vehicle)

Questi sistemi sono del tutto meccanizzati e perciò non è necessario un operatore e avvalendosi delle più recenti tecnologie sono guidate da un calcolatore elettronico. Viene impostato un percorso di guida che può essere fisso o variabile. A sua volta la guida può essere di tipo ottico (si utilizza un lettore ottico che segue una linea nel pavimento), induttiva o meccanica (si utilizza una rotaia). Mentre i percorsi si possono suddividere in cartesiani e laser. Quelli a laser sono caratterizzati da un raggio laser, che si trova in una cupola al di sopra del carrello, e mediante dei sensori i dati sono letti in modo che si abbia un giusto posizionamento del carrello. I cartesiani, invece, sono adoperati se la superficie del magazzino è dotata di specifici sensori in modo che il carrello possa orientarsi e definire il suo posizionamento mediante le due coordinate. Sebbene la rigidità dello strumento, l'AGV permette di effettuare anche attività come lo scarico o carico di



Figura 11 : AGV (Automatic Guided Vehicle)

prodotti, implicando una grande autonomia dal momento che non necessitano di nessun operatore, e, infine sono utili per gli scenari con percorsi ripetitivi e costanti.

Convogliatori

Detti anche trasportatori, sono utili per movimentare i prodotti da un punto a un altro facendo a meno di un operaio. Sono adoperati soprattutto quando i percorsi sono ben definiti e c'è poco spazio o dove non ci si può avvalere di nessun altro tipo di macchinario a causa di pavimentazioni non regolari o nel caso in cui ci siano più piani nel magazzino. Risultano veloci e semplici da utilizzare, diminuendo possibili danni o perdite di prodotto. Di solito la distribuzione dei prodotti viene organizzata mediante strumenti che permettono l'identificazione della merce, come il codice a barre delle etichette e i relativi lettori ottici. In questa classe vi sono diverse tipologie di trasportatori, di cui se ne elencano alcuni.

- *Trasportatori a gravità.* Mezzi facili da utilizzare che non necessitano l'utilizzo del motore; per la progettazione bisogna poi considerare la pendenza per eludere perdite di controllo della velocità. In questa classe rientrano anche gli scivoli, i trasportatori a rulli di gravità, usati per movimentare prodotti con base resistente e liscia, e che aderisca a tre rulli consecutivi;
- *Trasportatori a dischetti,* utili per movimentare la merce di piccolo peso e con base rigida.

- *Trasportatori motorizzati.* Presentano le medesime specifiche di quelli senza motore e sono adoperati sempre per movimentare i prodotti con un'area liscia. Lateralmente si possono installare dei sistemi, detti spintoni laterali o deflattori, che permettono di togliere la merce dal rullo. In aggiunta, esistono anche dei sistemi che permettono di far convergere due rulli in uno o ripartire il flusso in una serie di direzioni.
- *Trasportatori a rulli folli.* Macchinario adoperato per far convergere la merce verso un'unica linea. Di solito, per le aree in pendenza, sono introdotti dei sistemi di fine corsa in certi punti del percorso così da non avere troppa pressione.
- *Trasportatori a nastro.* Sono caratterizzati da un nastro, in genere di gomma, che ruota su più rulli messi in serie. Adoperati per spostare scatole o colli di piccolo peso.
- *Trasportatori a traversine.* Presentano ben due catene che movimentano le traversine. A differenza dei precedenti, questi trasportatori permettono di spostare merce più pesante e di determinati formati; si possono utilizzare sia in posizione orizzontale che inclinata. L'unico svantaggio è dato dalla lentezza, dalla rumorosità e dai costi di azionamento.
- *Trasportatori a catena.* Adoperati per merce pesante e per carichi con base irregolare, presentano due o più catene parallele.
- *Trasportatori a vassoi e a piastre inclinabili.* Sistema costituito da una catena continua, solitamente messa in posizione orizzontale, in cui ci sono vassoi o piastre che inclinandosi rilasciano il prodotto nella posizione desiderata. Impianto adoperato molto per uffici postali, in particolare per smaltire la posta.
- *Trasportatori aerei.* A loro volta si dividono in: monorotaia o birotaia. Quelli monorotaia presentano una catena continua che scorre su un binario appeso. Questa tecnica non utilizza la zona a terra così che possa essere usata per altri impieghi. Solitamente sono adoperati per il trasporto di pezzi di assemblaggio. Differentemente quelli birotaia, invece, si distinguono per la presenza di due binari paralleli: in quello superiore c'è un trasportatore a catena, mentre in quello inferiore vengono appesi i carrelli porta-prezzo
- *Trasportatori a pavimento.* Utilizzati nel caso di percorsi fissi e ben definiti, presentano sistemi con catene continue inserite all'interno di rotaie sul pavimento.

1.3.3 Alcune considerazioni sui costi

Il ciclo della logistica, e in particolare il magazzino, è una costruzione che viene usata dalle aziende per assicurarsi diversi vantaggi, tuttavia però ci sono determinate spese che l'azienda deve assecondare. L'identificazione delle spese relative alla logistica non è tuttavia così facile. Dal momento che è composta da diverse componenti e che si integra con altre attività interne, non è semplice determinare in modo specifico il costo di ogni componente. Questa operazione, tuttavia, viene semplificata grazie ai centri di costo. A tal proposito Scicutella (1993) individua come principali centri di costo dell'attività logistica:

- la gestione degli ordini;
- la movimentazione degli articoli;
- gli imballaggi e le confezioni;
- il magazzinaggio;
- le scorte (in particolare il loro mantenimento in magazzino);
- i trasporti;
- spese amministrative generali.

Sebbene tale aspetto non verrà approfondito nella tesi, era comunque necessario per avere un'idea della difficoltà nell'attribuire i costi alla funzione logistica, ma anche per capire quali sono le mansioni che vengono considerate come fonte principale di costo per l'azienda. Per quanto concerne, invece, l'attività di magazzino secondo Payaro (2009), l'azienda deve controllare una serie di aspetti: i costi economici, in quanto l'attività di immagazzinaggio implica un certo investimento monetario; lo spazio occupato, perché si fa riferimento ai costi derivanti dalle infrastrutture e alle spese necessarie per mantenerle; l'attività di ricevimento, ovvero le attività relative al controllo della qualità, alla recezione, all'imballaggio, ecc.; e, infine, la perdita di valore, derivante o da eventuali perdite per obsolescenza, o per furti o per il deterioramento.

In maniera coerente a quanto sostenuto da Payaro (2008), anche Rushton e Oxley (1993) individuano una serie di costi da sostenere; questi sono:

- Costi di produzione. Tali costi sono funzione del volume di produzione, dal metodo di stoccaggio e dalla movimentazione.
- Costi di imballaggio. Ovvero i costi sostenuti per l'acquisto dei materiali idonei ad imballare e proteggere i singoli articoli.
- Costi di elaborazione delle informazioni. Costi che comprendono una serie di iniziative, vanno dai costi sostenuti per la raccolta degli ordini fino alla gestione dei sistemi informativi.
- Costi per vendite perse. Costi derivanti da mancate vendite a causa di un'inadeguatezza del servizio, come ad esempio la regolarità del servizio o la velocità.
- Costi di mantenimento delle scorte. Tutti i costi derivanti dall'investimento del capitale in scorte o il costo derivante dall'obsolescenza dei prodotti.
- Costi di trasporto. Riferiti sia al trasporto primario che alla consegna.
- Costi di immagazzinaggio.

Queste spese variano in funzione del volume e del tipo di attività, dei sistemi di stoccaggio e fanno riferimento alla movimentazione interna. Queste sono le spese principali che un'impresa deve effettuare per organizzare un magazzino. Essendo diverse le spese, emerge ancora una volta l'aspetto fondamentale dell'integrazione: le spese devono essere interconnesse in maniera efficace tra di loro. Oltre alla correlazione, tuttavia, nell'attimo in cui si effettuano le decisioni, si devono valutare in maniera accurata il trade.off tra le spese effettuate e il servizio offerto, nonché è necessario pianificare in maniera adeguata l'intero ciclo logistico.

VALUTAZIONE DEI RISCHI DI UN MAGAZZINO DI LOGISTICA

Il personale che opera in questo settore della logistica è a conoscenza dei rischi che si corrono in un magazzino. In effetti all'interno del centro logistico circolano mezzi, vengono immagazzinate merci dall'elevato peso e vengono stoccati carichi infiammabili, dunque una minima distrazione può davvero essere fatale e portare a schiacciamento, a un incendio o un crollo delle strutture.

Dal momento che “prevenire è meglio che curare” ogni azienda che si rispetta dovrebbe avere sempre un elenco dei rischi che si possono verificare nei propri impianti, in maniera tale da poter attuare una valutazione delle misure da adottare per ridurre l'entità. Dunque per poter garantire la sicurezza di un magazzino di logistica è necessario effettuare uno studio dei rischi, senza il quale non si potrebbe realizzare la prevenzione.

Di seguito si è cercato di elencare i rischi più diffusi per quanto concerne il personale di un magazzino e le merci di stoccaggio, in modo da individuare le cause che li hanno prodotti.

2.1 Rischi di un centro logistico

Sicurezza del personale: rischi per addetti al magazzino

In un magazzino di logistica ogni scenario va interpretato con grande attenzione dal momento che, per quanto possa sembrare irrilevante, può diventare rapidamente un rischio più serio. Vediamo dunque l'elenco dei pericoli più frequenti per gli addetti e le misure necessarie per evitarli

1. Incendio

Gli incendi in un magazzino possono generarsi per diversi motivi: come effetto di un terremoto, a causa della combustione di merce o sostanze infiammabili abitualmente utilizzate in magazzino o per dispersione di vapori. Inoltre la propagazione degli incendi tende ad essere facilitata anche da materiali come carta, legno o plastica.



Figura 12: Incendio magazzino di logistica a Faenza

2. Cadute e scivolamenti

Certamente sono gli incidenti con frequenza maggiore. In particolare è possibile distinguere due tipologie di cadute:

- **Cadute per scivolamento:** causate in genere da liquidi presenti sul pavimento o da oggetti che non vengono conservati nel giusto modo.
- **Cadute durante operazioni in altezza:** questa situazione si viene a creare quando un addetto corre il rischio di cadere da scale, carrelli elevatori o da un elevatore.

3. Investimento

Il rischio da investimento è il prodotto in molteplici situazioni di una disposizione poco efficiente degli elementi presenti nel magazzino. A volte questi scenari si vengono a creare a causa di una non adeguata segnaletica o di una scarsa illuminazione. È possibile ridurre il rischio con una maggiore prevenzione e andando ad investire nella progettazione dei sistemi di segnalazione.

Ad oggi esistono anche sistemi di stoccaggio automatici in grado di ridurre al minimo il rischio investimento.

4. Tagli

L'utilizzo di oggetti contundenti o affilati come taglierini, così come il contatto con i bordi delle scatole di cartone, possono portare a ferite o tagli.



Figura 13 - segnale di pericolo per tagli

5. Caduta di materiale

La caduta di materiale è un rischio per i magazzini in cui:

- Le merci sono state stoccate in modo errato o sono state impilate in maniera sbagliata.
- Sono presenti delle scaffalature montate in maniera poco resistente o sicure.
- Lo stoccaggio di materiale in altezza non viene eseguito seguendo alla lettera le norme di sicurezza.



Figura 14 - segnale di pericolo di caduta materiali

Un modo per prevenire questi rischi è quello di realizzare in maniera regolare la verifica delle scaffalature.

6. Contatto con sostanze nocive per la salute

Quasi tutti i magazzini prevedono lo stoccaggio di sostanze chimiche e tossiche. Il contatto o l'inalazione di questi prodotti può portare rischi per la salute del personale del magazzino. Dunque è indispensabile riporre tali sostanze in recipienti adatti e compiere la loro movimentazione mediante l'uso di dispositivi di protezione individuale (DPI) adeguati.

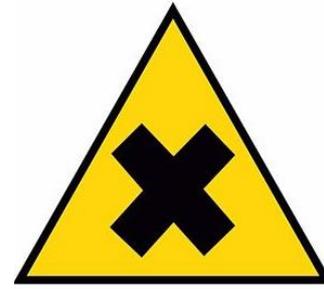


Figura 15 - segnale di pericolo per sostanze nocive per la salute

7. Sforzi eccessivi

Quando si ha a che fare con il sollevamento di pesi eccessivi si possono riscontrare patologie serie come tendinite, problemi muscolari, dolori alle articolazioni e alle ossa. Talvolta queste patologie possono portare a invalidazione. Per cui per evitare tutto ciò bisogna progettare il magazzino tenendo in mente le norme sull'ergonomia.

8. Elettrocuzione

Basta un solo filo scoperto a contatto con un corpo per generare una scarica elettrica, che può portare a bruciature e scosse. Il rischio da elettrocuzione è da scongiurare andando ad adoperare le norme che garantiscono la sicurezza nel magazzino.

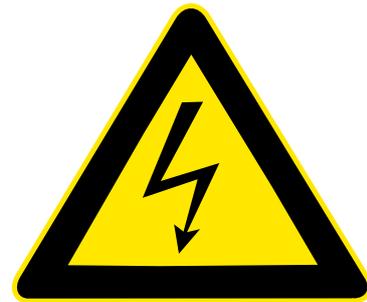


Figura 16 - segnale di pericolo per elettrocuzione

9. Uso imprudente delle attrezzature

Anche una piccola svista può portare a rischi nel magazzino. Quando ci si muove all'interno del magazzino bisogna seguire in maniera scrupolosa le indicazioni relative all'uso di: carrelli elevatori, transpallet, camion, furgoni, dpi, strumenti e apparati elettronici.

Conservazione delle merci: rischi dei prodotti

Anche le merci sono soggette a molteplici rischi che possono persino renderle non utilizzabili. In primo luogo c'è un pericolo intrinseco legato al prodotto stesso, come nel caso di materiali infiammabili che possono produrre un incendio. In aggiunta c'è un rischio legato a una gestione sbagliata nello stoccaggio: una svista o una compilazione errata dei documenti possono far sparire dalla mappa del magazzino uno specifico prodotto.

1. Rischio di incendio

Nel caso in cui si generasse un incendio a causa della combustione di sostanze infiammabili, è fondamentale evitare la propagazione dell'incendio cercando di estinguerlo nel minor tempo possibile.

2. Rischio di inondazioni

Le principali cause di questo rischio sono i fattori meteorologici o la rottura di tubazioni. In seguito a un'inondazione le merci collocate ai livelli più bassi subiscono i danni più grossi. Per evitare tutto ciò, è necessario verificare periodicamente la presenza di possibili oscillazioni nei livelli di umidità all'interno dell'ambiente. In questo modo si possono localizzare eventuali infiltrazioni di acqua andando a prendere le contromisure necessarie.

3. Black-out

Un black-out può essere un bel problema in un magazzino di logistica. Un buon modo per prevenire questa situazione prevede l'installazione di generatori elettrici alternativi che procurano per un certo periodo di tempo energia elettrica.

4. Rischio di deterioramento

A seconda del tipo di merce presente nel magazzino si può incorrere in deterioramenti dei prodotti. Il prelievo e deposito della merce deve essere eseguito a norma.

5. Rischio di obsolescenza

Nel caso si abbia un errore di etichettatura o catalogazione i prodotti corrono il rischio di obsolescenza. Infatti quando gli articoli escono dai radar del magazzino diventano obsoleti e dunque diventano inutili ai fini della produzione e della vendita, e dunque presentano solo uno spreco per le aziende.

2.2 Sicurezza del magazzino

“Si definisce sicurezza del magazzino l'insieme delle raccomandazioni e delle misure adottate per garantire lo stato ottimale dei componenti e prevenire rischi per le persone, interruzioni del servizio o danni alla merce. L'interazione tra operatori e carrelli elevatori o altre attrezzature di movimentazione può provocare incidenti e danni alle strutture di stoccaggio.”

Data l'importanza della questione è necessario effettuare una distinzione tra due tipologie di sicurezza: la sicurezza attiva e la sicurezza passiva. “La differenza tra i sistemi di sicurezza attiva e passiva si presenta fundamentalmente sulle tempistiche d'intervento. La sicurezza attiva viaggia sulla prevenzione di un incidente – quella passiva ha invece il ruolo di limitare le conseguenze ad incidente già avvenuto”.

2.2.1 Sicurezza attiva

Tra i mezzi di protezione attiva di un magazzino ci sono i dispositivi di rilevamento incendio e quelli automatici e semiautomatici per la relativa estinzione. I principali sistemi possono essere suddivisi in:

- 1) Sistemi manuali: idranti, estintori portatili e manicotti antincendio
- 2) Sistemi di allarme e rilevazione automatica: quali rilevatori di calore o fiamme rilevatori di fumo, sistemi di allarme e pulsanti manuali
- 3) Sistemi di estinzione o controllo automatico degli incendi: impianto sprinkler
- 4) Sistemi di evacuazione dei fumi e di controllo della temperatura

Buona parte delle norme antincendio richiede tutti questi sistemi per la sicurezza di un magazzino. Nonostante ciò, a seconda delle misure di protezione passiva, è possibile trascurarne alcuni (a patto che la normativa del paese lo permetta).

Sistemi manuali

Questi sistemi sono quelli di primo intervento e sono proposti dalla normativa per quanto concerne i magazzini di piccole dimensioni o con un basso rischio d'incendio. Solitamente sono adoperati per osteggiare lievi principi d'incendio o, se si ha a che fare con un incendio che si è già diffuso, come congegni accessori degli altri sistemi utilizzati.

Sistemi di allarme e rilevazione automatica

L'identificazione di un incendio nella fase iniziale è fondamentale per limitare al minimo i danni. A tal proposito ci sono sistemi capaci di rilevare il fuoco mediante alcuni fattori: presenza di fiamme, fumo o incremento della temperatura. I rilevatori risultano utili nel caso di edifici con altezza massima di 6 m, mentre i rilevatori di radiazioni ultravioletta si adoperano soltanto nel caso di un incendio con fiamme visibili fin dall'inizio.

I rilevatori maggiormente utilizzati nei magazzini sono quelli di rilevazione del fumo, sia ottici che ad aspirazione. Per le strutture che arrivano fino ai 12 m di altezza sono installati sul soffitto (dove si raccolgono i gas di combustione) e distribuiti secondo le indicazioni presenti nella normativa. In caso di incendio, i rilevatori di fumo ottici rilevano le variazioni di opacità dell'aria dovuti alla presenza di fumo. In seguito il sensore attiva un allarme collegato a un sistema di controllo centrale, che è regolarmente monitorato. A differenza di quelli ottici, i rilevatori di fumo ad aspirazione sono costituiti da un solo sensore centralizzato e da sistema di tubi con fori calibrati ripartiti lungo tutto il magazzino. Ad ogni foro corrisponde un sensore, e tramite questi il sistema prende dei campioni d'aria e li analizza.

Sistemi di estinzione automatica

Gli *impianti sprinkler automatici* sono quelli più adoperati nelle strutture di stoccaggio. Questi sistemi sono costituiti da una rete di tubi pieni d'acqua a pressione e con ugelli di scarico ben ripartiti all'interno del magazzino. Ad esempio si è soliti mettere gli ugelli in all'interno delle scaffalature per preservare la merce in caso di incendio. I fori dell'impianto rivestiti da un componente sensibile alle temperature che permette di

tenerlo chiuso in condizioni di riposo. Gli sprinkler che si attivano per primi sono quelli vicini alla zona in cui è presente il fuoco e con temperatura tra 68 e 74 °C. Il sistema quindi contrasta l'incendio mediante un getto d'acqua che sbatte contro un deflettore che consente all'acqua di polverizzarsi in gocce secondo uno specifico schema che bagna la superficie interessata in maniera uniforme. La collocazione degli impianti sprinkler viene gestita tenendo a mente diversi fattori:

- dimensioni della merce
- il tipo di merce stoccata
- imballaggi, scatole, pallet in legno, ecc.
- il modo in cui viene effettuato lo stoccaggio
- altezza dei sistemi di stoccaggio e dell'edificio

L'installazione degli sprinkler è possibile per strutture fino a 13,5 m di altezza, e viene sconsigliata per edifici in cui si supera questa altezza. La ragione è che le gocce d'acqua non riescono a raggiungere il fuoco a causa dell'energia dei gas caldi, e quindi queste evaporano prima. Questo scenario si può risolvere andando a inserire degli sprinkler in prossimità dei livelli intermedi delle scaffalature.

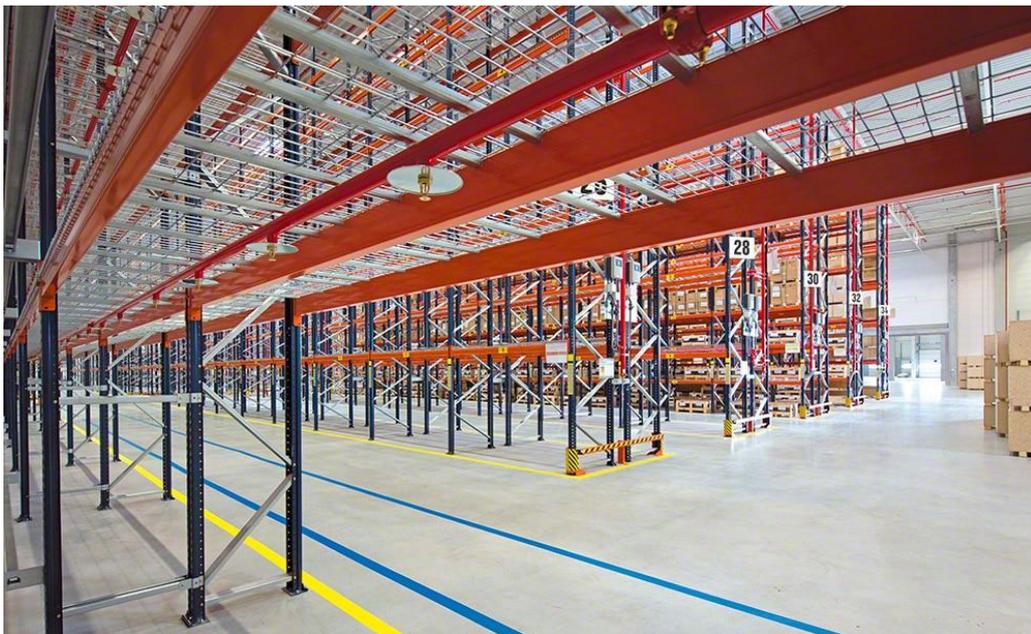


Figura 6 -esempio di impianto sprinkler

Se si ha a che fare con magazzini automatici gli sprinkler sono distribuiti all'interno delle scaffalature e sul tetto. C'è la possibilità che si debbano installare degli sprinkler anche

su ciascun livello, in particolar modo nei vani tra i carichi che fungono da conduttura di evacuazione lunga la quale potrebbero salire i gas caldi.

Sistemi di evacuazione dei fumi

Tra i sistemi di estinzione automatico quelli di evacuazione dei fumi e di controllo della temperatura risultano fondamentali. I fumi e i gas tossici dovuti a un incendio tendono a muoversi verso il soffitto della struttura, dove si accumulano e aumentano la loro densità



Figura 18 - esempio di impianto per evacuazione dei fumi

fino a raggiungere l'altezza delle persone e rendendo difficile l'evacuazione. La resistenza della struttura è pregiudicata dalle alte temperature dei fumi caldi che si sono accumulati sul soffitto. L'espulsione dei fumi si può gestire in modo naturale, andando ad aprire gli aeratori. In aggiunta, il sistema di evacuazione dei fumi insieme all'intervento degli impianti sprinkler contribuirà ad avere una temperatura dei gas sotto i livelli dannosi per l'edificio.

2.2.2 Sicurezza passiva

Per quanto riguarda invece le misure di sicurezza passiva, queste comprendono tutte quelle misure che fanno in modo, in caso di incendio, che esso abbia difficoltà a propagarsi: difatti si parla dell'utilizzo di prodotti incombustibili o poco combustibili, di materiali impiegati per proteggere gli elementi strutturali, di ripartizioni resistenti al fuoco, ecc. In ogni caso tutte queste misure non necessitano dell'azione dell'uomo o l'azionamento di un impianto.

Tra gli elementi di protezione passiva possiamo includere:

- Barriere antincendio (isolamento, distanze di sicurezza esterne ed interne, muri tagliafuoco);
- Strutture con resistenza al fuoco commisurata ai carichi d'incendio;
- Materiali classificati alla reazione al fuoco;
- Sistemi di ventilazione;
- Sistema di vie d'uscita progettate in funzione del massimo affollamento ipotizzabile

Soffermandoci sull'**isolamento dell'edificio**, le distanze di sicurezza sono definite come l'interposizione di spazi scoperti con lo scopo di impedire la propagazione dell'incendio principalmente per trasmissione di energia termica radiante. In particolare si distingue tra:

- **distanze di sicurezza interne:** proteggono elementi appartenenti ad uno stesso complesso;
- **distanze di sicurezza esterne:** proteggono elementi esterni al complesso;
- **distanza di protezione:** distanza misurata orizzontalmente tra il perimetro in pianta di ciascun elemento pericoloso di un'attività e la recinzione o il confine dell'area

Per determinare le distanze di sicurezza ci si basa sul calcolo dell'energia termica irradiata a causa di un incendio, facendo riferimento quindi a modelli di calcolo che forniscono dati molto orientativi. Nello specifico nelle normative antincendio possiamo

trovare dei valori empirici ottenuti dalle misurazioni dell'energia radiante effettuata in occasione di incendi reali e sperimentali.

Oltre alle distanze di sicurezza è bene realizzare anche **elementi di separazione strutturale** del tipo “tagliafuoco”. Si può pensare quindi ai muri tagliafuoco, definiti come “elementi di separazione capaci di impedire la propagazione di un incendio tra aree adiacenti”.

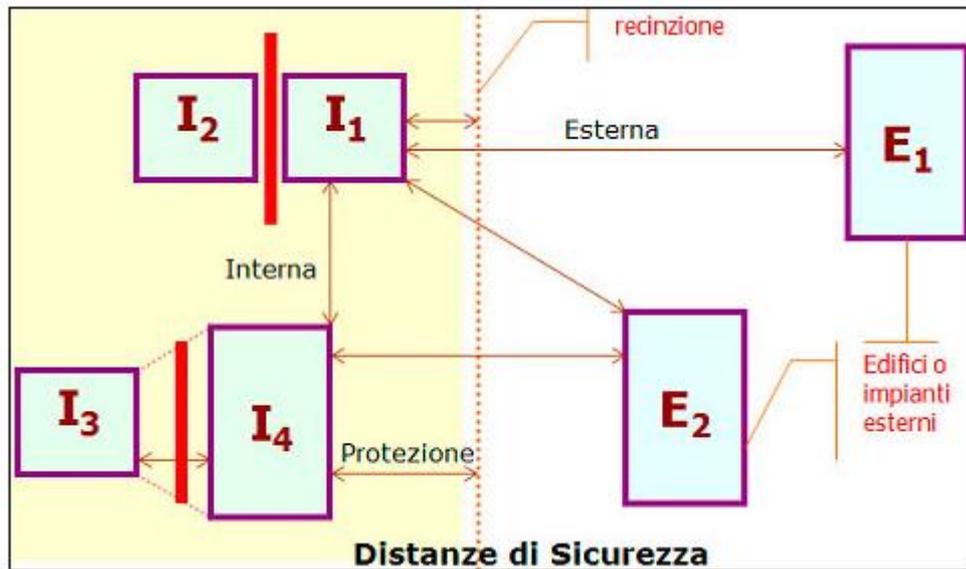


Figura 19 - distanze di sicurezza

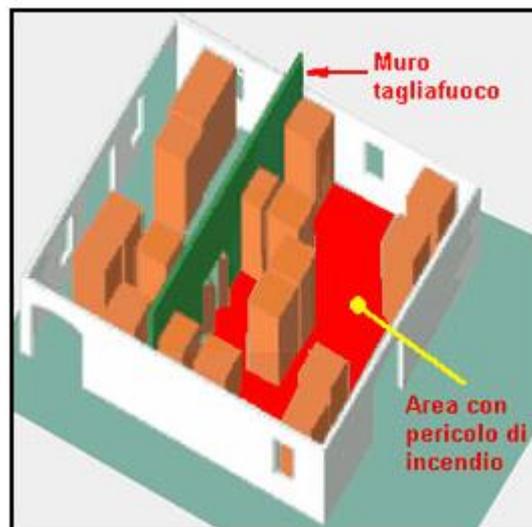


Figura 20 - esempio di utilizzo di un muro tagliafuoco

Bisogna soffermarsi sulla resistenza al fuoco: “elemento che rappresenta il comportamento al fuoco degli elementi che hanno funzioni portanti o separanti.

Numericamente rappresenta l'intervallo di tempo, espresso in minuti, di esposizione dell'elemento strutturale ad un incendio, durante il quale l'elemento costruttivo considerato conserva i requisiti progettuali di stabilità meccanica, tenuta ai prodotti della combustione, e di isolamento termico”.

In aggiunta si può anche definire la resistenza al fuoco come “l'attitudine di un elemento da costruzione a conservare:

- **stabilità (R)**: “attitudine di un prodotto o di un elemento costruttivo a conservare la resi-stenza meccanica sotto l'azione del fuoco”;
- **tenuta (E)**: “attitudine di un prodotto o di un elemento costruttivo a non lasciar passare né produrre, se sottoposto all'azione del fuoco su un lato, fiamme, vapori o gas caldi sul lato non esposto al fuoco”;
- **isolamento termico (I)**: “attitudine di un prodotto o di un elemento costruttivo a ridurre, entro un dato limite, la trasmissione del calore”.

Da qui la nascita del simbolo REI, il quale va ad identificare un elemento costruttivo che deve conservare, per un determinato tempo, stabilità, tenuta e isolamento termico (mentre con il simbolo RE deve conservare la sola stabilità e tenuta, con il simbolo R la sola stabilità e con il simbolo EI la sola tenuta e isolamento termico).

Il simbolo appena definito è seguito sempre da un numero che esprime i minuti per i quali si conservano le caratteristiche correlate alla funzione delle lettere R, E o I (ad esempio R 45, RE 45, RE 120, REI 60, REI 120, EI 45, ...).

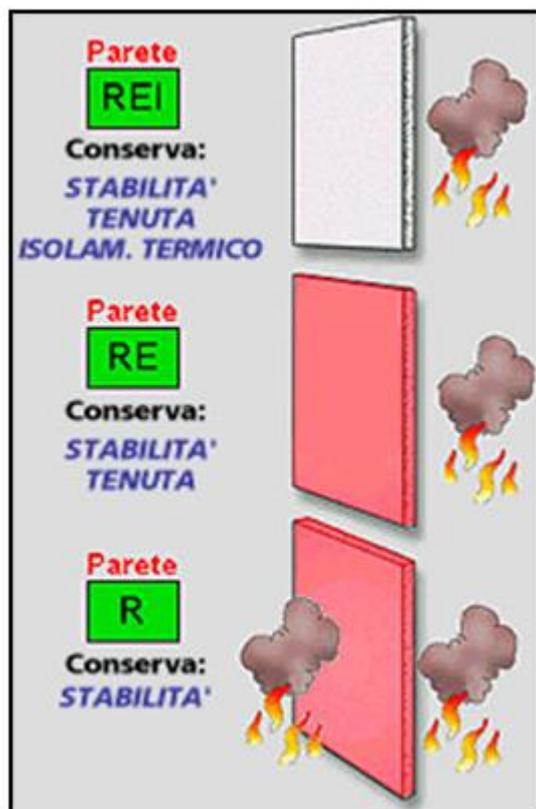


Figura 21 - simboli REI, RE ed R

All'interno delle misure passive rientra anche la compartimentazione. Il compartimento antincendio "è una parte di edificio delimitata da elementi costruttivi (muri, solai, porte, ecc.) di resistenza al fuoco predeterminata e organizzato per rispondere alle esigenze della prevenzione incendi".

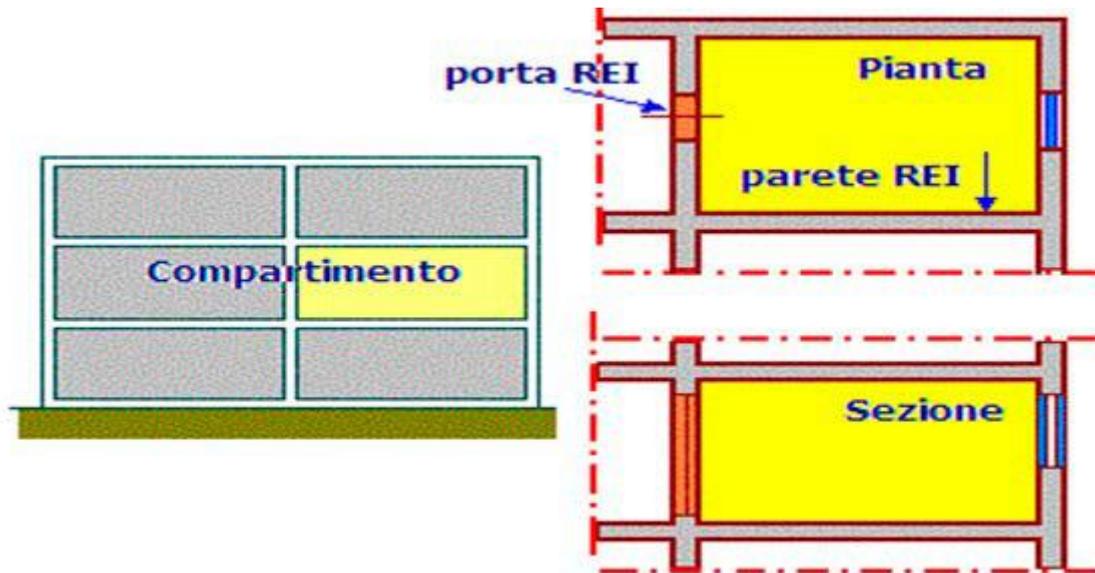


Figura 22 - esempio di compartimentazione

In genere tutti gli edifici quasi sempre sono suddivisi in compartimenti. Per decretare la superficie massima di un determinato compartimento bisogna tenere in conto diversi fattori quali: carico d'incendio, caratteristiche di infiammabilità dei materiali, destinazione dei locali, affollamento, lunghezza delle vie di esodo, ecc.

VIABILITA' AZIENDALE: PERCORSI DI ACCESSO E DI TRANSITO

Il concetto di viabilità è da intendere come pianificazione degli spostamenti di mezzi, persone e merce all'interno di un'impresa. La contemporaneità di accessi e presenze nel magazzino porta inevitabilmente a diversi rischi, per cui a tal proposito si citano alcuni esempi di infortunio:

a) **le cadute in piano**, di cui fanno parte una notevole percentuale di infortuni sul lavoro e si presentano in molti settori della produzione. Sono generati in parte da comportamenti personali, ma soprattutto da fattori di rischio strutturale, come:

- cattivo stato della superficie d'appoggio
- presenza di ostacoli, materiale e oggetti di ingombro
- sistemi inadeguati per l'accesso a impianti, macchine e veicoli

b) gli **investimenti**, anche questi generati da rischi comportamentali o strutturali

c) gli **infortuni in itinere** (all'andata ed al ritorno dal luogo di lavoro)

La valutazione dei rischi deve necessariamente tenere conto anche dei seguenti aspetti:

- le fasi di entrata e d'uscita del personale, dei fornitori esterni e degli eventuali visitatori;
- la fase d'entrata dei materiali necessari alla produzione;
- l'approvvigionamento dei prodotti "complementari" al funzionamento dell'azienda: amministrazione, manutenzione, eccetera;
- la movimentazione di materiali, di prodotti e di mezzi tra i vari reparti e gli edifici, nonché all'interno di questi;
- la fase d'uscita dei prodotti finiti o lavorati, dei sottoprodotti e dei rifiuti.

La valutazione dei rischi deve però comprendere anche altri aspetti importanti e spesso trascurati nelle aziende, quali ad esempio:

- il parcheggio dei mezzi: cicli, ciclomotori e motocicli, veicoli leggeri, mezzi pesanti;
- gli spostamenti del personale, sia motorizzato che a piedi, all'interno dell'insediamento per le necessità di produzione, di stoccaggio, di manutenzione, di amministrazione;
- gli spostamenti del personale per portarsi nei locali accessori e d'uso collettivo: spogliatoio, servizi igienici, mensa, eccetera;
- le condizioni di visibilità e di illuminazione naturali ed artificiali;
- l'interferenza e l'intersecazione dei flussi veicolari e pedonali;
- le caratteristiche dei percorsi in base al loro uso: circolazione pedonale, veicolare, eccetera ed il loro stato di conservazione;
- le norme comportamentali e le procedure da adottare, con la conseguente formazione ed informazione del personale dell'azienda e di quello delle imprese esterne;
- l'organizzazione complessiva della viabilità aziendale

Di seguito, vengono trattati diversi aspetti rilevanti per quanto concerne la viabilità del magazzino, indicando una serie di interventi che comprendono, oltre a specifici obblighi normativi, molteplici suggerimenti e consigli che necessitano un'analisi di fattibilità nel momento in cui viene fatta la valutazione dei rischi. Le soluzioni e le indicazioni fornite per i diversi problemi affrontati sono formulate sotto forma di listato, in modo da poter fare un confronto immediato con la situazione esistente che si sta analizzando. Mentre le situazioni meno frequenti, ma che comunque potrebbero presentarci sono inserite alla fine di ogni sotto capitolo sotto la dizione "situazioni particolari".

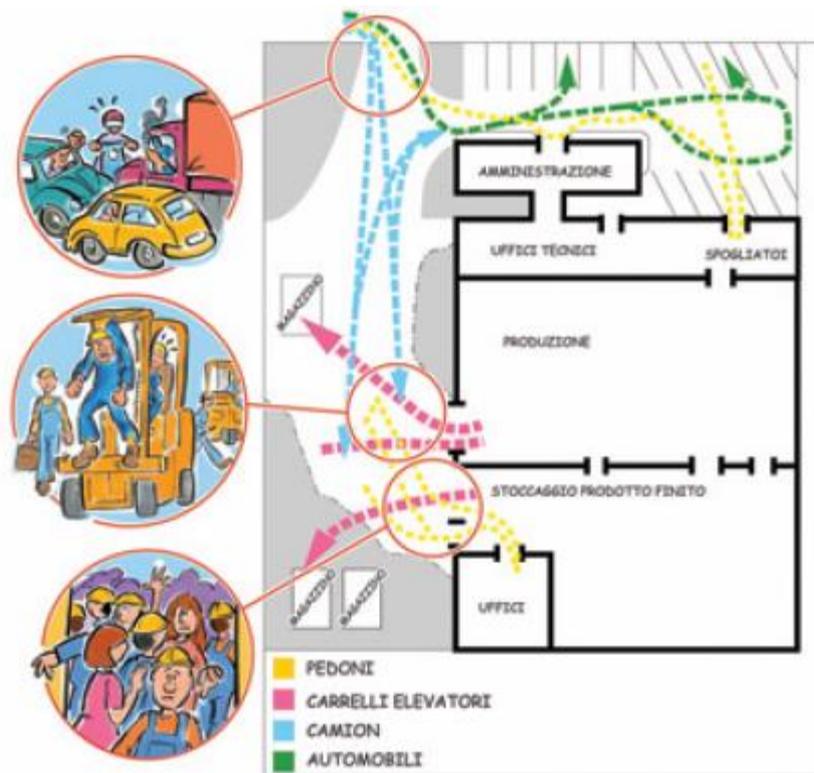


Figura 23 - esempio di analisi della circolazione di un'azienda

3.1 Organizzazione aziendale

Per prima cosa è necessario avere una buona organizzazione aziendale, dalla quale non è possibile prescindere. Perciò è necessario:

1. Comunicare ai fornitori esterni, all'ingresso in azienda, il luogo di carico o scarico dei prodotti e il percorso da fare all'andata e al ritorno. Questo è possibile anche mediante l'utilizzo di dispositivi di comunicazione a distanza opportunamente installati al passo carraio o mettendo a disposizione una piantina con le spiegazioni essenziali.
2. Cercare quanto più di semplificare e ridurre al minimo i flussi delle merci, sulla base del layout aziendale e limitare anche il trasporto interno, ad esempio mediante l'utilizzo di impianti automatici d'avanzamento dei prodotti, come i nastri trasportatori.
3. Cercare quanto più di limitare tutte le mansioni non strettamente collegate alla produzione, ma che possono rallentare il flusso della merce, come gli stoccaggi intermedi con deposito e ripresa della merce stessa.

4. Avere spogliatoi, servizi igienici, docce e locali di riposo tutti in un unico blocco: con questa dislocazione si possono progettare delle strutture complete, facili da organizzare e che limitano i bisogni di transito del personale all'esterno dei fabbricati.
5. Creare dei servizi d'uso collettivo in numero adeguato e possibilmente in luoghi lungo il percorso che i lavoratori compiono per andare fuori dall'edificio.
6. Verificare che si stiano utilizzando veicoli adatti e sicuri
7. Programmare una manutenzione periodica dei mezzi di trasporto, con particolare attenzione: agli pneumatici, alle sospensioni, ai dispositivi di segnalazione acustica, all'impianto di illuminazione e di segnalazione acustica.
8. Tenere sempre in conto l'eventualità di avere dei contrattempi in grado di causare il ritardo dei mezzi di trasporto a causa del traffico stradale, scarsa idoneità o rottura dei mezzi, disguidi, ecc.
9. Prevedere un programma di informazione e formazione dei rischi legati ai percorsi di accesso e di transito per le maestranze, per i propri lavoratori e per quelli esterni. Inoltre bisogna controllare il rispetto delle norme all'interno della struttura e nel caso di inottemperanza, prendere i dovuti provvedimenti (richiami, sospensioni, ecc.) A titolo d'esempio è necessario prendere provvedimenti nel caso di:
 - velocità eccessiva dei mezzi
 - mancato rispetto della segnaletica e delle precedenza
 - deposito "caotico" della merce al di fuori delle aree previste, principalmente quando questo diventa un intralcio alla viabilità, e dunque un pericolo per il personale
 - transito di mezzi e pedoni in zone non previste
 - utilizzo dei mezzi di lavoro senza autorizzazioni, permessi o formazione specifica
 - trasporto di persone su mezzi che non prevedono tale funzione

SITUAZIONI PARTICOLARI

a) Collocare in prossimità dell'accesso in azienda, qualora sia possibile, un ufficio d'accoglienza per i trasportatori e fornitori esterni, ove possano essere sbrigate le formalità amministrative e fornite le necessarie informazioni per evitare percorsi inutili all'interno dell'azienda; contiguo a questo, può essere utile creare un apposito locale d'attesa con servizi igienici, telefono, distributore di bevande e di alimenti.

b) Regolamentare il più possibile gli orari degli spostamenti, mediante:

- la semplice modifica degli orari e dei giorni di spostamento di taluni veicoli (questa è una delle misure più semplici da adottare che porta spesso a risultati soddisfacenti);
- un intervallo di tempo, anche breve, tra i passaggi successivi dei veicoli;
- una maggior celerità nell'entrata e nell'uscita del personale dai e nei reparti;
- una miglior organizzazione nello scarico delle merci e nel prelievo dei prodotti finiti.

3.2 Segnaletica

In ogni magazzino che si rispetti è necessario utilizzare una segnaletica che permetta di:

- comprendere in maniera chiara la viabilità aziendale, nonché la collocazione dei luoghi e la gestione globale di movimenti interni;
- dare informazioni chiare e in grado di rilevare un eventuale pericolo collegato alla viabilità

Ovviamente la segnaletica da utilizzare deve essere conforme alle norme del codice della strada e la migliore in relazione ai rischi di circolazione possibili all'interno dell'edificio. Inoltre bisogna distinguere la segnaletica in orizzontale e verticale.

3.2.1 Segnaletica orizzontale

Vengono realizzati con materiali antisdruciolevoli e tali da essere visibili sia di giorno che di notte. Si adotta largamente e almeno per le seguenti casistiche:

- per dividere le corsie di marcia o i sensi di marcia, per immettere i veicoli verso precise direzioni, attraverso strisce orizzontali continue o discontinue che vengono tracciate sul suolo e colorate di giallo o di bianco, in maniera tale da contrastare il colore della pavimentazione;
- per evidenziare un limite di precedenza o uno stop
- per segnalare le direzioni da prendere o pericoli specifici mediante frecce, iscrizioni o simboli
- per evidenziare ostacoli fissi, tramite strisce alternate inclinate a 45 gradi, colorate in rosso e bianco o giallo e nero sul bordo dell'ostacolo;

- per definire i percorsi di transito di pedoni, veicoli, mezzi interni,
- per definire i parcheggi

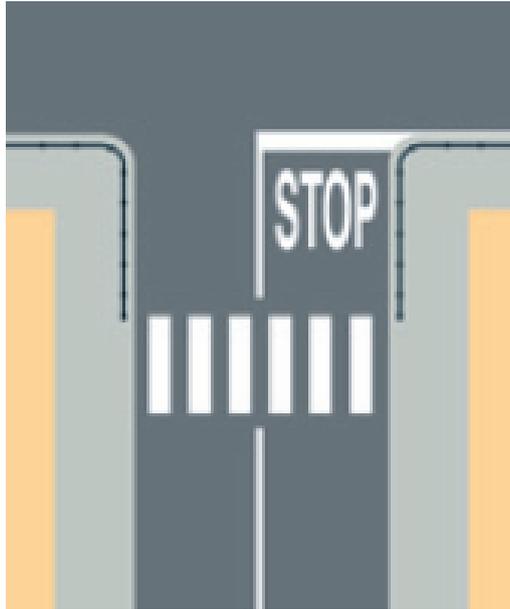


Figura 24 - Esempio di segnaletica orizzontale tracciata ad un'intersezione di flussi veicolari

La segnaletica orizzontale si può utilizzare da sola o assieme a quella verticale: in tale circostanza permette di definire meglio le indicazioni date dai segnali verticali.

3.2.2 Segnaletica verticale (a cartelli)

Si adottano segnali a cartelli fissi per:

- PERICOLO
- PRESCRIZIONE
- INDICAZIONE

Spesso vengono utilizzati anche pannelli integrativi ai cartelli, così da specificare limitazioni, distanze, percorsi obbligatori, ecc.

Nel caso in cui si presentino lavori a causa di attività temporanee è necessario utilizzare segnali temporanei.

In ogni caso è obbligatorio l'utilizzo di cartelli con pellicola rifrangente, dato che una limitata illuminazione, principalmente nelle ore notturne e in ambiente esterno, può renderne difficile la lettura. I cartelli sono da installare:

- a destra della carreggiata o al di sopra per situazioni particolari;
- su determinati sostegni verticali ben fissati a terra;
- a una distanza maggiore o uguale a 0,50 m dal ciglio del marciapiede o dal bordo esterno della carreggiata o della banchina

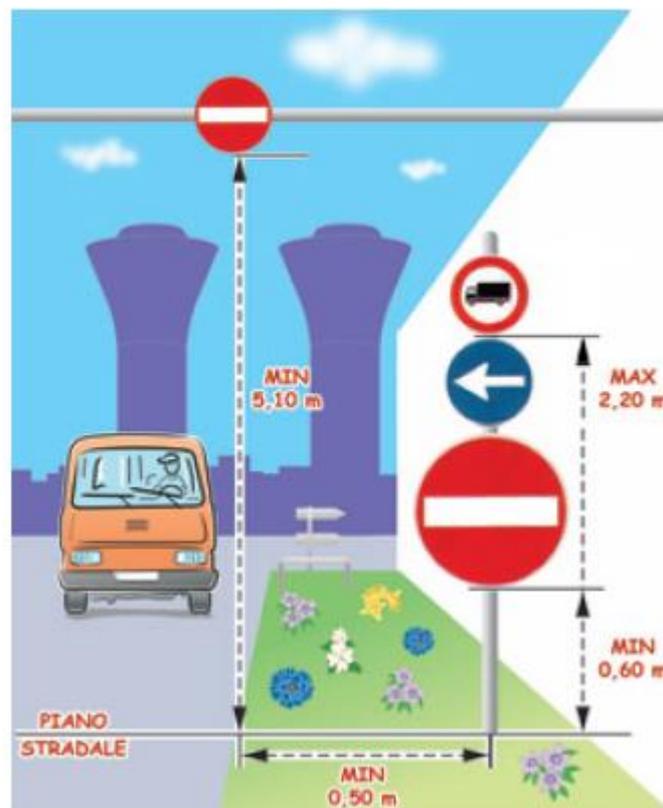


Figura 25 - cartelli segnaletici verticali su sostegno fisso installati in un'azienda

Dalla presente figura è possibile definire quale deve essere l'altezza dei segnali verticali dal piano stradale:

- tra 0,60 e 2,20 m nel momento in cui sono inseriti a lato della carreggiata
- maggiore di 5,10 m quando si ha a che fare con segnali da apporre al di sopra della carreggiata

Ciò nonostante, si tende ad installare i cartelli segnaletici sempre alla stessa altezza. Per quanto riguarda la quantità di cartelli da installare, questi solitamente vengono inseriti ad

una ben definita distanza, così da migliorare la percezione dell'informazione fornita. Ad esempio:

- i segnali di prescrizione sono da apporre il più vicino possibile alla prescrizione fornita;
- i segnali di pericolo devono distare non più di 150 m da questo;
- i segnali di stop o precedenza a non meno di 10 m dal limite in cui vi è l'intersezione

Per ultimo, ma non meno importante, è necessario effettuare una verifica periodica dello stato di conservazione dei cartelli, mantenerli puliti da polveri o sporcizia e sostituirli nel momento in cui si nota un loro deterioramento.

SITUAZIONI PARTICOLARI

- a) Per il solo scopo di semplificare il tragitto per raggiungere il magazzino, è bene adottare una segnaletica esterna, così da poterlo individuare già a una certa distanza.
- b) In prossimità di incroci con molte intersezioni di mezzi e passaggi a livello è bene inserire dei semafori lampeggianti, ribadendo l'informazione di pericolo data dai cartelli.

3.3 Vie di circolazione

3.3.1 Vie di circolazione degli autoveicoli e dei mezzi pesanti

La circolazione interna dei mezzi viene gestita quasi sempre con vie di transito a senso unico e con sensi rotatori attorno a determinati rondò. In tal modo si possono:

- ridurre le intersezioni dei flussi veicolari
- ridurre le sterzate con raggio stretto e le manovre di retromarcia
- permettere soste momentanee dei mezzi anche sul lato sinistro senza avere intralci

Bisogna porre particolare attenzione per gli spazi comuni a più aziende; in queste situazioni bisogna stabilire tra le aziende le norme di viabilità migliori per evitare ogni possibile danno.



Figura 26 - senso rotatorio attorno a un rondò e accesso carraio comandato manualmente

Gli spazi dei flussi veicolari sono gestiti in maniera tale da dividere i vari flussi, utilizzando sempre un'apposita segnaletica orizzontale. La larghezza delle vie di transito viene scelta in funzione dell'ingombro dei mezzi circolanti, in particolare agli incroci bisogna allargare le vie per praticare agevolmente le manovre di sterzata.



Figura 27 - via di transito interna a un'azienda con larghezza che permette lo scarico di un veicolo pesante di trasporto

Per una migliore circolazione si devono installare dei dispositivi di obbligo per i conducenti degli autoveicoli, soprattutto per limitare la massima velocità consentita; questi sistemi devono essere capaci di :

- avvertire i conducenti: ad esempio, con rallentatori ottici a bande trasversali tracciate sulla carreggiata
- ridurre la velocità dei mezzi mediante sistemi di restringimento della carreggiata, isole sopraelevate con colorazione a strisce alterne o dossi “a dorso d’asino”

Si ricorda che i sistemi per ridurre la velocità dei mezzi devono essere sempre segnalati, dato che il mancato rispetto dei conducenti può portare a pericoli come rottura delle sospensioni dei veicoli, caduta della merce, ecc.

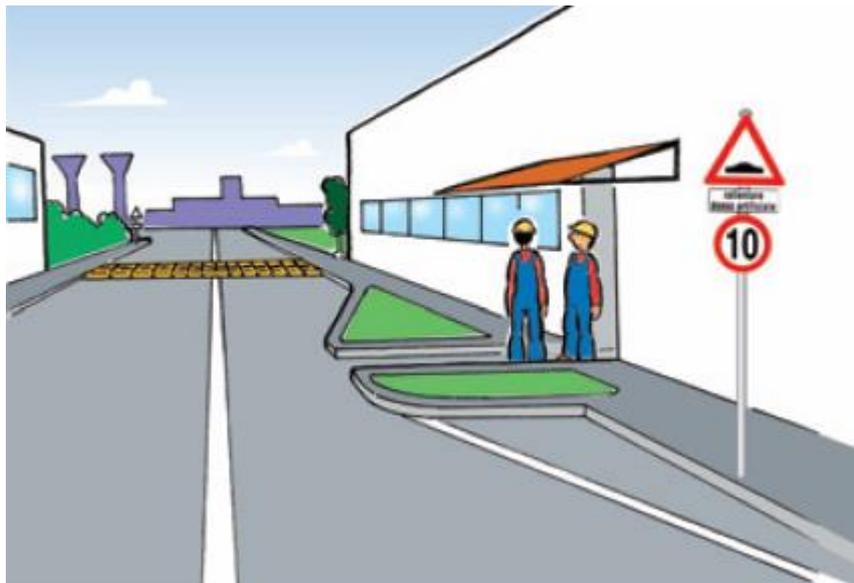


Figura 28 - esempio di restringimento della carreggiata

Tra i sistemi di riduzione della velocità da adottare si preferiscono i dossi “a dorso d’asino”, dal momento che risultano costituiti da un materiale solido e sono fissati al fondo stradale.

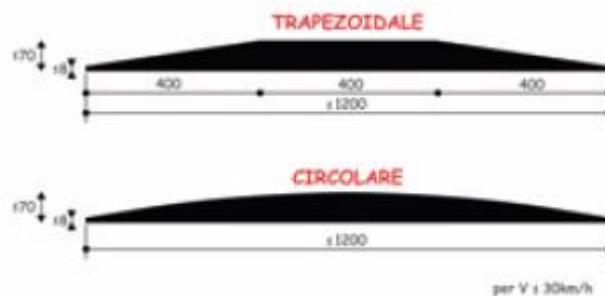


Figura 29 -dosso di rallentamento a "dorso d'asino" con, in sezione, le misure previste per i due tipo di profilo

È importante anche avvisare i conducenti degli autoveicoli in prossimità delle intersezioni con poca visibilità, perciò sono previsti dei dispositivi ausiliari, come specchi convessi o semafori lampeggianti.

SITUAZIONI PARTICOLARI

- a) Definire delle corsie d'accelerazione, di decelerazione e dei rondò per raccordare l'accesso in azienda con la via principale per arrivarci.
- b) Se possibile, si deve ricavare un'area esterna all'azienda con posti di parcheggio disegnati sul suolo, e dove i mezzi pesanti possano anche sostare.
- c) Utilizzare una barra azionata da un posto di controllo per regolare entrate e uscite dall'azienda.
- d) Prevedere anche una zona sufficiente ad assicurare le necessarie manovre dei carrelli e dei mezzi di trasporto, nei casi in cui siano previste azioni di carico e scarico al di fuori delle zone destinate a queste operazioni.

3.3.2 Vie di circolazione dei carrelli trasportatori con conducente a bordo

Bisogna sempre definire le vie di transito con segnaletica orizzontale su pavimentazione. Inoltre si devono rispettare le seguenti grandezze, così da avere una normale viabilità e permettere le necessarie manovre in totale sicurezza:

- *vie a senso unico*: si prende la più grande tra la larghezza del carrello e quella del carico spostato, e la si aumenta di 1 m
- *vie a doppio senso di marcia*: si prende la più grande tra la larghezza dei due carrelli e quella dei carichi trasportati, e la si aumenta di 1,40 m
- *altezza di passaggio della via di circolazione*: si prende l'altezza massima del carrello o del suo carico trasportabile, e la si aumenta di almeno 30 cm (misura di sicurezza).

NOTA: a tal proposito si ricorda che bisogna spostare i carichi tenendo le forche sollevate ad almeno 20 cm dal suolo.

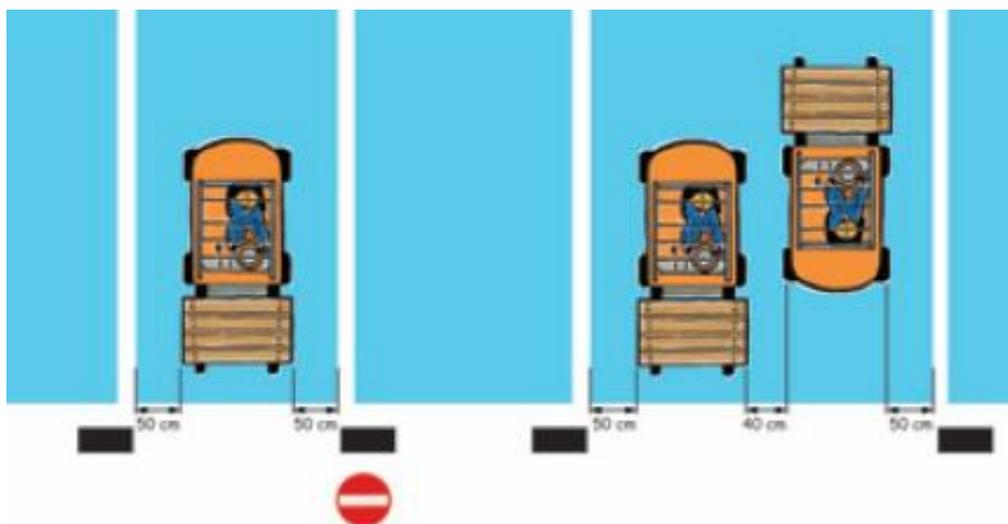


Figura 30 - Larghezza consigliata delle vie di circolazione a senso unico dei carrelli motorizzati con conducente (parte sinistra) ed a doppio senso di marcia (parte destra)

In aggiunta si possono utilizzare dei comandi a distanza o dei sistemi di apertura automatica dei cancelli, in modo che i conducenti dei mezzi non debbano scendere appositamente per aprirli. Inoltre si possono prevedere delle zone al di fuori delle aree di lavoro e circolazione, da destinare allo stazionamento dei carrelli trasportatori, così da limitare interferenze sulla viabilità.

3.3.3 Percorsi pedonali esterni ed interni

Per consentire un transito facile e in sicurezza delle persone, sia all'interno che all'esterno degli edifici, è necessario realizzare degli appositi percorsi pedonali, i quali devono essere percorribili sia in condizioni di normale attività, che in caso di un'eventuale emergenza.



Figura 31 -percorsi interni di circolazione per carrelli e pedoni

È necessario ridurre il numero di percorsi pedonali con dislivelli di modesta altezza, dal momento che si possono superare solo con scivoli o rampe. Per quanto riguarda le larghezze dei percorsi pedonali, queste sono dimensionate in funzione della tipologia di utilizzo e di circolazione previsti.

TIPO DI CIRCOLAZIONE	MODALITÀ	LARGHEZZA
- a senso unico - a doppio senso	senza trasporto di carichi	minimo 1 metro
a senso unico	con trasporto manuale di carichi	minimo 1,20 metri
a doppio senso	con trasporto manuale di carichi	minimo 2 metri
a senso unico	con utilizzo di transpallets manuali	minimo 1,50 metri
a doppio senso	con utilizzo di transpallets manuali	minimo 2,50 metri
a senso unico	con utilizzo di transpallets elettrici	minimo 2 metri
a doppio senso	con utilizzo di transpallets elettrici	minimo 3,30 metri
accessi e percorsi per disabili		minimo 1,20 metri
accessi occasionali	per pronto intervento, manutenzione, ecc.	minimo 0,80 metri

Tabella 1 - larghezza in funzione del tipo di circolazione e modalità

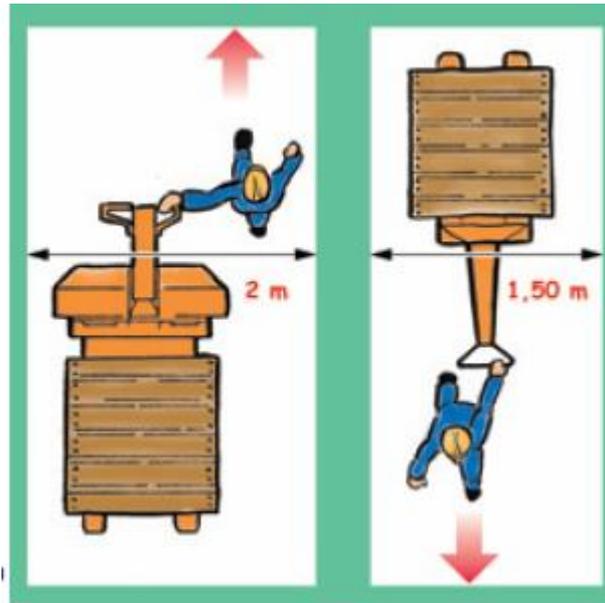


Figura 32 - Larghezza consigliata in un percorso per il passaggio dei transpallet elettrici (a sinistra) e manuali (a destra)

PERCORSI PEDONALI ESTERNI

Si deve limitare quanto più è possibile il transito di pedoni all'esterno delle strutture, andando ad agire sulla disposizione dei parcheggi e dei locali ad uso collettivo e sulla possibilità di avere un trasporto interno automatizzato. Per la realizzazione dei percorsi pedonali si devono adoperare elementi quali marciapiedi, isole rialzate, ecc. segnalandoli in maniera chiara. In più si deve tener presente che la sopraelevazione rispetto al piano stradale rappresenta già di per sé un modo per proteggere i pedoni dal rischio d'investimento.

Nel caso in cui ci sia l'impossibilità di realizzare soluzioni di tipo strutturale, è necessario delimitare le corsie di transito pedonale mettendole in evidenza in modo visibile con strisce bianche o gialle continue.

In ogni caso è bene che luoghi interrati e serbatoi fuori terra interferiscano con le vie di circolazione dei mezzi. Inoltre tutti i percorsi pedonali devono essere protetti mediante coperture in materiale plastico resistente, tettoie, pensiline o soluzioni simili.

PERCORSI PEDONALI INTERNI

In primo luogo occorre collocare impianti, macchine e attrezzature così da non avere interferenze con il transito dei pedoni, dando la possibilità al personale di muoversi in sicurezza da una zona all'altra dell'edificio. Poi si verifica che gli elementi statici e dinamici di impianti, macchine e attrezzature non superino le zone di transito, le quali sono sempre disegnate sul pavimento.

Dove previste si devono installare delle passerelle munite di parapetto con arresto al piede, in modo da poter oltrepassare gli impianti di una certa lunghezza.



Figura 33 - passerella con parapetto, sopra una linea di produzione

Per quanto riguarda invece eventuali aperture lungo la pavimentazione, occorre chiuderle, coprirle o delimitarle con adeguate barriere resistenti.



Figura 34 - barriera di protezione tra il percorso pedonale e quello destinato ai carrelli, in corrispondenza di un'uscita

Dove presenti occorre poi segnalare in maniera evidente e proteggere adeguatamente le tubazioni, le travature e possibili strutture che sovrastano i posti di lavoro o che si trovano in corrispondenza di luoghi di passaggio ad altezza pericolosa per il personale.

In corrispondenza di accessi promiscui si devono realizzare delle porte pedonali separate: un percorso pedonale sicuro lo si ottiene, ad esempio, andando a delineare parte dell'accesso con una barriera.

3.3.4 Piazzali di manovra

Bisogna prevedere, qualora le esigenze di movimentare merci lo richiedano, delle aree separate e sufficientemente dimensionate per permettere una conduzione agevole dei veicoli pesanti, soprattutto quando sono previste manovre in retromarcia per l'accostamento alle banchine o alle aree di deposito "a terra" e per evitare che le manovre interferiscano sulla viabilità complessiva dell'azienda, soprattutto in prossimità dei posti di lavoro: a tal fine, devono essere quindi rispettate almeno le seguenti caratteristiche:

- profondità del piazzale non inferiore a 30 metri;

- individuazione delle aree di stazionamento degli automezzi per il carico e scarico mediante segnaletica orizzontale sulla pavimentazione;
- adozione di un'apposita segnaletica verticale per interdire l'accesso alle persone ed ai mezzi non autorizzati in zona "sensibile" e per indicare il limite di velocità.

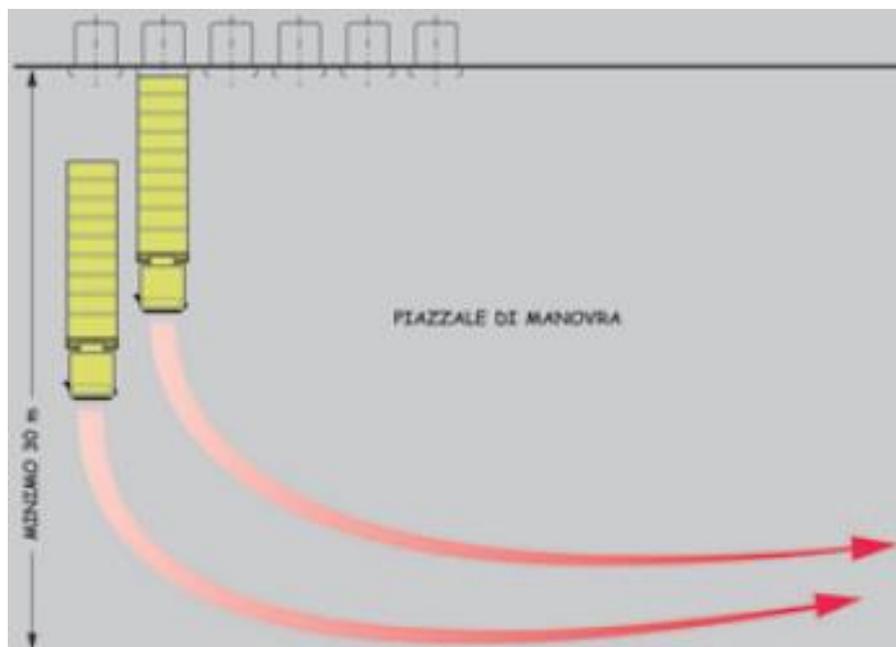


Figura 35 - disposizione di un piazzale, le cui dimensioni consentono di manovrare in retromarcia per l'accostamento a banchina tenendo la sinistra

Le superfici del piazzale devono essere realizzate in battuto di cemento o in asfalto, così da garantirne un'adeguata resistenza all'usura, ai prodotti chimici, alla deformazione statica e dinamica, nonché consentire una facile pulizia. In più bisogna prevedere una pendenza di circa 1 – 2 % per il deflusso dell'acqua piovana, in direzione di specifici pozzetti di recupero.

Anche qui è obbligatorio l'utilizzo di segnaletica orizzontale e verticale, che deve essere conforme a quella indicata nelle norme del Codice della Strada; in particolare, con la segnaletica verticale devono essere indicati:

- il limite massimo di velocità;
- il senso di marcia;
- il divieto di accesso totale o parziale;
- gli STOP e le precedenza.

3.5 Visibilità ed illuminazione

In generale è necessario assicurare una buona illuminazione dei luoghi di lavoro e di transito tenendo conto dei seguenti requisiti:

- l'illuminazione deve essere sufficiente ed omogenea, idonea all'attività da effettuare ed alla destinazione d'uso degli spazi, evitando gli abbagliamenti, le zone d'ombra ed i contrasti chiaro/scuro troppo forti tra zone diverse;
- i valori di illuminamento artificiale consigliati sono i seguenti:

per le aree di circolazione all'esterno (<i>entrate, piazzali di manovra, vie di transito, aree di parcheggio</i>)	30 lux
per le aree di lavoro all'esterno (<i>ad esempio le banchine di carico e scarico</i>)	75 lux
per i percorsi interni (<i>corridoi, scale</i>)	minimo 100 lux
per i magazzini e i depositi attivi	minimo 150 lux
per l'illuminazione d'emergenza	almeno 5 lux

Tabella 2 - valori di illuminamento artificiale consigliati

- i corpi illuminanti non devono trovarsi nel campo visivo degli operatori e dei conducenti;
- sia di giorno che di notte, quando il conducente di un veicolo si trovi a passare da un'illuminazione interna ad un'illuminazione esterna (o viceversa), lo scarto tra i livelli d'illuminazione deve essere ridotto al minimo per evitare "l'effetto tunnel".

I corpi illuminanti dei magazzini sono da installare al di sopra dei percorsi e non al di sopra degli scaffali o dei materiali depositati.

Nel caso in cui le sorgenti d'illuminazione risultino difettose occorre sostituirle immediatamente. A tal riguardo bisogna sempre prevedere che l'accesso per gli interventi di manutenzione (pulizia delle lampade, cambio delle lampadine, eccetera) avvenga in condizioni di sicurezza.

Infine è indispensabile realizzare un impianto d'illuminazione di emergenza che, per numero di lampade, grado di illuminamento e collocazione, permetta l'evacuazione in sicurezza delle persone anche nel caso d'interruzione accidentale dell'illuminazione artificiale.

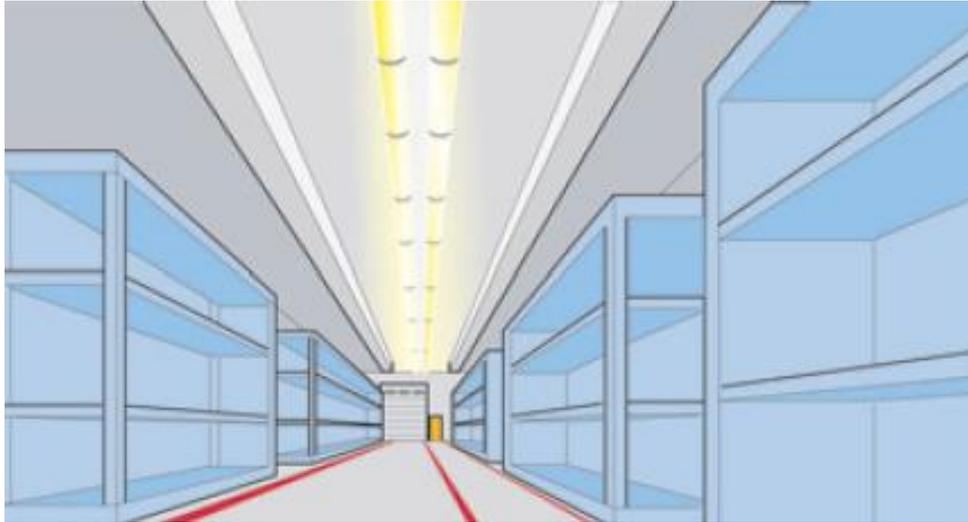


Figura 36 - corretta collocazione dei corpi illuminanti di un magazzino presidiato

3.6 Viabilità d'emergenza

In caso di situazioni di pericolo occorre evacuare tutti i posti di lavoro rapidamente ed in piena sicurezza da parte dei lavoratori, e che le vie e le uscite d'emergenza siano costantemente mantenute sgombre, in modo da permettere il transito agevole delle persone verso un luogo sicuro. Il numero, la distribuzione e le dimensioni delle vie e delle uscite d'emergenza interne devono essere adeguate in base all'ubicazione, alle dimensioni e alla destinazione d'uso dei luoghi di lavoro, agli impianti installati, nonché al numero massimo di persone che possono essere presenti in detti luoghi.

Bisogna assicurare che l'apertura delle porte possa essere eseguita dall'interno con una manovra semplice e che le porte d'emergenza, durante l'intera giornata lavorativa, possano risultare sempre apribili senza l'aiuto di una chiave e nel senso dell'esodo; pertanto, devono essere escluse le saracinesche a rullo, le porte scorrevoli e quelle girevoli su asse centrale.

Inoltre è fondamentale verificare che le vie e le porte d'uscita d'emergenza siano evidenziate da apposita segnaletica durevole e collocata in modo appropriato e siano dotate di un'illuminazione di sicurezza di sufficiente intensità, che entri in funzione automaticamente nel caso di guasto all'impianto elettrico: al proposito, si ricorda che il funzionamento delle lampade ausiliarie d'emergenza deve essere periodicamente verificato. Le porte o i portoni devono essere in numero sufficiente a consentire un rapido esodo delle persone, in relazione ai pericoli d'esplosione o a specifici rischi di incendio od al numero di lavoratori: al riguardo, si ricorda che è previsto un numero crescente di

uscite qualora i lavoratori occupati nello stesso locale siano più di 25, più di 50 o più di 100. A tal proposito si devono individuare sempre, nel Piano d'evacuazione e d'emergenza, i percorsi destinati ai mezzi d'intervento dei Vigili del Fuoco e a quelli di Soccorso Sanitario.

3.7 Mezzi di comunicazione

Per evitare il più possibile gli spostamenti inutili dei mezzi e delle persone all'interno dell'azienda, deve essere potenziato l'utilizzo dei moderni sistemi di comunicazione, di trasmissione, di ricezione e di ricerca di informazioni e di documentazione che attualmente la tecnologia, l'informatica e la telefonia mettono a disposizione degli utenti: a tal proposito, possono essere adottate una o più delle seguenti soluzioni, in rapporto alle specifiche esigenze aziendali

pannelli con scritte luminose	<i>ad esempio, per autorizzare i conducenti al carico ed allo scarico dei mezzi</i>
altoparlanti	<i>ad esempio, per fornire informazioni generali al personale d'azienda e delle imprese esterne, ovvero informazioni particolari quando le persone non siano rintracciabili con altri mezzi</i>
interfono (telefonia interna)	<i>mediante apparecchi telefonici collocati in vari punti strategici dell'azienda</i>
cercapersona	<i>da adottare quando vi sia la possibilità di accedere immediatamente ad un interfono</i>
ricetrasmittenti	<i>ad esempio, per mettere in comunicazione varie figure dell'azienda (addetti alla manutenzione, addetti al carico - scarico, eccetera) tra di loro e con gli uffici cui fanno riferimento</i>
telefono cellulare	<i>ad esempio, per il collegamento tra il conducente dei carrelli trasportatori ed il responsabile del magazzino e tra l'azienda ed i conducenti dei mezzi (all'interno o all'esterno dello stabilimento)</i>
posta pneumatica	<i>ad esempio, per la trasmissione dei buoni di consegna e dei documenti interni</i>
fax interno	<i>per la trasmissione istantanea di documenti</i>
posta elettronica	<i>ad esempio, per la trasmissione e la gestione dei buoni di manutenzione e degli ordinativi al magazzino</i>

Tabella 3 - mezzi di comunicazione

In aggiunta è sempre bene predisporre una piantina semplificata dell'azienda (ad esempio in formato 21 x 29,7 centimetri, cioè il comune foglio A4), da consegnare all'entrata ai

fornitori, ai clienti, ai conducenti dei veicoli per le consegne ed ai visitatori, ove siano indicati l'itinerario da seguire ed il luogo d'arrivo; questa soluzione, semplice e poco costosa, consente alle persone cui viene fornita di orientarsi nell'azienda con minor difficoltà, evitando inutili ed incerti spostamenti, a volte pericolosi: accesso a settori "sensibili" o interdetti agli estranei, ostacolo per la circolazione, degrado indebito delle vie di transito causato dai veicoli, eccetera.

3.8 Informazione e formazione

Risulta efficace e fondamentale integrare l'informazione e la formazione del personale con i concetti relativi alla circolazione generale ed aziendale e con i rischi che da questa derivano: l'informazione specifica deve essere periodicamente ripetuta ed estesa, per quanto di competenza, anche al personale delle eventuali ditte esterne. Si deve curare in maniera approfondita l'istruzione del personale addetto alla conduzione dei mezzi di trasporto meccanico utilizzati nell'azienda, mediante appositi corsi di addestramento da effettuare sia all'atto dell'assegnazione a tale mansione che, successivamente, ad intervalli periodici.



Figura 37 - formazione all'uso del muletto

Occorre poi organizzare e coordinare, durante apposite riunioni con le imprese esterne e sopralluoghi preliminari in azienda, i differenti lavori da eseguire, integrandoli almeno con i seguenti aspetti della sicurezza stradale:

- rischio di interferenza tra il personale ed i mezzi delle diverse imprese;
- informazioni circa le norme di circolazione interna;
- luoghi consentiti per il parcheggio;
- ubicazione delle aree di stoccaggio dei materiali, dei travasi, eccetera.

Infine si deve informare il personale esterno, prima che intervenga in azienda, circa le modalità d'accesso e le norme interne di circolazione e di stazionamento.

SOLUZIONI INNOVATIVE PER LA GESTIONE E LA SICUREZZA DI UNA LOGISTICA

4.1 POSSIBILE SOLUZIONE CONTRO I RISCHI INTERFERENZIALI

Al fine di ridurre i rischi interferenziali è stata individuata una possibile soluzione, la quale prevede un percorso di quattro azioni:

- a. AZIONE 1-: Inserimento di specchi parabolici in corrispondenza delle postazioni di carico e degli incroci. In questo modo si riesce ad ampliare il campo visivo dei carrellisti negli angoli in cui c'è poca visuale.

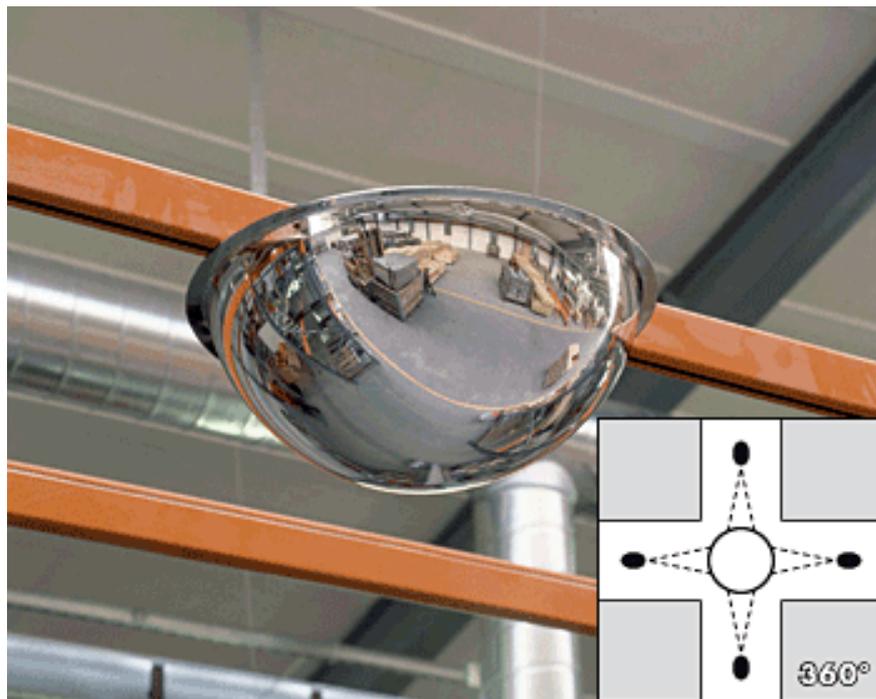


Figura 38 - specchi parabolici

- b. AZIONE 2: consiste nel dotare tutti i mezzi di stoccaggio di apposite luci blu in modo da poter visualizzare sul pavimento se è in arrivo un carrello elevatore. Tali luci non sono altro dei fari che proiettano sul pavimento una luce blu ben visibile a una certa distanza.

In effetti molti carrelli elevatori presentano un movimento molto silenzioso e di conseguenza risulta difficile avere una percezione acustica del loro arrivo, per cui in questo modo si riesce a risolvere il problema.



Figura 39 - utilizzo di luci blu per i mezzi di stoccaggio

- c. AZIONE 3: al fine di migliorare l'ergonomia dei carrellisti si possono inserire dei semafori in corrispondenza degli incroci del magazzino. In aggiunta il semaforo viene dotato di un particolare sensore di movimento che è in grado di rilevare l'arrivo di un carrello o di un pedone. Il sensore non fa altro che individuare la corsia sulla quale sta giungendo un carrello o un pedone, e di conseguenza dà il via libera per quella corsia (verde) e va a bloccare le altre corsie (rosse). Nel caso in cui ci sia contemporaneità è necessario fissare delle adeguate priorità. Questa soluzione risulta anche migliore rispetto agli specchi dal momento che dà un'indicazione istantanea al carrellista, che in questo modo non perde mai la vista della strada.



Figura 40 - semafori in aggiunta agli specchi parabolici

- d. AZIONE 4: infine si possono creare delle postazioni per gli autisti. Si può creare dunque una zona antistante la postazione di carico dove gli autisti devono aspettare fino a quando il personale effettua il carico. In aggiunta a tutto il personale a piedi è imposto l'utilizzo di indumenti ad alta visibilità.

L'insieme di queste azioni porta dunque a una riduzione del rischio di incidenti all'interno del magazzino, e migliora il lavoro dei carrellisti sulle modalità di prelievo, stoccaggio e carico. Inoltre si ha una visuale migliore che conferisce ai lavoratori una postura corretta e una riduzione dei problemi fisici legati alla colonna vertebrale.

4.2 Applicazioni e Tecnologie per la Sicurezza

4.2.1 L'applicazione VerticalMan

Molte volte gli operatori sono impegnati a lavorare in condizioni di isolamento o comunque senza il supporto dato dalla presenza di colleghi. In questi scenari, che per molti aspetti presentano un rischio non trascurabile, la tutela della sicurezza del lavoratore rappresenta una priorità, oltre ad essere un obbligo di legge che rientra tra i compiti del

datore di lavoro. Per queste ragioni, Aldea Srl ha compreso l'importanza per molte attività lavorative di rilevare la situazione di pericolo "Uomo a Terra" tramite l'utilizzo di uno smartphone, il quale viene fornito all'operatore isolato. In particolare è stata sviluppata l'applicazione "VerticalMan". Tramite un algoritmo specifico il sistema rileva in maniera automatica le condizioni di pericolo nel caso di "Uomo a terra" o "Uomo immobile", e permette l'attivazione manuale di un allarme SOS per avvertire un soccorritore remoto mediante l'invio di un Sms, di una chiamata telefonica o di una mail.

Nello specifico l'applicazione effettua costantemente due verifiche:

1. Quella di "Uomo a terra": viene controllata la postura dell'operatore perché sia verticale, e nel caso in cui sia mantenuta un'inclinazione oltre un angolo configurato viene attivato un allarme visivo e acustico
2. Quella di "Uomo immobile": l'applicazione verifica l'immobilità prolungata di del lavoratore ed eventualmente attiva l'allarme locale

Una volta attivato l'allarme, per accelerare i soccorsi, è fondamentale che venga comunicata la posizione esatta dell'operatore isolato che necessita di aiuto. L'applicazione è in grado di rilevare la posizione in un luogo all'aperto tramite Gps integrato nello Smartphone, mentre per i luoghi al chiuso utilizza un Ips (Indoor Position System).

In aggiunta è possibile utilizzare anche la rete Wi-fi per l'invio della notifica allarme, e questo permette anche una integrazione con altri sistemi aziendali di gestione centralizzata degli allarmi.

L'altra funzione di VerticalMan molto apprezzata è la notifica allarme su rete Wi-Fi che permette una facile integrazione con altri sistemi aziendali di gestione centralizzata degli allarmi. Da questa applicazione si ottengono una serie di vantaggi quali:

- Avere un'unica console per tutti gli allarmi
- Uniformità nella gestione delle segnalazioni
- Aumento della sicurezza del sistema
- Rafforzamento della sicurezza sul lavoro degli operatori isolati
- Utilizzo della soluzione "Uomo a Terra" anche in aree dove il segnale GSM non è presente, ma è facilmente installabile una rete Wi-Fi



Figura 41 - situazioni di postura corretta a sinistra, e postura scorretta a destra



Figura 42 - avvio allarme locale e conto alla rovescia per notifica remota

4.2.2 Applicazioni di sicurezza con l'RFID

I sistemi RFID permettono di attuare delle soluzioni innovative per il raggiungimento degli obiettivi di salute e sicurezza nell'ambito del luogo di lavoro. Questa tecnologia consente il riconoscimento a distanza di un oggetto per mezzo di comunicazioni radio. In particolare un trasponder (Tag) è accoppiato all'oggetto che deve essere riconosciuto, e dall'altra parte si ha un apposito lettore (Reader) che interroga i Tag ricavandone le informazioni di cui ha bisogno. Un grosso vantaggio è dato dal Tag, il quale può assumere qualunque forma, può essere esposto agli agenti atmosferici o essere rivestito con altri materiali a seconda dell'attività che si deve svolgere.

Gli utilizzi di questi sistemi sono davvero numerosi:

- **Uso come blocco di sicurezza aggiuntivo** – tramite questa funzione è possibile permettere il funzionamento di un macchinario o un'apparecchiatura solo in presenza di operatori formati per l'utilizzo.
- **Uso come chiave di accesso ad un cantiere** – in questo modo si può consentire l'accesso in cantiere solo al personale che indossi i prescritti DPI. Nello specifico, integrando opportuni Tag passivi su ogni DPI e posizionando all'ingresso del cantiere un Reader, è possibile garantire l'accesso solo al personale che all'ingresso presentino tutti i DPI.
- **Uso per la localizzazione dei lavoratori** – in questo caso tramite RFID si possono distinguere gli ingressi dalle uscite e verificare in maniera automatica l'elenco delle presenze nelle varie zone dell'attività. Inoltre permette l'avvio o l'arresto dei dispositivi a seconda che il proprietario si trovi o meno nelle vicinanze.
- **Uso come DPI aggiuntivo** – è possibile bloccare il funzionamento di attrezzature, in caso di caduta di operatori, attraverso aperture al di là delle quali vi siano organi in movimento.
- **Uso come inventario di sicurezza** – per controllare che alla fine di un determinato lavoro, le attrezzature di lavoro utilizzate, dotate di Tag, rientrino negli appositi contenitori, dotati di Reader

- **Rilevazione dei parametri ambientali** – i Tag sono equipaggiati con sensori in grado di rilevare li parametri climatici dell'ambiente in cui sono immersi.
(temperatura, pressione, umidità, ecc.)

CASO STUDIO: MAGAZZINO DI LOGISTICA SITO A RIVALTA DI TORINO

Descrizione generale dell'opera

Il caso studio considerato è un magazzino di logistica di nuova realizzazione sito a Rivalta di Torino. L'edificio in questione è costituito da una serie di magazzini di nuova realizzazione utilizzati unicamente per il deposito di pezzi di ricambio. Parte di questi depositi sono già stati terminati e quindi sono già adoperati per il loro fine, mentre altri devono ancora essere ultimati.

Nel nostro caso è stato considerato uno di questi magazzini e si è applicato il Codice di prevenzione Incendi sia per l'attività di magazzinaggio che per quella di cantiere. In seguito si è ipotizzato anche il caso di un cantiere temporaneo all'interno del magazzino, e si è cercato quindi di verificare la coesistenza delle due attività.

Si riportano delle immagini rispettivamente tratte da Google Maps e dal Modello in Autocad del luogo di interesse:

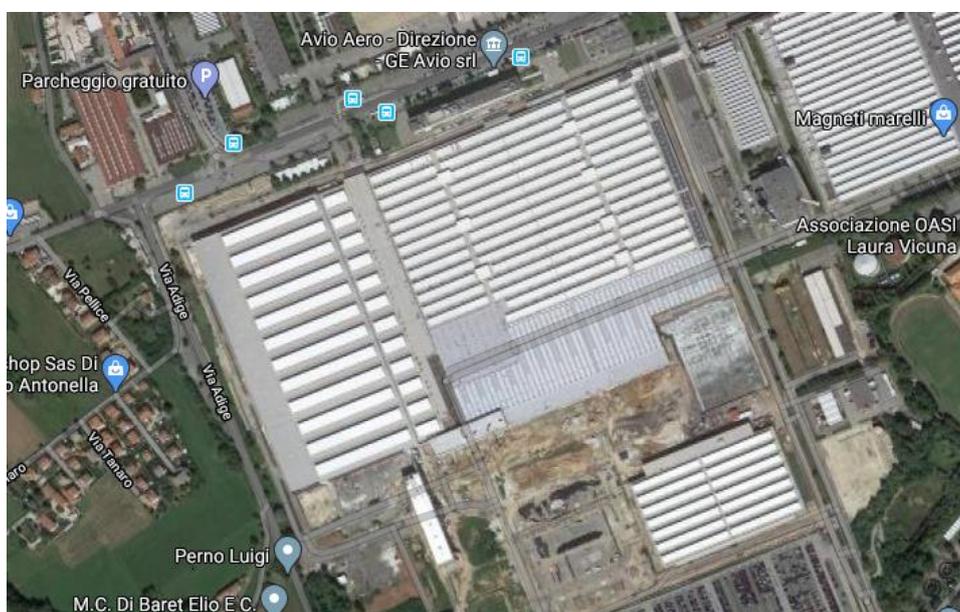


Figura 43 - vista dall'alto del magazzino (da Google maps)

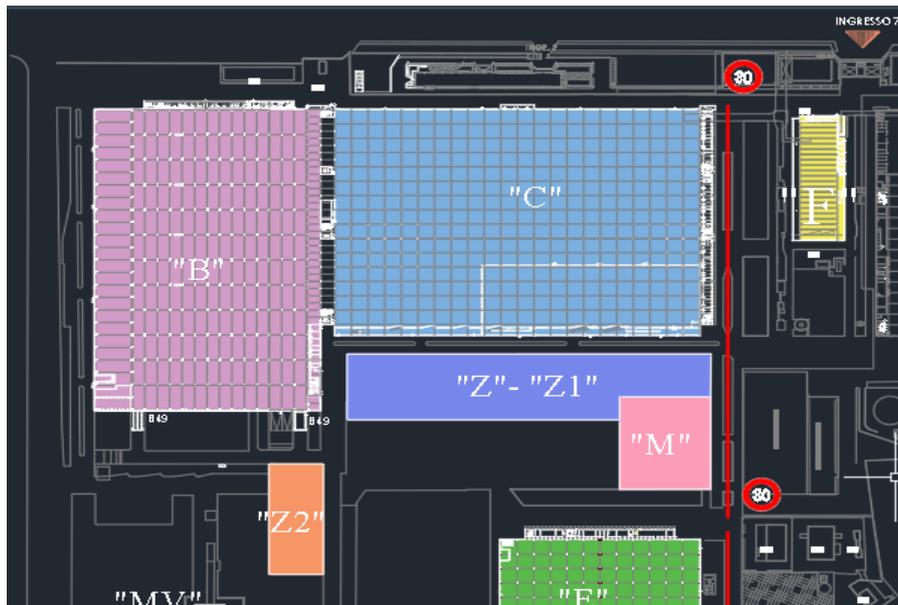


Figura 44 - planimetria del magazzino (modello su Autocad)

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Ai fini dell'analisi è stato necessario riferirsi a due testi normativi estremamente utili per la gestione del rischio antincendio:

- DM 03/08/2015: il quale costituisce il Codice di Prevenzione Incendi

ATTIVITÀ ALL'INTERNO DEL FABBRICATO

Come già sottolineato in precedenza all'interno del fabbricato si svolgono essenzialmente due tipologie di attività:

- Attività di magazzinaggio
- Attività di cantiere

In particolare l'analisi verrà eseguita andando a considerare prima l'attività di magazzinaggio da sola e applicando il codice, si vedranno tutte le disposizioni necessarie alla prevenzione antincendio. Poi verrà introdotta l'attività di cantiere, e si andranno a studiare le interferenze dovute alla coesistenza delle due attività all'interno dello stesso compartimento. Dunque alla fine dell'analisi si trarranno le dovute osservazioni.



Figura 45 - vista interna del magazzino

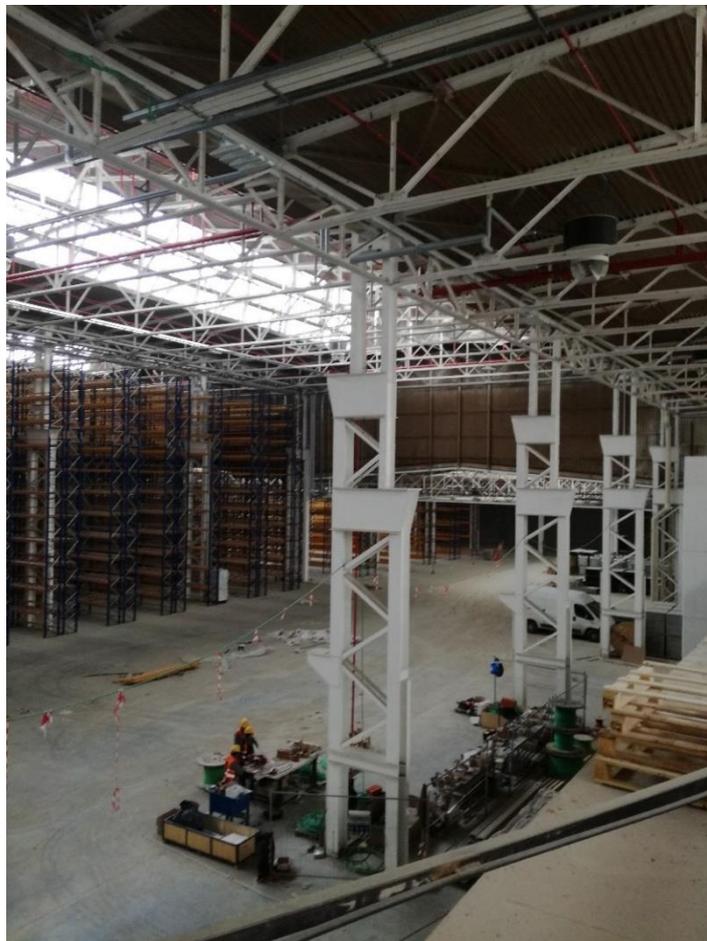


Figura 46 - vista del cantiere all'interno del magazzino

Sulla base della planimetria del luogo è stato possibile fare le dovute ipotesi, circa:

- tipologia, dimensioni e disposizione delle scaffalature all'interno del deposito
- posizione del cantiere all'interno del fabbricato

1) Scaffalature metalliche

Per l'analisi sono state considerate delle scaffalature metalliche di dimensioni H400xL270xP100 cm. Ogni singolo scaffale è provvisto di un impianto sprinkler per ridurre ulteriormente il rischio d'incendio, dal momento che parte della merce risulta infiammabile. Inoltre è stata prevista una distanza tra gli scaffali di circa 4,6 m, in modo da avere un doppio senso di marcia per i carrelli elevatori, più una corsia pedonale pari a 1 m.

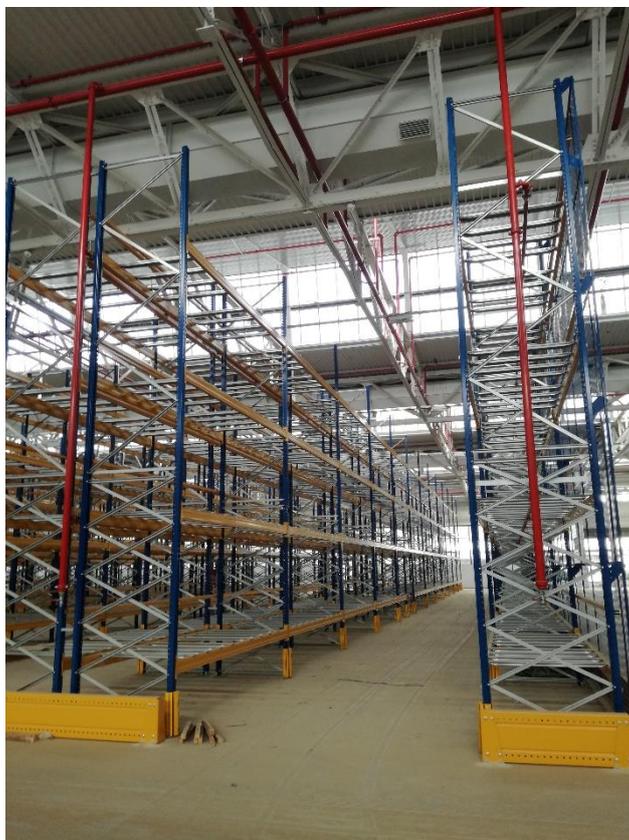


Figura 47 - foto delle scaffalature all'interno del magazzino

2) Posizionamento del cantiere

Il cantiere è stato posizionato nella parte alta del magazzino, in corrispondenza di una serie di uscite di emergenza. In questo modo si sono potuti sviluppare i vari ragionamenti sulla redistribuzione dei flussi di persone in uscita in caso di incendio.

5.1 L'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio

5.1.1 Il codice di prevenzione incendi

Struttura del provvedimento del 03 agosto 2015

Il decreto ministeriale del 3 Agosto 2015 è costituito essenzialmente da:

- Una serie di disposizioni date da 5 articoli.
 - Art. 1: Approvazione e modalità applicative delle norme tecniche di prevenzione incendi;
 - Art. 2: Campo di applicazione;
 - Art. 3: Impiego dei prodotti per uso antincendio;
 - Art. 4: Monitoraggio;
 - Art. 5: Disposizioni finali;
- Un allegato che di fatto costituisce il Codice di prevenzione incendi

Lo scopo finale del provvedimento è quello di semplificare e razionalizzare la normativa di prevenzione degli incendi mediante l'utilizzo di un testo unico con disposizioni di prevenzione incendi applicabili ad attività soggette ai controlli di prevenzione incendi, e attraverso l'impiego di un nuovo approccio che vada in parallelo con il progresso tecnologico e che tenga conto degli standard internazionali.

Allegato

Come già detto, l'allegato costituisce il "Codice di prevenzione incendi", il quale è suddiviso in 4 Sezioni:

- G Generalità

- S Strategia antincendio
- V Regole tecniche verticali
- M Metodi

Ai fini dell'analisi del magazzino di logistica considerato verranno utilizzate soltanto le sezioni G e S, le quali vengono utilizzate per la progettazione di attività non normate.

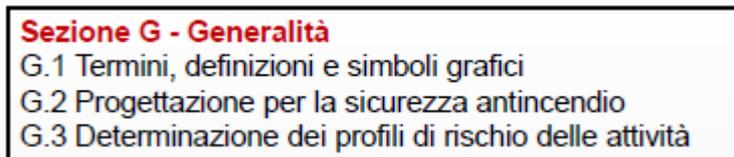


Figura 48 - sezione G del codice

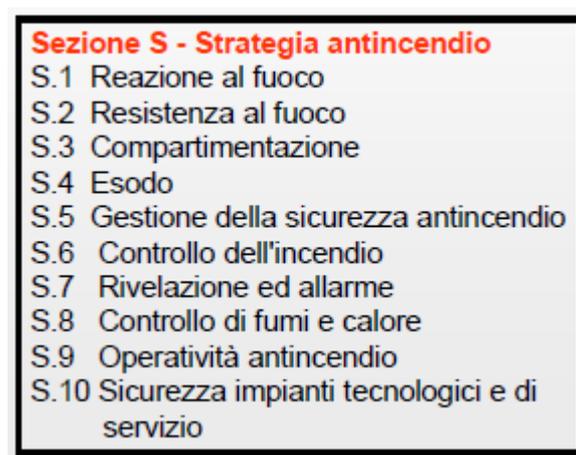


Figura 49 - sezione S del codice

Metodologia di progettazione

Il metodo del Codice consiste di fatto nell'identificazione di livelli prestazionali, già utilizzati in Italia per la resistenza al fuoco con il DM 9/3/2007, ed estesi per tutte le altre misure antincendio quali reazione al fuoco, compartimentazione, esodo, gestione della sicurezza, controllo dell'incendio, ecc.

Passando al procedimento di analisi, questo si può suddividere nelle seguenti fasi:

- 1) Valutazione del rischio (stabilire i profili di rischio R_{vita}, R_{beni} e R_{ambiente})
- 2) Attribuzione livelli di prestazione (I, II, III, IV, ...)
- 3) Per ogni misura antincendio sono specificati i criteri di attribuzione dei livelli di prestazione.

4) Scelta soluzioni progettuali (Per ogni livello di prestazione sono specificate soluzioni conformi e soluzioni alternative)



Figura 50 - Schematizzazione della metodologia generale

5.2 Attività di Magazzinaggio

5.2.1 Determinazione dei profili di rischio delle attività

I profili di rischio sono degli indicatori impiegati per valutare il rischio di incendio e per definire i livelli di prestazione. Il fatto che si debbano individuare 3 profili di rischio è dovuto ai compiti attribuiti ai Corpo nazionale dei vigili del fuoco per quanto concerne la prevenzione incendi: “La prevenzione incendi è la funzione di preminente interesse pubblico diretta a conseguire, secondo criteri applicativi uniformi sul territorio nazionale, gli obiettivi di sicurezza della vita umana, di incolumità delle persone e di tutela dei beni e dell'ambiente”

I tre profili di rischio sono i seguenti:

- R_{vita}- Salvaguardia della vita umana (attribuito per ciascun compartimento)
- R_{beni}- Salvaguardia dei beni artistici e strategici (attribuito per l'intera attività)
- R_{ambiente} Tutela dell'ambiente (attribuito per l'intera attività)

Il profilo di rischio Rvita

È attribuito per compartimento ed è funzione di due fattori:

- δ_{occ} : caratteristiche prevalenti degli occupanti che si trovano nel compartimento antincendio;
- $\delta\alpha$: velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio riferita al tempo $t\alpha$ in secondi impiegato dalla potenza termica per raggiungere il valore di 1000 kW. Per “prevalenti” si intendono le caratteristiche più rappresentative del rischio compartimento in qualsiasi condizione d'esercizio.

Caratteristiche prevalenti degli occupanti δ_{occ}		Esempi
A	Gli occupanti sono in stato di veglia ed hanno familiarità con l'edificio	Ufficio senza accesso pubblico, scuola, autorimessa privata, attività produttive in genere, depositi, capannoni industriali
B	Gli occupanti sono in stato di veglia e non hanno familiarità con l'edificio	Attività commerciale, autorimessa pubblica, attività espositiva e di pubblico spettacolo, centro congressi, ufficio aperto al pubblico, bar, ristorante, studio medico, ambulatorio medico, centro sportivo
C [1]	Gli occupanti possono essere addormentati:	
Ci	• in attività individuale di lunga durata	Civile abitazione
Cii	• in attività gestita di lunga durata	Dormitorio, residence, studentato
Ciii	• in attività gestita di breve durata	Albergo, rifugio alpino, campeggio
D	Gli occupanti ricevono cure mediche	Degenza ospedaliera, terapia intensiva, sala operatoria
E	Occupanti in transito	Stazione ferroviaria, aeroporto, stazione metropolitana
[1] Quando nel testo si usa il valore C la relativa indicazione è valida per Ci, Cii, Ciii		

Tabella 4 - Caratteristiche prevalenti degli occupanti

δ_a	t_a [1]	Criteri
1	600 s lenta	Ambiti di attività con carico di incendio specifico $q_f \leq 200 \text{ MJ/m}^2$, oppure ove siano presenti prevalentemente materiali o altri combustibili che contribuiscono in modo trascurabile all'incendio.
2	300 s media	Ambiti di attività ove siano presenti prevalentemente materiali o altri combustibili che contribuiscono in modo moderato all'incendio.
3	150 s Rapida	Ambiti con presenza di significative quantità di materiali plastici impilati, prodotti tessili sintetici, apparecchiature elettriche e elettroniche, materiali combustibili non classificati per reazione al fuoco (capitolo S.1). Ambiti ove avvenga impilamento verticale di significative quantità di materiali combustibili con $3,0 \text{ m} < h \leq 5,0 \text{ m}$ [2]. Stoccaggi classificati HHS3 oppure attività classificate HHP1, secondo la norma UNI EN 12845. Ambiti con impianti tecnologici o di processo che impiegano significative quantità di materiali combustibili. Ambiti con contemporanea presenza di materiali combustibili e lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.
4	75 s ultra rapida	Ambiti ove avvenga impilamento verticale di significative quantità di materiali combustibili con $h > 5,0 \text{ m}$ [2]. Stoccaggi classificati HHS4 oppure attività classificate HHP2, HHP3 o HHP4, secondo la norma UNI EN 12845. Ambiti ove siano presenti o in lavorazione significative quantità di sostanze o miscele pericolose ai fini dell'incendio, oppure materiali plastici cellulari/espansi o schiume combustibili non classificati per la reazione al fuoco.

A meno di valutazioni più approfondite da parte del progettista (es. dati di letteratura, misure dirette, ...), si ritengono *non significative* ai fini della presente classificazione almeno le quantità di materiali nei compartimenti con carico di incendio specifico $q_f \leq 200 \text{ MJ/m}^2$.

[1] Velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio.
[2] Con h altezza d'impilamento.

Tabella 5 - Velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio

Caratteristiche prevalenti degli occupanti δ_{occ}		Velocità caratteristica prevalente dell'incendio δ_a			
		1 lenta	2 media	3 rapida	4 ultra-rapida
A	Gli occupanti sono in stato di veglia ed hanno familiarità con l'edificio	A1	A2	A3	A4
B	Gli occupanti sono in stato di veglia e non hanno familiarità con l'edificio	B1	B2	B3	Non Ammesso [1]
C	Gli occupanti possono essere addormentati: [2]	C1	C2	C3	Non Ammesso [1]
Ci	• in attività individuale di lunga durata	Ci1	Ci2	Ci3	Non Ammesso [1]
Cii	• in attività gestita di lunga durata	Cii1	Cii2	Cii3	Non Ammesso [1]
Ciii	• in attività gestita di breve durata	Ciii1	Ciii2	Ciii3	Non Ammesso [1]
D	Gli occupanti ricevono cure mediche	D1	D2	Non Ammesso [1]	Non Ammesso
E	Occupanti in transito	E1	E2	E3	Non Ammesso [1]

[1] Per raggiungere un valore ammesso, δ_a può essere ridotto di un livello come specificato nel comma 3 del paragrafo G.3.2.1.
[2] Quando nel presente documento si usa il valore C1 la relativa indicazione è valida per Ci1, Cii1 e Ciii1. Se si usa C2 l'indicazione è valida per Ci2, Cii2 e Ciii2. Se si usa C3 l'indicazione è valida per Ci3, Cii3 e Ciii3..

Tabella 6 - Determinazione di R_{vita}

Nel nostro caso l'attività di magazzinaggio è classificata con **Rvita A2**.

Profilo di rischio Rbeni

Per questo profilo l'analisi del rischio è eseguita per l'intera attività a seconda del carattere strategico dell'opera da costruzione e dell'eventuale valore storico, culturale, architettonico o artistico e dei beni in essa contenuti.

- Si considera vincolata per arte o storia se essa o i beni contenuti sono tali a norma di legge;
- Risulta strategica se è tale a norma di legge o in considerazione di pianificazioni di soccorso pubblico e difesa civile o su indicazione del responsabile dell'attività.

		Opera da costruzione vincolata	
		No	Si
Opera da costruzione strategica	No	R _{beni} = 1	R _{beni} = 2
	Si	R _{beni} = 3	R _{beni} = 4

Tabella 7 - Determinazione di Rbeni

Dunque l'attività presenta un **Rbeni** pari a **1**.

Profilo di rischio Rambiente

Secondo quanto specificato nell'allegato, il rischio ambientale si può considerare mitigato nel momento in cui si applicano le misure antincendio per i profili di rischio Rvita e Rbeni, che permettono, in genere di valutare tale rischio come non significativo.

Attività	δ_{occ}	δ_a	Rvita	Rbeni	Rambiente
Magazzino	A	2	A2	1	Non significativo

Tabella 8 - tabella riassuntiva dei profili di rischio

5.2.3 Misure di sicurezza antincendio

Una volta individuati i profili di rischio dell'attività si passa alla fase di mitigazione del rischio. Questo processo è possibile andando ad applicare tutte le strategie antincendio date da misure di prevenzione, protezione e gestionali. Di fatto si passa all'applicazione della sezione S del Codice di Prevenzione Incendi.

S1 – REAZIONE AL FUOCO

La reazione al fuoco è una misura antincendio di protezione passiva che esplica i suoi principali effetti nella fase iniziale dell'incendio, con l'obiettivo di limitare l'innesco dei materiali e la propagazione dell'incendio. Essa si riferisce al comportamento al fuoco dei materiali nelle effettive *condizioni d'uso finali*, con particolare riguardo al grado di partecipazione all'incendio che essi manifestano in condizioni standardizzate di prova.

Se si fa riferimento alla seguente tabella, nel caso in esame (Rvita=A2) si ottiene che per i materiali sia lungo le vie di esodo che nel resto dei locali è attribuibile il livello di prestazione I. Questo vuol dire che la soluzione conforme ammette l'utilizzo di materiali non classificati (Gruppo GM4) in ogni ambito dell'attività.

Il *gruppo di materiali* GM4 è costituito da tutti i materiali non compresi nei *gruppi di materiali* GM0, GM1, GM2, GM3.

Livello di prestazione	Descrizione
I	Il contributo all'incendio dei materiali non è valutato
II	I materiali contribuiscono in modo significativo all'incendio
III	I materiali contribuiscono in modo moderato all'incendio
IV	I materiali contribuiscono in modo quasi trascurabile all'incendio
Per <i>contributo all'incendio</i> si intende l'energia rilasciata dai materiali che influenza la crescita e lo sviluppo dell'incendio in condizioni pre e post incendio generalizzato (flashover) secondo EN 13501-1.	

Tabella 9: Livelli di prestazione

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Vie d'esodo [1] non ricomprese negli altri criteri di attribuzione.
II	Vie d'esodo [1] dei compartimenti con profilo di rischio R_{vita} in B1.
III	Vie d'esodo [1] dei compartimenti con profilo di rischio R_{vita} in B2, B3, Cii1, Cii2, Cii3, Ciii1, Ciii2, Ciii3, E1, E2, E3.
IV	Vie d'esodo [1] dei compartimenti con profilo di rischio R_{vita} in D1, D2.
[1] Limitatamente a vie d'esodo verticali, percorsi d'esodo (corridoi, atri, filtri...) e spazi calmi	

Tabella 10: Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione alle vie d'esodo dell'attività

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Locali non ricompresi negli altri criteri di attribuzione
II	Locali di compartimenti con profilo di rischio R_{vita} in B2, B3, Cii1, Cii2, Cii3, Ciii1, Ciii2, Ciii3, E1, E2, E3
III	Locali di compartimenti con profilo di rischio R_{vita} in D1, D2.
IV	Su specifica richiesta del committente, previsti da capitolati tecnici di progetto, richiesti dalla autorità competente per costruzioni destinate ad attività di particolare importanza.

Tabella 11 - Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione ad altri locali dell'attività

S2 – RESISTENZA AL FUOCO

La finalità della resistenza al fuoco è quella di garantire la *capacità portante delle strutture* in condizioni di incendio nonché la *capacità di compartimentazione*, per un tempo minimo necessario al raggiungimento degli *obiettivi di sicurezza di prevenzione incendi*.

Nel nostro caso, andando ad applicare i criteri di attribuzione riportati in tabella, nonostante il profilo rischio R_{vita} sia A2, deve essere garantito, per la resistenza al fuoco, il livello di prestazione III.

Livello di prestazione	Descrizione
I	Assenza di conseguenze esterne per collasso strutturale
II	Mantenimento dei requisiti di resistenza al fuoco per un periodo sufficiente all'evacuazione degli occupanti in luogo sicuro all'esterno della costruzione.
III	Mantenimento dei requisiti di resistenza al fuoco per un periodo congruo con la durata dell'incendio.
IV	Requisiti di resistenza al fuoco tali da garantire, dopo la fine dell'incendio, un limitato danneggiamento della costruzione.
V	Requisiti di resistenza al fuoco tali da garantire, dopo la fine dell'incendio, il mantenimento della totale funzionalità della costruzione stessa.

Tabella 12 - Livelli di prestazione

Livello di prestazione	Descrizione
I	Opere da costruzione, comprensive di eventuali manufatti di servizio adiacenti nonché dei relativi impianti tecnologici di servizio, dove sono verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni: <ul style="list-style-type: none"> • compartimentate rispetto ad altre opere da costruzione eventualmente adiacenti e strutturalmente separate da esse e tali che l'eventuale cedimento strutturale non arrechi danni ad altre opere da costruzione o all'esterno del confine dell'area su cui sorge l'attività medesima; • adibite ad attività afferenti ad un solo <i>responsabile dell'attività</i> e con profilo di rischio R_{beni} pari ad 1; • non adibite ad attività che comportino presenza di occupanti, ad esclusione di quella occasionale e di breve durata di personale addetto.
II	Opere da costruzione o porzioni di opere da costruzione, comprensive di eventuali manufatti di servizio adiacenti nonché dei relativi impianti tecnologici di servizio, dove sono verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni: <ul style="list-style-type: none"> • compartimentate rispetto ad altre opere da costruzione eventualmente adiacenti; • strutturalmente separate da altre opere da costruzione e tali che l'eventuale cedimento strutturale non arrechi danni alle stesse o all'esterno del confine dell'area su cui sorge l'attività medesima; oppure, in caso di assenza di separazione strutturale, tali che l'eventuale cedimento della porzione non arrechi danni al resto dell'opera da costruzione o all'esterno del confine dell'area su cui sorge l'attività medesima; • adibite ad attività afferenti ad un solo <i>responsabile dell'attività</i> e con i seguenti profili di rischio: <ul style="list-style-type: none"> ○ $R_{v,sa}$ compresi in A1, A2, A3, A4; ○ R_{beni} pari ad 1; • densità di affollamento $\leq 0,2$ persone/m²; • non prevalentemente destinate ad occupanti con disabilità; • aventi piani situati a quota compresa tra -5 m e 12 m.
III	Opere da costruzione non ricomprese negli altri criteri di attribuzione.
IV, V	Su specifica richiesta del committente, previsti da capitolati tecnici di progetto, richiesti dalla autorità competente per opere da costruzione destinate ad attività di particolare importanza.

Tabella 13 - Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione

Soluzioni conformi per il livello di prestazione III

1. Devono essere verificate le prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni in base agli incendi convenzionali di progetto.
2. La *classe minima di resistenza al fuoco* è ricavata per compartimento in relazione al carico di incendio specifico di progetto $q_{f,d}$.

Pertanto per applicare la soluzione conforme per il livello di prestazione III è necessario ricavare la classe minima di resistenza al fuoco in relazione al carico di incendio specifico di progetto $q_{f,d}$ secondo le modalità indicate al paragrafo S2.9, utilizzando l'espressione:

$$q_{f,d} = \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \delta_n \cdot q_f$$

dove:

$q_{f,d}$ carico d'incendio specifico di progetto [MJ/m²]

δ_{q1} fattore legato alla dimensione del compartimento

δ_{q2} fattore legato al tipo di attività svolta nel compartimento

δ_n fattore dipendente dalle differenti misure antincendio previste nel compartimento

q_f valore nominale del carico d'incendio specifico [MJ/m²]

Dal momento che la superficie lorda del compartimento è superiore ai 10000 m² si ha che il fattore δ_{q1} , legato alla dimensione del compartimento, è pari a 2. Mentre per δ_{q2} è stata scelta una classe di incendio pari a II, e quindi $\delta_{q2} = 1$. Infine è stato calcolato il fattore δ_n , andando a considerare le misure antincendio previste per il compartimento, quali reti idranti con protezione interna ed esterna, controllo di fumi e calore, rivelazione ed allarme.

Per quanto riguarda il valore nominale del carico d'incendio specifico si è fatto riferimento a un valore standard che, nel caso di un'attività di grande magazzino, è pari a 400 MJ/m² come valore di base. Considerando un frattile all'80% pari a 1,75 si è ottenuto il valore effettivo del carico di incendio specifico, pari a 700 MJ/m². Di seguito si riporta il carico d'incendio specifico di progetto ottenuto e le tabelle da cui sono stati presi i vari fattori:

$$q_{f,d} = 2 \cdot 1 \cdot 0,61 \cdot 700 = 854 \text{ MJ/m}^2$$

Pertanto per raggiungere il richiesto livello di prestazione III applicando le soluzioni conformi, per la misura di resistenza al fuoco dovrà essere garantita la classe minima che si ricava dalla seguente tabella, ovvero, nel caso in esame, tutte le strutture portanti e separanti dell'attività devono garantire una classe minima di resistenza al fuoco pari a 60.

Superficie lorda del compartimento (m ²)	δ_{q1}	Superficie lorda del compartimento (m ²)	δ_{q1}
$A < 500$	1,00	$2.500 \leq A < 5.000$	1,60
$500 \leq A < 1.000$	1,20	$5.000 \leq A < 10.000$	1,80
$1.000 \leq A < 2.500$	1,40	$A \geq 10.000$	2,00

Tabella 14 - Parametri per la definizione del fattore δ_{q1}

Classi di incendio	Descrizione	δ_{q2}
I	Aree che presentano un basso rischio di incendio in termini di probabilità di innesco, velocità di propagazione delle fiamme e possibilità di controllo dell'incendio da parte delle squadre di emergenza.	0,80
II	Aree che presentano un moderato rischio di incendio in termini di probabilità d'innesco, velocità di propagazione di un incendio e possibilità di controllo dell'incendio stesso da parte delle squadre di emergenza	1,00
III	Aree che presentano un alto rischio di incendio in termini di probabilità d'innesco, velocità di propagazione delle fiamme e possibilità di controllo dell'incendio da parte delle squadre di emergenza	1,20

Tabella 15 - Parametri per la definizione del fattore δ_{q2}

Misura antincendio minima		δ_{ni}	
Controllo dell'incendio di livello di prestazione III (Capitolo S.6)	rete idranti con protezione interna	δ_{n1}	0,90
	rete idranti con protezione interna ed esterna	δ_{n2}	0,80
Controllo dell'incendio di livello di prestazione IV (Capitolo S.6)	sistema automatico ad acqua o schiuma e rete idranti con protezione interna	δ_{n3}	0,54
	altro sistema automatico e rete idranti con protezione interna	δ_{n4}	0,72
	sistema automatico ad acqua o schiuma e rete idranti con protezione interna ed esterna	δ_{n5}	0,48
	altro sistema automatico e rete idranti con protezione interna ed esterna	δ_{n6}	0,64
Gestione della sicurezza antincendio di livello di prestazione II [1] (Capitolo S.5)		δ_{n7}	0,90
Controllo di fumi e calore di livello di prestazione III (Capitolo S.8)		δ_{n8}	0,90
Rivelazione ed allarme di livello di prestazione III (Capitolo S.7)		δ_{n9}	0,85
Operatività antincendio di livello di prestazione IV (Capitolo S.9)		δ_{n10}	0,81
[1] Gli addetti antincendio devono garantire la presenza continuativa durante le 24 ore.			

Tabella 16 - Parametri per la definizione dei fattori δ_{ni}

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
$q_{f,d} > 2400 \text{ MJ/m}^2$	240

Tabella 17 - Classe minima di resistenza al fuoco

S3 – COMPARTIMENTAZIONE

La finalità della compartimentazione è di limitare la propagazione dell'incendio e dei suoi effetti verso altre attività o all'interno della stessa attività. Di seguito sono riportati i livelli di prestazione ed i criteri di attribuzione dei suddetti livelli per la presente misura.

Livello di prestazione	Descrizione
I	Nessun requisito
II	E contrastata per un periodo congruo con la durata dell'incendio: <ul style="list-style-type: none">• la propagazione dell'incendio verso altre attività;• la propagazione dell'incendio all'interno della stessa attività.
III	E contrastata per un periodo congruo con la durata dell'incendio: <ul style="list-style-type: none">• la propagazione dell'incendio verso altre attività;• la propagazione dell'incendio e dei fumi freddi all'interno della stessa attività.

Tabella 18 - Livelli di prestazione

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Non ammesso nelle attività soggette
II	Attività non ricomprese negli altri criteri di attribuzione
III	In relazione alle risultanze della valutazione del rischio nell'ambito e in ambiti limitrofi della stessa attività (es. attività con elevato affollamento, attività con geometria complessa o piani interrati, elevato carico di incendio specifico q_f , presenza di sostanze o miscele pericolose in quantità significative, presenza di lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio, ...). Si può applicare in particolare ove sono presenti compartimenti con profilo di rischio R_{vita} compreso in D1, D2, Cii2, Cii3, Ciii2, Ciii3, per proteggere gli occupanti che dormono o che ricevono cure mediche.

Tabella 19 - Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione

Soluzioni conformi per il livello di prestazione II

Al compartimento ospitante l'attività di magazzinaggio è attribuibile il livello di prestazione II. Anche in questo caso, per ottenere il livello II di prestazione, la soluzione può essere ottenuta sia con la compartimentazione che con l'adozione di opportune distanze di separazione, al fine di evitare la propagazione di un eventuale incendio.

La dimensione del compartimento dovrà rispettare i limiti previsti dalla seguente tabella e, nel caso specifico, non devono essere superati i 64000 mq, in funzione della quota del compartimento pari a 12 m, e del profilo di rischio $R_{vita}=A2$.

R _{vita}	Quota del compartimento								
	< -15 m	< -10 m	< -5 m	< -1 m	≤ 12 m	≤ 24 m	≤ 32 m	≤ 54 m	> 54 m
A1	2000	4000	8000	16000	[1]	32000	16000	8000	4000
A2	1000	2000	4000	8000	64000	16000	8000	4000	2000
A3	[na]	1000	2000	4000	32000	4000	2000	1000	[na]
A4	[na]	[na]	[na]	[na]	16000	[na]	[na]	[na]	[na]
B1	[na]	2000	8000	16000	64000	16000	8000	4000	2000
B2	[na]	1000	4000	8000	32000	8000	4000	2000	1000
B3	[na]	[na]	1000	2000	16000	4000	2000	1000	[na]
Cii1, Ciii1	[na]	[na]	[na]	2000	16000	8000	8000	8000	4000
Cii2, Ciii2	[na]	[na]	[na]	1000	8000	4000	4000	2000	2000
Cii3, Ciii3	[na]	[na]	[na]	[na]	4000	2000	2000	1000	1000
D1	[na]	[na]	[na]	1000	2000	2000	1000	1000	1000
D2	[na]	[na]	[na]	1000	2000	1000	1000	1000	[na]
E1	2000	4000	8000	16000	[1]	32000	16000	8000	4000
E2	1000	2000	4000	8000	[1]	16000	8000	4000	2000
E3	[na]	[na]	2000	4000	16000	4000	2000	[na]	[na]

La massima superficie lorda è ridotta del 50% per i compartimenti con R_{ambiente} significativo.
[na] Non ammesso
[1] Senza limite

Tabella 20 - Massima superficie lorda dei compartimenti in m²

Tutte le chiusure dei varchi di comunicazione tra compartimenti devono essere munite di autochiusura (es. porte) o essere mantenute permanentemente chiuse (es. sportelli di cavedi impiantistici). Inoltre tutte le chiusure dei varchi tra compartimenti e vie di esodo di una stessa attività dovrebbero essere almeno a tenuta di fumi caldi e freddi. Infine, le porte tagliafuoco installate lungo le principali vie di passaggio degli occupanti dovrebbero essere preferibilmente munite di fermo elettromagnetico in apertura, asservito ad IRAI.

Le porte tagliafuoco presenti saranno contrassegnate su entrambi i lati con segnale riportante il messaggio “porta tagliafuoco tenere chiusa” oppure “porta tagliafuoco a chiusura automatica” se munite di fermo elettromagnetico in apertura.



Figura 51 - Esempi di segnali UNI EN ISO 7010-F007

S4 – ESODO

La finalità del *sistema d'esodo* è di assicurare che gli occupanti dell'attività possano raggiungere un *luogo sicuro* o permanere al sicuro, autonomamente o con assistenza, prima che l'incendio determini condizioni *incapacitanti* negli ambiti dell'attività ove si trovano. Il sistema d'esodo deve assicurare la prestazione richiesta a prescindere dall'intervento dei Vigili del fuoco.

Nel caso considerato, applicando i criteri riportati nella seguente tabella, può essere attribuito il livello di prestazione I.

Livello di prestazione	Descrizione
I	Gli occupanti raggiungono un <i>luogo sicuro</i> prima che l'incendio determini condizioni <i>incapacitanti</i> negli ambiti dell'attività attraversati durante l'esodo.
II	Gli occupanti sono protetti dagli effetti dell'incendio nel luogo in cui si trovano.

Tabella 21 - Livelli di prestazione

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Tutte le attività
II	Ambiti per i quali non sia possibile assicurare il livello di prestazione I (es. a causa di dimensione, ubicazione, abilità degli occupanti, tipologia dell'attività, caratteristiche geometriche particolari, vincoli architettonici, ...)

Tabella 22 - Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione

La progettazione sarà basata sulla scelta di soluzioni conformi utilizzando la procedura illustrata di seguito.

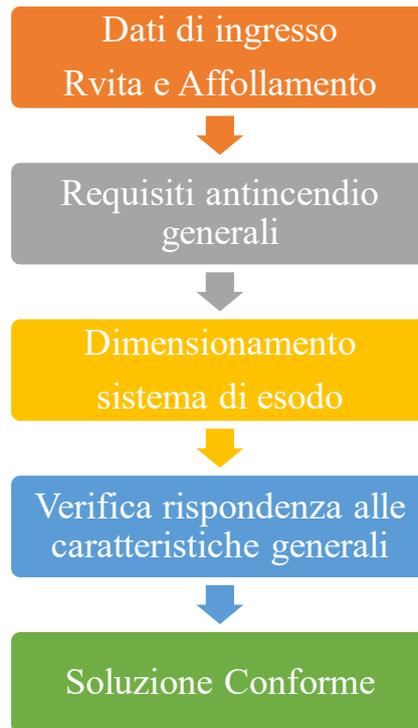


Figura 52 - Procedura per la progettazione con soluzioni conformi

Nel caso in cui la verifica di rispondenza alle caratteristiche generali non sia soddisfatta è necessario ripartire con la progettazione dal primo punto.

Il numero di persone presenti (affollamento), che costituisce il principale dato di ingresso del calcolo assieme al profilo di rischio Rvita, nel caso specifico è stato assunto pari a 100.

La modalità d'esodo per l'attività in esame è la procedura d'esodo simultaneo dall'unico compartimento presente. Sono previste una serie di vie di uscita verso il luogo sicuro, coincidente con la pubblica via come previsto dal par S4.5.1. Le porte si apriranno a spinta nel verso dell'esodo e dovranno essere dotate di dispositivi di apertura, conformemente a quanto previsto dalla seguente tabella.

Tali uscite saranno contrassegnate con un cartello riportante il messaggio "Uscita di emergenza, lasciare libero il passaggio".

Ambito servito	Caratteristiche della porta		
	Occupanti serviti [1]	Verso di apertura	Dispositivo di apertura
Ambiti dell'attività non aperti al pubblico	n > 50 occupanti	Nel verso dell'esodo [2]	UNI EN 1125 [3]
Ambiti dell'attività aperti al pubblico	n > 25 occupanti		
Aree a rischio specifico	n > 10 occupanti		
	n > 5 occupanti	UNI EN 179 [3 [4]	
Altri casi	Secondo risultanze della valutazione del rischio [5]		

[1] Numero degli occupanti che impiegano la singola porta nella condizione d'esodo più gravosa, considerando anche la verifica di ridondanza di cui al paragrafo S.4.8.6.
[2] Qualora l'esodo possa avvenire nelle due direzioni devono essere previste specifiche misure (es. porte distinte per ciascuna direzione, porte apribili nelle due direzioni, porte ad azionamento automatico, segnaletica variabile, ...). Sono escluse dal verso di apertura le porte ad azionamento automatico del tipo a scorrimento.
[3] Oppure dispositivo per specifiche necessità, da selezionare secondo risultanze della valutazione del rischio (es. EN 13633, EN 13637, ...).
[4] I dispositivi UNI EN 179 sono progettati per l'impiego da parte di personale specificamente formato.
[5] Ove possibile, è preferibile che il verso di apertura sia comunque nel senso dell'esodo, anche qualora si mantenga il dispositivo di apertura ordinario.

Tabella 23 - Caratteristiche delle porte ad apertura manuale lungo le vie d'esodo



Figura 53 - Esempio di segnale per uscita finale

Il sistema d'esodo sarà facilmente riconosciuto dagli occupanti grazie ad apposita segnaletica di sicurezza; saranno inoltre installate planimetrie semplificate e orientate per un più agevole wayfinding, utilizzando le indicazioni riportate al par. S4.5.9 e la segnaletica conforme alla normativa.

				
E007 Luogo sicuro	E024 Spazio calmo	E001 Via d'esodo	E026 Via d'esodo verso spazio calmo	E060 Sedia d'evacuazione

Figura 54 - Esempi di segnali UNI EN ISO 7010

Il numero minimo di vie d'esodo ed uscite indipendenti è calcolato secondo i criteri di cui al par 4.8.1; secondo la seguente tabella, in funzione del numero di occupanti e del

profilo di rischio $R_{vita}=A2$, sarebbero sufficienti due uscite, nel rispetto delle massime lunghezze d'esodo e dei corridoi ciechi.

R_{vita}	Affollamento dell'ambito servito	Numero minimo uscite indipendenti
Qualsiasi	> 500 occupanti	3
B1 [1], B2 [1], B3 [1]	> 150 occupanti	
Altri casi		2
Se ammesso corridoio cieco secondo le prescrizioni del paragrafo S.4.8.2.		1
[1] Ambiti con densità d'affollamento > 0,4 p/m ²		

Tabella 24 - Numero minimo di uscite indipendenti da locale o spazio a cielo libero

La scelta progettuale prevede dieci uscite dirette e diciotto uscite sotterranee che prevedono l'utilizzo di apposite gallerie, per le quali è verificata la massima lunghezza d'esodo e dei corridoi ciechi in funzione di R_{vita} , come riportato nei par S.4.8.2 e S.4.8.3.

R_{vita}	Max affollamento	Max lunghezza L_{cc}	R_{vita}	Max affollamento	Max lunghezza L_{cc}
A1		≤ 45 m	B1, E1	≤ 50 occupanti	≤ 25 m
A2	≤ 100 occupanti	≤ 30 m	B2, E2		≤ 20 m
A3		≤ 15 m	B3, E3		≤ 15 m
A4	≤ 50 occupanti	≤ 15 m	Cii1, Ciii1		≤ 20 m
D1		≤ 20 m	Cii2, Ciii2		≤ 15 m
D2		≤ 15 m	Cii3, Ciii3		≤ 10 m
I valori delle massime lunghezze di corridoio cieco di riferimento L_{cc} possono essere incrementati in relazione a requisiti antincendio aggiuntivi, secondo la metodologia del paragrafo S.4.10.					

Tabella 25 - Condizioni per il corridoio cieco

R_{vita}	Max lunghezza d'esodo L_{es}	R_{vita}	Max lunghezza d'esodo L_{es}
A1	< 70 m	B1, E1	≤ 60 m
A2	< 60 m	B2, E2	≤ 50 m
A3	≤ 45 m	B3, E3	≤ 40 m
A4	≤ 30 m	Cii1, Ciii1	≤ 40 m
D1	≤ 30 m	Cii2, Ciii2	≤ 30 m
D2	≤ 20 m	Cii3, Ciii3	≤ 20 m
I valori delle massime lunghezze d'esodo di riferimento possono essere incrementati in relazione a requisiti antincendio aggiuntivi, secondo la metodologia del paragrafo S.4.10.			

Tabella 26 - Massime lunghezze d'esodo

Risultano anche verificate le larghezze minime delle vie d'esodo orizzontali che devono essere calcolate secondo le indicazioni riportate ai par 4.8.5. e 4.8.7, utilizzando i valori di larghezza unitaria della seguente tabella in funzione di $R_{vita}=A2$.

R_{vita}	Larghezza unitaria	Δt_{coda}	R_{vita}	Larghezza unitaria	Δt_{coda}
A1	3,40	330 s	B1, C1, E1	3,60	310 s
A2	3,80	290 s	B2, C2, D1, E2	4,10	270 s
A3	4,60	240 s	B3, C3, D2, E3	6,20	180 s
A4	12,30	90 s	-	-	-

I valori delle larghezze unitarie sono espressi in mm/persona ed assicurano una durata dell'attesa in coda, per gli occupanti che impiegano la specifica via d'esodo, non superiore a Δt_{coda} .

Tabella 27 - Larghezze unitarie per vie d'esodo orizzontali

La larghezza minima delle vie d'esodo orizzontali è calcolata con la formula:

$$L_o = L_U \cdot n_o$$

con:

- L_o larghezza minima della via d'esodo orizzontale [mm]
- L_U larghezza unitaria per le vie d'esodo orizzontali determinata dalla tabella S.4-27 in funzione del profilo di rischio R_{vita} di riferimento; [mm/persona]
- n_o numero degli occupanti che impiegano tale via d'esodo orizzontale, nelle condizioni d'esodo più gravose (par. S.4.8.6)

Il Codice prevede comunque per le vie d'esodo delle larghezze minime non inferiori a quelle riportate nella seguente tabella, ovvero non inferiori a 900 mm, condizione verificata nel caso in esame in quanto si hanno uscite rispettivamente di larghezza pari a 1200 mm e 900 mm. Risulta abbondantemente soddisfatta anche la verifica di ridondanza prevista dal par. 4.8.6; difatti rendendo indisponibile una via d'esodo alla volta, si continua garantire l'esodo degli occupanti presenti.

Larghezza	Criterio
≥ 1200 mm	Affollamento dell'ambito servito > 1000 occupanti
≥ 1000 mm	Affollamento dell'ambito servito > 300 occupanti
≥ 900 mm	Affollamento dell'ambito servito ≤ 300 occupanti Larghezza adatta anche a coloro che impiegano ausili per il movimento
≥ 800 mm	Varchi da ambito servito con affollamento ≤ 50 occupanti
≥ 700 mm	Varchi da ambito servito con affollamento ≤ 10 occupanti (es. singoli uffici, camere d'albergo, locali di abitazione, appartamenti, ...)
≥ 600 mm	Ambito servito ove vi sia esclusiva presenza di personale specificamente formato, oppure occasionale e di breve durata di un numero limitato di occupanti (es. locali impianti o di servizio, piccoli depositi, ...).
L'affollamento dell'ambito servito corrisponde al totale degli occupanti che impiegano ciascuna delle vie d'esodo che si dipartono da tale ambito.	

Tabella 28 - Larghezze minime per vie d'esodo orizzontali

S5 – GESTIONE DELLA SICUREZZA ANTINCENDIO

La *gestione della sicurezza antincendio* (GSA) rappresenta la misura antincendio organizzativa e gestionale dell'attività atta a garantirne, nel tempo, un adeguato livello di sicurezza in caso di incendio.

Di seguito si riportano le due tabelle relative ai livelli di prestazione per la Gestione della Sicurezza Antincendio e ai criteri di attribuzione.

Livello di prestazione	Descrizione
I	Gestione della sicurezza antincendio per il mantenimento delle condizioni di esercizio e di risposta all'emergenza
II	Gestione della sicurezza antincendio per il mantenimento delle condizioni di esercizio e di risposta all'emergenza con struttura di supporto
III	Gestione della sicurezza antincendio per il mantenimento delle condizioni di esercizio e di risposta all'emergenza con struttura di supporto dedicata

Tabella 29 - Livelli di prestazione

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	<p>Attività ove siano verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> • profili di rischio: <ul style="list-style-type: none"> ◦ R_{vita} compresi in A1, A2; ◦ R_{beni} pari a 1; ◦ $R_{ambiente}$ non significativo; • non prevalentemente destinata ad occupanti con disabilità; • tutti i piani dell'attività situati a quota compresa tra -10 m e 54 m; • carico di incendio specifico $q_f \leq 1200 \text{ MJ/m}^2$; • non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative; • non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.
II	Attività non ricomprese negli altri criteri di attribuzione
III	<p>Attività ove sia verificato <i>almeno una</i> delle seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> • profilo di rischio R_{beni} compreso in 3, 4; • se aperta al pubblico: affollamento complessivo > 300 occupanti; • se non aperta al pubblico: affollamento complessivo > 1000 occupanti; • numero complessivo di posti letto > 100 e profili di rischio R_{vita} compresi in D1, D2, Ciii1, Ciii2, Ciii3; • si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative ed affollamento complessivo > 25 occupanti; • si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio ed affollamento complessivo > 25 occupanti.

Tabella 30 - Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione

Il caso in esame rispetta tutte le condizioni per l'attribuzione all'attività del livello di prestazione I, pertanto saranno applicate le indicazioni previste per la corrispondente soluzione conforme riportate in tabella, che dà indicazioni su compiti e funzioni della struttura organizzativa minima, sulla GSA in esercizio e sulla GSA in emergenza con i relativi adempimenti minimi.

Struttura organizzativa minima	Compiti e funzioni
Responsabile dell'attività	<ul style="list-style-type: none"> • organizza la GSA in esercizio; • organizza la GSA in emergenza; • [1] predispone, attua e verifica periodicamente il piano d'emergenza; • [1] provvede alla formazione ed informazione del personale su procedure ed attrezzature; • [1] nomina le figure della struttura organizzativa.
[1] Addetti al servizio antincendio	Attuano la GSA in esercizio ed in emergenza.
GSA in esercizio	Come prevista al paragrafo S.5.7, limitatamente ai paragrafi ai paragrafi S.5.7.1, S.5.7.3, S.5.7.4, S.5.7.5 e S.5.7.8.
GSA in emergenza	Come prevista al paragrafo S.5.8
[1] Solo se attività lavorativa	

Tabella 31 - Soluzioni conformi per il livello di prestazione I

Nello specifico, per garantire il livello di prestazione I, la soluzione conforme prevede che la struttura organizzativa minima sia costituita dal responsabile dell'attività e dagli

addetti al servizio antincendio, che hanno il compito di attuare la GSA in esercizio e in emergenza.

Il responsabile dell'attività ha, invece, i seguenti compiti:

- organizza la GSA in esercizio ed in emergenza;
- predispone, attua e verifica periodicamente il piano d'emergenza;
- provvede alla formazione ed informazione del personale su procedure ed attrezzature;
- nomina le figure della struttura organizzativa.

In aggiunta, dato che una corretta progettazione della gestione della sicurezza implica uno scambio di informazioni tra progettista e responsabile dell'attività, quest'ultimo deve fornire le informazioni relative ai pericoli di incendio e tutti gli altri dati di input necessari ai fini della valutazione del rischio di incendio.

Nel caso specifico, in funzione di quanto previsto al par S5.6, sono state fornite le seguenti indicazioni:

a. Limitazioni d'esercizio dell'attività

Gli occupanti del magazzino hanno familiarità con l'edificio e per essi è prevista un'attività di formazione ed informazione con esercitazioni periodiche.

b. Misure antincendio

Per il tipo di attività in esame, si ritiene sufficiente una protezione costituita da un impianto sprinkler lungo tutto il magazzino e al sopra di ogni scaffale, da un impianto di rivelazione fumi, e da un impianto di allarme incendio che prevede pulsanti e pannelli ottico-acustici.

c. Manutenzione e controllo periodico

Gli impianti tecnologici e quelli rilevanti ai fini antincendio dovranno ricevere regolare manutenzione, che deve essere riportata nel Registro antincendio.

d. Numero occupanti

Il massimo affollamento dei locali coincide con il numero di lavoratori, dato che l'attività in esame non è aperta al pubblico e sarà adottata la procedura di esodo simultaneo.

e. Gestione dell'emergenza

I dipendenti dovranno essere formati e informati costantemente e dovranno essere effettuate esercitazioni periodiche, secondo le modalità previste nel documento di valutazione dei rischi. Inoltre è previsto il presidio interno vigili del fuoco.

Per quanto riguarda la GSA in condizioni d'esercizio, il responsabile dell'attività deve predisporre un registro dei controlli periodici, da mantenere costantemente aggiornato e disponibile per gli organi di controllo, dove siano annotati:

- i controlli, le verifiche, gli interventi di manutenzione su sistemi, dispositivi, attrezzature e le altre misure antincendio adottate;
- le attività di informazione, formazione ed addestramento;
- le prove di evacuazione

In merito al controllo e alla manutenzione degli impianti e delle attrezzature antincendio, gli stessi devono essere effettuati nel rispetto delle disposizioni vigenti, secondo la regola dell'arte in accordo a norme, TS e TR pertinenti, ed al manuale d'uso e manutenzione dell'impianto e dell'attrezzatura.

In particolare, essendo presenti gli estintori e l'impianto di rivelazione e allarme incendi, dalla tabella seguente si può avere un utile riferimento delle norme per la loro verifica, controllo e manutenzione.

Per quanto riguarda la preparazione dell'emergenza trattandosi del livello di prestazione I, sarà sufficiente fornire informazione al personale ed agli occupanti sui comportamenti da tenere. Tale informazione comprende:

- istruzioni per la chiamata del soccorso pubblico e le informazioni da fornire per consentire un efficace soccorso;
- istruzioni di primo intervento, attraverso:
 - azioni del responsabile dell'attività in rapporto alle squadre di soccorso;
 - azioni degli eventuali addetti antincendio in riferimento alla lotta antincendio ed all'esodo, compreso l'impiego di dispositivi di protezione ed attrezzature;
 - azioni per la messa in sicurezza di apparecchiature ed impianti;
- istruzioni per l'esodo degli occupanti, anche per mezzo di idonea segnaletica;
- istruzioni per prestare assistenza agli occupanti con specifiche necessità
- istruzioni per il ripristino delle condizioni di sicurezza dopo l'emergenza.

Durante l'emergenza, infine, la GSA deve prevedere l'attivazione ed attuazione del piano di emergenza, con l'attivazione delle procedure d'emergenza immediatamente successiva alla rivelazione manuale o automatica dell'incendio.

Impianto o attrezzatura antincendio	Norme e TS per verifica, controllo, manutenzione
Estintori	UNI 9994-1
RI	UNI 10779, UNI EN 671-3, UNI EN 12845
SPK	UNI EN 12845
IRAI	UNI 11224
SEFC	UNI 9494-3
Sistemi a pressione differenziale	UNI EN 12101-6
Sistemi a polvere	UNI EN 12416-2
Sistemi a schiuma	UNI EN 13565-2
Sistemi spray ad acqua	UNI CEN/TS 14816
Sistema estinguente ad aerosol condensato	UNI ISO 15779
Sistemi a riduzione di ossigeno	UNI EN 16750
Porte e finestre apribili resistenti al fuoco	UNI 11473
Sistemi di spegnimento ad estinguente gassoso	UNI 11280

Tabella 32 - Riferimenti per verifica, controllo e manutenzione di impianti e attrezzature antincendio

S6 – CONTROLLO DELL'INCENDIO

La presente misura antincendio ha come scopo l'individuazione dei presidi antincendio da installare nell'attività per:

- a. la protezione nei confronti di un *principio di incendio*;
- b. la protezione manuale o automatica, finalizzata all'*inibizione* o al *controllo* dell'incendio;
- c. la protezione mediante completa *estinzione* di un incendio.

Le tabelle seguenti riportano rispettivamente i livelli di prestazione individuati e i relativi criteri di attribuzione:

Livello di prestazione	Descrizione
I	Nessun requisito
II	Estinzione di un principio di incendio
III	Controllo o estinzione manuale dell'incendio
IV	Inibizione, controllo o estinzione dell'incendio con sistemi automatici estesi a porzioni di attività
V	Inibizione, controllo o estinzione dell'incendio con sistemi automatici estesi a tutta l'attività

Tabella 33 - Livelli di prestazione

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Non ammesso nelle attività soggette
II	Ambiti dove siano verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni: <ul style="list-style-type: none"> • profili di rischio: <ul style="list-style-type: none"> ◦ R_{vita} compresi in A1, A2, B1, B2, Cii1, Cii2, Ciii1, Ciii2; ◦ R_{beni} pari a 1, 2; ◦ $R_{ambiente}$ non significativo; • tutti i piani dell'attività situati a quota compresa tra -5 m e 32 m; • carico di incendio specifico $q_f \leq 600 \text{ MJ/m}^2$; • per compartimenti con $q_f > 200 \text{ MJ/m}^2$: superficie lorda $\leq 4000 \text{ m}^2$; • per compartimenti con $q_f \leq 200 \text{ MJ/m}^2$: superficie lorda qualsiasi; • non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative; • non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.
III	Ambiti non ricompresi negli altri criteri di attribuzione.
IV	In relazione alle risultanze della valutazione del rischio nell'ambito e in ambiti limitrofi della stessa attività (es. ambiti di attività con elevato affollamento, ambiti di attività con geometria complessa o piani interrati, elevato carico di incendio specifico q_f , ³ presenza di sostanze o miscele pericolose in quantità significative, presenza di lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio, ...).
V	Su specifica richiesta del committente, previsti da capitolati tecnici di progetto, richiesti dalla autorità competente per costruzioni destinate ad attività di particolare importanza, previsti da regola tecnica verticale.

Tabella 34 - Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione

Il caso in esame rispetta tutte le condizioni per l'attribuzione del livello di prestazione II, tuttavia a causa della particolare importanza dell'attività e dei prodotti immagazzinati, è stata prevista l'applicazione della soluzione conforme relativa al livello di prestazione V.

Nello specifico:

- devono essere rispettate le prescrizioni del livello di prestazione IV
- il sistema automatico di inibizione, controllo o estinzione dell'incendio deve essere esteso a protezione dell'*intera attività*

Innanzitutto essere installata una *rete idranti* (RI) a protezione dell'*intera* in relazione alle risultanze della valutazione del rischio, secondo le indicazioni del paragrafo S.6.8.

Inoltre, sarà necessario garantire l'estinzione di un principio di incendio per mezzo di estintori il cui numero, capacità estinguente e posizione sarà determinato secondo quanto previsto nelle seguenti tabelle. Per garantire le prescrizioni relative al livello di prestazione IV si è scelto di predisporre degli estintori di classe 34 A 233 B C a una distanza massima di 20 m.

Bisogna, infine, tenere presente che gli estintori devono essere sempre disponibili per l'uso immediato, pertanto devono essere collocati:

- in posizione facilmente visibile e raggiungibile, lungo i percorsi d'esodo in prossimità delle uscite dei locali, di piano o finali;
- in prossimità delle aree a rischio specifico.

Inoltre, per consentire a tutti gli occupanti di impiegare gli estintori, le impugnature dei presidi manuali dovrebbero essere collocate ad una quota di circa 110 cm dal piano di calpestio.

In ogni caso, gli estintori devono essere sempre disponibili per l'uso immediato e quindi essere collocati in posizione facilmente visibile e raggiungibile, in prossimità delle uscite di piano e lungo i percorsi d'esodo, in prossimità delle aree a rischio specifico. Devono inoltre essere provvisti di adeguata segnaletica di sicurezza.

S7 – RIVELAZIONE ED ALLARME

Gli *impianti di rivelazione incendio e segnalazione allarme incendi* (IRAI) sono realizzati con l'obiettivo di sorvegliare gli ambiti di una attività, rivelare precocemente un incendio e diffondere l'allarme al fine di:

- a. attivare le misure protettive (es. impianti automatici di inibizione, controllo o estinzione, ripristino della compartimentazione, evacuazione di fumi e calore, controllo o arresto di impianti tecnologici di servizio e di processo, ...);
- b. attivare le misure gestionali (es. piano e procedure di emergenza e di esodo, ...) progettate e programmate in relazione all'incendio rivelato ed all'ambito ove tale principio di incendio si è sviluppato rispetto all'intera attività sorvegliata.

Le tabelle seguenti riportano rispettivamente i livelli di prestazione ed i relativi criteri di attribuzione.

Livello di prestazione	Descrizione
I	Rivelazione e diffusione dell'allarme di incendio mediante sorveglianza degli ambiti da parte degli occupanti dell'attività.
II	Rivelazione manuale dell'incendio mediante sorveglianza degli ambiti da parte degli occupanti dell'attività e conseguente diffusione dell'allarme.
III	Rivelazione automatica dell'incendio e diffusione dell'allarme mediante sorveglianza di ambiti dell'attività.
IV	Rivelazione automatica dell'incendio e diffusione dell'allarme mediante sorveglianza dell'intera attività.

Tabella 35 - Livelli di prestazione

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	<p>Ambiti dove siano verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> • profili di rischio: <ul style="list-style-type: none"> ◦ R_{vita} compresi in A1, A2; ◦ R_{beni} pari a 1; ◦ $R_{ambiente}$ non significativo; • attività non aperta al pubblico; • densità di affollamento $\leq 0,2$ persone/m²; • non prevalentemente destinata ad occupanti con disabilità; • tutti i piani dell'attività situati a quota compresa tra -5 m e 12 m; • carico di incendio specifico $q_f \leq 600$ MJ/m²; • superficie lorda di ciascun compartimento ≤ 4000 m²; • non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative; • non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.
II	<p>Ambiti dove siano verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> • profili di rischio: <ul style="list-style-type: none"> ◦ R_{vita} compresi in A1, A2, B1, B2; ◦ R_{beni} pari a 1; ◦ $R_{ambiente}$ non significativo; • densità di affollamento $\leq 0,7$ persone/m²; • tutti i piani dell'attività situati a quota compresa tra -10 m e 54 m; • carico di incendio specifico $q_f \leq 600$ MJ/m²; • non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative; • non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.
III	Ambiti non ricompresi negli altri criteri di attribuzione.
IV	In relazione alle risultanze della valutazione del rischio nell'ambito e in ambiti limitrofi della stessa attività (es. ambiti o attività con elevato affollamento, ambiti o attività con geometria

	complessa o piani interrati, elevato carico di incendio specifico q_f , presenza di sostanze o miscele pericolose in quantità significative, presenza di lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio, presenza di inneschi significativi,...).
--	---

Tabella 36 - Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione

Per questa misura è stata scelta una soluzione per garantire il livello di prestazione III, anche in funzione dei fattori utilizzati nel calcolo del carico di incendio specifico, da cui deriva l'attribuzione della classe minima di resistenza al fuoco del compartimento.

Pertanto, le soluzioni conformi per la misura rivelazione ed allarme incendio con livello di prestazione III devono rispettare le indicazioni fornite nel par.S7.4.3 e sintetizzate in tabella 40 e 41, in cui sono indicate le funzioni degli IRAI.

In particolare, sono considerati soluzioni conformi gli IRAI progettati, installati e gestiti in conformità alla vigente regolamentazione e alle norme e documenti tecnici adottati dall'ente di normazione nazionale. Pertanto la scelta progettuale è quella di prevedere un IRAI progettato, installato e gestito conformemente a quanto previsto dalla norma UNI 9795, con le funzioni minime, principali e secondarie, indicate nel par. S.7.4.3 e in tabella 39.

Livello di prestazione	Aree sorvegliate	Funzioni minime degli IRAI		Funzioni di evacuazione ed allarme	Funzioni di Impianti [1]
		Funzioni principali	Funzioni secondarie		
I	-	[2]		[3]	[4]
II	-	B, D, L, C	-	[9]	[4]
III	[12]	A, B, D, L, C	E, F [5], G, H N [6]	[9]	[4] o [11]
IV	Tutte	A, B, D, L, C	E, F [5] G, H, M [7], N, O [8]	[9] o [10]	[11]

[1] Funzioni di avvio protezione attiva ed arresto o controllo di altri impianti o sistemi.
[2] Non sono previste funzioni, la rivelazione e l'allarme sono demandate agli occupanti.
[3] L'allarme è trasmesso tramite segnali convenzionali codificati nelle procedure di emergenza (es. a voce, suono di campana, accensione di segnali luminosi, ...) comunque percepibili da parte degli occupanti.
[4] Demandate a procedure operative nella pianificazione d'emergenza.
[5] Funzioni E ed F previste solo quando è necessario trasmettere e ricevere l'allarme incendio.
[6] Funzioni G, H ed N non previste ove l'avvio dei sistemi di protezione attiva e controllo o arresto altri impianti sia demandato a procedure operative nella pianificazione d'emergenza.
[7] Funzione M prevista solo se richiede l'installazione di un EVAC.
[8] Funzione O prevista solo in attività dove si prevedono applicazioni domotiche (*building automation*).
[9] Con dispositivi di diffusione visuale e sonora o altri dispositivi adeguati alle capacità percettive degli occupanti ed alle condizioni ambientali (es. segnalazione di allarme ottica, a vibrazione, ...).
[10] Per elevati affollamenti, geometrie complesse, può essere previsto un sistema EVAC secondo norma UNI ISO 7240-19.
[11] Automatiche su comando della centrale o mediante centrali autonome di azionamento (asservite alla centrale master), richiede le funzioni secondarie E, F, G, H ed N della EN 54-1.
[12] Spazi comuni, vie d'esodo (anche facenti parte di sistema d'esodo comune) e spazi limitrofi, compartimenti con profili di rischio R_{vita} in Cii1, Cii2, Cii3, Ciii1, Ciii2, Ciii3, D1 e D2, aree dei beni da proteggere, aree a rischio specifico.

Tabella 37 - Soluzioni conformi per rivelazione ed allarme incendio

A, Rivelazione automatica dell'incendio
B, Funzione di controllo e segnalazione
D, Funzione di segnalazione manuale
L, Funzione di alimentazione
C, Funzione di allarme incendio

Tabella 38 - Funzioni principali degli IRAI secondo EN 54-1 e UNI 9795

E, Funzione di trasmissione dell'allarme incendio
F, Funzione di ricezione dell'allarme incendio
G, Funzione di comando del sistema o attrezzatura di protezione contro l'incendio
H, Sistema o impianto automatico di protezione contro l'incendio
J, Funzione di trasmissione dei segnali di guasto
K, Funzione di ricezione dei segnali di guasto
M, Funzione di controllo e segnalazione degli allarmi vocali
N, Funzione di ingresso e uscita ausiliaria
O, Funzione di gestione ausiliaria (<i>building management</i>)

Tabella 39 - Funzioni secondarie degli IRAI secondo EN 54-1 e UNI 9795

S8 – CONTROLLO DI FUMI E CALORE

La misura antincendio controllo di fumi e calore ha come scopo l'individuazione dei presidi antincendio da installare nell'attività per consentire il *controllo*, l'*evacuazione* o lo *smaltimento* dei prodotti della combustione in caso di incendio.

In generale, la misura antincendio di cui al presente capitolo si attua attraverso la realizzazione di:

- a. *aperture di smaltimento di fumo e calore d'emergenza* del paragrafo S.8.5;
- b. *sistemi di ventilazione orizzontale forzata del fumo e del calore (SVOF)* di cui al paragrafo S.8.6;
- c. *sistemi per l'evacuazione di fumo e calore (SEFC)* descritti al paragrafo S.8.7

Tra le alternative proposte, per l'attuazione della suddetta misura, nel caso in esame è stato scelto di realizzare aperture di smaltimento di fumo e calore d'emergenza per allontanare i prodotti della combustione durante le operazioni di estinzione dell'incendio da parte delle squadre di soccorso, dimensionate secondo le indicazioni date al par. S.8.5.

Si ricorda, difatti, che lo smaltimento di fumo e calore d'emergenza non ha la funzione di creare un adeguato strato libero dai fumi durante lo sviluppo dell'incendio, ma solo quello di facilitare l'opera di estinzione dei soccorritori. Tale smaltimento di fumo e calore d'emergenza può essere realizzato per mezzo di aperture di smaltimento dei prodotti della combustione verso l'esterno dell'edificio, che, generalmente, coincidono con quelle già ordinariamente disponibili per la funzionalità dell'attività (es. finestre, lucernari, porte, ...)

Come per tutte le misure di strategia antincendio, anche per il controllo di fumi e calore deve essere attribuito un livello di prestazione in funzione dei criteri di attribuzione.

Per l'attività in argomento è stato attribuito il livello di prestazione II, andando a scegliere le soluzioni conformi opportune, ovvero per il compartimento deve essere prevista la possibilità di effettuare lo smaltimento di fumo e calore d'emergenza secondo quanto previsto al par. S.8.5. Le aperture di smaltimento devono quindi essere realizzate sia in modo che si possa smaltire fumo e calore da tutti gli ambiti del compartimento, sia che fumo e calore smaltiti non interferiscano con il sistema delle vie d'esodo e non

propaghino l'incendio verso altri locali. Inoltre, le aperture di smaltimento devono essere protette dall'ostruzione accidentale durante l'esercizio dell'attività.

Livello di prestazione	Descrizione
I	Nessun requisito
II	Deve essere possibile smaltire fumi e calore dell'incendio dai compartimenti al fine di facilitare le operazioni delle squadre di soccorso.
III	Deve essere mantenuto nel compartimento uno strato libero dai fumi che permetta: <ul style="list-style-type: none"> • la salvaguardia degli occupanti e delle squadre di soccorso, • la protezione dei beni, se richiesta. Fumi e calore generati nel compartimento non devono propagarsi ai compartimenti limitrofi.

Tabella 40 - Livelli di prestazione

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Compartimenti dove siano verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni: <ul style="list-style-type: none"> • non adibiti ad attività che comportino presenza di occupanti, ad esclusione di quella occasionale e di breve durata di personale addetto; • carico di incendio specifico $q_f \leq 600 \text{ MJ/m}^2$; • per compartimenti con $q_f > 200 \text{ MJ/m}^2$: superficie lorda $\leq 25 \text{ m}^2$; • per compartimenti con $q_f \leq 200 \text{ MJ/m}^2$: superficie lorda $\leq 100 \text{ m}^2$; • non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative; • non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.
II	Compartimento non ricompreso negli altri criteri di attribuzione.
III	In relazione alle risultanze della valutazione del rischio nell'ambito e in ambiti limitrofi della stessa attività (es. attività con elevato affollamento, attività con geometria complessa o piani interrati, elevato carico di incendio specifico q_f , presenza di sostanze o miscele pericolose in quantità significative, presenza di lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio, ...).

Tabella 41 - Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione

Tipo di dimensionamento	Carico di incendio specifico q_f	SE [1] [2]	Requisiti aggiuntivi
SE1	$q_f < 600 \text{ MJ/m}^2$	A/40	-
SE2	$600 < q_f \leq 1200 \text{ MJ/m}^2$	$A \cdot q_f / 40000 + A / 100$	-
SE3	$q_f > 1200 \text{ MJ/m}^2$	A/25	10% di SE di tipo SEa o SEb o SEc

[1] Con SE superficie utile delle aperture di smaltimento in m^2
[2] Con A superficie lorda di ciascun piano del compartimento in m^2

Tabella 42 - Tipi di dimensionamento per le aperture di smaltimento

S9 – OPERATIVITÀ ANTINCENDIO

L'operatività antincendio ha lo scopo di agevolare l'efficace conduzione di interventi di soccorso dei Vigili del fuoco in tutte le attività.

Livello di prestazione	Descrizione
I	Nessun requisito
II	Accessibilità per mezzi di soccorso antincendio
III	Accessibilità per mezzi di soccorso antincendio Pronta disponibilità di agenti estinguenti Possibilità di controllare o arrestare gli impianti tecnologici e di servizio dell'attività, compresi gli impianti di sicurezza
IV	Accessibilità per mezzi di soccorso antincendio Pronta disponibilità di agenti estinguenti Possibilità di controllare o arrestare gli impianti tecnologici e di servizio dell'attività, compresi gli impianti di sicurezza Accessibilità protetta per i Vigili del fuoco a tutti i piani dell'attività Possibilità di comunicazione affidabile per soccorritori

Tabella 43 - Livelli di prestazione

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Non ammesso nelle attività soggette
II	Opere da costruzione dove siano verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni: <ul style="list-style-type: none"> • profili di rischio: <ul style="list-style-type: none"> ◦ R_{vita} compresi in A1, A2, B1, B2; ◦ R_{beni} pari a 1; ◦ $R_{ambiente}$ non significativo; • densità di affollamento $\leq 0,2$ persone/m²; • tutti i piani dell'attività situati a quota compresa tra -5 m e 12 m; • carico di incendio specifico $q_f \leq 600$ MJ/m²; • per compartimenti con $q_f > 200$ MJ/m²: superficie lorda ≤ 4000 m²; • per compartimenti con $q_f \leq 200$ MJ/m²: superficie lorda qualsiasi; • non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative; • non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.
III	Opere da costruzione non ricomprese negli altri criteri di attribuzione.
IV	Opere da costruzione dove sia verificata <i>almeno una</i> delle seguenti condizioni: <ul style="list-style-type: none"> • profilo di rischio R_{beni} compreso in 3, 4; • se aperta al pubblico: affollamento complessivo > 300 occupanti; • se non aperta al pubblico: affollamento complessivo > 1000 occupanti; • numero totale di posti letto > 100 e profili di rischio R_{vita} compresi in D1, D2, Ciii1, Ciii2, Ciii3; • si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative ed affollamento complessivo > 25 occupanti; • si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio ed affollamento complessivo > 25 occupanti.

Tabella 44 - Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione

Per il livello di prestazione III sono previste le seguenti soluzioni conformi:

- Devono essere rispettate le prescrizioni previste per le soluzioni conformi del livello di prestazione II.
- I sistemi di controllo e comando dei servizi di sicurezza destinati a funzionare in caso di incendio (es. quadri di controllo dei SEFC, degli impianti di spegnimento, degli IRAI, ...) devono essere ubicati nel *centro di gestione delle emergenze*, se previsto, e comunque in posizione segnalata e facilmente raggiungibile durante l'incendio. La posizione e le logiche di funzionamento devono essere considerate nella gestione della sicurezza antincendio (capitolo S.5), anche ai fini di agevolare l'operato delle squadre dei Vigili del fuoco.
- Gli organi di intercettazione, controllo, arresto e manovra degli impianti tecnologici e di processo al servizio dell'attività rilevanti ai fini dell'incendio (es. impianto elettrico, adduzione gas naturale, impianti di ventilazione, impianti di produzione, ...) devono essere ubicati in posizione segnalata e facilmente raggiungibile durante l'incendio. La posizione e le logiche di funzionamento devono essere considerate nella gestione della sicurezza antincendio (capitolo S.5), anche ai fini di agevolare l'operato delle squadre dei Vigili del fuoco.

La soluzione conforme relativa al livello di prestazione II è riportata al par. S.9.4.1, ovvero deve essere permanentemente assicurata la possibilità di avvicinare i mezzi di soccorso antincendio, adeguati al rischio d'incendio, agli accessi di riferimento dei compartimenti di ciascuna opera da costruzione dell'attività; di norma la distanza dei mezzi di soccorso dagli accessi non dovrebbe essere superiore a 50 m.

La scelta progettuale prevede l'accostamento dei mezzi di soccorso nel pieno rispetto della massima distanza prevista e dei requisiti minimi riportati in tabella.

Larghezza: 3,50 m; Altezza libera: 4,00 m; Raggio di volta: 13,00 m; Pendenza: ≤ 10%; Resistenza al carico: almeno 20 tonnellate, di cui 8 sull'asse anteriore e 12 sull'asse posteriore con passo 4 m.

Tabella 45 - Requisiti minimi accessi all'attività da pubblica via per mezzi di soccorso

S10 – SICUREZZA DEGLI IMPIANTI

Ai fini della sicurezza antincendio devono essere considerati *almeno* i seguenti impianti tecnologici e di servizio:

- a) produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione e di utilizzazione dell'energia elettrica;
- b) protezione contro le scariche atmosferiche;
- c) sollevamento o trasporto di cose e persone;
- d) deposito, trasporto, distribuzione e utilizzazione di solidi, liquidi e gas combustibili, infiammabili e comburenti;
- e) riscaldamento, climatizzazione, condizionamento e refrigerazione, comprese le opere di evacuazione dei prodotti della combustione, e di ventilazione ed aerazione dei locali.

Livello di prestazione	Descrizione
I	Impianti progettati, realizzati, eserciti e mantenuti in efficienza secondo la regola d'arte, in conformità alla regolamentazione vigente, con requisiti di sicurezza antincendio specifici.

Tabella 46 - Livelli di prestazione

Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione

Il livello di prestazione I deve essere attribuito a tutte le attività.

Soluzioni conformi

1. Si ritengono conformi gli impianti tecnologici e di servizio progettati, installati, verificati, eserciti e mantenuti a regola d'arte, in conformità alla regolamentazione vigente, secondo le norme applicabili.
2. Tali impianti devono garantire gli obiettivi di sicurezza antincendio riportati di seguito ed essere altresì conformi alle prescrizioni tecniche per la specifica tipologia dell'impianto.

Obiettivi di sicurezza antincendio

1. Gli impianti tecnologici e di servizio di cui al paragrafo S.10.1 devono rispettare i seguenti obiettivi di sicurezza antincendio:
 - a) limitare la probabilità di costituire causa di incendio o di esplosione;
 - b) limitare la propagazione di un incendio all'interno degli ambienti di installazione e contigui;
 - c) non rendere inefficaci le altre misure antincendio, con particolare riferimento agli elementi di compartimentazione;
 - d) consentire agli occupanti di lasciare gli ambienti in condizione di sicurezza;
 - e) consentire alle squadre di soccorso di operare in condizioni di sicurezza;
 - f) essere disattivabili, o altrimenti gestibili, a seguito di incendio.

2. La gestione e la disattivazione di impianti tecnologici e di servizio, anche quelli destinati a rimanere in servizio durante l'emergenza, deve:
 - a) poter essere effettuata da posizioni protette, segnalate e facilmente raggiungibili;
 - b) essere prevista e descritta nel piano d'emergenza.

Prescrizioni aggiuntive di sicurezza antincendio

- Impianti elettrici

Gli impianti di utilizzazione dell'energia elettrica devono essere progettati, realizzati e gestiti secondo la regola dell'arte, in conformità alla regolamentazione vigente, garantendo, inoltre, le seguenti prescrizioni aggiuntive di sicurezza antincendio:

- possesso di caratteristiche strutturali, tensione di alimentazione e possibilità di intervento, individuate nel piano di emergenza, in modo da non costituire pericolo durante le operazioni di estinzione dell'incendio. A tal fine sarà previsto in posizione segnalata e di facile accesso, un sezionamento di emergenza dell'impianto elettrico dell'attività;
- valutazione della classificazione del rischio elettrico dei luoghi in cui sono installati;

- valutazione della necessità di utilizzare cavi realizzati con materiale in grado di ridurre al minimo le emissioni di fumo, la produzione di gas acidi e corrosivi, in funzione della destinazione dei locali, del tempo di evacuazione dagli stessi, del tipo di posa delle condutture elettriche, dell'incidenza dei cavi elettrici su gli altri materiali/impianti presenti;
- suddivisione in più circuiti terminali in modo che un guasto non possa generare situazioni di panico o di pericolo all'interno dell'attività;
- ubicazione del quadro elettrico generale in posizione segnalata, in particolare nei pressi dell'ingresso principale. I quadri contenenti circuiti di sicurezza, destinati a funzionare durante l'emergenza, saranno protetti contro l'incendio. I quadri elettrici potranno essere installati lungo le vie d'esodo, in posizione tale da non ostacolare il deflusso degli occupanti;
- negli ambienti aperti al pubblico, i quadri elettrici saranno protetti almeno con una porta frontale con chiusura a chiave. Gli apparecchi di manovra riporteranno chiare indicazioni dei circuiti a cui si riferiscono.

In conformità al Codice, gli impianti dell'attività che hanno una funzione nella gestione dell'emergenza devono disporre di alimentazione elettrica di sicurezza con le caratteristiche minime indicate nella tabella seguente. Inoltre, i circuiti di sicurezza devono essere chiaramente identificati e su ciascun dispositivo generale a protezione della linea/impianto elettrico di sicurezza deve essere indicato il messaggio "Non manovrare in caso d'incendio".

Gli impianti di illuminazione di sicurezza e gli IRAI, disporranno di alimentazione elettrica di sicurezza con le caratteristiche minime di interruzione breve ($\leq 0,5$ s) ed autonomia non inferiore a 30 minuti.

Per quando riguarda le vie di esodo, ad esempio, è previsto che l'impianto di illuminazione di sicurezza debba assicurare un livello di illuminamento sufficiente a garantire l'esodo degli occupanti.

Utenza	Interruzione	Autonomia
Illuminazione di sicurezza, IRAI, sistemi di comunicazione in emergenza	Interruzione breve ($\leq 0,5$ s)	> 30' [1]
Scale e marciapiedi mobili utilizzati per l'esodo [3], ascensori antincendio, SEFC	Interruzione media (≤ 15 s)	> 30' [1]
Sistemi di controllo o estinzione degli incendi	Interruzione media (≤ 15 s)	> 120' [2]
Ascensori di soccorso	Interruzione media (≤ 15 s)	> 120'
Altri Impianti	Interruzione media (≤ 15 s)	> 120'
[1] L'autonomia deve essere comunque congrua con il tempo disponibile per l'esodo dall'attività [2] L'autonomia può essere inferiore e pari al tempo di funzionamento dell'impianto [3] Solo se utilizzate in movimento durante l'esodo		

Tabella 47 - Autonomia minima ed interruzione dell'alimentazione elettrica di sicurezza

- Impianti fotovoltaici

- in presenza di impianti fotovoltaici installati sulle coperture e sulle facciate degli edifici, devono essere utilizzati materiali, adottate soluzioni progettuali ed accorgimenti tecnici che limitino la probabilità di innesco dell'incendio e la successiva propagazione dello stesso anche all'interno dell'opera da costruzione e ad altre limitofe;
- l'installazione degli impianti fotovoltaici deve garantire la sicurezza degli operatori addetti alle operazioni di manutenzione nonché la sicurezza dei soccorritori.

- Protezione contro le scariche atmosferiche

- per tutte le attività deve essere eseguita una valutazione del rischio dovuto ai fulmini;
- sulla base dei risultati della valutazione di tale rischio, gli impianti di protezione contro le scariche atmosferiche devono essere realizzati nel rispetto delle relative norme tecniche.

- Impianti di climatizzazione e condizionamento

Gli impianti centralizzati di condizionamento o di ventilazione devono possedere requisiti che garantiscano il raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- evitare il ricircolo dei prodotti della combustione o di altri gas pericolosi;
- non produrre, a causa di avarie o guasti propri, fumi che si diffondano nei locali serviti;
- non costituire elemento di propagazione di fiamme o fumi, anche nella fase iniziale degli incendi.

CONCLUSIONI

Nella tabella 49 sono riassunte per ogni misura della strategia antincendio, le relative soluzioni conformi adottate per la progettazione antincendio del magazzino ottenuta applicando la metodologia del D.M. 18/10/2019.

Misure Antincendio	Livelli di prestazione	Soluzioni Conformi
S.1 Reazione al fuoco	I	Utilizzo materiali gruppo GM4
S.2 Resistenza al fuoco	III	Classe minima 60
S.3 Compartimentazione	II	Dimensione < 64000 mq
S.4 Esodo	I	Almeno 2 uscite indipendenti Lunghezza d'esodo max 60 m Corridoio cieco max 30 m Larghezza minima vie di esodo = 900 mm
S. 5 Gestione della sicurezza	I	GSA per le condizioni di esercizio e di emergenza
S.6 Controllo dell'incendio	V	Impianto Sprinkler, rete idranti ed estintori 34 A 233 B C
S.7 Rivelazione ed allarme	III	IRAI con funzioni principali e secondarie di trasmissione
S.8 Controllo di fumi e calore	III	Aperture di smaltimento di fumo e calore d'emergenza
S.9 Operatività antincendio	III	Accessibilità per i mezzi di soccorso antincendio Sistemi di controllo dei servizi di sicurezza ubicati in posizione segnalata e facile da raggiungere durante l'incendio.
S.10 Sicurezza degli impianti tecnologici e di servizio	I	Impianti tecnologici e di servizio progettati, installati, verificati, eserciti e mantenuti a regola d'arte, in conformità alle norme vigenti

Tabella 48 - Sintesi delle soluzioni progettuali

5.3 Attività Cantieristica

Analizzata la strategia antincendio per l'attività considerata, si è andati ad applicare il codice di prevenzione incendi anche per l'attività cantieristica.

5.3.1 Determinazione dei profili di rischio delle attività

I tre profili di rischio, come già visto, sono i seguenti:

- Rvita- Salvaguardia della vita umana (attribuito per ciascun compartimento)
- Rbeni- Salvaguardia dei beni artistici e strategici (attribuito per l'intera attività)
- Rambiente Tutela dell'ambiente (attribuito per l'intera attività)

Le tabelle relative ai profili di rischio portano anche in questo caso a definire il cantiere con un valore di Rvita = A2, e allo stesso modo rimangono invariati anche Rbeni e Rambiente. La determinazione di questi profili risulta abbastanza semplice anche per il cantiere, di seguito si riportano le tabelle utilizzate.

Caratteristiche prevalenti degli occupanti δ_{occ}		Esempi
A	Gli occupanti sono in stato di veglia ed hanno familiarità con l'edificio	Ufficio senza accesso pubblico, scuola, autorimessa privata, attività produttive in genere, depositi, capannoni industriali
B	Gli occupanti sono in stato di veglia e non hanno familiarità con l'edificio	Attività commerciale, autorimessa pubblica, attività espositiva e di pubblico spettacolo, centro congressi, ufficio aperto al pubblico, bar, ristorante, studio medico, ambulatorio medico, centro sportivo
C [1]	Gli occupanti possono essere addormentati:	
Ci	• in attività individuale di lunga durata	Civile abitazione
Cii	• in attività gestita di lunga durata	Dormitorio, residence, studentato
Ciii	• in attività gestita di breve durata	Albergo, rifugio alpino, campeggio
D	Gli occupanti ricevono cure mediche	Degenza ospedaliera, terapia intensiva, sala operatoria
E	Occupanti in transito	Stazione ferroviaria, aeroporto, stazione metropolitana
[1] Quando nel testo si usa il valore C la relativa indicazione è valida per Ci, Cii, Ciii		

Tabella 49 - Caratteristiche prevalenti degli occupanti

δ_a	t_a [1]	Criteri
1	600 s lenta	Ambiti di attività con carico di incendio specifico $q_f \leq 200 \text{ MJ/m}^2$, oppure ove siano presenti prevalentemente materiali o altri combustibili che contribuiscono in modo trascurabile all'incendio.
2	300 s media	Ambiti di attività ove siano presenti prevalentemente materiali o altri combustibili che contribuiscono in modo moderato all'incendio.
3	150 s Rapida	Ambiti con presenza di significative quantità di materiali plastici impilati, prodotti tessili sintetici, apparecchiature elettriche e elettroniche, materiali combustibili non classificati per reazione al fuoco (capitolo S.1). Ambiti ove avvenga impilamento verticale di significative quantità di materiali combustibili con $3,0 \text{ m} < h \leq 5,0 \text{ m}$ [2]. Stoccaggi classificati HHS3 oppure attività classificate HHP1, secondo la norma UNI EN 12845. Ambiti con impianti tecnologici o di processo che impiegano significative quantità di materiali combustibili. Ambiti con contemporanea presenza di materiali combustibili e lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.
4	75 s ultra rapida	Ambiti ove avvenga impilamento verticale di significative quantità di materiali combustibili con $h > 5,0 \text{ m}$ [2]. Stoccaggi classificati HHS4 oppure attività classificate HHP2, HHP3 o HHP4, secondo la norma UNI EN 12845. Ambiti ove siano presenti o in lavorazione significative quantità di sostanze o miscele pericolose ai fini dell'incendio, oppure materiali plastici cellulari/espansi o schiume combustibili non classificati per la reazione al fuoco.

A meno di valutazioni più approfondite da parte del progettista (es. dati di letteratura, misure dirette, ...), si ritengono *non significative* ai fini della presente classificazione almeno le quantità di materiali nei compartimenti con carico di incendio specifico $q_f \leq 200 \text{ MJ/m}^2$.

[1] Velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio.
[2] Con h altezza d'impilamento.

Tabella 50 - Velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio

Caratteristiche prevalenti degli occupanti δ_{occ}		Velocità caratteristica prevalente dell'incendio δ_a			
		1 lenta	2 media	3 rapida	4 ultra-rapida
A	Gli occupanti sono in stato di veglia ed hanno familiarità con l'edificio	A1	A2	A3	A4
B	Gli occupanti sono in stato di veglia e non hanno familiarità con l'edificio	B1	B2	B3	Non Ammesso [1]
C	Gli occupanti possono essere addormentati: [2]	C1	C2	C3	Non Ammesso [1]
Ci	• in attività individuale di lunga durata	Ci1	Ci2	Ci3	Non Ammesso [1]
Cii	• in attività gestita di lunga durata	Cii1	Cii2	Cii3	Non Ammesso [1]
Ciii	• in attività gestita di breve durata	Ciii1	Ciii2	Ciii3	Non Ammesso [1]
D	Gli occupanti ricevono cure mediche	D1	D2	Non Ammesso [1]	Non Ammesso
E	Occupanti in transito	E1	E2	E3	Non Ammesso [1]

[1] Per raggiungere un valore ammesso, δ_a può essere ridotto di un livello come specificato nel comma 3 del paragrafo G.3.2.1.
[2] Quando nel presente documento si usa il valore C1 la relativa indicazione è valida per Ci1, Cii1 e Ciii1. Se si usa C2 l'indicazione è valida per Ci2, Cii2 e Ciii2. Se si usa C3 l'indicazione è valida per Ci3, Cii3 e Ciii3..

Tabella 51 - Determinazione di R_v

		Opera da costruzione vincolata	
		No	Sì
Opera da costruzione strategica	No	$R_{beni} = 1$	$R_{beni} = 2$
	Sì	$R_{beni} = 3$	$R_{beni} = 4$

Tabella 52 - Determinazione di R_{beni}

Attività	δ_{occ}	δ_a	R_{vita}	R_{beni}	$R_{ambiente}$
Cantiere	A	2	A2	1	Non significativo

Tabella 53 - tabella riassuntiva dei profili di rischio

5.3.2 Misure di sicurezza antincendio

A questo punto si può procedere con l'individuazione delle misure antincendio mediante l'applicazione della sezione S del codice, relativa alle strategie antincendio.

S1 – REAZIONE AL FUOCO

In questo caso si ricava che per i materiali sia lungo le vie di esodo che nel resto dei locali è attribuibile il livello di prestazione I. Di conseguenza la soluzione conforme consente l'impiego dei materiali del Gruppo GM4 in ogni ambito dell'attività

Livello di prestazione	Descrizione
I	Il contributo all'incendio dei materiali non è valutato
II	I materiali contribuiscono in modo significativo all'incendio
III	I materiali contribuiscono in modo moderato all'incendio
IV	I materiali contribuiscono in modo quasi trascurabile all'incendio
Per <i>contributo all'incendio</i> si intende l'energia rilasciata dai materiali che influenza la crescita e lo sviluppo dell'incendio in condizioni pre e post incendio generalizzato (flashover) secondo EN 13501-1.	

Tabella 54: Livelli di prestazione

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Vie d'esodo [1] non ricomprese negli altri criteri di attribuzione.
II	Vie d'esodo [1] dei compartimenti con profilo di rischio R_{vta} in B1.
III	Vie d'esodo [1] dei compartimenti con profilo di rischio R_{vta} in B2, B3, Cii1, Cii2, Cii3, Ciii1, Ciii2, Ciii3, E1, E2, E3.
IV	Vie d'esodo [1] dei compartimenti con profilo di rischio R_{vta} in D1, D2.
[1] Limitatamente a vie d'esodo verticali, percorsi d'esodo (corridoi, atri, filtri...) e spazi calmi	

Tabella 55: Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione alle vie d'esodo dell'attività

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Locali non ricompresi negli altri criteri di attribuzione
II	Locali di compartimenti con profilo di rischio R_{vta} in B2, B3, Cii1, Cii2, Cii3, Ciii1, Ciii2, Ciii3, E1, E2, E3
III	Locali di compartimenti con profilo di rischio R_{vta} in D1, D2.
IV	Su specifica richiesta del committente, previsti da capitolati tecnici di progetto, richiesti dalla autorità competente per costruzioni destinate ad attività di particolare importanza.

Tabella 56 - Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione ad altri locali dell'attività

S2 – RESISTENZA AL FUOCO

Anche in questo caso, come per il magazzino, si deve garantire il livello di prestazione III.

Livello di prestazione	Descrizione
I	Assenza di conseguenze esterne per collasso strutturale
II	Mantenimento dei requisiti di resistenza al fuoco per un periodo sufficiente all'evacuazione degli occupanti in luogo sicuro all'esterno della costruzione.
III	Mantenimento dei requisiti di resistenza al fuoco per un periodo congruo con la durata dell'incendio
IV	Requisiti di resistenza al fuoco tali da garantire, dopo la fine dell'incendio, un limitato danneggiamento della costruzione.
V	Requisiti di resistenza al fuoco tali da garantire, dopo la fine dell'incendio, il mantenimento della totale funzionalità della costruzione stessa.

Tabella 57 - Livelli di prestazione

Livello di prestazione	Descrizione
I	Opere da costruzione, comprensive di eventuali manufatti di servizio adiacenti nonché dei relativi impianti tecnologici di servizio, dove sono verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni: <ul style="list-style-type: none"> • compartimentate rispetto ad altre opere da costruzione eventualmente adiacenti e strutturalmente separate da esse e tali che l'eventuale cedimento strutturale non arrechi danni ad altre opere da costruzione o all'esterno del confine dell'area su cui sorge l'attività medesima; • adibite ad attività afferenti ad un solo <i>responsabile dell'attività</i> e con profilo di rischio R_{beni} pari ad 1; • non adibite ad attività che comportino presenza di occupanti, ad esclusione di quella occasionale e di breve durata di personale addetto.
II	Opere da costruzione o porzioni di opere da costruzione, comprensive di eventuali manufatti di servizio adiacenti nonché dei relativi impianti tecnologici di servizio, dove sono verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni: <ul style="list-style-type: none"> • compartimentate rispetto ad altre opere da costruzione eventualmente adiacenti; • strutturalmente separate da altre opere da costruzione e tali che l'eventuale cedimento strutturale non arrechi danni alle stesse o all'esterno del confine dell'area su cui sorge l'attività medesima; oppure, in caso di assenza di separazione strutturale, tali che l'eventuale cedimento della porzione non arrechi danni al resto dell'opera da costruzione o all'esterno del confine dell'area su cui sorge l'attività medesima; • adibite ad attività afferenti ad un solo <i>responsabile dell'attività</i> e con i seguenti profili di rischio: <ul style="list-style-type: none"> ○ R_{vita} compresi in A1, A2, A3, A4; ○ R_{beni} pari ad 1; • densità di affollamento $\leq 0,2$ persone/m²; • non prevalentemente destinate ad occupanti con disabilità; • aventi piani situati a quota compresa tra -5 m e 12 m.
III	Opere da costruzione non ricomprese negli altri criteri di attribuzione.
IV, V	Su specifica richiesta del committente, previsti da capitolati tecnici di progetto, richiesti dalla autorità competente per opere da costruzione destinate ad attività di particolare importanza.

Tabella 58 - Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione

Soluzioni conformi per il livello di prestazione III

1. Devono essere verificate le prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni in base agli incendi convenzionali di progetto.
2. La *classe minima di resistenza al fuoco* è ricavata per compartimento in relazione al carico di incendio specifico di progetto $q_{f,d}$.

Si procede quindi al calcolo del carico di incendio specifico di progetto:

$$q_{f,d} = \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \delta_n \cdot q_f$$

dove:

$q_{f,d}$ carico d'incendio specifico di progetto [MJ/m²]

δ_{q1} fattore legato alla dimensione del compartimento

δ_{q2} fattore legato al tipo di attività svolta nel compartimento

δ_n fattore dipendente dalle differenti misure antincendio previste nel compartimento

q_f valore nominale del carico d'incendio specifico [MJ/m²]

I vari fattori del carico di incendio di progetto sono gli stessi dell'attività precedente, tuttavia a cambiare è il carico d'incendio specifico. Il calcolo di questo valore è risultato abbastanza complesso da valutare, dato che il cantiere presenta una certa dinamicità che varia con le fasi di costruzione e i materiali o attrezzature utilizzate di volta in volta.

Data la difficoltà di trovare un collegamento diretto con il Codice, si è fatto riferimento a ClaRaf3.0, un software gratuito fornito nella pagina internet dei Vigili del fuoco. Il programma permette di determinare il carico di incendio specifico sia in base al tipo di attività che in base al tipo di materiali utilizzati. Nel caso in questione si è optato per il calcolo in funzione dell'attività, perciò si è selezionata l'attività "impresa edile", cui corrisponde un q_f pari a 500 MJ/m². Considerando poi un frattile all'80% pari a 1,75 si ha u

Di seguito si riporta il carico d'incendio specifico di progetto ottenuto e le tabelle da cui sono stati presi i vari fattori:

$$q_{f,d} = 2 \cdot 1 \cdot 0,61 \cdot 875 = 1067,50 \text{ MJ/m}^2$$

Dunque per il livello di prestazione III si dovrà garantire una classe minima di resistenza al fuoco pari a 90, sia per le strutture portanti che per quelle separanti dell'attività.

Superficie lorda del compartimento (m ²)	δ_{q1}	Superficie lorda del compartimento (m ²)	δ_{q1}
A < 500	1,00	2.500 ≤ A < 5.000	1,60
500 ≤ A < 1.000	1,20	5.000 ≤ A < 10.000	1,80
1.000 ≤ A < 2.500	1,40	A ≥ 10.000	2,00

Tabella 59 - Parametri per la definizione del fattore δ_{q1}

Classi di incendio	Descrizione	δ_{q2}
I	Aree che presentano un basso rischio di incendio in termini di probabilità di innesco, velocità di propagazione delle fiamme e possibilità di controllo dell'incendio da parte delle squadre di emergenza.	0,80
II	Aree che presentano un moderato rischio di incendio in termini di probabilità d'innesco, velocità di propagazione di un incendio e possibilità di controllo dell'incendio stesso da parte delle squadre di emergenza	1,00
III	Aree che presentano un alto rischio di incendio in termini di probabilità d'innesco, velocità di propagazione delle fiamme e possibilità di controllo dell'incendio da parte delle squadre di emergenza	1,20

Tabella 60 - Parametri per la definizione del fattore δ_{q2}

Misura antincendio minima		δ_{ni}	
Controllo dell'incendio di livello di prestazione III (Capitolo S.6)	rete idranti con protezione interna	δ_{n1}	0,90
	rete idranti con protezione interna ed esterna	δ_{n2}	0,80
Controllo dell'incendio di livello di prestazione IV (Capitolo S.6)	sistema automatico ad acqua o schiuma e rete idranti con protezione interna	δ_{n3}	0,54
	altro sistema automatico e rete idranti con protezione interna	δ_{n4}	0,72
	sistema automatico ad acqua o schiuma e rete idranti con protezione interna ed esterna	δ_{n5}	0,48
	altro sistema automatico e rete idranti con protezione interna ed esterna	δ_{n6}	0,64
Gestione della sicurezza antincendio di livello di prestazione II [1] (Capitolo S.5)		δ_{n7}	0,90
Controllo di fumi e calore di livello di prestazione III (Capitolo S.8)		δ_{n8}	0,90
Rivelazione ed allarme di livello di prestazione III (Capitolo S.7)		δ_{n9}	0,85
Operatività antincendio di livello di prestazione IV (Capitolo S.9)		δ_{n10}	0,81
[1] Gli addetti antincendio devono garantire la presenza continuativa durante le 24 ore.			

Tabella 61 - Parametri per la definizione dei fattori δ_{ni}

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
$q_{f,d} > 2400 \text{ MJ/m}^2$	240

Tabella 62 - Classe minima di resistenza al fuoco

S3 – COMPARTIMENTAZIONE

Al fine di limitare la propagazione dell'incendio e dei suoi effetti si ricorre alla compartimentazione. Si riportano le tabelle utilizzate per la presente misura:

Livello di prestazione	Descrizione
I	Nessun requisito
II	E contrastata per un periodo congruo con la durata dell'incendio: <ul style="list-style-type: none"> • la propagazione dell'incendio verso altre attività; • la propagazione dell'incendio all'interno della stessa attività.
III	E contrastata per un periodo congruo con la durata dell'incendio: <ul style="list-style-type: none"> • la propagazione dell'incendio verso altre attività; • la propagazione dell'incendio e dei fumi freddi all'interno della stessa attività.

Tabella 63 - Livelli di prestazione

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Non ammesso nelle attività soggette
II	Attività non ricomprese negli altri criteri di attribuzione
III	In relazione alle risultanze della valutazione del rischio nell'ambito e in ambiti limitrofi della stessa attività (es. attività con elevato affollamento, attività con geometria complessa o piani interrati, elevato carico di incendio specifico q_f , presenza di sostanze o miscele pericolose in quantità significative, presenza di lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio, ...). Si può applicare in particolare ove sono presenti compartimenti con profilo di rischio R_{vita} compreso in D1, D2, Cii2, Cii3, Ciii2, Ciii3, per proteggere gli occupanti che dormono o che ricevono cure mediche.

Tabella 64 - Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione

Soluzioni conformi per il livello di prestazione II

La dimensione del compartimento dovrà rispettare i limiti previsti dalla seguente tabella e, nel caso specifico, non devono essere superati i 64000 mq, in funzione della quota del compartimento pari a 12 m, e del profilo di rischio $R_{vita}=A2$.

R_{vita}	Quota del compartimento								
	< -15 m	< -10 m	< -5 m	< -1 m	≤ 12 m	≤ 24 m	≤ 32 m	≤ 54 m	> 54 m
A1	2000	4000	8000	16000	[1]	32000	16000	8000	4000
A2	1000	2000	4000	8000	64000	16000	8000	4000	2000
A3	[na]	1000	2000	4000	32000	4000	2000	1000	[na]
A4	[na]	[na]	[na]	[na]	16000	[na]	[na]	[na]	[na]
B1	[na]	2000	8000	16000	64000	16000	8000	4000	2000
B2	[na]	1000	4000	8000	32000	8000	4000	2000	1000
B3	[na]	[na]	1000	2000	16000	4000	2000	1000	[na]
Cii1, Ciii1	[na]	[na]	[na]	2000	16000	8000	8000	8000	4000
Cii2, Ciii2	[na]	[na]	[na]	1000	8000	4000	4000	2000	2000
Cii3, Ciii3	[na]	[na]	[na]	[na]	4000	2000	2000	1000	1000
D1	[na]	[na]	[na]	1000	2000	2000	1000	1000	1000
D2	[na]	[na]	[na]	1000	2000	1000	1000	1000	[na]
E1	2000	4000	8000	16000	[1]	32000	16000	8000	4000
E2	1000	2000	4000	8000	[1]	16000	8000	4000	2000
E3	[na]	[na]	2000	4000	16000	4000	2000	[na]	[na]

La massima superficie lorda è ridotta del 50% per i compartimenti con $R_{ambiente}$ significativo.
 [na] Non ammesso
 [1] Senza limite

Tabella 65 - Massima superficie lorda dei compartimenti in m2

Tutte le chiusure dei varchi di comunicazione tra compartimenti devono essere munite di autochiusura (es. porte) o essere mantenute permanentemente chiuse (es. sportelli di cavedi impiantistici). Inoltre tutte le chiusure dei varchi tra compartimenti e vie di esodo di una stessa attività dovrebbero essere almeno a tenuta di fumi caldi e freddi. Infine, le porte tagliafuoco installate lungo le principali vie di passaggio degli occupanti dovrebbero essere preferibilmente munite di fermo elettromagnetico in apertura, asservito ad IRAI.

Le porte tagliafuoco presenti saranno contrassegnate su entrambi i lati con segnale riportante il messaggio “porta tagliafuoco tenere chiusa” oppure “porta tagliafuoco a chiusura automatica” se munite di fermo elettromagnetico in apertura.



Figura 55 - Esempi di segnali UNI EN ISO 7010-F007

S4 – ESODO

Applicando i criteri relativi alla misura di esodo si può attribuire il livello di prestazione I.

Livello di prestazione	Descrizione
I	Gli occupanti raggiungono un <i>luogo sicuro</i> prima che l'incendio determini condizioni incapacitanti negli ambiti dell'attività attraversati durante l'esodo.
II	Gli occupanti sono protetti dagli effetti dell'incendio nel luogo in cui si trovano.

Tabella 66 - Livelli di prestazione

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Tutte le attività
II	Ambiti per i quali non sia possibile assicurare il livello di prestazione I (es. a causa di dimensione, ubicazione, abilità degli occupanti, tipologia dell'attività, caratteristiche geometriche particolari, vincoli architettonici, ...)

Tabella 67 - Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione

Di seguito si riporta la procedura logica da seguire per la progettazione dell'esodo.

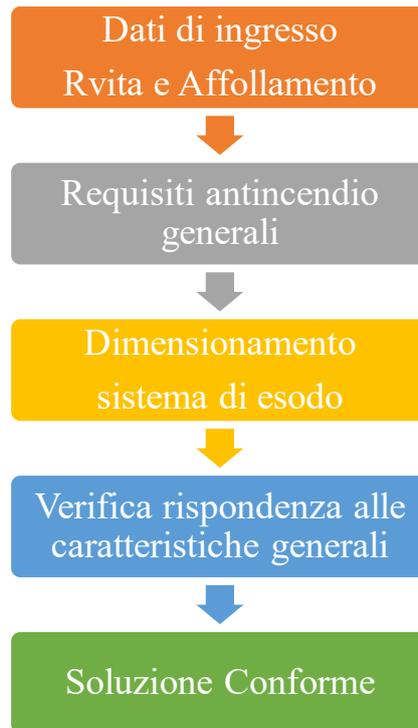


Figura 56 - Procedura per la progettazione con soluzioni conformi

Il numero di persone presenti (affollamento), che costituisce il principale dato di ingresso del calcolo assieme al profilo di rischio Rvita, nel caso specifico è assunto al massimo pari a 50.

La modalità d'esodo per l'attività in esame è la procedura d'esodo simultaneo dall'unico compartimento presente. Sono previste una serie di vie di uscita verso il luogo sicuro, coincidente con la pubblica via come previsto dal par S4.5.1. Le porte si apriranno a spinta nel verso dell'esodo e dovranno essere dotate di dispositivi di apertura, conformemente a quanto previsto dalla seguente tabella.

Tali uscite saranno contrassegnate con un cartello riportante il messaggio "Uscita di emergenza, lasciare libero il passaggio".

Ambito servito	Caratteristiche della porta		
	Occupanti serviti [1]	Verso di apertura	Dispositivo di apertura
Ambiti dell'attività non aperti al pubblico	n > 50 occupanti	Nel verso dell'esodo [2]	UNI EN 1125 [3]
Ambiti dell'attività aperti al pubblico	n > 25 occupanti		
Aree a rischio specifico	n > 10 occupanti		
	n > 5 occupanti	UNI EN 179 [3 [4]	
Altri casi	Secondo risultanze della valutazione del rischio [5]		

[1] Numero degli occupanti che impiegano la singola porta nella condizione d'esodo più gravosa, considerando anche la verifica di ridondanza di cui al paragrafo S.4.8.6.
[2] Qualora l'esodo possa avvenire nelle due direzioni devono essere previste specifiche misure (es. porte distinte per ciascuna direzione, porte apribili nelle due direzioni, porte ad azionamento automatico, segnaletica variabile, ...). Sono escluse dal verso di apertura le porte ad azionamento automatico del tipo a scorrimento.
[3] Oppure dispositivo per specifiche necessità, da selezionare secondo risultanze della valutazione del rischio (es. EN 13633, EN 13637, ...).
[4] I dispositivi UNI EN 179 sono progettati per l'impiego da parte di personale specificamente formato.
[5] Ove possibile, è preferibile che il verso di apertura sia comunque nel senso dell'esodo, anche qualora si mantenga il dispositivo di apertura ordinario.

Tabella 68 - Caratteristiche delle porte ad apertura manuale lungo le vie d'esodo



Figura 57 - Esempio di segnale per uscita finale

Il sistema d'esodo sarà facilmente riconosciuto dagli occupanti grazie ad apposita segnaletica di sicurezza; saranno inoltre installate planimetrie semplificate e orientate per un più agevole wayfinding, utilizzando le indicazioni riportate al par. S4.5.9 e la segnaletica conforme alla normativa.

E007 Luogo sicuro	E024 Spazio calmo	E001 Via d'esodo	E026 Via d'esodo verso spazio calmo	E060 Sedia d'evacuazione

Figura 58 - Esempi di segnali UNI EN ISO 7010

Il numero minimo di vie d'esodo ed uscite indipendenti è calcolato secondo i criteri di cui al par 4.8.1; secondo la seguente tabella, in funzione del numero di occupanti e del

profilo di rischio $R_{vita}=A2$, sarebbero sufficienti due uscite, nel rispetto delle massime lunghezze d'esodo e dei corridoi ciechi.

R_{vita}	Affollamento dell'ambito servito	Numero minimo uscite indipendenti
Qualsiasi	> 500 occupanti	3
B1 [1], B2 [1], B3 [1]	> 150 occupanti	
Altri casi		2
Se ammesso corridoio cieco secondo le prescrizioni del paragrafo S.4.8.2.		1
[1] Ambiti con densità d'affollamento > 0,4 p/m ²		

Tabella 69 - Numero minimo di uscite indipendenti da locale o spazio a cielo libero

La scelta progettuale prevede dieci uscite dirette e diciotto uscite sotterranee che prevedono l'utilizzo di apposite gallerie, per le quali è verificata la massima lunghezza d'esodo e dei corridoi ciechi in funzione di R_{vita} , come riportato nei par S.4.8.2 e S.4.8.3.

R_{vita}	Max affollamento	Max lunghezza L_{cc}	R_{vita}	Max affollamento	Max lunghezza L_{cc}
A1		≤ 45 m	B1, E1	≤ 50 occupanti	≤ 25 m
A2	≤ 100 occupanti	≤ 30 m	B2, E2		≤ 20 m
A3		≤ 15 m	B3, E3		≤ 15 m
A4	≤ 50 occupanti	≤ 15 m	Cii1, Ciii1		≤ 20 m
D1		≤ 20 m	Cii2, Ciii2		≤ 15 m
D2		≤ 15 m	Cii3, Ciii3		≤ 10 m
I valori delle massime lunghezze di corridoio cieco di riferimento L_{cc} possono essere incrementati in relazione a requisiti antincendio aggiuntivi, secondo la metodologia del paragrafo S.4.10.					

Tabella 70 - Condizioni per il corridoio cieco

R_{vita}	Max lunghezza d'esodo L_{es}	R_{vita}	Max lunghezza d'esodo L_{es}
A1	< 70 m	B1, E1	≤ 60 m
A2	< 60 m	B2, E2	≤ 50 m
A3	≤ 45 m	B3, E3	≤ 40 m
A4	≤ 30 m	Cii1, Ciii1	≤ 40 m
D1	≤ 30 m	Cii2, Ciii2	≤ 30 m
D2	≤ 20 m	Cii3, Ciii3	≤ 20 m
I valori delle massime lunghezze d'esodo di riferimento possono essere incrementati in relazione a requisiti antincendio aggiuntivi, secondo la metodologia del paragrafo S.4.10.			

Tabella 71 - Massime lunghezze d'esodo

Risultano anche verificate le larghezze minime delle vie d'esodo orizzontali che devono essere calcolate secondo le indicazioni riportate ai par 4.8.5. e 4.8.7, utilizzando i valori di larghezza unitaria della seguente tabella in funzione di $R_{vita}=A2$.

R_{vita}	Larghezza unitaria	Δt_{coda}	R_{vita}	Larghezza unitaria	Δt_{coda}
A1	3,40	330 s	B1, C1, E1	3,60	310 s
A2	3,80	290 s	B2, C2, D1, E2	4,10	270 s
A3	4,60	240 s	B3, C3, D2, E3	6,20	180 s
A4	12,30	90 s	-	-	-

I valori delle larghezze unitarie sono espressi in mm/persona ed assicurano una durata dell'attesa in coda, per gli occupanti che impiegano la specifica via d'esodo, non superiore a Δt_{coda} .

Tabella 72 - Larghezze unitarie per vie d'esodo orizzontali

La larghezza minima delle vie d'esodo orizzontali è calcolata con la formula:

$$L_o = L_u \cdot n_o$$

con:

- L_o larghezza minima della via d'esodo orizzontale [mm]
- L_u larghezza unitaria per le vie d'esodo orizzontali determinata dalla tabella S.4-27 in funzione del profilo di rischio R_{vita} di riferimento; [mm/persona]
- n_o numero degli occupanti che impiegano tale via d'esodo orizzontale, nelle condizioni d'esodo più gravose (par. S.4.8.6)

Il Codice prevede comunque per le vie d'esodo delle larghezze minime non inferiori a quelle riportate nella seguente tabella, ovvero non inferiori a 900 mm, condizione verificata nel caso in esame in quanto si hanno uscite rispettivamente di larghezza pari a 1200 mm e 900 mm. Risulta abbondantemente soddisfatta anche la verifica di ridondanza prevista dal par. 4.8.6; difatti rendendo indisponibile una via d'esodo alla volta, si continua garantire l'esodo degli occupanti presenti.

Larghezza	Criterio
≥ 1200 mm	Affollamento dell'ambito servito > 1000 occupanti
≥ 1000 mm	Affollamento dell'ambito servito > 300 occupanti
≥ 900 mm	Affollamento dell'ambito servito ≤ 300 occupanti Larghezza adatta anche a coloro che impiegano ausili per il movimento
≥ 800 mm	Varchi da ambito servito con affollamento ≤ 50 occupanti
≥ 700 mm	Varchi da ambito servito con affollamento ≤ 10 occupanti (es. singoli uffici, camere d'albergo, locali di abitazione, appartamenti, ...)
≥ 600 mm	Ambito servito ove vi sia esclusiva presenza di personale specificamente formato, oppure occasionale e di breve durata di un numero limitato di occupanti (es. locali impianti o di servizio, piccoli depositi, ...).
L'affollamento dell'ambito servito corrisponde al totale degli occupanti che impiegano ciascuna delle vie d'esodo che si dipartono da tale ambito.	

Tabella 73 - Larghezze minime per vie d'esodo orizzontali

S5 – GESTIONE DELLA SICUREZZA ANTINCENDIO

La *gestione della sicurezza antincendio* (GSA) rappresenta la misura antincendio organizzativa e gestionale dell'attività atta a garantirne, nel tempo, un adeguato livello di sicurezza in caso di incendio.

Di seguito si riportano le due tabelle relative ai livelli di prestazione per la Gestione della Sicurezza Antincendio e ai criteri di attribuzione.

Livello di prestazione	Descrizione
I	Gestione della sicurezza antincendio per il mantenimento delle condizioni di esercizio e di risposta all'emergenza
II	Gestione della sicurezza antincendio per il mantenimento delle condizioni di esercizio e di risposta all'emergenza con struttura di supporto
III	Gestione della sicurezza antincendio per il mantenimento delle condizioni di esercizio e di risposta all'emergenza con struttura di supporto dedicata

Tabella 74 - Livelli di prestazione

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	<p>Attività ove siano verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> • profili di rischio: <ul style="list-style-type: none"> ◦ R_{vita} compresi in A1, A2; ◦ R_{beni} pari a 1; ◦ $R_{ambiente}$ non significativo; • non prevalentemente destinata ad occupanti con disabilità; • tutti i piani dell'attività situati a quota compresa tra -10 m e 54 m; • carico di incendio specifico $q_f \leq 1200 \text{ MJ/m}^2$; • non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative; • non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.
II	Attività non ricomprese negli altri criteri di attribuzione
III	<p>Attività ove sia verificato <i>almeno una</i> delle seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> • profilo di rischio R_{beni} compreso in 3, 4; • se aperta al pubblico: affollamento complessivo > 300 occupanti; • se non aperta al pubblico: affollamento complessivo > 1000 occupanti; • numero complessivo di posti letto > 100 e profili di rischio R_{vita} compresi in D1, D2, Ciii1, Ciii2, Ciii3; • si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative ed affollamento complessivo > 25 occupanti; • si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio ed affollamento complessivo > 25 occupanti.

Tabella 75 - Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione

Il caso in esame rispetta tutte le condizioni per l'attribuzione all'attività del livello di prestazione I, pertanto saranno applicate le indicazioni previste per la corrispondente soluzione conforme riportate in tabella, che dà indicazioni su compiti e funzioni della struttura organizzativa minima, sulla GSA in esercizio e sulla GSA in emergenza con i relativi adempimenti minimi.

Struttura organizzativa minima	Compiti e funzioni
Responsabile dell'attività	<ul style="list-style-type: none"> • organizza la GSA in esercizio; • organizza la GSA in emergenza; • [1] predisporre, attua e verifica periodicamente il piano d'emergenza; • [1] provvede alla formazione ed informazione del personale su procedure ed attrezzature; • [1] nomina le figure della struttura organizzativa.
[1] Addetti al servizio antincendio	Attuano la GSA in esercizio ed in emergenza.
GSA in esercizio	Come prevista al paragrafo S.5.7, limitatamente ai paragrafi ai paragrafi S.5.7.1, S.5.7.3, S.5.7.4, S.5.7.5 e S.5.7.8.
GSA in emergenza	Come prevista al paragrafo S.5.8
[1] Solo se attività lavorativa	

Tabella 76 - Soluzioni conformi per il livello di prestazione I

Nello specifico, per garantire il livello di prestazione I, la soluzione conforme prevede che la struttura organizzativa minima sia costituita dal responsabile dell'attività e dagli

addetti al servizio antincendio, che hanno il compito di attuare la GSA in esercizio e in emergenza.

Il responsabile dell'attività ha, invece, i seguenti compiti:

- organizza la GSA in esercizio ed in emergenza;
- predispone, attua e verifica periodicamente il piano d'emergenza;
- provvede alla formazione ed informazione del personale su procedure ed attrezzature;
- nomina le figure della struttura organizzativa.

In aggiunta, dato che una corretta progettazione della gestione della sicurezza implica uno scambio di informazioni tra progettista e responsabile dell'attività, quest'ultimo deve fornire le informazioni relative ai pericoli di incendio e tutti gli altri dati di input necessari ai fini della valutazione del rischio di incendio.

Nel caso specifico, in funzione di quanto previsto al par S5.6, sono state fornite le seguenti indicazioni:

a. Limitazioni d'esercizio dell'attività

Gli occupanti del magazzino hanno familiarità con l'edificio e per essi è prevista un'attività di formazione ed informazione con esercitazioni periodiche.

b. Misure antincendio

Per il tipo di attività in esame, si ritiene sufficiente una protezione costituita da estintori lungo tutto il magazzino, da aperture contro i fumi, e da un impianto di allarme antincendio manuale.

c. Manutenzione e controllo periodico

Gli impianti tecnologici e quelli rilevanti ai fini antincendio dovranno ricevere regolare manutenzione, che deve essere riportata nel Registro antincendio.

d. Numero occupanti

Il massimo affollamento dei locali coincide con il numero di lavoratori, dato che l'attività in esame non è aperta al pubblico e sarà adottata la procedura di esodo simultaneo.

e. Gestione dell'emergenza

I dipendenti dovranno essere formati e informati costantemente e dovranno essere effettuate esercitazioni periodiche, secondo le modalità previste nel documento di valutazione dei rischi. Inoltre è previsto un presidio interno dei Vigili del Fuoco.

Per quanto riguarda la GSA in condizioni d'esercizio, il responsabile dell'attività deve predisporre un registro dei controlli periodici, da mantenere costantemente aggiornato e disponibile per gli organi di controllo, dove siano annotati:

- i controlli, le verifiche, gli interventi di manutenzione su sistemi, dispositivi, attrezzature e le altre misure antincendio adottate;
- le attività di informazione, formazione ed addestramento;
- le prove di evacuazione

In merito al controllo e alla manutenzione degli impianti e delle attrezzature antincendio, gli stessi devono essere effettuati nel rispetto delle disposizioni vigenti, secondo la regola dell'arte in accordo a norme, TS e TR pertinenti, ed al manuale d'uso e manutenzione dell'impianto e dell'attrezzatura.

In particolare, essendo presenti gli estintori e l'impianto di rivelazione e allarme incendi, dalla tabella seguente si può avere un utile riferimento delle norme per la loro verifica, controllo e manutenzione.

Per quanto riguarda la preparazione dell'emergenza trattandosi del livello di prestazione I, sarà sufficiente fornire informazione al personale ed agli occupanti sui comportamenti da tenere. Tale informazione comprende:

- istruzioni per la chiamata del soccorso pubblico e le informazioni da fornire per consentire un efficace soccorso;
- istruzioni di primo intervento, attraverso:
 - azioni del responsabile dell'attività in rapporto alle squadre di soccorso;
 - azioni degli eventuali addetti antincendio in riferimento alla lotta antincendio ed all'esodo, compreso l'impiego di dispositivi di protezione ed attrezzature;
 - azioni per la messa in sicurezza di apparecchiature ed impianti;
- istruzioni per l'esodo degli occupanti, anche per mezzo di idonea segnaletica;
- istruzioni per prestare assistenza agli occupanti con specifiche necessità
- istruzioni per il ripristino delle condizioni di sicurezza dopo l'emergenza.

Durante l'emergenza, infine, la GSA deve prevedere l'attivazione ed attuazione del piano di emergenza, con l'attivazione delle procedure d'emergenza immediatamente successiva alla rivelazione manuale o automatica dell'incendio.

Impianto o attrezzatura antincendio	Norme e TS per verifica, controllo, manutenzione
Estintori	UNI 9994-1
RI	UNI 10779, UNI EN 671-3, UNI EN 12845
SPK	UNI EN 12845
IRAI	UNI 11224
SEFC	UNI 9494-3
Sistemi a pressione differenziale	UNI EN 12101-6
Sistemi a polvere	UNI EN 12416-2
Sistemi a schiuma	UNI EN 13565-2
Sistemi spray ad acqua	UNI CEN/TS 14816
Sistema estinguente ad aerosol condensato	UNI ISO 15779
Sistemi a riduzione di ossigeno	UNI EN 16750
Porte e finestre apribili resistenti al fuoco	UNI 11473
Sistemi di spegnimento ad estinguente gassoso	UNI 11280

Tabella 77 - Riferimenti per verifica, controllo e manutenzione di impianti e attrezzature antincendio

S6 – CONTROLLO DELL'INCENDIO

La presente misura antincendio ha come scopo l'individuazione dei presidi antincendio da installare nell'attività per:

- a. la protezione nei confronti di un *principio di incendio*;
- b. la protezione manuale o automatica, finalizzata all'*inibizione* o al *controllo* dell'incendio;
- c. la protezione mediante completa *estinzione* di un incendio.

Le tabelle seguenti riportano rispettivamente i livelli di prestazione individuati e i relativi criteri di attribuzione:

Livello di prestazione	Descrizione
I	Nessun requisito
II	Estinzione di un principio di incendio
III	Controllo o estinzione manuale dell'incendio
IV	Inibizione, controllo o estinzione dell'incendio con sistemi automatici estesi a porzioni di attività
V	Inibizione, controllo o estinzione dell'incendio con sistemi automatici estesi a tutta l'attività

Tabella 78 - Livelli di prestazione

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Non ammesso nelle attività soggette
II	Ambiti dove siano verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni: <ul style="list-style-type: none"> • profili di rischio: <ul style="list-style-type: none"> ◦ R_{vita} compresi in A1, A2, B1, B2, Cii1, Cii2, Ciii1, Ciii2; ◦ R_{beni} pari a 1, 2; ◦ $R_{ambiente}$ non significativo; • tutti i piani dell'attività situati a quota compresa tra -5 m e 32 m; • carico di incendio specifico $q_f \leq 600 \text{ MJ/m}^2$; • per compartimenti con $q_f > 200 \text{ MJ/m}^2$: superficie lorda $\leq 4000 \text{ m}^2$; • per compartimenti con $q_f \leq 200 \text{ MJ/m}^2$: superficie lorda qualsiasi; • non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative; • non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.
III	Ambiti non ricompresi negli altri criteri di attribuzione.
IV	In relazione alle risultanze della valutazione del rischio nell'ambito e in ambiti limitrofi della stessa attività (es. ambiti di attività con elevato affollamento, ambiti di attività con geometria complessa o piani interrati, elevato carico di incendio specifico q_f , ³ presenza di sostanze o miscele pericolose in quantità significative, presenza di lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio, ...).
V	Su specifica richiesta del committente, previsti da capitolati tecnici di progetto, richiesti dalla
	autorità competente per costruzioni destinate ad attività di particolare importanza, previsti da regola tecnica verticale.

Tabella 79 - Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione

Il caso in esame rispetta tutte le condizioni per l'attribuzione del livello di prestazione III, perciò è stata prevista l'applicazione della soluzione conforme relativa a tale livello.

Nello specifico:

- Devono essere installati estintori d'incendio a protezione dell'*intera attività*, secondo le indicazioni del paragrafo S.6.6.
- Deve essere installata una rete idranti (RI) a protezione dell'intera attività o di singoli compartimenti in relazione alle risultanze della valutazione del rischio, secondo le indicazioni del paragrafo S.6.8.

Nello specifico, sarà sufficiente garantire l'estinzione di un principio di incendio per mezzo di estintori di classe 34 A 233 B C, il cui numero, capacità estinguente e posizione sarà determinato secondo quanto previsto nelle seguenti tabelle.

Profilo di rischio R_{vita}	Max distanza di raggiungimento	Minima capacità estinguente	Minima carica nominale
A1, A2	40 m	13 A	6 litri o 6 kg
A3, B1, B2, C1, C2, D1, D2, E1, E2	30 m	21 A	
A4, B3, C3, E3	20 m	27 A	

Tabella 80 - Criteri per l'installazione degli estintori di classe A

Quantità di liquido infiammabile stoccato o in lavorazione L	Minima capacità estinguente	Numero di estintori	Minima carica nominale
$L \leq 50$ litri	70 B	1	4 kg o 3 litri, 5 kg se a CO ₂
$50 < L \leq 100$ litri	89 B	2	
$100 < L \leq 200$ litri	113 B	3	6 kg o 6 litri
	144 B	2	
$L \geq 200$ litri	233 B	≥ 3 [1]	

[1] Il numero deve essere determinato sulla base della valutazione del rischio, tenendo conto della quantità e della tipologia di liquido infiammabile stoccato o in lavorazione, della geometria dei contenitori e della superficie esposta; in queste circostanze è preferibile prevedere anche l'installazione di estintori carrellati.

Tabella 81 - Criterio per l'installazione degli estintori di classe B

Per garantire le prescrizioni relative al livello di prestazione III bisogna predisporre degli estintori da 6 kg, purché raggiungibili con una distanza massima di 20 m.

Inoltre Deve essere installata una *rete idranti* (RI) a protezione dell'intera attività o di singoli compartimenti in relazione alle risultanze della valutazione del rischio, secondo le indicazioni del paragrafo S.6.8.

Bisogna, infine, tenere presente che gli estintori devono essere sempre disponibili per l'uso immediato, pertanto devono essere collocati:

- in posizione facilmente visibile e raggiungibile, lungo i percorsi d'esodo in prossimità delle uscite dei locali, di piano o finali;
- in prossimità delle aree a rischio specifico.

Inoltre, per consentire a tutti gli occupanti di impiegare gli estintori, le impugnature dei presidi manuali dovrebbero essere collocate ad una quota di circa 110 cm dal piano di calpestio.

In ogni caso, gli estintori devono essere sempre disponibili per l'uso immediato e quindi essere collocati in posizione facilmente visibile e raggiungibile, in prossimità delle uscite di piano e lungo i percorsi d'esodo, in prossimità delle aree a rischio specifico. Devono inoltre essere provvisti di adeguata segnaletica di sicurezza.

S7 – RIVELAZIONE ED ALLARME

Gli impianti di rivelazione incendio e segnalazione allarme incendi (IRAI) sono realizzati con l'obiettivo di sorvegliare gli ambiti di una attività, rivelare precocemente un incendio e diffondere l'allarme al fine di:

- a. attivare le misure protettive (es. impianti automatici di inibizione, controllo o estinzione, ripristino della compartimentazione, evacuazione di fumi e calore, controllo o arresto di impianti tecnologici di servizio e di processo, ...);
- b. attivare le misure gestionali (es. piano e procedure di emergenza e di esodo, ...) progettate e programmate in relazione all'incendio rivelato ed all'ambito ove tale principio di incendio si è sviluppato rispetto all'intera attività sorvegliata.

Le tabelle seguenti riportano rispettivamente i livelli di prestazione ed i relativi criteri di attribuzione.

Livello di prestazione	Descrizione
I	Rivelazione e diffusione dell'allarme di incendio mediante sorveglianza degli ambiti da parte degli occupanti dell'attività.
II	Rivelazione manuale dell'incendio mediante sorveglianza degli ambiti da parte degli occupanti dell'attività e conseguente diffusione dell'allarme.
III	Rivelazione automatica dell'incendio e diffusione dell'allarme mediante sorveglianza di ambiti dell'attività.
IV	Rivelazione automatica dell'incendio e diffusione dell'allarme mediante sorveglianza dell'intera attività.

Tabella 82 - Livelli di prestazione

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	<p>Ambiti dove siano verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> • profili di rischio: <ul style="list-style-type: none"> ◦ R_{vita} compresi in A1, A2; ◦ R_{beni} pari a 1; ◦ $R_{ambiente}$ non significativo; • attività non aperta al pubblico; • densità di affollamento $\leq 0,2$ persone/m²; • non prevalentemente destinata ad occupanti con disabilità; • tutti i piani dell'attività situati a quota compresa tra -5 m e 12 m; • carico di incendio specifico $q_f \leq 600$ MJ/m²; • superficie lorda di ciascun compartimento ≤ 4000 m²; • non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative; • non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.
II	<p>Ambiti dove siano verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> • profili di rischio: <ul style="list-style-type: none"> ◦ R_{vita} compresi in A1, A2, B1, B2; ◦ R_{beni} pari a 1; ◦ $R_{ambiente}$ non significativo; • densità di affollamento $\leq 0,7$ persone/m²; • tutti i piani dell'attività situati a quota compresa tra -10 m e 54 m; • carico di incendio specifico $q_f \leq 600$ MJ/m²; • non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative; • non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.
III	Ambiti non ricompresi negli altri criteri di attribuzione.
IV	In relazione alle risultanze della valutazione del rischio nell'ambito e in ambiti limitrofi della stessa attività (es. ambiti o attività con elevato affollamento, ambiti o attività con geometria
	complessa o piani interrati, elevato carico di incendio specifico q_f , presenza di sostanze o miscele pericolose in quantità significative, presenza di lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio, presenza di inneschi significativi,...).

Tabella 83 - Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione

Per questa misura è stata scelta una soluzione per garantire il livello di prestazione III, tuttavia inizialmente in cantiere si potrà predisporre della sola sorveglianza manuale dell'incendio mediante sorveglianza degli ambiti da parte degli occupanti dell'attività e conseguente diffusione dell'allarme. In alternativa di possono predisporre

Pertanto, le soluzioni conformi per la misura rivelazione ed allarme incendio con livello di prestazione III non vengono rispettate immediatamente, ma solo nel momento in cui verrà installato l'impianto automatico, le cui funzioni sono elencate nelle seguenti tabelle.

Livello di prestazione	Aree sorvegliate	Funzioni minime degli IRAI		Funzioni di evacuazione ed allarme	Funzioni di Impianti [1]
		Funzioni principali	Funzioni secondarie		
I	-	[2]		[3]	[4]
II	-	B, D, L, C	-	[9]	[4]
III	[12]	A, B, D, L, C	E, F [5], G, H N [6]	[9]	[4] o [11]
IV	Tutte	A, B, D, L, C	E, F [5] G, H, M [7], N, O [8]	[9] o [10]	[11]

[1] Funzioni di avvio protezione attiva ed arresto o controllo di altri impianti o sistemi.
 [2] Non sono previste funzioni, la rivelazione e l'allarme sono demandate agli occupanti.
 [3] L'allarme è trasmesso tramite segnali convenzionali codificati nelle procedure di emergenza (es. a voce, suono di campana, accensione di segnali luminosi, ...) comunque percepibili da parte degli occupanti.
 [4] Demandate a procedure operative nella pianificazione d'emergenza.
 [5] Funzioni E ed F previste solo quando è necessario trasmettere e ricevere l'allarme incendio.
 [6] Funzioni G, H ed N non previste ove l'avvio dei sistemi di protezione attiva e controllo o arresto altri impianti sia demandato a procedure operative nella pianificazione d'emergenza.
 [7] Funzione M prevista solo se richiede l'installazione di un EVAC.
 [8] Funzione O prevista solo in attività dove si prevedono applicazioni domotiche (*building automation*).
 [9] Con dispositivi di diffusione visuale e sonora o altri dispositivi adeguati alle capacità percettive degli occupanti ed alle condizioni ambientali (es. segnalazione di allarme ottica, a vibrazione, ...).
 [10] Per elevati affollamenti, geometrie complesse, può essere previsto un sistema EVAC secondo norma UNI ISO 7240-19.
 [11] Automatiche su comando della centrale o mediante centrali autonome di azionamento (asservite alla centrale master), richiede le funzioni secondarie E, F, G, H ed N della EN 54-1.
 [12] Spazi comuni, vie d'esodo (anche facenti parte di sistema d'esodo comune) e spazi limitrofi, compartimenti con profili di rischio R_{vita} in Cii1, Cii2, Cii3, Ciii1, Ciii2, Ciii3, D1 e D2, aree dei beni da proteggere, aree a rischio specifico.

Tabella 84 - Soluzioni conformi per rivelazione ed allarme incendio

A, Rivelazione automatica dell'incendio
B, Funzione di controllo e segnalazione
D, Funzione di segnalazione manuale
L, Funzione di alimentazione
C, Funzione di allarme incendio

Tabella 85 - Funzioni principali degli IRAI secondo EN 54-1 e UNI 9795

E, Funzione di trasmissione dell'allarme incendio
F, Funzione di ricezione dell'allarme incendio
G, Funzione di comando del sistema o attrezzatura di protezione contro l'incendio
H, Sistema o impianto automatico di protezione contro l'incendio
J, Funzione di trasmissione dei segnali di guasto
K, Funzione di ricezione dei segnali di guasto
M, Funzione di controllo e segnalazione degli allarmi vocali
N, Funzione di ingresso e uscita ausiliaria
O, Funzione di gestione ausiliaria (<i>building management</i>)

Tabella 86 - Funzioni secondarie degli IRAI secondo EN 54-1 e UNI 9795

S8 – CONTROLLO DI FUMI E CALORE

La misura antincendio controllo di fumi e calore ha come scopo l'individuazione dei presidi antincendio da installare nell'attività per consentire il *controllo*, l'*evacuazione* o lo *smaltimento* dei prodotti della combustione in caso di incendio. Tra le alternative proposte al par. S.8.1, per l'attuazione della suddetta misura, nel caso in esame è stato scelto di realizzare aperture di smaltimento di fumo e calore d'emergenza per allontanare i prodotti della combustione durante le operazioni di estinzione dell'incendio da parte delle squadre di soccorso, dimensionate secondo le indicazioni date al par. S.8.5.

Si ricorda, difatti, che lo smaltimento di fumo e calore d'emergenza non ha la funzione di creare un adeguato strato libero dai fumi durante lo sviluppo dell'incendio, ma solo quello di facilitare l'opera di estinzione dei soccorritori. Tale smaltimento di fumo e calore d'emergenza può essere realizzato per mezzo di aperture di smaltimento dei prodotti della combustione verso l'esterno dell'edificio, che, generalmente, coincidono con quelle già ordinariamente disponibili per la funzionalità dell'attività (es. finestre, lucernari, porte, ...)

Come per tutte le misure di strategia antincendio, anche per il controllo di fumi e calore deve essere attribuito un livello di prestazione in funzione dei criteri di attribuzione.

Per l'attività in argomento è stato attribuito il livello di prestazione II, andando a scegliere le soluzioni conformi opportune, ovvero per il compartimento deve essere prevista la possibilità di effettuare lo smaltimento di fumo e calore d'emergenza secondo quanto previsto al par. S.8.5. Le aperture di smaltimento devono quindi essere realizzate sia in modo che si possa smaltire fumo e calore da tutti gli ambiti del compartimento, sia che fumo e calore smaltiti non interferiscano con il sistema delle vie d'esodo e non propaghino l'incendio verso altri locali. Inoltre, le aperture di smaltimento devono essere protette dall'ostruzione accidentale durante l'esercizio dell'attività.

Livello di prestazione	Descrizione
I	Nessun requisito
II	Deve essere possibile smaltire fumi e calore dell'incendio dai compartimenti al fine di facilitare le operazioni delle squadre di soccorso.
III	Deve essere mantenuto nel compartimento uno strato libero dai fumi che permetta: <ul style="list-style-type: none"> • la salvaguardia degli occupanti e delle squadre di soccorso, • la protezione dei beni, se richiesta. Fumi e calore generati nel compartimento non devono propagarsi ai compartimenti limitrofi.

Tabella 87 - Livelli di prestazione

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Compartimenti dove siano verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni: <ul style="list-style-type: none"> • non adibiti ad attività che comportino presenza di occupanti, ad esclusione di quella occasionale e di breve durata di personale addetto; • carico di incendio specifico $q_f \leq 600 \text{ MJ/m}^2$; • per compartimenti con $q_f > 200 \text{ MJ/m}^2$: superficie lorda $\leq 25 \text{ m}^2$; • per compartimenti con $q_f \leq 200 \text{ MJ/m}^2$: superficie lorda $\leq 100 \text{ m}^2$; • non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative; • non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.
II	Compartimento non ricompreso negli altri criteri di attribuzione.
III	In relazione alle risultanze della valutazione del rischio nell'ambito e in ambiti limitrofi della stessa attività (es. attività con elevato affollamento, attività con geometria complessa o piani interrati, elevato carico di incendio specifico q_f , presenza di sostanze o miscele pericolose in quantità significative, presenza di lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio, ...).

Tabella 88 - Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione

Tipo di dimensionamento	Carico di incendio specifico q_f	SE [1] [2]	Requisiti aggiuntivi
SE1	$q_f < 600 \text{ MJ/m}^2$	A/40	-
SE2	$600 < q_f \leq 1200 \text{ MJ/m}^2$	$A \cdot q_f / 40000 + A / 100$	-
SE3	$q_f > 1200 \text{ MJ/m}^2$	A/25	10% di SE di tipo SEa o SEb o SEc
[1] Con SE superficie utile delle aperture di smaltimento in m^2			
[2] Con A superficie lorda di ciascun piano del compartimento in m^2			

Tabella 89 - Tipi di dimensionamento per le aperture di smaltimento

S9 – OPERATIVITÀ ANTINCENDIO

L'operatività antincendio ha lo scopo di agevolare l'efficace conduzione di interventi di soccorso dei Vigili del fuoco in tutte le attività.

Livello di prestazione	Descrizione
I	Nessun requisito
II	Accessibilità per mezzi di soccorso antincendio
III	Accessibilità per mezzi di soccorso antincendio Pronta disponibilità di agenti estinguenti Possibilità di controllare o arrestare gli impianti tecnologici e di servizio dell'attività, compresi gli impianti di sicurezza
IV	Accessibilità per mezzi di soccorso antincendio Pronta disponibilità di agenti estinguenti Possibilità di controllare o arrestare gli impianti tecnologici e di servizio dell'attività, compresi gli impianti di sicurezza Accessibilità protetta per i Vigili del fuoco a tutti i piani dell'attività Possibilità di comunicazione affidabile per soccorritori

Tabella 90 - Livelli di prestazione

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Non ammesso nelle attività soggette
II	Opere da costruzione dove siano verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni: <ul style="list-style-type: none"> • profili di rischio: <ul style="list-style-type: none"> ◦ R_{vita} compresi in A1, A2, B1, B2; ◦ R_{beni} pari a 1; ◦ $R_{ambiente}$ non significativo; • densità di affollamento $\leq 0,2$ persone/m²; • tutti i piani dell'attività situati a quota compresa tra -5 m e 12 m; • carico di incendio specifico $q_f \leq 600$ MJ/m²; • per compartimenti con $q_f > 200$ MJ/m²: superficie lorda ≤ 4000 m²; • per compartimenti con $q_f \leq 200$ MJ/m²: superficie lorda qualsiasi; • non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative; • non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.
III	Opere da costruzione non ricomprese negli altri criteri di attribuzione.
IV	Opere da costruzione dove sia verificata <i>almeno una</i> delle seguenti condizioni: <ul style="list-style-type: none"> • profilo di rischio R_{beni} compreso in 3, 4; • se aperta al pubblico: affollamento complessivo > 300 occupanti; • se non aperta al pubblico: affollamento complessivo > 1000 occupanti; • numero totale di posti letto > 100 e profili di rischio R_{vita} compresi in D1, D2, Ciii1, Ciii2, Ciii3; • si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative ed affollamento complessivo > 25 occupanti; • si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio ed affollamento complessivo > 25 occupanti.

Tabella 91 - Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione

Per il livello di prestazione III sono previste le seguenti soluzioni conformi:

- Devono essere rispettate le prescrizioni previste per le soluzioni conformi del livello di prestazione II.
- I sistemi di controllo e comando dei servizi di sicurezza destinati a funzionare in caso di incendio devono essere ubicati nel *centro di gestione delle emergenze*, se previsto, e comunque in posizione segnalata e facilmente raggiungibile durante

l'incendio. La posizione e le logiche di funzionamento devono essere considerate nella gestione della sicurezza antincendio (capitolo S.5), anche ai fini di agevolare l'operato delle squadre dei Vigili del fuoco.

- Gli organi di intercettazione, controllo, arresto e manovra degli impianti tecnologici e di processo al servizio dell'attività rilevanti ai fini dell'incendio (es. impianto elettrico, adduzione gas naturale, impianti di ventilazione, impianti di produzione, ...) devono essere ubicati in posizione segnalata e facilmente raggiungibile durante l'incendio. La posizione e le logiche di funzionamento devono essere considerate nella gestione della sicurezza antincendio (capitolo S.5), anche ai fini di agevolare l'operato delle squadre dei Vigili del fuoco.

La soluzione conforme relativa al livello di prestazione II è riportata al par. S.9.4.1, ovvero deve essere permanentemente assicurata la possibilità di avvicinare i mezzi di soccorso antincendio, adeguati al rischio d'incendio, agli accessi di riferimento dei compartimenti di ciascuna opera da costruzione dell'attività; di norma la distanza dei mezzi di soccorso dagli accessi non dovrebbe essere superiore a 50 m.

La scelta progettuale prevede l'accostamento dei mezzi di soccorso nel pieno rispetto della massima distanza prevista e dei requisiti minimi riportati in tabella.

Larghezza: 3,50 m; Altezza libera: 4,00 m; Raggio di volta: 13,00 m; Pendenza: ≤ 10%; Resistenza al carico: almeno 20 tonnellate, di cui 8 sull'asse anteriore e 12 sull'asse posteriore con passo 4 m.

Tabella 92 - Requisiti minimi accessi all'attività da pubblica via per mezzi di soccorso

S10 – SICUREZZA DEGLI IMPIANTI

Ai fini della sicurezza antincendio devono essere considerati *almeno* i seguenti impianti tecnologici e di servizio:

- a. produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione e di utilizzazione dell'energia elettrica;
- b. protezione contro le scariche atmosferiche;

- c. sollevamento o trasporto di cose e persone;
- d. deposito, trasporto, distribuzione e utilizzazione di solidi, liquidi e gas combustibili, infiammabili e comburenti;
- e. riscaldamento, climatizzazione, condizionamento e refrigerazione, comprese le opere di evacuazione dei prodotti della combustione, e di ventilazione ed aerazione dei locali.

Livello di prestazione	Descrizione
I	Impianti progettati, realizzati, eserciti e mantenuti in efficienza secondo la regola d'arte, in conformità alla regolamentazione vigente, con requisiti di sicurezza antincendio specifici.

Tabella 93 - Livelli di prestazione

Criteria di attribuzione dei livelli di prestazione

Il livello di prestazione I deve essere attribuito a tutte le attività.

Soluzioni conformi

1. Si ritengono conformi gli impianti tecnologici e di servizio progettati, installati, verificati, eserciti e mantenuti a regola d'arte, in conformità alla regolamentazione vigente, secondo le norme applicabili.
2. Tali impianti devono garantire gli obiettivi di sicurezza antincendio riportati di seguito ed essere altresì conformi alle prescrizioni tecniche per la specifica tipologia dell'impianto.

Obiettivi di sicurezza antincendio

1. Gli impianti tecnologici e di servizio di cui al paragrafo S.10.1 devono rispettare i seguenti obiettivi di sicurezza antincendio:
 - a. limitare la probabilità di costituire causa di incendio o di esplosione;
 - b. limitare la propagazione di un incendio all'interno degli ambienti di installazione e contigui;

- c. non rendere inefficaci le altre misure antincendio, con particolare riferimento agli elementi di compartimentazione;
 - d. consentire agli occupanti di lasciare gli ambienti in condizione di sicurezza;
 - e. consentire alle squadre di soccorso di operare in condizioni di sicurezza;
 - f. essere disattivabili, o altrimenti gestibili, a seguito di incendio.
2. a gestione e la disattivazione di impianti tecnologici e di servizio, anche quelli destinati a rimanere in servizio durante l'emergenza, deve:
 3. poter essere effettuata da posizioni protette, segnalate e facilmente raggiungibili;
 4. essere prevista e descritta nel piano d'emergenza.

Prescrizioni aggiuntive di sicurezza antincendio

- Impianti elettrici

Gli impianti di utilizzazione dell'energia elettrica devono essere progettati, realizzati e gestiti secondo la regola dell'arte, in conformità alla regolamentazione vigente, garantendo, inoltre, le seguenti prescrizioni aggiuntive di sicurezza antincendio:

- possesso di caratteristiche strutturali, tensione di alimentazione e possibilità di intervento, individuate nel piano di emergenza, in modo da non costituire pericolo durante le operazioni di estinzione dell'incendio. A tal fine sarà previsto in posizione segnalata e di facile accesso, un sezionamento di emergenza dell'impianto elettrico dell'attività;
- valutazione della classificazione del rischio elettrico dei luoghi in cui sono installati;
- valutazione della necessità di utilizzare cavi realizzati con materiale in grado di ridurre al minimo le emissioni di fumo, la produzione di gas acidi e corrosivi, in funzione della destinazione dei locali, del tempo di evacuazione dagli stessi, del tipo di posa delle condutture elettriche, dell'incidenza dei cavi elettrici su gli altri materiali/impianti presenti;
- suddivisione in più circuiti terminali in modo che un guasto non possa generare situazioni di panico o di pericolo all'interno dell'attività;
- ubicazione del quadro elettrico generale in posizione segnalata, in particolare nei pressi dell'ingresso principale. I quadri contenenti circuiti di sicurezza,

destinati a funzionare durante l'emergenza, saranno protetti contro l'incendio. I quadri elettrici potranno essere installati lungo le vie d'esodo, in posizione tale da non ostacolare il deflusso degli occupanti;

- negli ambienti aperti al pubblico, i quadri elettrici saranno protetti almeno con una porta frontale con chiusura a chiave. Gli apparecchi di manovra riporteranno chiare indicazioni dei circuiti a cui si riferiscono.

In conformità al Codice, gli impianti dell'attività che hanno una funzione nella gestione dell'emergenza devono disporre di alimentazione elettrica di sicurezza con le caratteristiche minime indicate nella tabella seguente. Inoltre, i circuiti di sicurezza devono essere chiaramente identificati e su ciascun dispositivo generale a protezione della linea/impianto elettrico di sicurezza deve essere indicato il messaggio "Non manovrare in caso d'incendio".

Gli impianti di illuminazione di sicurezza e gli IRAI, disporranno di alimentazione elettrica di sicurezza con le caratteristiche minime di interruzione breve ($\leq 0,5$ s) ed autonomia non inferiore a 30 minuti.

Per quando riguarda le vie di esodo, ad esempio, è previsto che l'impianto di illuminazione di sicurezza debba assicurare un livello di illuminamento sufficiente a garantire l'esodo degli occupanti.

Utenza	Interruzione	Autonomia
Illuminazione di sicurezza, IRAI, sistemi di comunicazione in emergenza	Interruzione breve ($\leq 0,5$ s)	> 30' [1]
Scale e marciapiedi mobili utilizzati per l'esodo [3], ascensori antincendio, SEFC	Interruzione media (≤ 15 s)	> 30' [1]
Sistemi di controllo o estinzione degli incendi	Interruzione media (≤ 15 s)	> 120' [2]
Ascensori di soccorso	Interruzione media (≤ 15 s)	> 120'
Altri Impianti	Interruzione media (≤ 15 s)	> 120'
[1] L'autonomia deve essere comunque congrua con il tempo disponibile per l'esodo dall'attività [2] L'autonomia può essere inferiore e pari al tempo di funzionamento dell'impianto [3] Solo se utilizzate in movimento durante l'esodo		

Tabella 94 - Autonomia minima ed interruzione dell'alimentazione elettrica di sicurezza

CONCLUSIONI

Nella tabella 96 sono riassunte per ogni misura della strategia antincendio, le relative soluzioni conformi adottate per la progettazione antincendio del cantiere ottenuta applicando la metodologia del D.M. 18/10/2019.

Misure Antincendio	Livelli di prestazione	Soluzioni Conformi
S.1 Reazione al fuoco	I	Utilizzo materiali gruppo GM4
S.2 Resistenza al fuoco	III	Classe minima 90
S.3 Compartimentazione	II	Dimensione < 64000 mq
S.4 Esodo	I	Almeno 2 uscite indipendenti Lunghezza d'esodo max 60 m Corridoio cieco max 30 m Larghezza minima vie di esodo = 900 mm
S. 5 Gestione della sicurezza	I	GSA per le condizioni di esercizio e di emergenza
S.6 Controllo dell'incendio	III	Rete idranti ed estintori classe 34 A 233 B C
S.7 Rivelazione ed allarme	III	IRAI con funzioni principali e secondarie di trasmissione
S.8 Controllo di fumi e calore	II	Aperture di smaltimento di fumo e calore d'emergenza
S.9 Operatività antincendio	III	Accessibilità per i mezzi di soccorso antincendio Sistemi di controllo dei servizi di sicurezza ubicati in posizione segnalata e facile da raggiungere durante l'incendio
S.10 Sicurezza degli impianti tecnologici e di servizio	I	Impianti tecnologici e di servizio progettati, installati, verificati, eserciti e mantenuti a regola d'arte, in conformità alle norme vigenti

Tabella 95 - Sintesi delle soluzioni progettuali

Facendo un confronto con l'attività precedente, si nota che molte misure antincendio coincidono tranne quelle riguardanti gli impianti utilizzati. Per il magazzino, difatti, si sono predisposti impianti automatici, mentre in cantiere tutti gli impianti sono manuali. L'applicazione del codice anche ad una attività cantieristica non è risultata difficoltosa, anzi si è arrivati a definire una strategia antincendio piuttosto buona per ridurre al minimo il rischio.

5.4 Magazzino e Cantiere

Una volta analizzate le due attività con il Codice di Prevenzione Incendi, si è andati a valutare il caso di un cantiere temporaneo all'interno dell'attività di magazzinaggio. Dal momento che l'attività cantieristica rende inefficaci alcune prescrizioni di emergenza, si vuole verificare se le due attività possono coesistere in questa particolare condizione.

Per la trattazione si è ipotizzato un cantiere temporaneo per la manutenzione di una parte dell'impianto sprinkler dell'attività. Questo porta inevitabilmente a interdire delle uscite di emergenza, prontamente segnalate in rosso nelle seguenti figure. In aggiunta l'impianto sprinkler non è utilizzabile, per cui si devono necessariamente verificare due cose:

- 1) Se le vie di esodo sono sufficienti a garantire l'evacuazione di tutti gli occupanti
- 2) Se è possibile continuare l'attività di magazzinaggio dato che l'impianto sprinkler risulta non funzionante

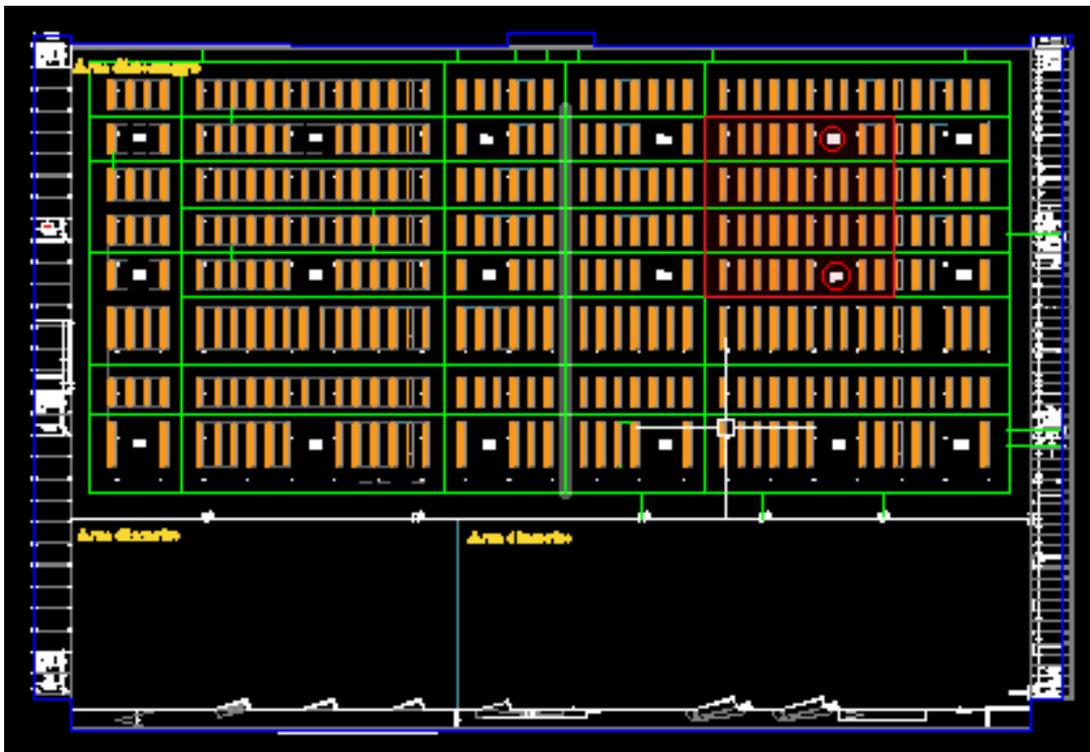


Figura 59 - individuazione cantiere all'interno del magazzino



Figura 60 - individuazione cantiere

Andando ad analizzare il caso si è subito verificato il fatto che le vie di esodo continuano ad essere sufficienti per le due attività, dal momento che sono ancora valide tutte le verifiche fatte con l'S4. Il problema maggiore invece rimane l'impossibilità di avere l'impianto sprinkler funzionante. La sospensione dell'attività non è pensabile in quanto i costi per la sospensione sarebbero enormi.

Pertanto dal momento che la manutenzione dello sprinkler nella zona di cantiere mette in crisi tutto lo sprinkler di tutta la logistica, è necessario adottare delle misure compensative.

Si potrebbe pensare di ricorrere alla compartimentazione, tuttavia è una soluzione abbastanza difficile da sostenere perché molto costosa a causa della grande altezza del magazzino (12 m).

Si è dunque proceduti a elaborare una soluzione per andare a compensare la perdita dell'automatismo fornito dall'impianto sprinkler. Dato che la rivelazione antincendio è presente nel magazzino, si è predisposto un presidio di persone addestrate che in caso di incendio prenda gli idranti e tenga sotto controllo l'evento. In questo modo si riesce a svolgere lo stesso ruolo dello sprinkler e l'attività può procedere senza alcun problema. Di fatto si sostituisce l'estinzione automatica con una estinzione manuale presidiata con un numero di uomini sufficiente (1 per idrante).

Bisogna sottolineare il fatto che il presidio fisso viene unicamente designato in maniera tale da limitare i danni per il materiale all'interno del capannone.

Al fine di ridurre ulteriormente il rischio di incendio si possono anche organizzare delle ronde di vigilanza periodiche per controllare eventuali fonti di innesco.

CONCLUSIONI

Il contenuto della seguente tesi compie un percorso che parte da quello che è il concetto di logistica, andando ad analizzare rischi e misure di sicurezza, fino ad arrivare all'applicazione del Codice di prevenzione Incendi.

Nella prima parte della tesi si sono analizzate le attività che effettivamente si svolgono all'interno di una logistica, e quindi si è visto come funziona un processo logistico, soffermandosi poi sull'impiego fondamentale dei magazzini necessari per il deposito della merce prodotta.

Successivamente si è fatta una valutazione dei rischi generale, andando a sottolineare i rischi sia per gli addetti al magazzino che per la merce. Da qui si sono trattate le principali soluzioni di sicurezza, andando a fare una netta distinzione tra sicurezza attiva e sicurezza passiva. Nello specifico si è fatta anche una trattazione sulla gestione della viabilità aziendale sia interna che esterna, con l'obiettivo di far notare la necessità di progettare, organizzare e segnalare in modo appropriato tutti i percorsi di accesso e transito dei magazzini di logistica. Al fine di ridurre ulteriormente i rischi all'interno della logistica si è anche fatto un accenno a possibili soluzioni innovative e applicazioni tecnologiche.

Da qui si è applicato il Codice di Prevenzione Incendi sia per l'attività di logistica che per quella di cantiere. Quindi si è potuto osservare come il livello di rischio del cantiere sia nettamente superiore, dato che non è una lavorazione standard. La logistica è risultata comunque un'attività molto gravosa dal punto di vista della prevenzione incendi, per cui si è concluso che i due livelli di rischio non sono poi così distanti l'uno dall'altro.

Di conseguenza dato che il livello di rischio tra cantiere e logistica è equiparabile non c'è un grande incremento del livello di rischio andando a inserire un cantiere temporaneo all'interno della logistica. Per cui nella parte finale si è fatta l'ipotesi di un cantiere temporaneo per la manutenzione dell'impianto sprinkler. Ipotizzando le condizioni di cantiere peggiori si è dovuti ricorrere a soluzioni compensative per salvaguardare i materiali all'interno del magazzino. Data la difficoltà di applicazione del codice per

l'attività di cantiere si è concluso osservando la necessità di redigere una nuova Regola Tecnica Verticale unicamente per l'attività di cantiere.

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- Amicucci G. L., Fiamingo F., 2016, RFID (Radio-Frequency Identification) in applicazioni di sicurezza, Inail Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici
- Cagnin V., a.a. 2011/2012, Logistica e magazzino, Analisi di un caso aziendale: “Confezioni Tommasini s.p.a.”, Corso di Laurea magistrale (ordinamento ex D.M. 270/2004) in Economia e gestione delle aziende, Università Ca’ Foscari Venezia
- Dattilo F., Cavriani M., Codice di prevenzione incendi commentato, D.M. 3 agosto 2015, Norme tecniche di prevenzione incendi, Aggiornamento con D.M. 12 aprile 2019 e D.M. 18 ottobre 2019, Esempi applicativi., EPC, 3 edizione.
- E.b.e.r., Guida alla sicurezza della viabilità nelle imprese, Guida pratica all’applicazione del D.Lgs.626/94, https://www.eber.org/documenti/pubblicazioni/2_guida%20viabilita.pdf
- Emme, Guida all’acquisto: come scegliere il tuo estintore, <https://www.emme-italia.com/it/tipi-di-estintori>
- <http://dspace.unive.it/bitstream/handle/10579/2082/8166701165902.pdf?sequence=2>
- Infomotori, Differenza tra sicurezza attiva e passiva dell’auto, https://www.infomotori.com/guide/differenza-tra-sicurezza-attiva-e-sicurezza-passiva-dellauto_142176/
- Innovation Post Politiche e tecnologie per l’industria, Sicurezza un app sullo smartphone per rilevare l’uomo a terra, <https://www.innovationpost.it/2018/06/15/sicurezza-unapp-sullo-smartphone-per-rilevare-luomo-a-terra/>
- Mecalux Soluzioni di stoccaggio, Misure di protezione per scaffalature metalliche e magazzini contro il rischio di incendio, <https://www.mecalux.it/articoli-sulla-logistica/misure-di-protezione-scaffalature-metalliche-rischio-di-incendio>
- Mecalux Soluzioni di stoccaggio, Ecco i principali rischi da evitare in magazzino, <https://www.mecalux.it/blog/rischi-magazzino>

- Mecalux Soluzioni di stoccaggio, Quali sono i fattori fondamentali per garantire la sicurezza del magazzino?, <https://www.mecalux.it/articoli-sulla-logistica/fattori-fondamentali-garantire-sicurezza-magazzino>
- Ministero dell'Interno, Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile, Direzione Centrale per la Prevenzione e la Sicurezza Tecnica, Testo coordinato del DM 03 agosto 2015 Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139 (Codice di Prevenzione Incendi)
- Punto Sicuro, Buone prassi per la gestione del traffico nel magazzino, <https://www.puntosicuro.it/sicurezza-sul-lavoro-C-1/tipologie-di-contenuto-C-6/linee-guida-buone-prassi-C-62/buone-prassi-per-la-gestione-del-traffico-nel-magazzino-AR-12533/>
- Punto Sicuro, Dal 1999 il quotidiano sulla sicurezza sul lavoro, ambiente, security, Buone prassi per migliorare i comportamenti di sicurezza in cantiere, <https://www.puntosicuro.it/sicurezza-sul-lavoro-C-1/tipologie-di-contenuto-C-6/linee-guida-buone-prassi-C-62/buone-prassi-per-migliorare-i-comportamenti-di-sicurezza-in-cantiere-AR-13420/>
- Sacop soluzioni antincendio, Protezione passiva antincendio: linee guida e indicazioni generali secondo la normativa di legge, <https://sacop.it/news/protezione-passiva-antincendio-linee-guida-indicazioni-generalisecundo-la-normativa-legge>

INDICE DELLE FIGURE E DELLE TABELLE

- Figure 1,2,3: Cagnin V., a.a. 2011/2012, Logistica e magazzino, Analisi di un caso aziendale: “Confezioni Tommasini s.p.a.”, Corso di Laurea magistrale (ordinamento ex D.M. 270/2004) in Economia e gestione delle aziende, Università Ca’ Foscari Venezia
- Figura 4: Fami Plus, Carrello multiuso con pianale in acciaio, <https://www.famiplus.it/it/carrelli/31-carrello-pianale-acciaio.html>
- Figura 5: PuntoSicuro, Movimentazione dei carichi: l’uso in sicurezza dei carrelli elevatori, <https://www.puntosicuro.it/sicurezza-sul-lavoro-C-1/tipologie-di-rischio-C-5/attrezzature-macchine-C-45/movimentazione-dei-carichi-l-uso-in-sicurezza-dei-carrelli-elevatori-AR-17985/>
- Figura 6: Crown, Retrattile a pantografo serie RR/RD, <https://www.crown.com/it-it/carrelli-elevatori/retrattile-rr-rd.html>
- Figura 7: Linde, Carrelli elevatori retrattili per capannoni e piazzali, <https://www.linde-mh.it/it/Prodotti/Carrelli-elevatori-retrattili/R-14-20-G/>
- Figura 8: Transpalletitalia.com, Transpallet manuale 2500 kg, <https://www.transpalletitalia.com/transpallet-manuali/53-transpallet-manuale-2500-kg.html>
- Figura 9: Jungheinrich-profishop, Transpallet elettrico Jungheinrich EJE M13, https://www.jungheinrich-profishop.it/transpallet-elettrici/?no_qty_discount=1&Shop=b2c&wmc=pla&pid=172819
- Figura 10: Omacs, Commissionatori, <http://www.omacs.it/commissionatori/>
- Figura 11: Researchgate, Figure 1- uploaded by Valerio Digani, https://www.researchgate.net/figure/Automated-Guided-Vehicles-AGVs_fig1_312523934
- Figura 12: Urbanpost, Faenza, incendio in magazzino di logistica: diversi scoppi e nube nera, <https://urbanpost.it/faenza-incendio-in-magazzino-di-logistica/>

- Figura 13: Seton, Cartelli ISO 7010 "Pericolo di taglio" - W022, <https://www.seton.it/cartelli-iso-7010-pericolo-oggetti-appuntiti-rischio-tagli-mano-w022.html#ISO%20A%20T1%20W022>
- Figura 14: Manutan, Cartello di pericolo - Caduta materiali dall'alto, <https://www.manutan.it/it/mai/cartello-di-pericolo-caduta-materiali-dall-alto-mig1945763>
- Figura 15: Pixlemon, Cartello materiale irritante e nocivo, <https://www.pixlemon.com/it/cartello-adesivo-cm-6x4-materiale-irritante-e-nocivo-00202130ADB0060X0040.html>
- Figura 16: Wikipedia, Folgorazione, <https://it.wikipedia.org/wiki/Folgorazione>
- Figura 17: Mecalux, Sicurezza in magazzino: 3 storie di successo, <https://www.mecalux.it/blog/storie-successo-sicurezza-magazzino>
- Figura 18: Clcoperture, Evacuatori di fumo e calore, <https://www.clcoperture.it/evacuatori-di-fu-mo-e-calore/>
- Figure 19, 20, 21, 22 : Sacop soluzioni antincendio, Protezione passiva antincendio: linee guida e indicazioni generali secondo la normativa di legge, <https://sacop.it/news/protezione-passiva-antincendio-linee-guida-indicazioni-generalisecundo-la-normativa-legge>
- Figure dalla 23 alla 37: E.b.e.r., Guida alla sicurezza della viabilità nelle imprese, Guida pratica all'applicazione del D.Lgs.626/94, https://www.eber.org/documenti/pubblicazioni/2_guida%20viabilita.pdf
- Figure 38, 39, 40: Punto Sicuro, Buone prassi per la gestione del traffico nel magazzino, <https://www.puntosicuro.it/sicurezza-sul-lavoro-C-1/tipologie-di-contenuto-C-6/linee-guida-buone-prassi-C-62/buone-prassi-per-la-gestione-del-traffico-nel-magazzino-AR-12533/>
- Figure 41, 42: Aldea, VerticalMan – La soluzione “Uomo a Terra”, <http://www.aldea.it/verticalman/>
- Figura 43: Google Maps, <https://www.google.it/maps/place/Passerella+Fiat/@44.991915,7.4991602,1109m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x47881532303b8c3d:0x3b0f3802624529ce!8m2!3d44.9963523!4d7.505031>
- Figura 44: da Modello Autocad
- Figure 45, 46, 47: Foto scattate durante il sopralluogo presso il Magazzino sito a Rivalta di Torino in data 18/11/2019

- Figure 48, 49, 50: Ordine Architetti Alessandria, Esempi pratici di applicazione del codice di prevenzione incendi, <http://www.ordinearchitettialessandria.it/cgi-bin/corsi/109/Arch%2024-10-2016%20esempio%20pratico.pdf>
- Figure 51, 53, 54, 55, 57, 58: Ministero dell'Interno, Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile, Direzione Centrale per la Prevenzione e la Sicurezza Tecnica, Testo coordinato del DM 03 agosto 2015 Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139 (Codice di Prevenzione Incendi)

- Tabelle 1, 2, 3: E.b.e.r., Guida alla sicurezza della viabilità nelle imprese, Guida pratica all'applicazione del D.Lgs.626/94, https://www.eber.org/documenti/pubblicazioni/2_guida%20viabilita.pdf
- Tabelle dalla 4 alla 47 e dalla 49 alla 94: Ministero dell'Interno, Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile, Direzione Centrale per la Prevenzione e la Sicurezza Tecnica, Testo coordinato del DM 03 agosto 2015 Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139 (Codice di Prevenzione Incendi)